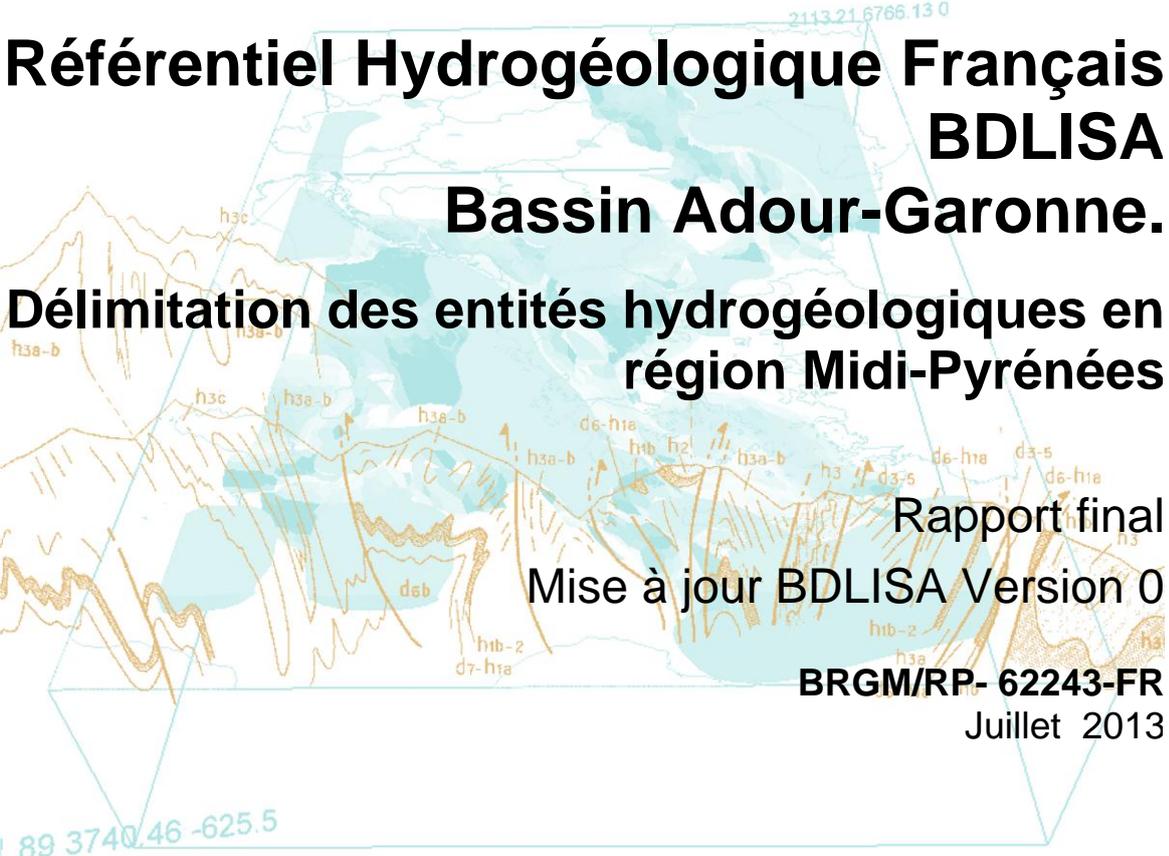


Document public



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées



Rapport final
Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP- 62243-FR
Juillet 2013



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

Rapport final
Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62243-FR
Juillet 2013

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

**M. Saplaïroles, S. Ollagnier,
M. Bardeau, J.M. Gandolfi, F. Marty, S. Pinson, V. Mardhel et S. Schomburgk**

Vérificateur

Original signé par : J.J. Seguin

Approbateur

Original signé par : Ph. Roubichou

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

Mots clés : Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, délimitation, formations sédimentaires, socle, karst, Midi-Pyrénées.

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

M. Saplairoles, S. Ollagnier., M. Bardeau, J.M. Gandolfi, F. Marty, S. Pinson, V. Mardhel et S. Schomburgk - (2013) – Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées. Rapport final, Mise à jour BDLISA Version 0 - BRGM/RP-62243-FR

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

Synthèse

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2009 par M. Saplaïroles (RP-56952-FR) sur l'ensemble de la région Midi-Pyrénées 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) en Midi-Pyrénées. Le travail a porté sur l'identification (aux 3 niveaux de détail du référentiel, national, régional et local) :

- des entités hydrogéologiques sous-jacentes au Paléocène dans le secteur de l'année 1,
- des entités des formations sédimentaires (dont le karst) dans le secteur nord de Midi-Pyrénées, dans les départements du Lot et de l'Aveyron et dans une moindre mesure le Tarn et le Tarn-et-Garonne, partiellement couverts lors de l'année 1,
- des entités dans les zones de socle (terrains métamorphiques et plutoniques) et de volcanisme, présentes dans les départements de l'Aveyron, du Tarn et du Lot,

Suite à l'harmonisation nationale des entités BDLISA à l'échelle nationale le nombre d'entités BDLISA en Midi-Pyrénées peut avoir 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 Midi-Pyrénées. (BRGM/RP-56952-FR).

Suite à la phase d'identification et d'élaboration d'un tableau multi-échelles, ont été numérisées :

- **88 unités de niveau local (NV3)** dont 30 limitées à Midi-Pyrénées, 46 communes avec l'Aquitaine, 25 avec le Languedoc-Roussillon, 7 avec le Limousin, et une avec l'Auvergne,
- **42 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne,
- **26 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne.

A ces entités, s'ajoutent :

- **1 surcouche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2,
- **1 surcouche des buttes témoins**, identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2.

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

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

Synthèse	3
Sommaire	5
1 Introduction	9
2 Présentation du référentiel BDLISA	13
2.1 PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS	13
2.1.1 Principes de construction	13
2.1.2 Assemblage des entités	13
2.1.3 Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction	13
2.1.4 BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE	14
2.2 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	14
2.3 LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL	15
2.3.1 Les entités hydrogéologiques.....	15
2.3.2 Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	16
2.3.3 Les "thèmes" des entités hydrogéologiques	16
2.3.4 L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques	17
2.3.5 L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques	19
2.3.6 L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	21
2.3.7 L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques	21
2.4 LE TABLEAU MULTI-ECHELLES	22
2.5 LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS	22
2.5.1 Principes sous-jacents	22
2.5.2 Organisation des entités en 2 ensembles.....	23
2.5.3 Ordre absolu et ordre relatif.....	24
3 Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion	27
3.1 PRINCIPES DIRECTEURS	27
3.1.1 Homogénéité du découpage	27
3.1.2 Emboîtement des niveaux.....	27
3.2 PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	28

3.2.1	Identification et cadrage hydrogéologique général.....	28
	De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles.....	28
3.2.2	Individualisation de l'alluvial.....	29
3.2.3	Découpage des entités.....	29
3.2.4	Passage au modèle de gestion du référentiel.....	29
3.2.5	Organigramme	30
4	Mise en œuvre du découpage des entités en région Midi-Pyrénées	31
4.1	DONNÉES DE RÉFÉRENCE	31
4.2	DÉMARCHE.....	31
4.2.1	Formations sédimentaires	31
4.2.2	Formations karstiques	32
4.2.3	Formations du socle	33
4.3	ÉLABORATION DES TABLEAUX MULTI-ECHELLES	34
4.3.1	Poursuite de l'élaboration du tableau multi-échelle correspondant aux formations sédimentaires.....	34
4.3.2	Tableau multi-échelle des formations de socle et volcaniques.....	34
4.4	FORMATIONS SUPERFICIELLES.....	34
4.4.1	Les surcouches	34
4.4.2	Surcouche des alluvions.....	35
4.4.3	Surcouche des "formations témoins"	37
4.5	DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE	38
4.5.1	Formations du Primaire (Carbonifère et Permien)	38
4.5.2	Formations du Trias.....	38
4.5.3	Formations du Jurassique	40
4.5.4	Formations du Crétacé	44
4.5.5	Formations tertiaires.....	46
4.5.6	Formations superficielles du Quaternaire et du Tertiaire.....	53
4.6	DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONES DE SOCLE.....	54
4.7	DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONE VOLCANIQUE.....	56
5	Limites des entités	57
5.1	LIMITES HYDRAULIQUES.....	57
5.2	NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS	57

6 Outil de construction du référentiel	61
6.1 GÉODATABASE	61
6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS	66
7 Conclusion	69
8 Bibliographie	71

Liste des illustrations

Illustration 1 – Secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009	10
Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification	17
Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques	20
Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires.....	23
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	25
Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3.....	27
Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	30
Illustration 8– Représentation de la sur-couche des alluvions récentes de la zone d'étude.....	36
Illustration 9 – Représentation de la sur-couche des "formations témoins"	37
Illustration 10 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations primaires.....	38
Illustration 11 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations du Trias.....	39
Illustration 12 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Lias.....	41
Illustration 13– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Jurassique moyen et supérieur.....	42
Illustration 14 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tithonien	43
Illustration 15 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé inférieur.....	44
Illustration 16 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé supérieur.....	45
Illustration 17– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tertiaire marin	47
Illustration 18 – Représentation du découpage au niveau NV3 de la formation aquifère des Sables infra-molassiques et des entités correspondant à ses parties affleurantes.....	48

Illustration 19 – Schéma de l'agencement des séries tertiaires marines et continentales.....	49
Illustration 20 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations molassiques tertiaires	52
Illustration 21 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations alluviales et morainiques quaternaires et tertiaires	54
Illustration 22 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations de socle.....	55
Illustration 23 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations volcaniques.....	56
Illustration 24 – Types de limites possibles entre entités	58
Illustration 25 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques	59
Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.....	61
Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase.....	62
Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase.....	62
Illustration 29 : Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.	63
Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).....	64
Illustration 31 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).....	64
Illustration 32 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités	65
Illustration 33 - Table des limites: natures des contacts entre entités.....	65
Illustration 34 : Editeur de cartes du modèle de construction du référentiel.	66
Illustration 35 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).	67
Illustration 36 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite)	68

Liste des annexes

Annexe 1 Brefs rappels de l'histoire géologique du bassin aquitain	75
Annexe 2 Tableau des cartes géologiques de la région Midi-Pyrénées	81
Annexe 3 Tableau Multi-Echelles	85
Annexe 4 Lexique de caractérisation des entités et des limites.....	96

1 Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail réalisé en 2009 par M. Saplaïroles (*RP-56952-FR*) en région Midi-Pyrénées dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2010 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) 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.

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

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

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

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

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

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

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.

Bassin Adour-Garonne

Le travail engagé dans le bassin Adour-Garonne en année 1 du projet concernait uniquement les formations sédimentaires du sud du Bassin aquitain (Aquitaine et Midi-Pyrénées) datées du Quaternaire au Paléocène.

Le secteur d'étude était limité :

- au sud par la "frontière" avec la zone dite "intensément plissée", correspondant au massif pyrénéen,
- au nord par les terrains sédimentaires Nord Adour-Garonne,
- à l'est par le secteur dit de "socle" intéressant des formations métamorphiques, plutoniques et volcaniques et par la limite du bassin Adour-Garonne,
- à l'ouest par la limite administrative entre les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées.

Ce travail a fait l'objet d'un premier rapport (BRGM/RP-56053-FR), commun aux deux régions concernées, Aquitaine et Midi-Pyrénées.

Le présent rapport rend compte des entités suivantes :

- ensembles hydrogéologiques sous-jacents au Paléocène dans le secteur de l'année 1,
- le découpage des entités correspondantes aux formations sédimentaires dans le secteur nord de Midi-Pyrénées, dans les départements du Lot et de l'Aveyron et dans une moindre mesure le Tarn et le Tarn-et-Garonne, partiellement couverts lors de l'année 1,
- l'identification et la cartographie des unités de socle, constituées par les terrains métamorphiques, plutoniques et volcaniques, présentes dans les départements de l'Aveyron, du Tarn et du Lot.

Pour des raisons de cohérence de traitements, les entités délimitées en année 1 du projet ont été reprises, intégrées au tableau multi-échelle et à la base de données des entités.

L'illustration 1 présente les différents secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009.

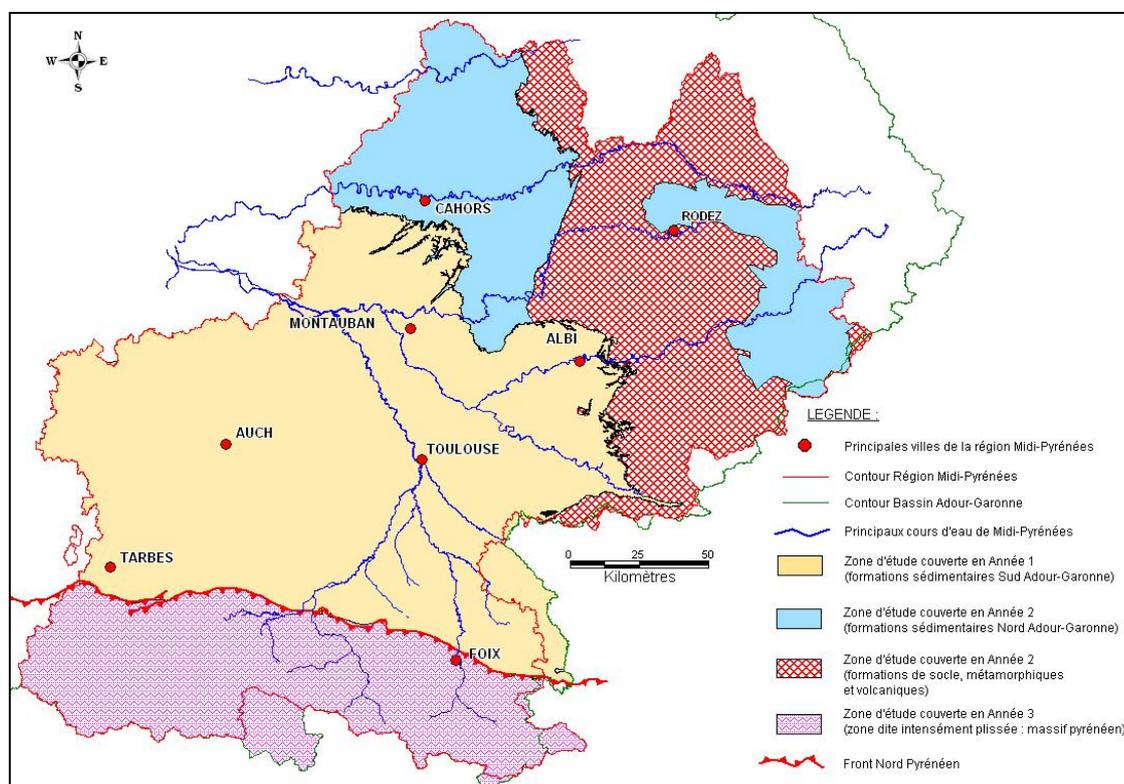


Illustration 1 – Secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009

Pour des raisons méthodologiques, la délimitation a été conduite simultanément aux trois niveaux de découpage (NV1, NV2 et NV3). Ce rapport fait donc aussi état du découpage au niveau 3 (NV3), difficilement dissociable des 2 autres niveaux.

Comme pour l'année 1, une méthode de travail commune a été mise en place avec l'Aquitaine, des entités hydrogéologiques sédimentaires étant communes aux deux régions.

Le découpage a été réalisé conformément aux recommandations du guide méthodologique national (rapport BRGM/RP-52264-FR) et aux propositions faites en 2007 dans le cadre de l'actualisation de ce guide demandée par le Comité de Pilotage du Référentiel.

La délimitation des entités au niveau 1 et 2 s'inscrit dans le cadre d'une convention entre le BRGM et le MEEDDAT (année 2). Celui-ci apporte un soutien financier à l'opération, complété par une participation de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Le niveau local (NV3) a fait l'objet d'une convention particulière avec l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (dossier n° 310 31 0004 avec la décision attributive d'aide n°2007/7343).

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'Aquitaniens,
Calcaires d'Etampes du Rupélien.*

2.3.2 Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

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

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

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

2.3.3 Les "thèmes" des entités hydrogéologiques

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

- **thème "Alluvial"** (codé 1) : ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagnés des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau,
- **thème "Sédimentaire"** (codé 2) : ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires,
- **thème "Socle"** (codé 3) : formations magmatiques et métamorphiques,

- **thème "Intensément plissé de montagne"** (codé 4) : ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.
- **thème "Volcanisme"** (codé 5) : volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable,

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

2.3.4 L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques

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

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

Un 8^{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 2 – Types d'entités hydrogéologiques et codification

• Le Grand Système Aquifère

Le grand système aquifère est un système physique composé d'une ou plusieurs unités aquifères, globalement en liaison hydraulique et qui est circonscrit par des limites litho-stratigraphiques et/ou structurales. Le grand système aquifère est une entité de premier niveau (NV1).

• Le Grand Domaine Hydrogéologique

Le grand domaine hydrogéologique est un système physique peu ou pas aquifère. Il peut contenir des unités aquifères mais sans grande extension latérale et isolées dans le massif imperméable. Le grand domaine hydrogéologique est une entité de premier niveau (NV1).

• Le Système Aquifère

Le Système Aquifère est une entité hydrogéologique aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand système aquifère ou d'un grand domaine hydrogéologique. La

subdivision s'effectue sur, **au moins** l'un des critères suivants : *lithologie, structure, stratigraphie, piézométrie, géochimie, hydraulique*.

La constitution des systèmes est issue de la connaissance à instant donné du milieu souterrain.

Le système aquifère est une entité de niveau régional NV2.

• Le Domaine Hydrogéologique

Un domaine hydrogéologique est une entité hydrogéologique peu aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand domaine hydrogéologique ou d'un grand système. La subdivision s'effectue sur, **au moins**, l'un des critères suivants : *lithologie, structure, stratigraphie, piézométrie, géochimie, hydraulique*.

Le domaine hydrogéologique est une entité de niveau régional NV2.

• L'unité aquifère

L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne supérieure (ou supposée supérieure) à 10^{-6} m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée.

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

• L'unité semi-perméable

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

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

• L'unité imperméable

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

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

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

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

Liaisons entre les entités

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

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

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

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

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

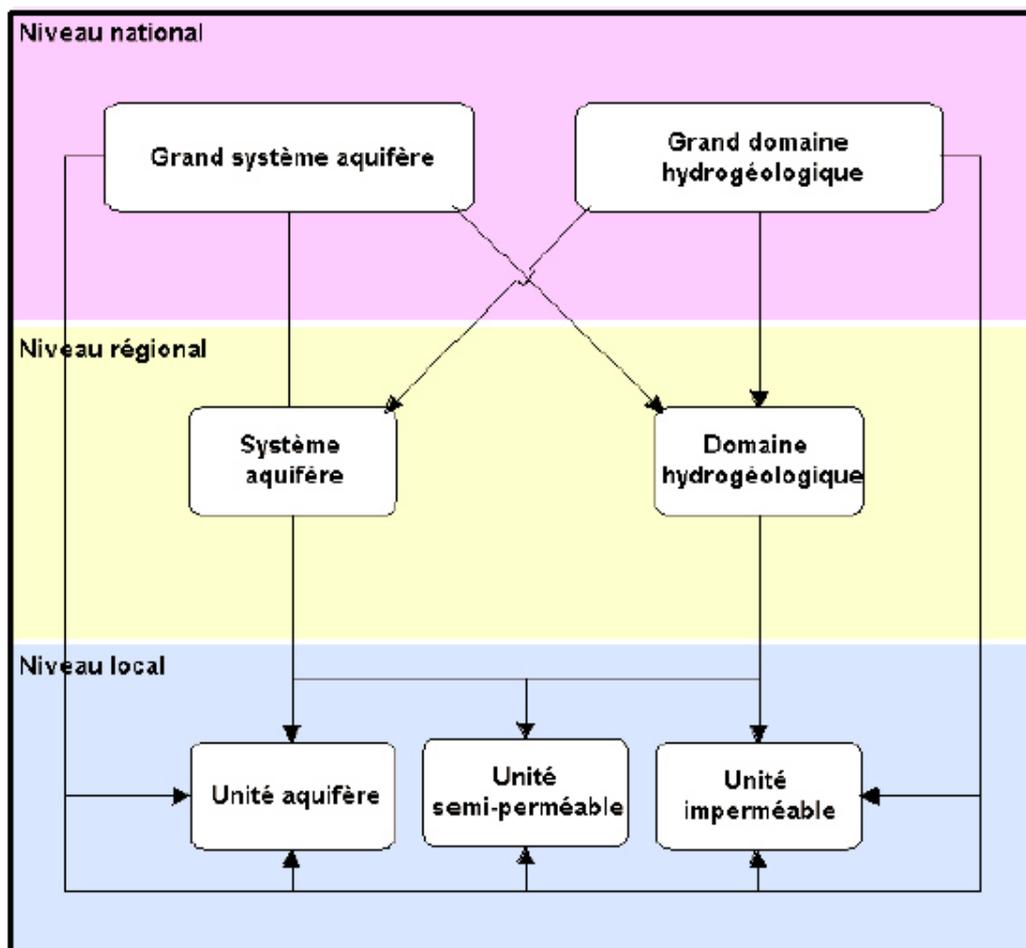


Illustration 3 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

Remarque

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

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

2.3.6 L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

2.4 LE TABLEAU MULTI-EHELLES

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

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.

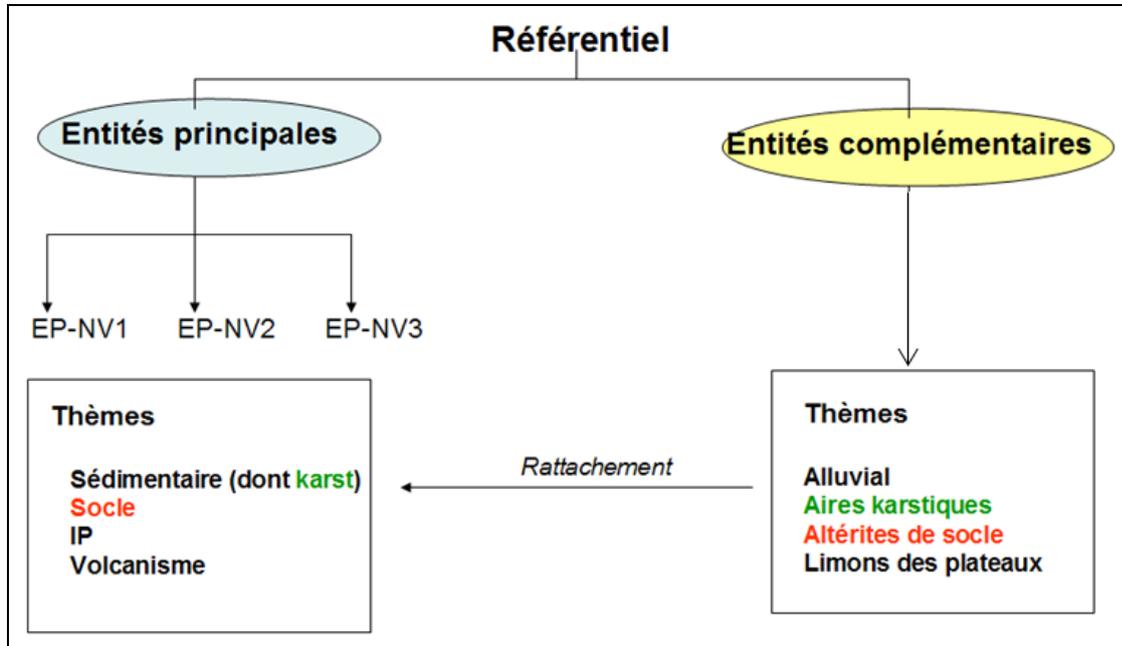


Illustration 4 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

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

3) Complétude

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

4) Filiation

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

5) Héritage

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

2.5.2 Organisation des entités en 2 ensembles

1) Entités principales

Elles constituent l'essentiel du référentiel. Elles sont :

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

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

2) Entités complémentaires

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

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

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

2.5.3 Ordre absolu et ordre relatif

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

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

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

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

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

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

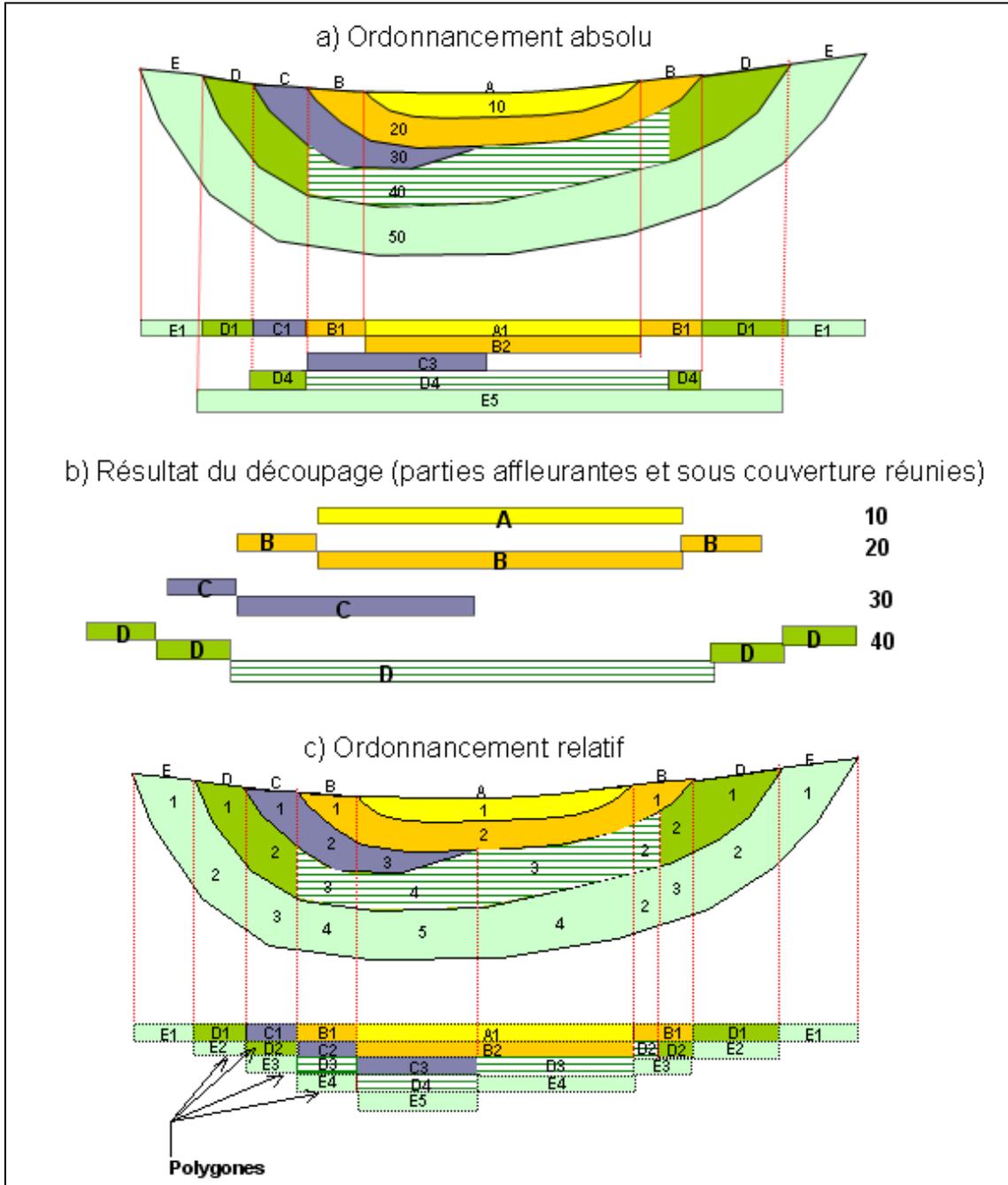


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

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

3.1 PRINCIPES DIRECTEURS

3.1.1 Homogénéité du découpage

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

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

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

3.1.2 Emboîtement des niveaux

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3 (illustration 6 **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- Σ NV3" est ajouté par le modèle de gestion (cas du bassin Rhône-Méditerranée et Corse). Dans le référentiel, cette entité "virtuelle" est identifiée par l'intermédiaire de l'attribut "Origine" (complétude partielle ou totale, cf. tableau du § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

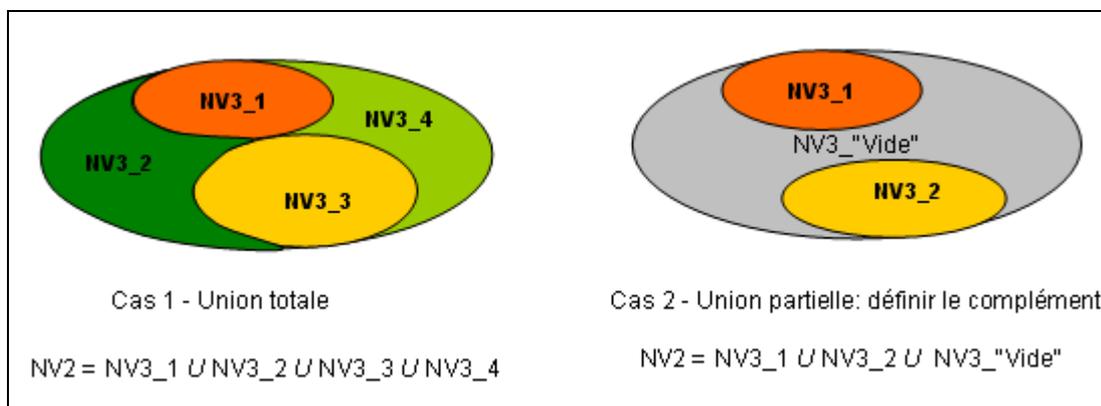


Illustration 6 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

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.

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.

3.2.2 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.

3.2.3 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.

3.2.4 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.

3.2.5 Organigramme

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

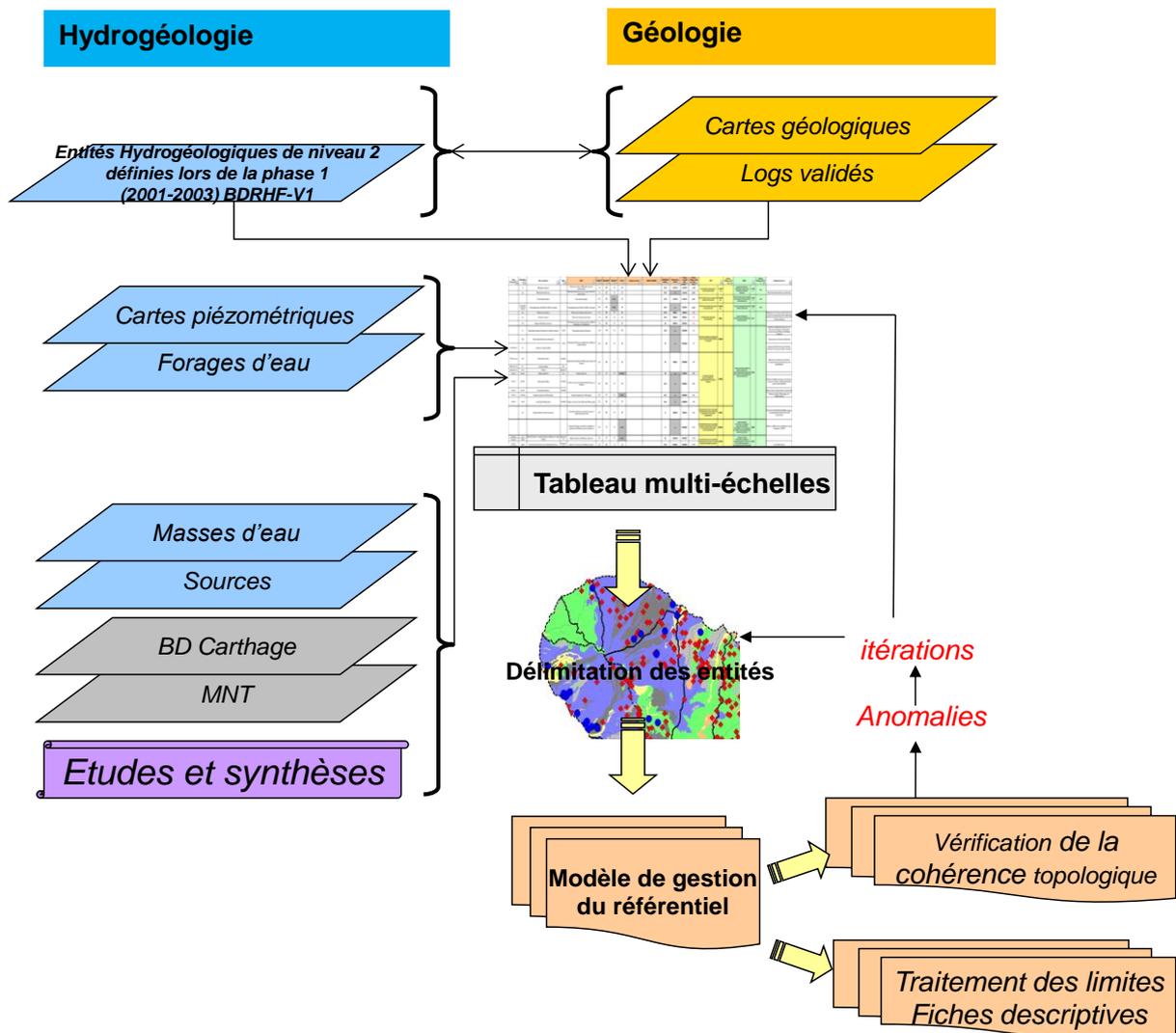


Illustration 7 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4 Mise en œuvre du découpage des entités en région Midi-Pyrénées

4.1 DONNÉES DE RÉFÉRENCE

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

- les 87 cartes géologiques vectorisées à l'échelle 1/50 000 intéressant le secteur d'étude (tableau d'assemblage en annexe 2),
- les cartes géologiques harmonisées à l'échelle des départements de l'Aveyron et du Lot,
- les études de cartographie de l'aléa retrait – gonflement des argiles, de Tarn-et-Garonne (82), du Lot (46) et du Tarn (81) permettant de disposer d'entités uniformisées à l'échelle départementale,
- les forages validés extraits de la Banque de données du Sous-Sol, inclus dans la zone d'étude,
- les polygones des entités hydrogéologiques de la BDRHF V2 issus du découpage indicatif effectué aux niveaux 1 et 2 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel entre 2003 et 2004,
- les polygones des masses d'eaux souterraines,
- les limites de bassins versants issues du référentiel hydrographique (BD Carthage),
- les données hydrométriques (QES, VCN 10) des stations de mesures présentes sur le territoire de socle de Midi-Pyrénées issues de la Banque Hydro (banque nationale de données pour l'hydrométrie et l'hydrologie),
- les données géologiques et hydrogéologiques issues des modèles numériques hydrodynamiques des nappes, du sud du Bassin Adour-Garonne et du nord de l'Aquitaine développés par le BRGM de 1995 à nos jours,
- les informations collectées dans les différents rapports d'études (dont les plus importants sont mentionnés en référence bibliographique).

4.2 DÉMARCHE

4.2.1 Formations sédimentaires

Le thème "sédimentaire" regroupe, outre les grands ensembles sédimentaires identifiés du Permien au Pliocène, les formations superficielles quaternaires et tertiaires. Celles-ci correspondent d'une part, aux alluvions anciennes déconnectées hydrauliquement du cours d'eau, aux moraines et aux dépôts sableux éoliens et d'autre part, aux altérites des formations sous-jacentes (carbonatées et/ou de socle).

Les formations résiduelles de faible extension (appelées "formations témoins" et comprenant éventuellement des buttes témoins) ont été extraites des cartes géologiques et rattachées aux formations d'origine sur la base d'une analyse litho-stratigraphique. Comme pour les formations alluvionnaires, ces formations sont intégrées dans une surcouche.

Parties affleurantes des entités

Les contours vectorisés et/ou harmonisés des cartes géologiques au 1/50 000 existants ont été utilisés pour extraire les polygones correspondant aux parties affleurantes de chaque entité identifiée dans le tableau-multi-échelle. Ces polygones sont ensuite regroupés dans une couche SIG propre à chaque entité et fusionnés (une entité = 1 table) En Midi-Pyrénées le

travail le découpage a été fait avec le logiciel SIG MAPINFO, l'assemblage de toutes les entités étant quant à lui réalisé par le modèle de gestion du référentiel avec ArcGis.

Un travail préalable d'harmonisation des cartes géologiques a été effectué pour les départements de l'Ariège, de l'Aveyron, des Hautes-Pyrénées et du Lot. Pour les autres départements concernés, le découpage a été réalisé en utilisant les contours vectorisés des cartes géologiques 1/50 000. La consultation de rapports d'études locales a conduit à modifier ou à retoucher certaines limites d'affleurements.

La cartographie de ces parties affleurantes a parfois nécessité une extension de leurs contours géologiques, principalement un prolongement sous les alluvions récentes. Par ailleurs, les terrains superficiels non significatifs (éboulis, colluvions, éluvions...) ont été englobés dans le polygone correspondant à leur formation d'origine (par exemple, les colluvions issues des molasses sont incluses dans le domaine molassique considéré).

Parties sous couverture des entités

Les limites sous couverture sont tracées à l'aide des forages ou sondages ayant traversé, totalement ou partiellement les formations géologiques constitutives de l'entité hydrogéologique concernée.

La sélection de ces forages puis leur report dans la couche SIG ont permis de tracer l'enveloppe globale de l'entité, en tenant compte aussi :

- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes à celle étudiée,
- des connaissances géologiques et hydrogéologiques acquises à l'occasion d'études locales
- des données provenant des modèles numériques hydrodynamiques du sud du bassin Adour-Garonne et nord aquitain

En profondeur, de nombreuses limites sont à considérer comme des limites d'interprétation, modifiables en fonction de la progression des connaissances.

4.2.2 Formations karstiques

Les formations karstiques sont associées aux terrains carbonatés. En Midi-Pyrénées, ce type d'entité est principalement représenté par les couches carbonatées du Jurassique majoritairement présentes dans le Lot et l'Aveyron et dans une moindre mesure dans le Tarn-et-Garonne et le Tarn.

Le découpage de niveau régional NV2 a été réalisé à partir des contours vectorisés et/ou harmonisés des cartes géologiques au 1/50 000, en identifiant l'ensemble des terrains susceptibles de présenter un comportement hydrodynamique de type karstique.

Dans le département du Lot, la délimitation des entités à l'échelle de l'unité de drainage karstique a pu être entreprise à partir des données des nombreux traçages réalisés. Ce recensement a été effectué dans le cadre de l'actualisation de la synthèse hydrogéologique du département actuellement en cours de réalisation.

Cette précision dans le découpage n'a pu être atteinte dans les autres secteurs où les entités de niveau NV3 ont été délimitées en fonction de l'intersection des bassins versants et des limites de failles (individualisation des différents Causses). Toutefois, ce découpage pourra évoluer en fonction de la progression des opérations de synthèse (notamment lors de celle de l'Aveyron).

4.2.3 Formations du socle

La méthodologie initiale (rapport BRGM/RP-52261-FR) développée pour les formations de socle présente quelques particularités. Ainsi, selon les échelles de travail (NV1, NV2 et NV3), différentes règles de découpage sont à prendre en compte :

- le niveau national doit correspondre aux limites des bassins versant des grands cours d'eau, cartographiés dans la BD Carthage (zone hydrographique et secteurs). La superficie des entités de niveau NV1 est alors comprise en théorie entre 3000 et 5000 km²,
- le niveau régional doit être issu de la subdivision des entités de niveau NV1 selon des critères morphologiques (secteurs et sous-secteurs des bassins versant) et hydrauliques (répartition statistique du QES des bassins versants disposant de jaugeages),
- le niveau local implique l'utilisation de plusieurs critères tels que :
 - les épaisseurs des altérites du milieu fracturé,
 - le tracé des failles, issu des cartes géologiques au 1/1 000 000,
 - la distribution des zones fracturées et leur report à l'échelle de chaque bassin versant par l'interprétation de photographies aériennes,
 - les débits spécifiques de forage ainsi que leur profondeur,
 - les grandes classes lithologiques (critères indirects d'altération et de qualité hydrogéologique des altérites).

Dans la pratique, plusieurs problèmes se sont posés pour appliquer cette méthodologie aux zones de socle situées en Midi-Pyrénées. En effet, celle-ci nécessite de disposer d'un grand nombre de données, (géologiques, structurales, hydrométriques....) souvent méconnues.

A partir des expériences acquises ces dernières années dans la connaissance des formations de socle, il en ressort que le découpage au niveau 3 doit s'appuyer sur les critères suivants :

- la définition de classes lithologiques, minéralogiques et de texture, (classes potentiellement aquifères selon les processus d'altération (ou d'érosion) mis en jeu),
- l'identification des processus d'altération (et d'érosion) via la connaissance de l'épaisseur des altérites (si possible identifier leur nature), et, dans la mesure du possible, l'épaisseur de l'horizon fissuré,
- les caractéristiques hydrogéologiques issues des forages disponibles (notamment les débits spécifiques, ceux de soufflage en cours de travaux....).

L'utilisation des tracés de failles et l'analyse photoaérienne des zones fracturées (critères mentionnés dans le guide méthodologique) n'apparaissent pas essentielles. En effet, les failles tectoniques productives représentent généralement une petite partie de la ressource aquifère à l'échelle d'un bassin versant (une faille productive n'est pas un système aquifère), d'où une importance limitée.

Toutefois, mêmes les informations listées précédemment ne sont généralement pas facilement accessibles, voire inexistantes. C'est notamment le cas des épaisseurs des altérites, majoritairement absentes des cartes géologiques au 1/50 000. Dans l'attente d'acquisition de données pertinentes sur le socle (programme SILURE en Bretagne, en Limousin ou ONGERE en Midi-Pyrénées), il a été décidé de s'appuyer uniquement sur des critères de contrastes lithologiques et de bassins versants.

Les limites des zones de socle correspondent aux limites d'affleurement. Le découpage s'appuie sur le travail d'harmonisation effectué en Aveyron et dans le Lot, et sur les cartes géologiques 1/50 000 vectorisées pour le Tarn.

4.3 ÉLABORATION DES TABLEAUX MULTI-ECHELLES

4.3.1 Poursuite de l'élaboration du tableau multi-échelle correspondant aux formations sédimentaires

Engagé en Année 1 du programme de construction du référentiel, le tableau multi-échelle correspondant aux terrains sédimentaires de Midi-Pyrénées a été élaboré à partir de l'inventaire des formations identifiées dans les cartes géologiques au 1/50 000 et des sources d'informations listées au paragraphe 3.1, notamment celles contenues dans les logs géologiques validés.

Cette opération a permis de récapituler et de superposer verticalement l'ensemble des entités délimitées dans la zone d'étude. Ce tableau, consultable en annexe 3, intègre les trois niveaux d'identification (NV1, NV2 et NV3).

Les systèmes identifiés pouvant être communs aux différentes régions limitrophes à Midi-Pyrénées, une colonne du tableau précise l'extension de l'entité.

Au total, ont été identifiées :

- **88 unités de niveau local (NV3)** dont 30 limitées à Midi-Pyrénées, 46 communes avec l'Aquitaine, 25 avec le Languedoc-Roussillon, 7 avec le Limousin, et une avec l'Auvergne,
- **42 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne,
- **26 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne.

A ces entités, il faut ajouter :

- **1 surcouche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage,
- **1 surcouche des "formations témoins"** (cf. §3.2.1) identique aux trois niveaux de découpage.

4.3.2 Tableau multi-échelle des formations de socle et volcaniques

Le tableau multi-échelles des formations de socle et volcaniques a été élaboré sur la base des données de références décrites précédemment. Ce tableau, consultable en annexe 3, intègre les trois niveaux d'identification (NV1, NV2, NV3).

Au total, ont été identifiées :

- **26 unités de niveau local (NV3)** dont 10 limitées à Midi-Pyrénées, 9 communes avec la région Languedoc-Roussillon, 2 communes avec le Limousin et 10 avec l'Auvergne,
- **13 unités de niveau régional (NV2)** dont 3 limitées à la région Midi-Pyrénées, 7 communes avec la région Languedoc-Roussillon, 5 avec l'Auvergne et 2 avec le Limousin,
- **1 unité de niveau national (NV1)** commune avec les régions Languedoc-Roussillon, Auvergne et Limousin.

4.4 FORMATIONS SUPERFICIELLES

4.4.1 Les surcouches

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 rattachée à un "niveau 0" (NV0) qui s'ajoute aux 3 autres niveaux du référentiel (NV1, NV2, NV3). Comme pour les autres niveaux du référentiel, il est possible de définir un ordre (relatif) dans un "niveau 0", ce qui permet de gérer des recouvrements éventuels d'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.

En Midi-Pyrénées, deux surcouches ont été définies:

- l'ensemble des dépôts de plaine alluviale associé aux terrasses connectées hydrauliquement avec les rivières;
- les formations superficielles de faible extension et les buttes témoins.

4.4.2 Surcouche des alluvions

Les plaines de Midi-Pyrénées sont constituées de formations alluviales subhorizontales, déposées suivant un système en terrasses, correspondant à des phases successives de creusement du substratum et de dépôts de matériaux charriés par les cours d'eau.

Globalement, les alluvions transportées se sont déposées, pour chaque terrasse, selon une séquence grano-classée relativement répétitive avec la succession de deux faciès principaux :

- un faciès grossier, à la base, constitué par des graviers et des galets entremêlés de sable plus ou moins argileux,
- un faciès de granulométrie plus fine, caractérisé par des argiles et des limons et venant recouvrir le précédent.

Ces terrasses, situées à différentes altitudes, témoignent des variations du niveau de cours d'eau dont elles sont issues. En Midi-Pyrénées, elles sont majoritairement étagées de part et d'autre des vallées, hormis dans le contexte de l'Adour et dans certains secteurs de la Garonne.

Suivant un profil transversal, les dépôts les plus anciens et altimétriquement les plus hauts sont localisés en bordure extérieure de la plaine alors que les plus récents, plus encaissés, sont déposés le long des lits actuels. Ces terrasses anciennes sont souvent déconnectées des niveaux plus récents par des affleurements du substratum.

Les entités alluvionnaires identifiées comprennent l'ensemble des dépôts de plaine alluviale associé aux terrasses connectées hydrauliquement avec les rivières. Les polygones correspondant à ces dépôts ont été extraits des cartes géologiques concernées en fonction de leur notation. Ainsi, les termes Fz et Fy ont été dans leur grande majorité pris en compte et, selon les cartes, ceux désignés Fx (attribués habituellement aux basses terrasses, ont également été englobés. Un premier traitement a été effectué afin de supprimer les terrains alluvionnaires déconnectés hydrauliquement des cours d'eau. Les alluvions sont regroupés sous la dénomination « Entité complémentaires ».

L'illustration 8 présente l'ensemble des dépôts alluvionnaires de la zone d'étude.

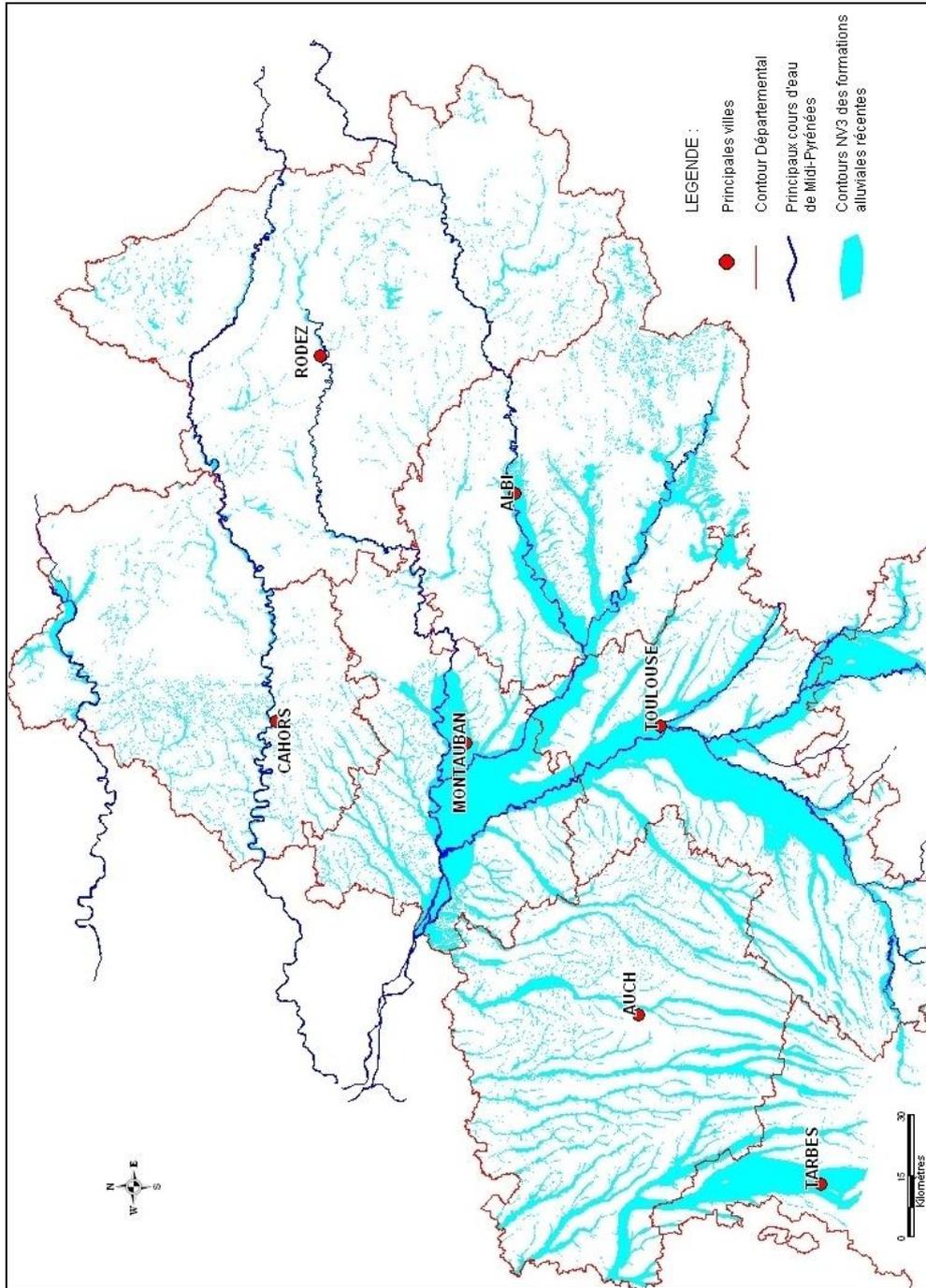


Illustration 8– Représentation de la sur-couche des alluvions récentes de la zone d'étude

4.4.3 Surcouche des "formations témoins"

L'érosion des différents terrains sédimentaires génère dans certains cas la mise en place de buttes témoins. Ces formations correspondent en général aux prolongements des grands systèmes affleurants. Chacune de ces unités fonctionne de manière autonome et serait à considérer comme système aquifère isolé.

Toutefois, la multiplication de ces micro-systèmes a entraîné leur regroupement dans une même entité afin d'en simplifier la gestion et la représentation.

Les buttes témoins ont été intégrées dans une surcouche. Un ensemble de buttes témoins comprend plusieurs polygones de formations géologiques différentes mais est identifié par un seul code.

L'illustration 9 localise l'ensemble de ces dépôts en Midi-Pyrénées.

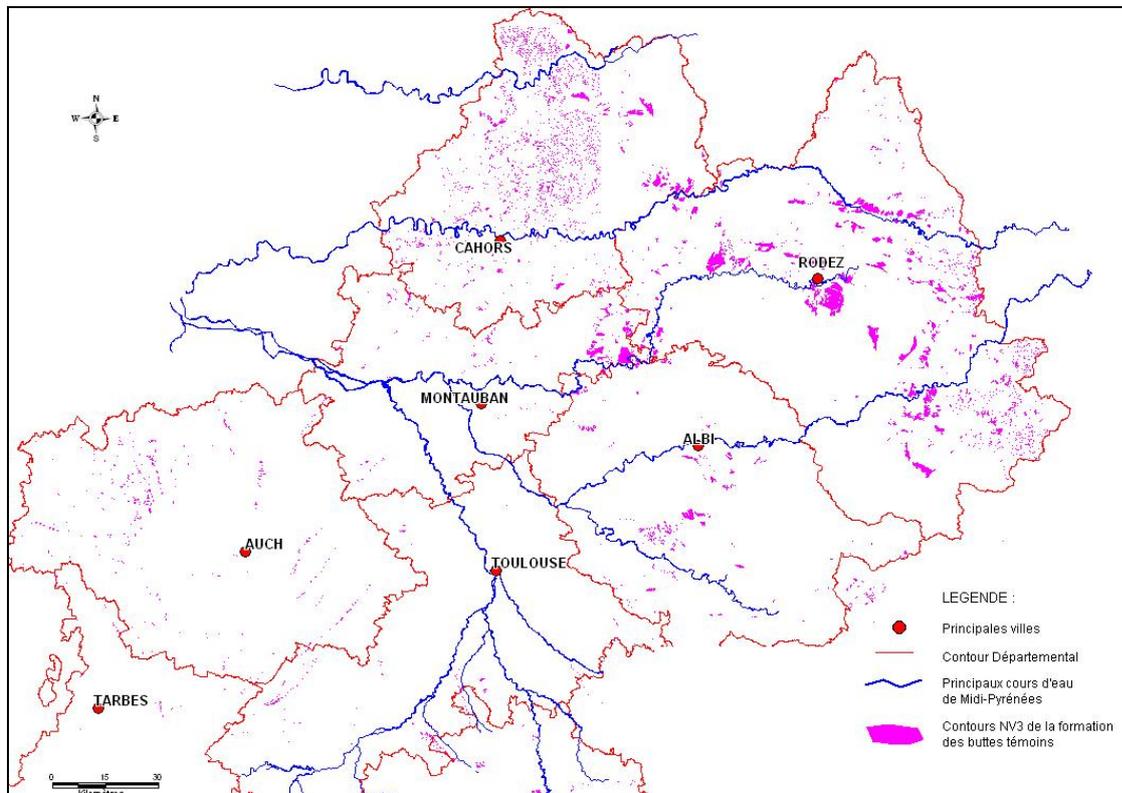


Illustration 9 – Représentation de la sur-couche des "formations témoins"

4.5 DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE

4.5.1 Formations du Primaire (Carbonifère et Permien)

Plus anciens dépôts sédimentaires représentés en Midi-Pyrénées, les formations développées au Stéphaniens (Carbonifère) apparaissent à la faveur de bassins compartimentés par des failles ou enclavés au sein des terrains cristallins du sud du Massif Central. Les anciens codes sont marqués entre parenthèse (BDRHF-V2).

Une unité semi-perméable **368AA01 (H33A1 et H33A2)** est délimitée au niveau local. Elle est constituée soit de grès et de conglomérats (dans le Lot, près de Saint-Perdoux, soit de schistes gréseux) soit de conglomérats (dans le bassin de Decazeville dans l'Aveyron (Illustration 10)). Le contour est issu des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000. Cet ensemble est regroupé au niveau régional et national.

Les dépôts détritiques du Permien sont largement représentés dans la région des Grands Causses. Ils apparaissent à l'affleurement dans le bassin de Saint-Affrique et dans celui de Rodez. Ces formations, considérées comme aquifères, sont constituées de grès et de conglomérats à passées silto-pélitiques.

Le découpage de niveau local distingue le bassin de Saint-Affrique 366AC02 (H32A2), où les formations permiennes sont à l'affleurement, le bassin de Rodez 366AC01 (H32A1), pour partie sous couverture, et les parties profondes captives sous recouvrement du Lias et du Jurassique moyen et supérieur. Au niveau régional, ces trois ensembles sont regroupés. Les niveaux affleurants sont issus des contours des cartes géologiques au 1/50 000, harmonisés à l'échelle de l'Aveyron.

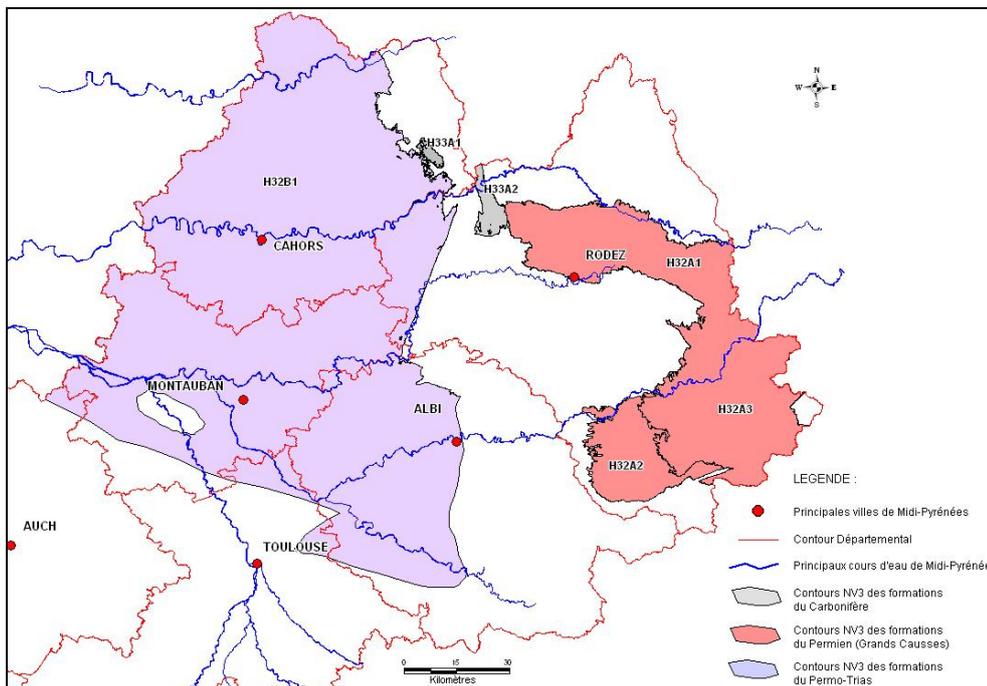


Illustration 10 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations primaires

4.5.2 Formations du Trias

Après la sédimentation détritique du Permien, localisée dans des fosses relativement isolées, le Trias est marqué par une transgression sédimentaire plus étendue dans le bassin d'Aquitaine.

En Midi-Pyrénées, les dépôts du Trias inférieur à l’affleurement se situent dans le nord du Lot où ils sont de faibles épaisseurs et recouvrent les terrains permien. En suivant la bordure du Massif central, les formations du Trias s’épaississent et se diversifient, elles sont alors constituées de grès et de conglomérats. Les derniers affleurements visibles se retrouvent au niveau de l’anticlinal de la Gresigne (à l’est de Montauban).

Cet ensemble 366AA01 (**H32B1**) incluant les terrains du Permien et du Trias inférieur, considéré comme aquifère, a été délimité avec la même précision au niveau local et régional à partir des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 et des limites indiquées dans l’atlas de la "Géologie du bassin d’Aquitaine". Le découpage de niveau national regroupe cette entité permo-triasique avec le système aquifère du Permien délimité dans la région des Grands Causses (Illustration 11).

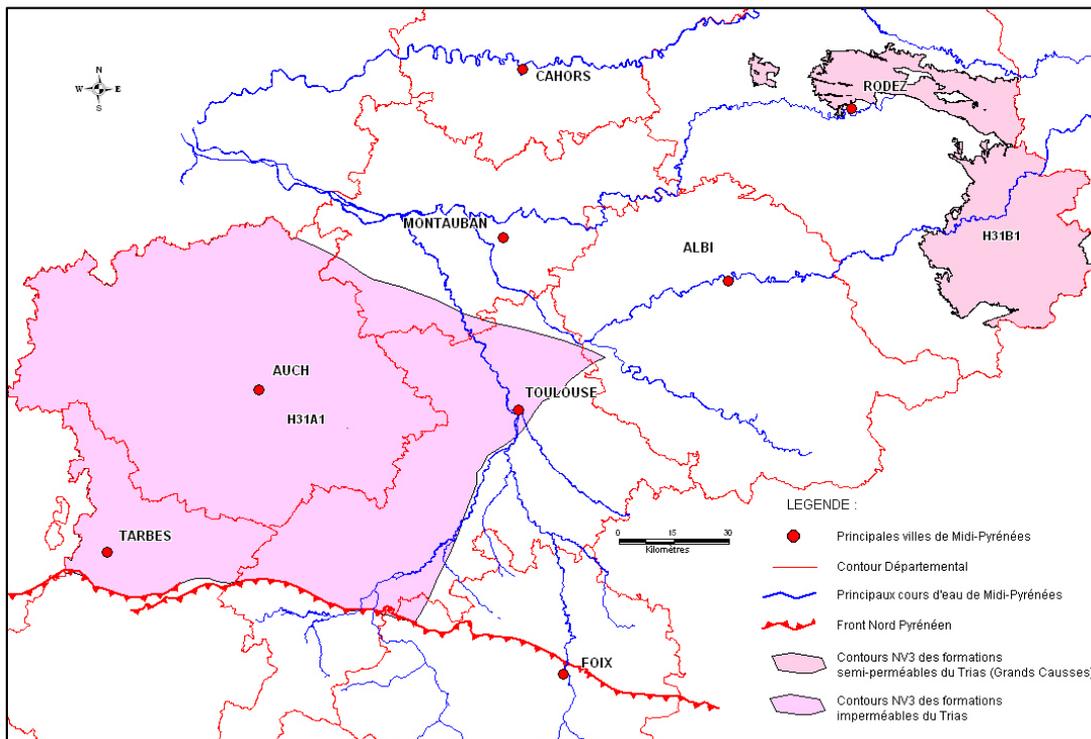


Illustration 11 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations du Trias

Des dépôts relativement analogues (**364AC01-H31B1**) sont également cartographiés dans la région des Grands Causses, située en Midi-Pyrénées dans le département de l’Aveyron. Observés pour partie à l’affleurement, ils sont considérés comme semi-perméables en raison des formations marneuses et argileuses associées aux grès et conglomérats. Un découpage identique à la précision du 1/50 000 a été pris en compte pour les niveaux NV3 et NV2.

Les formations du Trias supérieur ou Keuper sont considérées comme un ensemble imperméable (**364AA01-H31A1**), principalement constitué d’argiles, d’évaporites et d’ophites. Aucun affleurement n’est observé pour cette entité limitée au sud du bassin par la flexure Celtaquitaine (importante charnière de subsidence). Son contour est issu des limites indiquées dans l’atlas de la "Géologie du bassin d’Aquitaine" (réf. 4), confirmées ou rectifiées par l’examen des forages profonds de référence.

Le découpage de niveau national regroupe cette entité triasique imperméable avec celle semi-perméable délimitée dans la région des Grands Causses, pour former le grand domaine 364 (Illustration 11).

4.5.3 Formations du Jurassique

Dans le bassin Adour-Garonne, à l'est de Midi-Pyrénées, les terrains jurassiques s'adosent aux entités cristallines du Sud Massif central. Les affleurements sont largement développés dans le département du Lot, et dans une moindre mesure dans ceux du Tarn et du Tarn-et-Garonne, pour former les Causses du Quercy.

Ces formations s'ennoient progressivement dans la presque totalité du Bassin aquitain pour atteindre des profondeurs de plusieurs centaines voire milliers de mètres en bordure du front nord-pyrénéen.

D'autres affleurements jurassiques sont identifiés en Midi-Pyrénées et en particulier en Aveyron, ils correspondent aux bassins de Rignac et de Rodez isolés au sein des terrains cristallins et donc fonctionnant indépendamment. Plus à l'est, le système des Grands Causses s'étendant en Aveyron et en Lozère (Région Languedoc-Roussillon) est à rattacher au Bassin méditerranéen.

Les différentes entités hydrogéologiques jurassiques ont été délimitées en prenant compte des conditions de dépôts et de diagenèse particulières aux différents secteurs concernés, déterminant les propriétés réservoirs de ces aquifères.

4.5.3.1 Formations jurassiques (hors Grands Causses)

• Entités 362 (H30)

En Adour-Garonne, les terrains aquifères jurassiques sont décrits comme un ensemble de type multicouches délimités par les unités imperméables ou semi-perméables (éponges) déposées au cours du Trias, du Pliensbachien, du Toarcien, et du Kimméridgien.

La première entité aquifère correspond aux grès et calcaires de l'Hettangien – Sinémurien (362AA03-**H30A3** - Lias inférieur) dont le mur imperméable est constitué par les formations détritiques ou argileuses du Trias. Elle est surmontée par le Lias moyen et supérieur argilo-marneux (362AA02-**H30A2**) dont la partie supérieure contient un ensemble aquifère formé de calcaires (362AA01-**H30A1** - barre à Pecten du Pliensbachien supérieur).

Ces deux ensembles aquifères, délimités par une unité semi-perméable, ont été identifiés au niveau local et regroupés en une seule entité à l'échelle régionale (362AC -H30A).

Ils apparaissent à l'affleurement en bordure est du Causse du Quercy puis s'ennoient progressivement vers l'ouest et le sud sous les différentes formations géologiques du Bassin aquitain. Leur découpage respectif est issu des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 et des limites d'extension sous couverture dans le sud du bassin définies pour ces couches dans l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" (réf. 4), confirmées ou rectifiées par l'examen des forages profonds de référence.

L'illustration 12 présente la délimitation des entités aquifères 362AC-(H30A) (et aussi des entités 362AC01 (H30B10) à 362AC25 (H30B18) des Grands Causses, § 3.4.3.2) des formations du Lias.

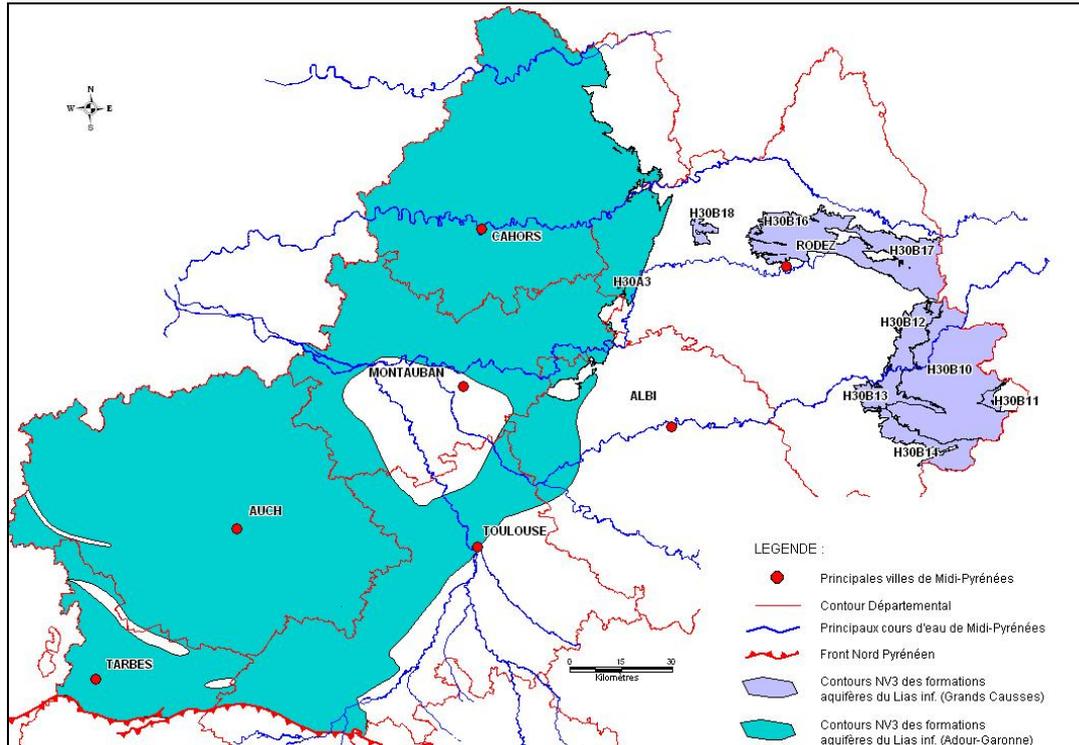


Illustration 12 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Lias

• Entités 360 (H29) et 358 (H28)

Les marnes du Toarcien (360AA01-**H29A1**) forment le mur imperméable d'un vaste ensemble carbonaté appartenant au Jurassique moyen et supérieur.

Au sein de ces formations du Jurassique moyen et supérieur (illustration 13), trois niveaux aquifères ont été individualisés dans le Causse du Quercy (358AE03; 358AE05; 358AE7-**H28A29**, **H28A27** et **H28A25**), séparés par les faciès argileux du Bathonien (formation de Cajarc, -**H28A28**), par les marno-calcaires du Kimméridgien basal (358AA01- **H28A26**) et au sommet par ceux développés au Kimméridgien supérieur.

Cependant, des communications inter-couches peuvent se produire localement à la faveur de la fracturation ou de la diminution de l'épaisseur de ces faciès peu perméables. **Cette subdivision est un choix qui a été fait pour garder une cohérence dans le découpage inter-régional, sachant qu'un découpage plus fin d'unités karstiques sur la base de tracages a été réalisé parallèlement.** En effet, lors du travail consacré à l'adjonction des formations jurassiques dans le modèle nord aquitain, trois couches aquifères dans le Jurassique moyen et supérieur ont été distinguées. Cette configuration géologique est plus marquée en Dordogne et Lot-et-Garonne, en lien avec l'augmentation des épaisseurs et de la diminution de la fracturation au sein des épontes.

De la même manière que décrit précédemment, ces trois ensembles aquifères délimités par les deux unités semi-perméables ont été identifiés au niveau local et regroupés en une seule entité à l'échelle régionale. Leur découpage respectif est issu des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 et des limites d'extension définies pour ces couches dans le Modèle Nord Aquitain (MONA).

L'illustration 13 présente la délimitation des entités aquifères H28 du Jurassique moyen et supérieur (et aussi des entités 358AI01; 358AI02; 358AI03; 358AI04; 358AI10; 358AI11; 358AI13-H28B1, H28B2, H28B3, H28B5 des Grands Causses, § 3.4.3.2).

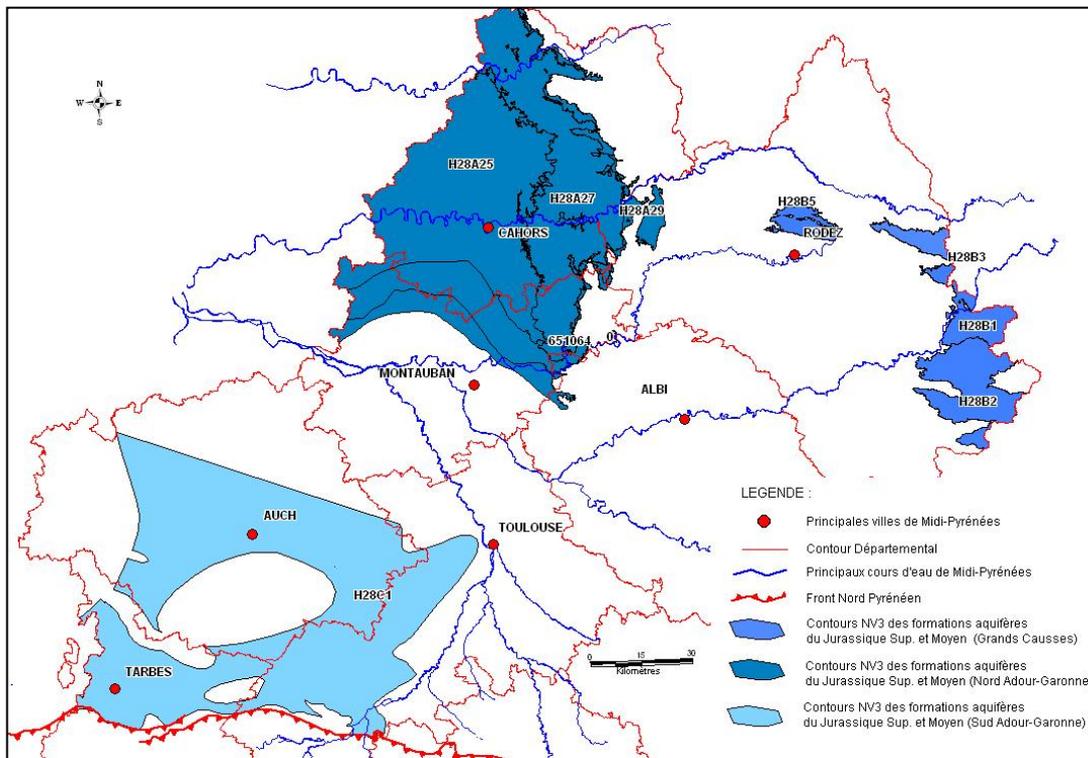


Illustration 13– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Jurassique moyen et supérieur

Dans la partie sud du bassin, l'aquifère du Jurassique moyen et supérieur (358AG01-H28C1) a été considéré d'un seul tenant. Son contour est issu des limites établies dans l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" (réf. 4) et de l'examen des différents forages profonds faisant référence dans la zone d'étude. Le même découpage a été pris en compte à l'échelle locale et régionale.

• Entités 352 (H25)

Dernier niveau aquifère dans le Jurassique, les formations du Tithonien (entités 352AA01 - H25A1 et H25B1), constituées de calcaires et de dolomies, sont localisées (illustration 14):

- sur la marge occidentale du Causse de Gramat dans le Lot,
- dans le sud du bassin où il apparaît en profondeur sous la forme du faciès de la Dolomie de Mano.

Ce réservoir est limité au mur par les marnes du Kimméridgien supérieur (356AA01-H25C1) et au toit par les calcaires crayeux du Crétacé supérieur.

Le découpage de l'entité 352AA01-H25A1 est issu des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 et des limites d'extension définies pour ces couches dans le Modèle Nord Aquitain (MONA). La même délimitation a été prise en compte au niveau local et régional.

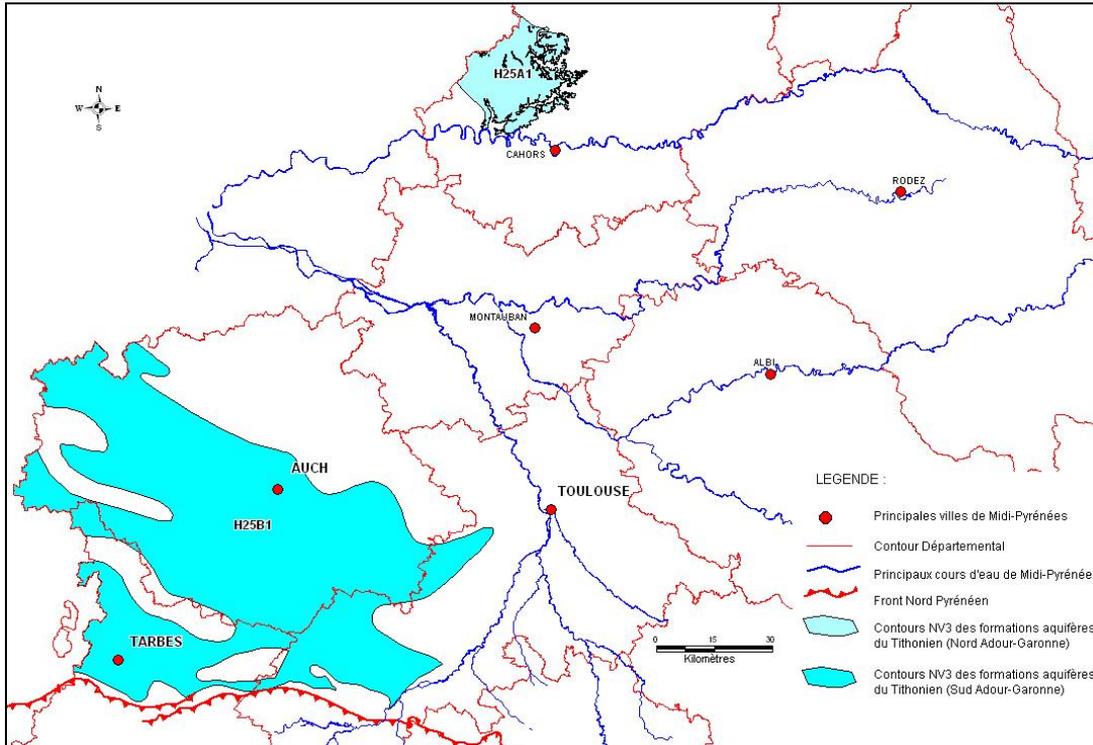


Illustration 14 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tithonien

4.5.3.2 Découpages des formations jurassiques dans la région des Grands Causses

La série sédimentaire de la région des Grands Causses débute par un ensemble carbonaté, de dolomies et de calcaires, variant de 50 mètres en bordure à 250 mètres au centre du bassin (sud de Millau) déposé entre l'Hettangien et le Carixien (Lias inférieur).

La sédimentation commence à devenir argileuse au Domérien (Lias supérieur), avec une alternance de marnes et de calcaires puis devient franchement argilo-marneuse au Toarcien (faciès de marnes noires épaisses à l'image de celui développé en Adour-Garonne). A partir de l'Aalénien et jusqu'au Tithonien, une puissante série carbonatée va se déposer constituée de calcaires, de calcaires dolomitiques, de dolomies et de calcaires oolithiques.

Ces deux grands ensembles carbonatés du Lias inférieur et du Dogger, délimités par l'imperméable du Toarcien, ont donc été distingués pour constituer les entités aquifères jurassiques de niveau régional dans le secteur des Grands Causses. Le découpage est issu des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000, harmonisées à l'échelle de l'Aveyron.

Au niveau local, ces entités ont été subdivisées en fonction des bassins versants et des principales failles affectant les formations étudiées. Une distinction avec les parties profondes a également été réalisée. Les formations aquifères du Lias inférieur et du Dogger sont ainsi respectivement subdivisées en huit 362AC01 à 362AC20 (**H30B10 à H30B18**, illustration 12 ci-dessus) et quatre unités aquifères de niveau 3 358AI01 à 358AI13 (**H28B1, H28B2, H28B3, H28B5**, illustration 13 ci-dessus) correspondant pour partie aux principaux causses de la région (Causse du Larzac, de Sauveterre, Noir, Comtal...).

4.5.4 Formations du Crétacé

En Midi-Pyrénées, les formations du Crétacé inférieur apparaissent uniquement sous couverture dans la dépression du bassin de l'Adour et de Mirande, correspondant en réalité à un fond de golfe peu profond.

Un seul ensemble a été délimité pour désigner les calcaires, les marnes gréseuses et les marnes déposés entre le Néocomien et l'Albien. Le contour est principalement issu des limites établies dans l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" et de l'examen des différents forages profonds faisant référence dans la zone d'étude. Le même découpage a été pris en compte pour les trois niveaux d'identification.

Pour les formations du Crétacé supérieur, une distinction Nord-Sud a été prise en compte en lien avec les particularités de mode de dépôts, induisant des caractéristiques hydrogéologiques sensiblement différentes entre les deux zones.

Dans le nord du bassin, plus précisément en Midi-Pyrénées dans le département du Lot, les terrains du Crétacé supérieur, apparaissent à l'affleurement, adossés aux formations jurassiques.

Plusieurs systèmes aquifères, agencés sous la forme d'un multicouche, sont distingués au sein du Crétacé supérieur. Largement développés en Aquitaine, ces derniers sont d'extension plus restreinte en Midi-Pyrénées. Deux entités aquifères, correspondant aux calcaires, calcaires gréseux et sables du Turonien (348AA02-H20A1) et aux calcaires du Coniacien-Santonien (348AA01-H18A1) ont été délimitées dans la zone d'étude (illustration 15).

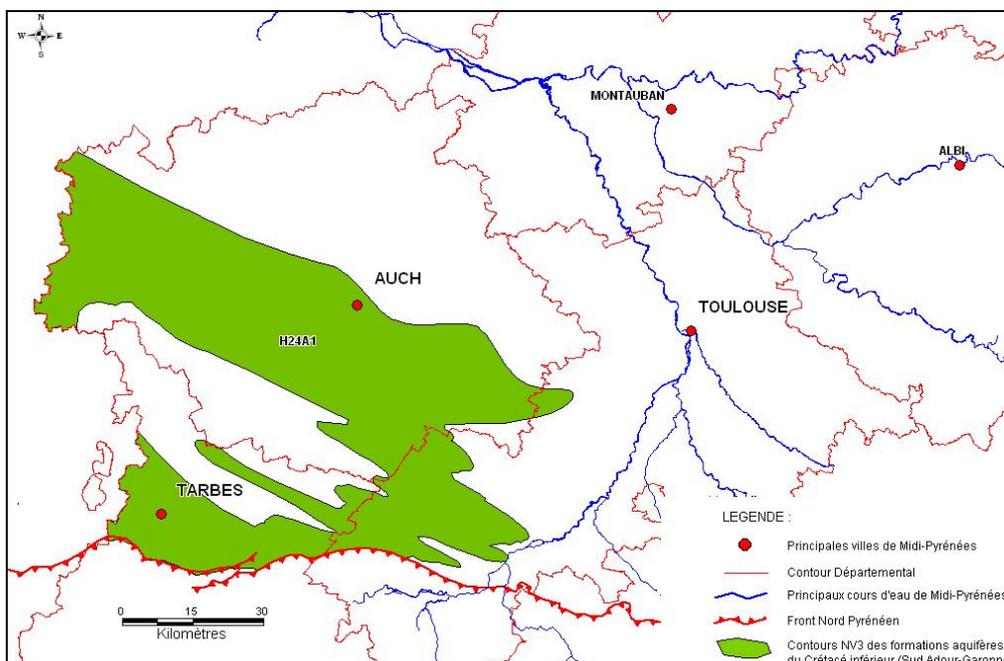


Illustration 15 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé inférieur

Leur découpage respectif est issu des contours des cartes géologiques au 1/50 000 harmonisées à l'échelle du Lot et des limites d'extension définies pour ces couches dans le Modèle Nord Aquitain (MONA).

Deux épontes, individualisant les formations aquifères du Tithonien, du Turonien et du Coniacien-Santonien, principalement formées de marnes et de calcaires crayeux, ont également été identifiées à partir des mêmes sources de données (cartes géologiques et modèle).

Dans le sud du bassin, les formations aquifères du Crétacé supérieur se retrouvent sous une épaisse couverture tertiaire où, très généralement, elles apparaissent indifférenciées sous forme de dépôts calcaires et/ou gréseux. Ces systèmes ont été principalement reconnus par les forages pétroliers profonds du sud de la zone d'étude.

Dans le même axe des structures de Créon et d'Audignon (situés dans le département des Landes), l'anticlinal de Cézan (localisé dans le Gers) constitue une aire de mise en charge ou d'exutoires pour l'aquifère du Campano-Maastrichtien.

Deux entités aquifères ont été distinguées (illustration 16) dans le secteur pour désigner d'une part, les calcaires et les sables du Cénomaniens au Santonien inférieur (348AG02-**H22A1**) et d'autre part, les calcaires et les grès du Campano-Maastrichtien (344AA02-**H16A1**). Ces deux ensembles sont localement séparés (au sud d'Aire-sur-Adour) par une unité imperméable formée de calcaires marneux déposés entre le Santonien et le Campano-Maastrichtien (346AA01-**H17B1**).

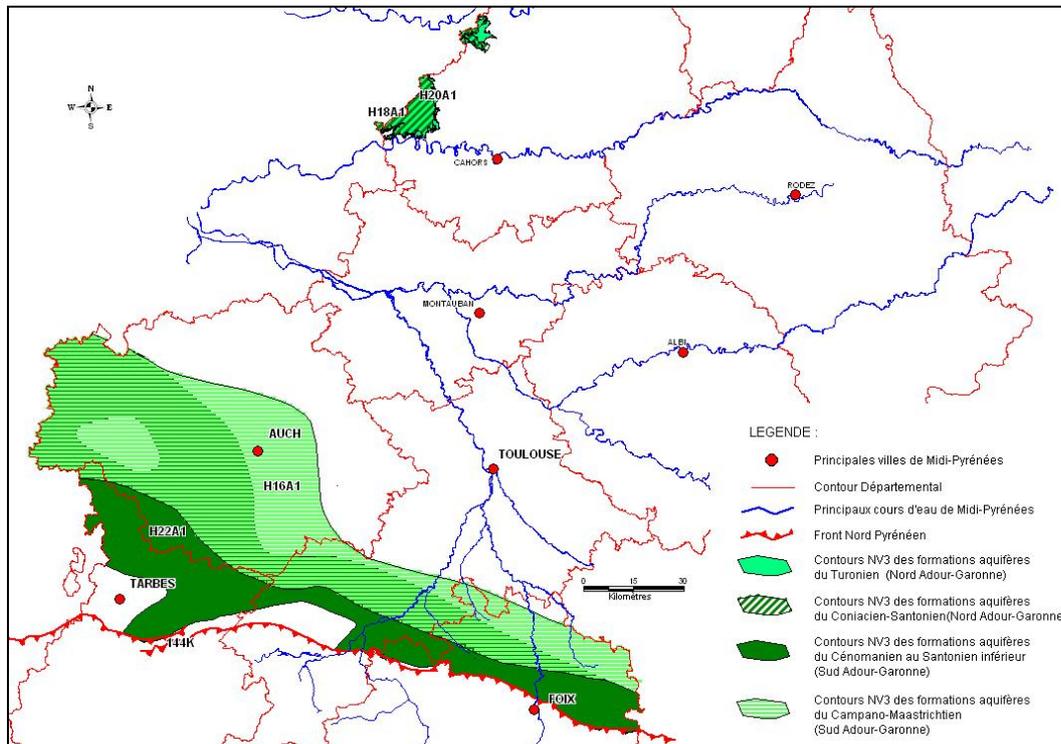


Illustration 16 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé supérieur

Le secteur sud se caractérise par la présence de flysch en bordure du front nord-pyrénéen. Cette formation (348AG01-**H95A1**) s'est déposée durant tout le Crétacé supérieur dans un sillon de direction Est-Ouest. Ces dépôts sont principalement constitués par une alternance argilo-gréseuse pouvant englober des passées bréchiques. Différents niveaux carbonatés (calcaires argileux et gréseux) se développent en direction de l'Ouest.

Ces différentes entités ont été découpées à partir des limites indiquées dans l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" (réf. 4) et de l'examen des différents forages profonds faisant

référence dans la zone d'étude et des contours des cartes géologiques au 1/50 000 (uniquement pour les quelques affleurements des formations du Campano-Maastrichtien identifiés dans le secteur).

4.5.5 Formations tertiaires

Le Bassin aquitain est le siège d'une importante sédimentation continentale, qui a débuté à l'Eocène et s'est poursuivi jusqu'au Pliocène. Elle a été interrompue par plusieurs épisodes marins essentiellement cantonnés dans la moitié occidentale du Bassin. La région Midi-Pyrénées est ainsi particulièrement marquée par la présence des dépôts détritiques continentaux issus de l'érosion des reliefs pyrénéens et de ceux du Massif central, dont l'épaisseur dépasse parfois 500 mètres.

4.5.5.1 Formations marines tertiaires

Formées durant des phases transgressives successives, les formations aquifères du Tertiaire sont principalement représentées en région Aquitaine, constituant un vaste système multicouches à l'échelle du bassin. Elles sont d'extension inégale et entrecoupées de bancs peu ou pas perméables (marnes, argiles).

En Midi-Pyrénées six unités aquifères ont été délimitées dans ce système multicouches. Elles correspondent pour les plus récentes (Miocène et Oligocène) à des dépôts de fin de transgression, d'extension limitée. Deux de ces unités sont constituées de dépôts d'origine mixte, marine et continentale, il s'agit des formations des Sables fauves et des Sables infra-molassiques.

Seules les unités aquifères du Paléocène et de l'Eocène inférieur présentent un intérêt hydrogéologique en région Midi-Pyrénées. Elles sont identifiées dans la partie sud du bassin.

Les formations paléocènes sont représentées par des grès, des calcaires fissurés et des dolomies (340AA02-**H15A1**). Elles constituent un aquifère captif d'orientation est-ouest.

L'aquifère captif de l'Eocène inférieur se caractérise principalement par des terrains constitués de sables, de grès ou de calcaires gréseux (334AH01-**H84A1**).

Les parties libres de ces systèmes sont représentées par les affleurements situés le long du front nord-pyrénéen. La délimitation de ces deux entités est issue des contours du modèle hydrodynamique Sud Adour-Garonne, de l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" (réf. 4) et de l'examen des différents forages profonds faisant référence.

Deux épontes, individualisant les formations aquifères du Paléocène, de l'Eocène inférieur et des Sables Infra-Molassique, principalement formées de marnes, ont aussi été délimitées à partir des données fournies par le modèle (illustration 17).

L'aquifère captif de l'Oligocène marin (324AA01-**H13A1**), représenté par des calcaires micritiques à bioclastiques et des calcaires gréseux compacts à bioclastes, est très largement présent en Aquitaine. Son extension en Midi-Pyrénées est limitée à la partie ouest du Gers, dans les secteurs de Nogaro et de Cazaubon.

L'unité aquifère du Serravallien-langhien (316AA01-**H80A1**) sépare la base des Sables fauves des formations molassiques du Miocène. En Midi-Pyrénées, elle est présente à affleurement, dont les contours sont limités à une frange ouest du Gers, principalement représentés sur les feuilles géologiques de Nogaro (952) et d'Eauze (953).

La transgression de la mer serravallienne a déposé des roches à faciès détritiques et carbonatés (calcaires bioclastiques, faluns grossiers) d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Les faluns de Manciet marquent la limite Est de l'unité.

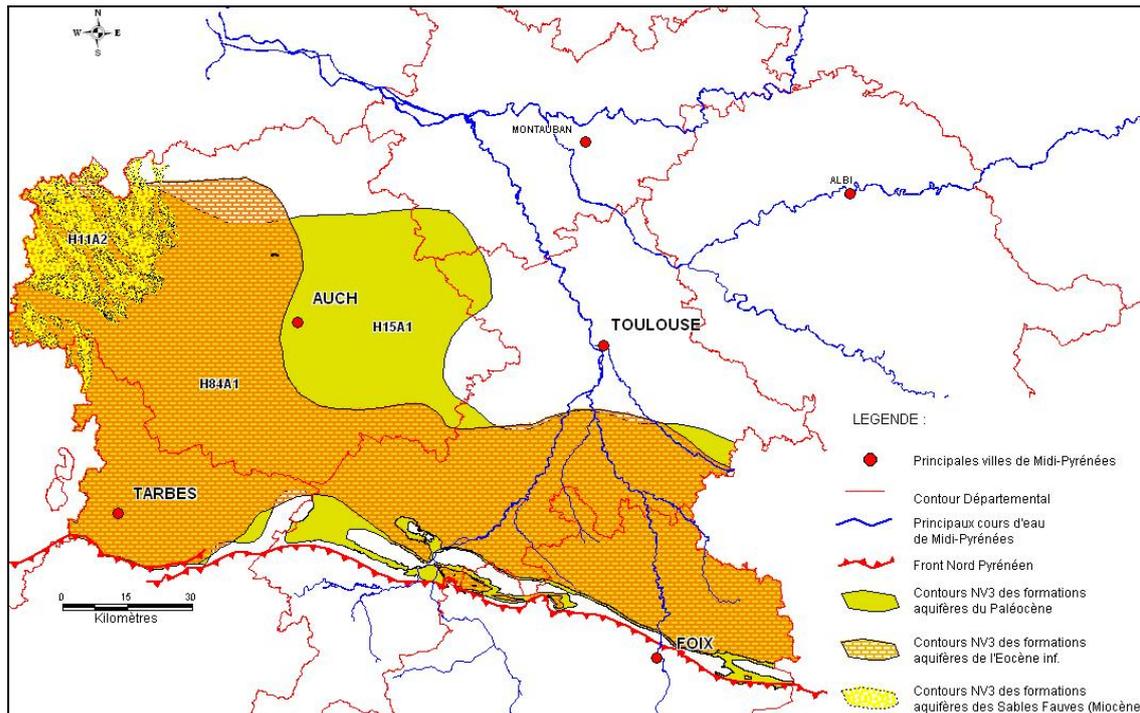


Illustration 17– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tertiaire marin

Les formations dites des Sables fauves et des Sables verts (312AA05-H11A2) correspondent aux derniers dépôts marins du Miocène supérieur, succédant aux faluns du Serravallien-Langhien. Cet ensemble débute par des faciès côtiers formés de faluns puis passe aux Sables verts et aux Sables fauves sensus stricto. En Midi-Pyrénées, lors de la régression miocène, ces derniers dépôts ont été altérés et ont subi une influence continentale plus marquée. Ces sables fauves aux faciès continentaux sont principalement présents dans la partie occidentale du Gers, les faciès d'origine marine (faluns et sables verts) étant quant à eux présents dans les Landes et jusqu'au bassin d'Arcachon.

La formation des Sables fauves est constituée de sables ferruginisés, relativement argileux. Ces dépôts sableux potentiellement aquifères s'accumulent suivant des épaisseurs avoisinant en moyenne trente mètres.

Son délimitation est effectuée à partir des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000. Les parties sous recouvrement ont été définies à partir des données de forages ou des données d'études locales réalisées dans le secteur.

4.5.5.2 Sables infra-molassiques et faciès associés

La formation détritique dite des " Sables infra-molassiques" est constituée de plusieurs types de dépôts, distincts de ceux de la molasse par leur origine, leur âge et leur composition minéralogique. En effet, les éléments contenus dans cet ensemble, déposé au cours de l'Eocène inférieur, peuvent être d'origine continentale, littorale, deltaïque ou mixte.

La nappe circulant au sein de ces dépôts est principalement captée pour un usage d'eau potable dans le département du Gers et parfois à des fins géothermiques (en lien avec la profondeur du réservoir, comme c'est le cas pour le forage de Blagnac (31) à plus de 1500 mètres).

La délimitation de cette unité aquifère (334AC01-H82A1) est issue pour partie des contours du modèle hydrodynamique Sud Adour-Garonne, des limites de l'atlas de la "Géologie du bassin

d'Aquitaine" (réf. 4) et de l'examen des différents forages profonds faisant référence dans la zone d'étude (illustration 20).

Les parties libres de ce système sont représentées par des affleurements situés dans différents secteurs de Midi-Pyrénées. Ils sont présents le long du front nord-pyrénéen, à la faveur du pointement anticlinal de Cézan et en bordure du bassin tertiaire, du dôme de la Grésigne à la Montagne Noire. Ce dernier secteur, constitué par des formations détritiques appelées "*Argiles à graviers et Conglomérats de la Grésigne*" (332AA01-H56A2) fait l'objet d'un découpage à part entière (illustration 18).

Cet ensemble est formé de dépôts continentaux fluviaux associés à des formations d'altération de socle répartis sur le pourtour du dôme de la Grésigne. Elle représente une zone charnière séparant les molasses tertiaires fluvio-lacustres des terrains jurassiques et paléozoïques.

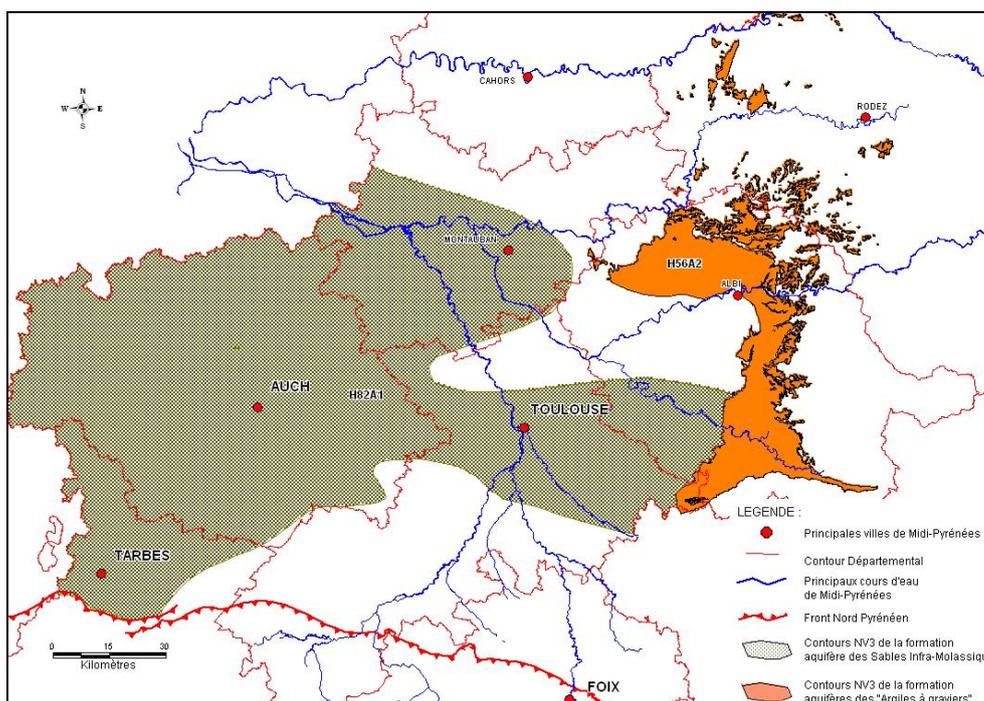


Illustration 18 – Représentation du découpage au niveau NV3 de la formation aquifère des Sables infra-molassiques et des entités correspondant à ses parties affleurantes

L'étude préalable à la construction du modèle hydrodynamique "Sud Adour-Garonne" identifie ce secteur comme étant une des zones de recharge de l'aquifère captif des sables infra-molassiques (334AC01-H82A1).

L'unité 332AA01-H56A2 est dissociée de l'entité 334AC01-H82A1 car elle a un fonctionnement hydrogéologique indépendant. Elle est constituée de différentes formations de caractéristiques comparables :

- les brèches et conglomérats de la Grésigne, contenant des éléments hétérogènes d'un point de vue lithologique (calcaires, dolomies, grès) et stratigraphique (permo-triasiques, jurassiques ou oligocènes) témoignant de l'érosion de la couverture sédimentaire de la Grésigne lors des différentes phases orogéniques et post-orogéniques,
- la formation des "argiles à graviers" de Saint-Jean-de-Vals, du Carmausin et de l'Albigeois (Bartonien inférieur et moyen), formée d'une alternance d'ensembles peu

détritiques et de complexes sédimentaires plus graveleux, voire même conglomératiques,

- celle dite des "argiles de Mazamet" (Yprésien – Lutétien), caractérisée par des accumulations de sables et de graviers où s'intercalent des conglomérats, le tout emballé dans un ciment argilo-sableux plus ou moins consolidé,
- la formation détritique des "graviers d'Issel" correspondant à des grès, voire même à des grès conglomératiques argileux verts à gris datés de l'Yprésien.

4.5.5.3 Formations molassiques tertiaires

Caractérisés par le même découpage du niveau local au niveau national, différents ensembles molassiques ont été distingués. En effet, en se positionnant uniquement à l'échelle de la région Midi-Pyrénées, ces formations molassiques pourraient être considérées comme un seul et même ensemble de l'Eocène au Miocène. Mais, dans la partie occidentale du bassin, des formations tertiaires, déposées lors des transgressions marines successives de cette époque, viennent s'intercaler dans la série détritique.

Pour avoir une cohérence de découpage inter-régionale cette configuration particulière a conduit à subdiviser en Midi-Pyrénées la masse molassique globale en 4 unités semi-perméables (illustration 19)

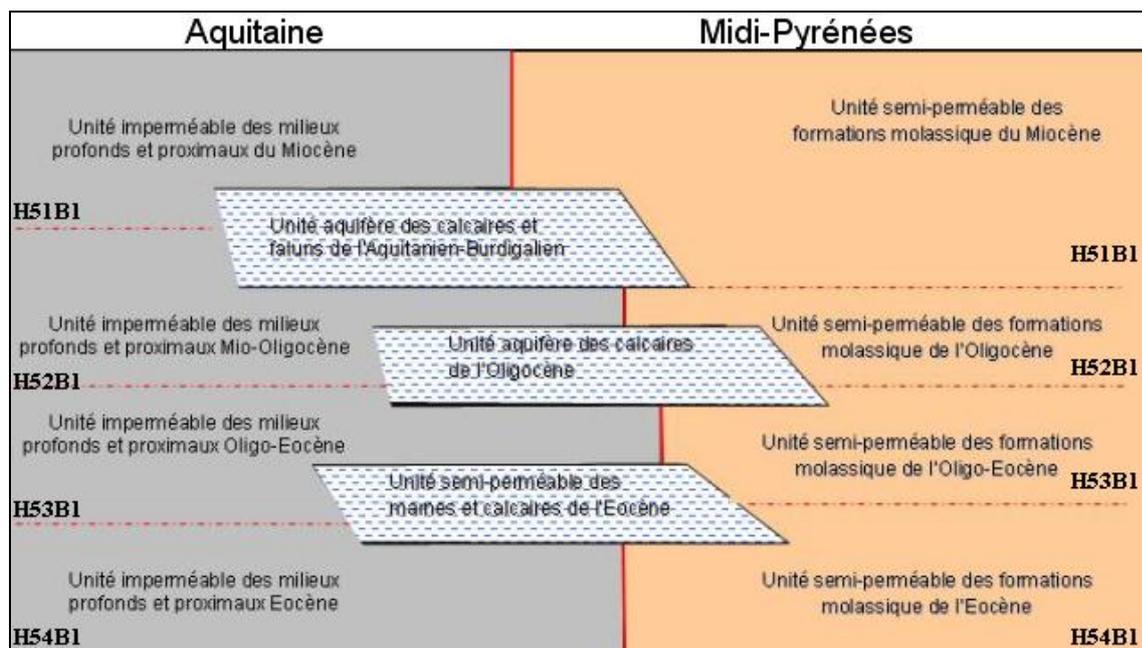


Illustration 19 – Schéma de l'agencement des séries tertiaires marines et continentales

1) Unité semi-perméable des formations molassiques éocènes (330AA03-H54B1)

Cette unité est constituée par des dépôts continentaux datés de l'Eocène (de l'Yprésien au Bartonien) issus de l'érosion des Pyrénées, et largement accumulés dans les parties orientales du Bassin aquitain.

Cette série molassique se caractérise par une sédimentation discontinue et désordonnée. Elle contient des niveaux individualisés ou des horizons diagénétiques diffus (chenaux, lentilles....) généralement lenticulaires pouvant être aquifères, formés de calcaires plus ou moins argileux, de grès voire de sables ou de conglomérats à ciment calcaires.

Les principales formations reconnues au sein de cet ensemble détritique sont par âge de dépôts croissants :

- *Molasses de Carcassonne* : calcaires, marnes versicolores et poudingues (Lutétien sup.)
- *Calcaires de Castres-Labruguière et de Saint-Ferréol* : calcaires massifs à fissurés avec intercalations marneuses et séquence argilo-calcaire (Lutétien sup.),
- *Grès d'Issel* : niveaux gréseux, conglomérats et sables dolomitiques (Lutétien sup.),
- *Molasses d'En-Calcat-En-Jaurès* : argiles carbonatées à intercalations de grès, de conglomérats et de calcaires gréseux dits de Dreuilhe-En-Calcat (Barthonien inf.)
- *Molasses de Saïx et de Castelnaudary* : argiles molassiques à intercalations de lentilles gréseuses ou conglomératiques et de calcaires palustres de Mirepoix, de Ganes, de Saïx et de Verdier avec au sommet ceux de Ronel, Cuq et Vielmur (Barthonien inf. à Priabonien inf.),
- *Argiles rutilantes de Lamillarié et de Notre-Dame-de-la-Drèche* : argiles plus ou moins graveleuses et calcaires lacustres de type Calcaires de Ronel, Cuq et Vielmur (Barthonien sup. à Priabonien moyen).

Les éléments détritiques sont plus grossiers et plus abondants en bordure de la chaîne des Pyrénées. Ils comprennent vers leur base des niveaux conglomératiques diachrones connus sous le nom de *Poudingues de Palassou*. Ces formations sont constituées de blocs polygéniques (calcaires, roches cristallines et cristallophylliennes) cimentés par une matrice argileuse, marneuse voire calcaire.

2) Unité semi-perméable des formations molassiques continentales oligo-éocènes (326AA05-H53B1)

Elle correspond aussi à une sédimentation discontinue et désordonnée, contenant des niveaux individualisés généralement lenticulaires pouvant être aquifères, formés de calcaires plus ou moins argileux, de grès voire de sables ou de conglomérats à ciment calcaires.

Les principales formations oligo-éocènes reconnues sont représentées par un ensemble de terrain détritique d'âge croissant (du Rupélien au Priabonien) dont les passages latéraux de faciès (du Sud vers le Nord de la zone d'étude) sont les suivants :

- *Molasses de Lautrec, de Puylaurens ou du Lauragais* : argiles, grès, poudingues et calcaires lacustres de Marssac, de Lautrec et d'Albi (Rupélien inf. à moyen),
- *Calcaires de Castillon* : calcaire micritique et marno-calcaire blancs (Rupélien inférieur),
- *Molasses du Fronsadais* : grès, marno-calcaires et argiles carbonatées (Eocène sup. à Oligocène),
- *Molasses à Palaeotherium* : grès de Laussou et argiles carbonatés, calcaires lacustres blancs des Ondes et de Langlès (Priabonien),
- *Molasses de Laurac* : marnes, calcaires de Villeneuve-la-Comtal, de Hounoux, de Mireval, du Mas-Saintes-Puelles (Priabonien),
- *Molasses de Blan* : succession de grès et d'argiles avec au sommet les calcaires lacustres de Saint-Paulet et de Varen (Priabonien inf. à sup.).

3) Unité semi-perméable des formations molassiques continentales oligocènes (322AA03-H52B1)

Cette unité possède des caractéristiques générales similaires à celles de l'entité décrite précédemment. Il s'agit également d'une sédimentation discontinue et désordonnée, contenant des niveaux individualisés généralement lenticulaires pouvant être aquifères, formés de

calcaires plus ou moins argileux, de grès voire de sables ou de conglomérats à ciment calcaires.

Les principales formations oligocènes reconnues sont représentées par un ensemble de terrains détritiques dont les passages latéraux de faciès (du Sud vers le Nord de la zone d'étude) sont les suivants :

- *Molasses de l'Agenais, du Tolosan et de l'Ariège* : argiles, sables molassiques, bancs de cailloutis, calcaires de Bélesta, de Briatexte et de Belpech (Rupélien supérieur),
- *Calcaires lacustres de Lalbenque, de Cordes et de Cieurac et Fontanes* (Oligocène)
- *Molasses de Sainte-Croix et Labastide-de-Lévis* : conglomérats, grès, argiles carbonatées et calcaires de type Calcaires de Puech-Armand, de Saussenac, de Bernac et de Cassagnac (Rupélien inf.)

4) Unité semi-perméable des formations molassiques continentales miocènes (318AA03-H51B1)

Cette unité est constituée par des dépôts continentaux datés du Miocène (de l'Aquitainien à l'Helvétien) issus de l'érosion des Pyrénées et largement accumulés dans les parties méridionales du Bassin aquitain.

Ces séries molassiques se caractérisent par une sédimentation discontinue et désordonnée. Elles contiennent des niveaux individualisés ou des horizons diagénétiques diffus (chenaux, lentilles....) généralement lenticulaires pouvant être aquifères, formés de calcaires plus ou moins argileux, de grès voire de sables ou de conglomérats à ciment calcaires.

Les principales formations reconnues au sein de cet ensemble détritique sont, par profondeur croissante :

- *Molasses de Fousseret, de Saint-Gaudens et de Montréjeau* : marnes à galets, poudingues, cailloutis, calcaire de type d'Alan (Tortonien inf. à Hélvétien sup.),
- *Molasses de l'Astarac* : marnes plus ou moins sableuses avec intercalations de calcaires lacustres plus ou moins détritiques dénommés Calcaires de l'Astarac, de Sansan, de Montlezun, de Bassoues (Hélvétien inf. à moyen),
- *Molasses de l'Armagnac* : marnes, argiles, sables molassiques et calcaires lacustres de type Calcaires d'Auch, de Lectoure et de Mauvezin, de Larroque-Saint-Sernin, de Pellecahus, de Herret et de Gondrin (Burdigalien),
- *Molasses de l'Agenais* : argiles carbonatées avec localement des intercalations de calcaires lacustres micritiques type Calcaires gris de l'Agenais ou Calcaires blancs de l'Agenais (Aquitainien).

Les éléments détritiques sont plus grossiers et plus abondants en bordure de la chaîne des Pyrénées. Ils renferment vers leur base des niveaux conglomératiques diachrones connus sous le nom de Poudingues de Palassou et de Poudingues de Jurançon. Ces formations sont constituées de blocs polygéniques (calcaires, roches cristallines et cristallophylliennes) cimentés par une matrice argileuse, marneuse voire calcaire.

L'illustration 20 présente les contours de ces 4 entités de la molasse tertiaire.

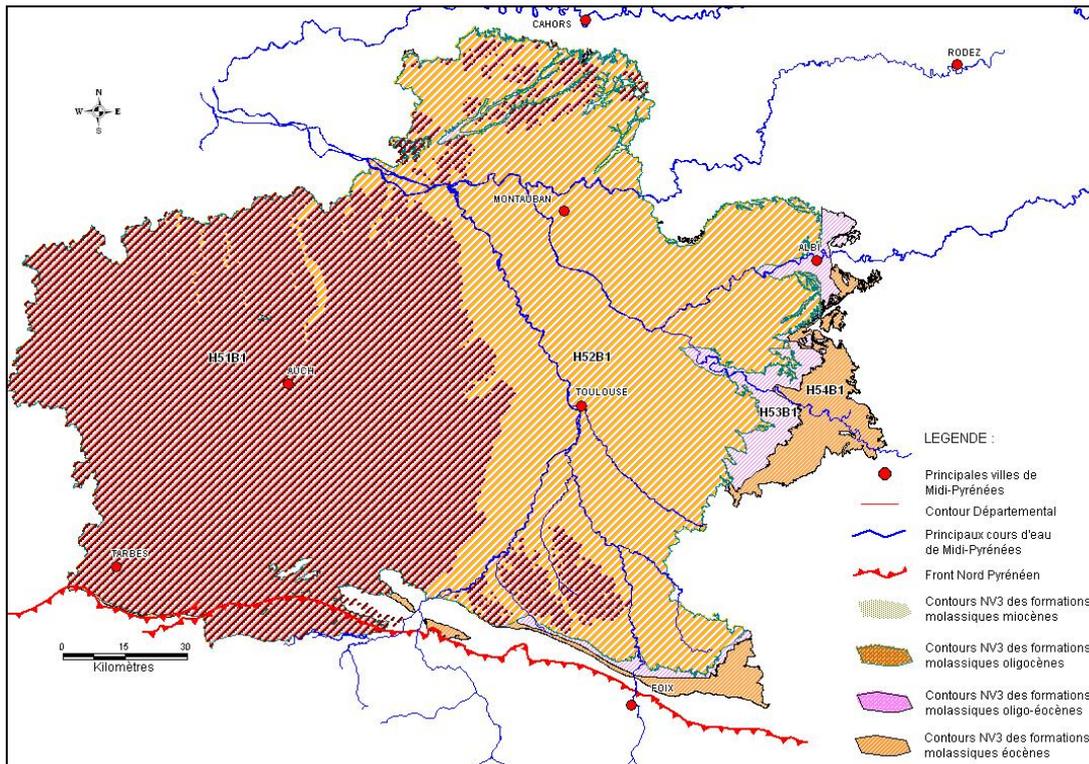


Illustration 20 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations molassiques tertiaires

4.5.5.4 Formation des glaises bigarrées et des argiles à galets du Tortonien

Cette formation à dominante argileuse termine la première grande séquence de comblements du bassin landais et gersois. Il s'agit d'un dépôt torrentiel et boueux provenant des Pyrénées.

Elle est répartie de façon homogène sur les interfluvés de l'ouest du Gers et des Hautes-Pyrénées et parfois en placage de versants de certaines vallées. Sa puissance est variable selon sa position, allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres lors de comblements. Elle repose, selon les secteurs, sur les niveaux lacustres molassiques du Miocène ou sur les sables fauves.

Cette unité imperméable (312AA03-H11A1) est constituée d'argiles plastiques, habituellement plus ou moins silteuses ou sableuses. Des galets de différente taille, en fonction de l'éloignement des reliefs pyrénéens, sont emballés, de façon dispersés ou regroupés, dans cette matrice argileuse. Cette évolution est implicitement contenue dans les désignations employées selon les secteurs. Il s'agit des "Argiles à galets" en Bigorre et de "Glaises bigarrées" en Bas-Armagnac.

4.5.5.5 Nappes d'épandage à graviers et galets des anciennes terrasses du Lannemezan (Pliocène)

Ces dépôts détritiques correspondent à trois nappes d'épandages fluviales successifs mise en place au cours du Pliocène. Cet ensemble est globalement constitué de trois épaisses séries (20^{aine} de mètres d'épaisseur chacune) de graviers et de galets emballés dans une matrice argilo-sableuse.

Ces terrains reposent selon les secteurs sur la formation des glaises bigarrées du Tortonien ou sur les molasses d'âge Mio-oligo-éocène.

Cette unité de relativement faible perméabilité (308AE01-**H1011**), comprend de nombreuses petites nappes d'eaux souterraines perchées, discontinues et de faibles extensions latérales. Celles-ci sont globalement peu exploitées mais représentent un approvisionnement d'appoint pour un usage domestique.

4.5.6 Formations superficielles du Quaternaire et du Tertiaire

En Midi-Pyrénées, les terrains du Quaternaire correspondent principalement aux alluvions anciennes déconnectées hydrauliquement des cours d'eau dont elles sont issues. Cet ensemble a permis de distinguer deux entités de niveau local (NV3) correspondant aux moyennes et aux hautes terrasses quaternaires.

Les moyennes terrasses (306AA01-**H3A1**), attribuées au Mindel et au Riss, apparaissent en lambeaux plus ou moins réduits dominants les rives de l'Adour, de la Garonne, de l'Ariège, de l'Aveyron, du Tarn et des principales rivières secondaires du secteur d'étude. Elles sont constituées d'alluvions d'éléments divers se caractérisant majoritairement par une faible perméabilité.

Dans la majorité des cas, celles-ci sont déconnectées hydrauliquement des terrasses plus récentes par le substratum apparaissant à l'affleurement, ou de par des formations superficielles (dépôts de pente, éboulis ou solifluxions) globalement imperméables.

Les alluvions des hautes terrasses (306AA02-**H3A2**) sont les plus élevées dans la topographie, elles sont datées du Donau et du Guntz. Dans les plaines des principaux fleuves du secteur d'étude, seuls quelques lambeaux de hautes terrasses subsistent, ils présentent une fraction argileuse issue de l'altération des différents éléments plus importante que celle des alluvions récentes, induisant une diminution de la perméabilité.

Dans la majorité des cas, les formations des hautes terrasses contiennent des nappes libres souvent perchées et sans relation avec les niveaux fluviaux plus récents. De faibles productivités, et généralement morcelées, elles n'apparaissent pas comme une ressource à enjeu notable mais peuvent répondre à des besoins individuels localisés.

A ces ensembles alluvionnaires déposés au cours du Quaternaire vient s'ajouter un autre dépôt alluvial plus ancien, daté de l'Oligocène (**H3A4**). Uniquement, identifié dans le département du Lot (Formation alluviale de Saint-Denis-Catus), cette formation, dont les affleurements discontinus reposant indifféremment sur la série jurassique ou ses altérations, est constituée de galets de quartz et de sables grossiers argileux. Son épaisseur est variable, mais peu atteindre localement plus de 30 mètres.

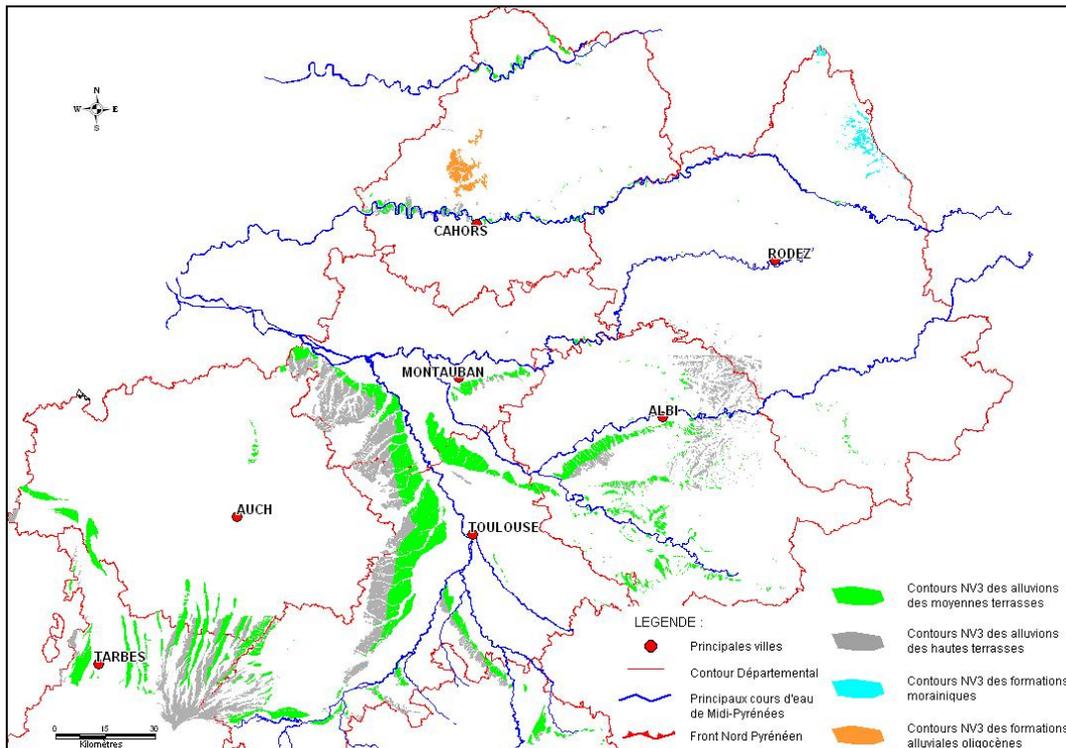


Illustration 21 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations alluviales et morainiques quaternaires et tertiaires

Les dépôts morainiques identifiés (**H3A3**) sont présents dans le nord-est de l'Aveyron, dans le secteur de l'Aubrac où ils constituent une couverture plus ou moins dispersée ou continue, d'épaisseur variable. Cette formation témoigne de l'enneigement total de l'Aubrac, lors de la dernière glaciation. Ce système, délimité au niveau local, joue un rôle hydrogéologique comparable aux franges arénacées issues de l'altération granitique.

Une entité identique aux échelles de découpage nationales et régionales englobe l'ensemble de ces différents systèmes.

Dans une moindre mesure la formation dite du "Sable des Landes" est également cartographiée en Midi-Pyrénées (308AC01-**H1A1**). La superficie de ces dépôts est réduite à quelques kilomètres carrés. Ils sont limités aux feuilles géologiques de Cazaubon (926) et de Montréal (927). Essentiellement représentée en Aquitaine (recouvrement de l'ensemble des landes de Gascogne), cette unité est constituée de sables fluviaux à la base et de sables éolisés au sommet.

4.6 DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONES DE SOCLE

A l'échelle nationale (NV1), une seule entité a été distinguée, celle des formations de socle du Sud Massif central. Le niveau régional correspond à un découpage par bassin versant.

Pour la délimitation des unités de niveau NV3, les étapes suivantes ont été suivies :

- distinction de trois classes lithologiques au sein des formations de socle,
- inventaire des formations géologiques appartenant à ces trois grands ensembles constituant le système à découper,

- extraction des polygones correspondant aux formations affleurantes des trois ensembles lithologiques,
- regroupement et fusion des polygones constitutifs de chaque entité,
- redécoupage des systèmes par bassins versants (sous-secteurs de la BD Carthage).

Les trois classes lithologiques principales distinguées au sein des formations de socle en région Midi-Pyrénées (illustration 22) sont les suivantes :

- les ensembles granitiques, considérés comme des unités aquifères en raison de la nature généralement perméable des produits d'altération résultant (de type arène granitique),
- les ensembles cristallophylliens (schistes, gneiss), considérées comme semi-perméables en raison de la nature globalement argileuse des produits d'altération résultant,
- le domaine dit des "Monts de Lacaune" situé dans la zone septentrionale de la Montagne noire. Il correspond à une succession complexe de séries schisto-pélictiques, schisto-gréseuses et de formations carbonatées. Une karstification importante pourrait être associée à ces dernières.

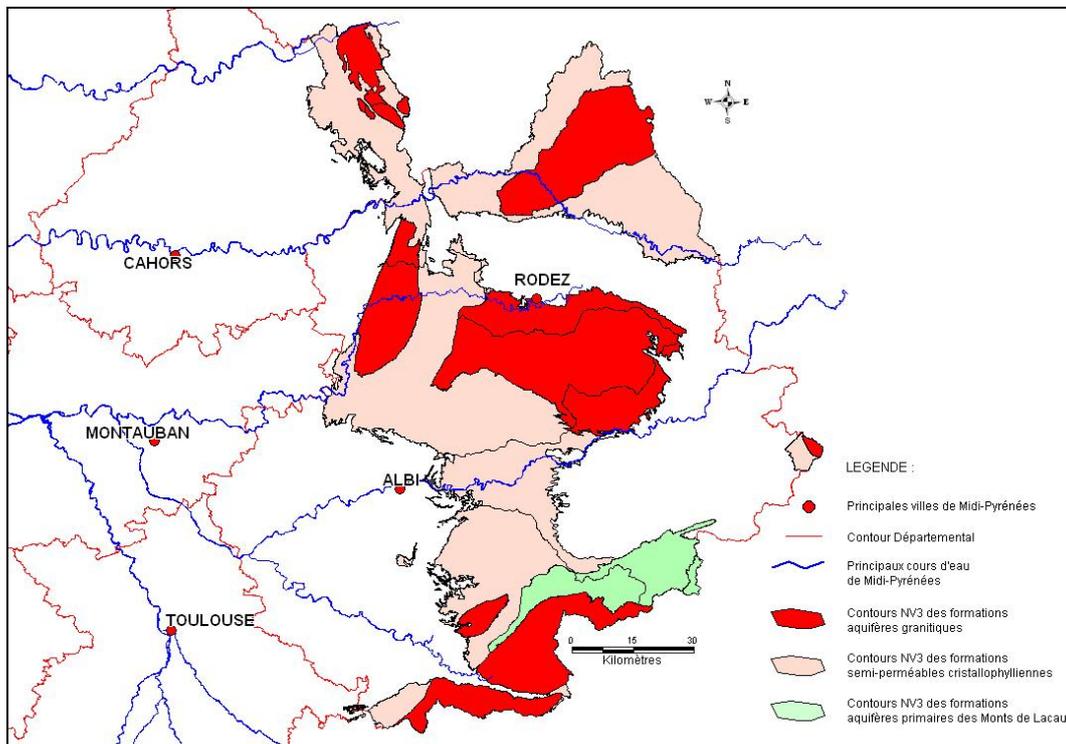


Illustration 22 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations de socle

La diversité des modes de formation des ensembles géologiques cartographiés (intrusions magmatiques, métamorphisme de contact, métamorphisme HP-HT, etc.) conduit à une complexité structurale sur toutes les zones de socle. La délimitation des ensembles est difficilement réalisable en pratique. Des formations cristallophylliennes peuvent ainsi être présentes au sein des unités granitiques et inversement. Les entités ont donc été délimitées en prenant en compte les dominantes lithologiques.

La méthodologie adoptée présente l'intérêt de délimiter des systèmes potentiellement aquifères par la prise en compte combinée d'indices lithologiques et de limites de bassins versant.

Cette méthode d'appréciation des potentialités aquifères des zones de socle présente toutefois des limites. Les formations granitiques peuvent en effet être associées à des altérites peu perméables tandis que les formations schisteuses et gneissiques peuvent être localement associées à des altérites perméables et capacitives (dépendant en partie de l'orientation de la schistosité et de la foliation).

Par ailleurs, la prise en compte locale d'intrusions filoniennes au sein de formations schisteuses pourrait indiquer la présence d'aquifères. Ce critère n'a pas été pris en compte en raison de la complexité géologique associée et du manque de données souligné au niveau local. De même, d'autres particularités géologiques locales donnent souvent lieu à la formation de petits aquifères indépendants dont l'extension limitée ne permet pas de définir une unité de niveau NV3.

4.7 DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONE VOLCANIQUE

Des formations volcaniques sont présentes en région Midi-Pyrénées dans le département de l'Aveyron (formations issues du volcanisme de l'Aubrac et du Cantal). Des affleurements moins étendus sont également présents sous forme de buttes témoins dans l'Aveyron, le Lot et le Tarn.

Le découpage des entités volcaniques de l'Aubrac et du Cantal est issu des contours des cartes géologiques vectorisées au 1/50 000 (illustration 23). L'extension globale de cet ensemble est relativement limitée (< 500 km²). Au niveau local, ces entités ont été subdivisées en fonction des bassins versants et 5 unités aquifères de niveau NV3 ont été délimitées, regroupées en une seule entité à l'échelle régionale et nationale.

Parmi les cinq unités aquifères de niveau NV3, trois d'entre elles sont communes avec les régions Auvergne et Languedoc Roussillon.

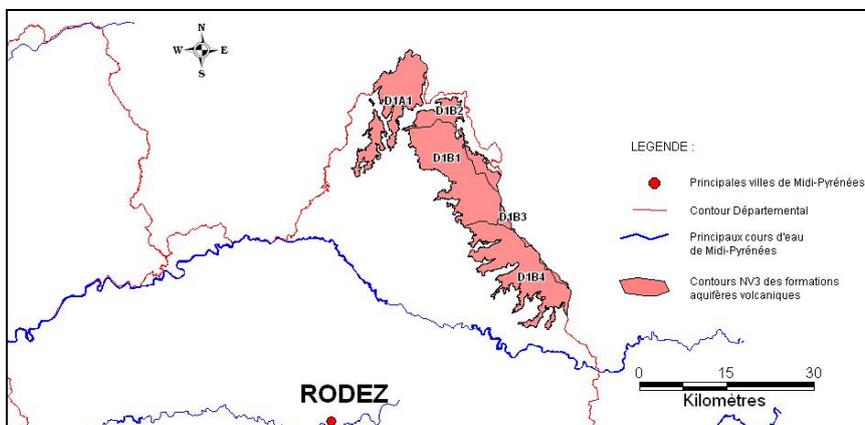


Illustration 23 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations volcaniques

5 Limites des entités

5.1 LIMITES HYDRAULIQUES

Les limites latérales entre une entité et ses voisines sont représentées uniquement pour les polygones d'ordre 1 du niveau local (NV3). Elles sont caractérisées par un attribut associé aux arcs qui les composent.

Les limites entre entités (polylignes) sont extraites automatiquement par le modèle de gestion du référentiel et intégrées dans la géodatabase du référentiel (couche polylignes).

Comme pour la caractérisation des entités, et pour les mêmes raisons, les limites sont qualifiées uniquement au niveau 3.

Les différents types de limites prévus par le guide méthodologique de 2003 sont présentés par l'illustration 24.

5.2 NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS

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

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

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

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

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

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

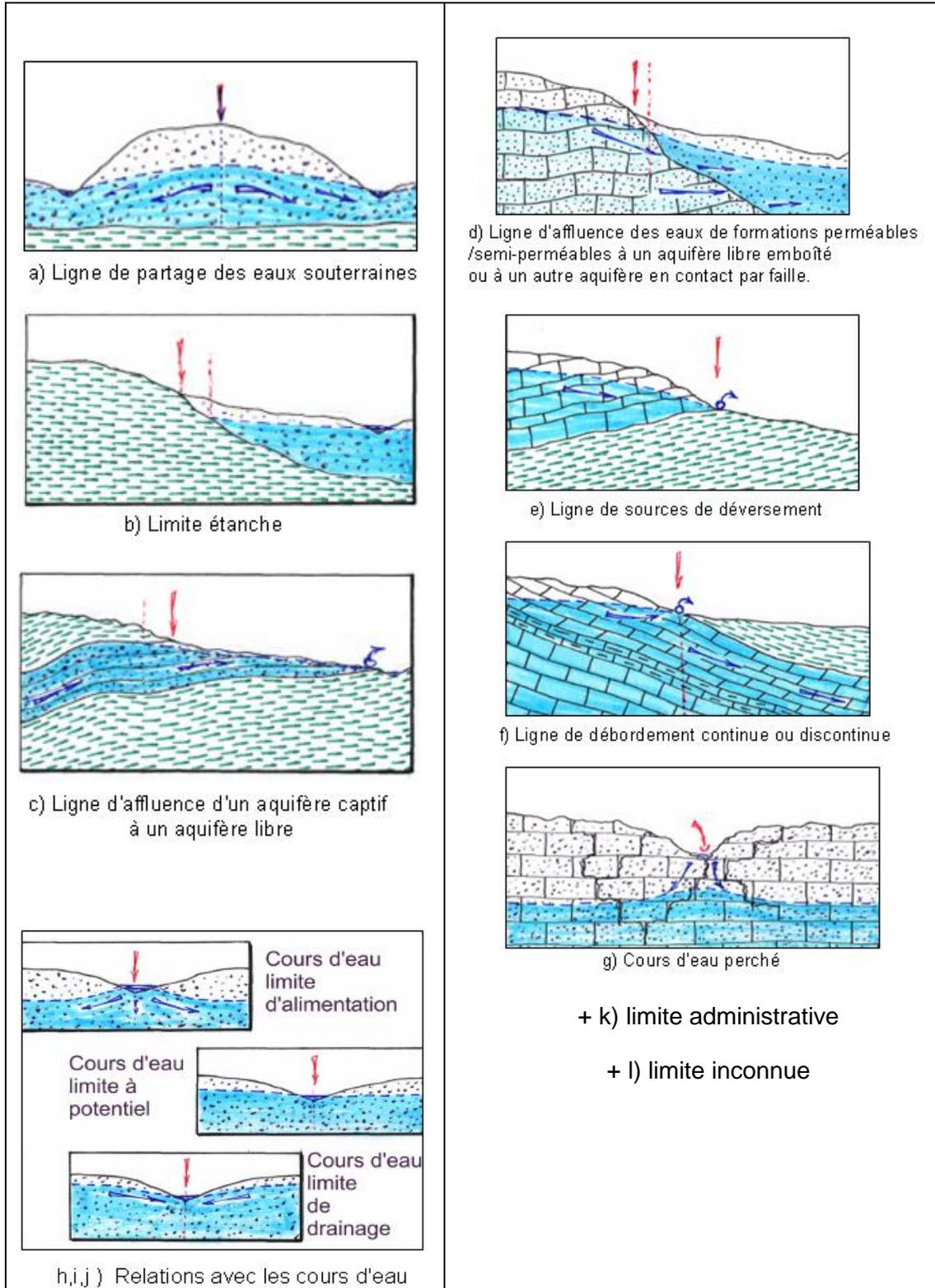


Illustration 24 – Types de limites possibles entre entités

Nature des contacts	Type de limite possible (guide méthodologique)
Aquifère sur aquifère	Ligne d'affluence des eaux de formations perméables ou semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille (cas d)
Aquifère / aquifère	Ligne de partage des eaux souterraines (cas a) = 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 2 formations peu perméables en contact (limite "étanche")

Illustration 25 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques

6 Outil de construction du référentiel

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

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

6.1 GÉODATABASE

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

Ces 2 tables (**RHF_Polygones_relatifs** et **RHF_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (Illustration 26).

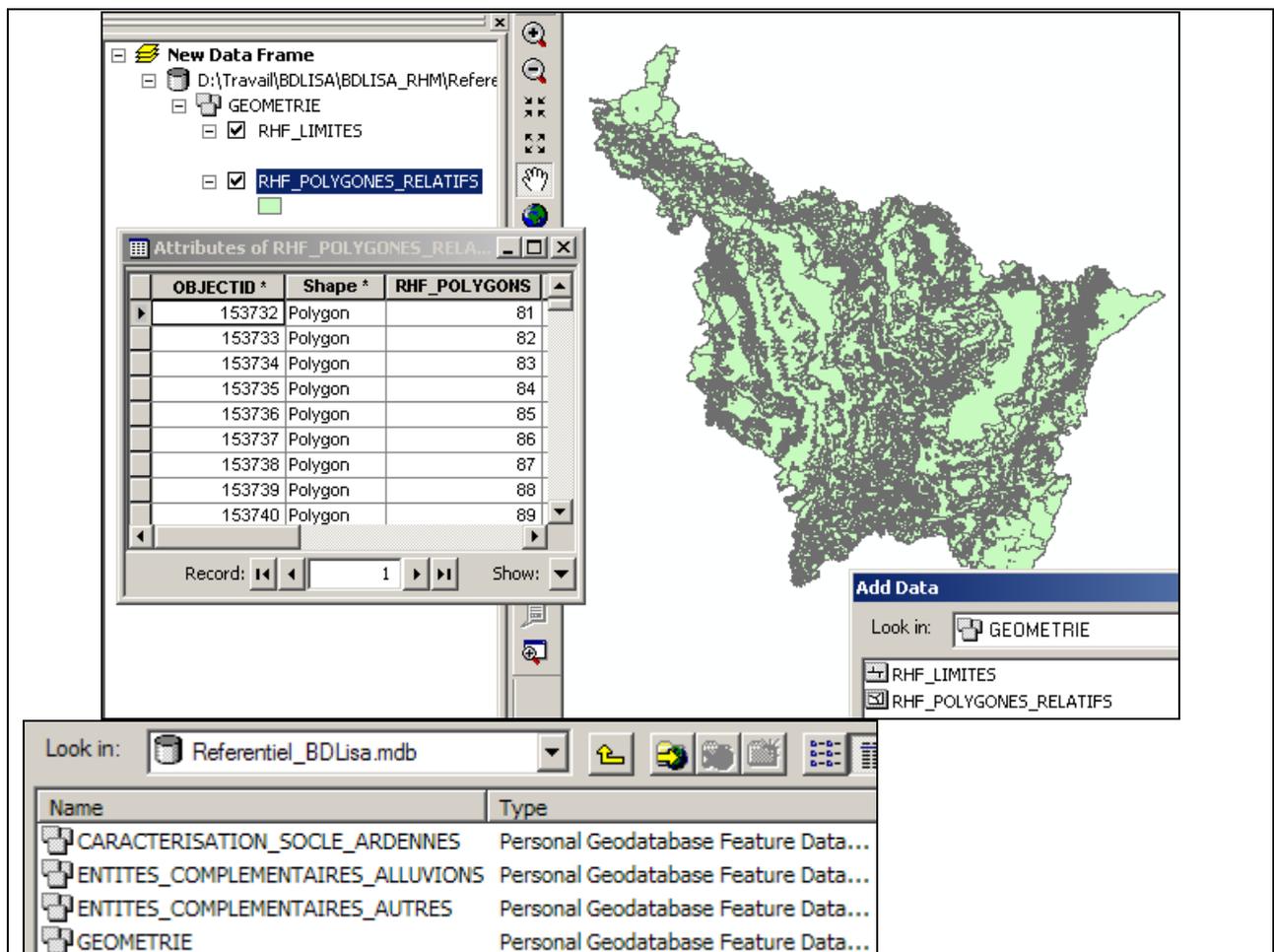


Illustration 26 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 26) scindées en 2 classes, pour séparer les systèmes alluvionnaires des autres « entités complémentaires » (disjointes, morcelées et/ou locales) ;
- la caractérisation lithologique des entités du socle des Ardennes.

Elle contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF_Table_Murs, BDRHF_Table_Toits, BDRHF_Table_Ordres,...illustration 27).

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

Illustration 27 - Tables non géométriques de la géodatabase.

La structure de la géodatabase est conforme à celle d'un Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR). Son exploitation est facilitée par une boîte à outils pilotée par un menu général (Illustration 28).

BDLISA
Version 1.0

Choix d'une entité pour un niveau d'analyse

Niveau local Niveau régional Niveau national

Entité: 119A01

Par son emprise Par ses limites

Fiche PDF Exporter

Niveau local

Représenter les formations du toit Représenter les formations du mur

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

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

Affichage des limites affleurantes

Représenter les limites affleurantes du niveau courant Limites de niveau

Illustration 28 - Interface utilisateur de la géodatabase.

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

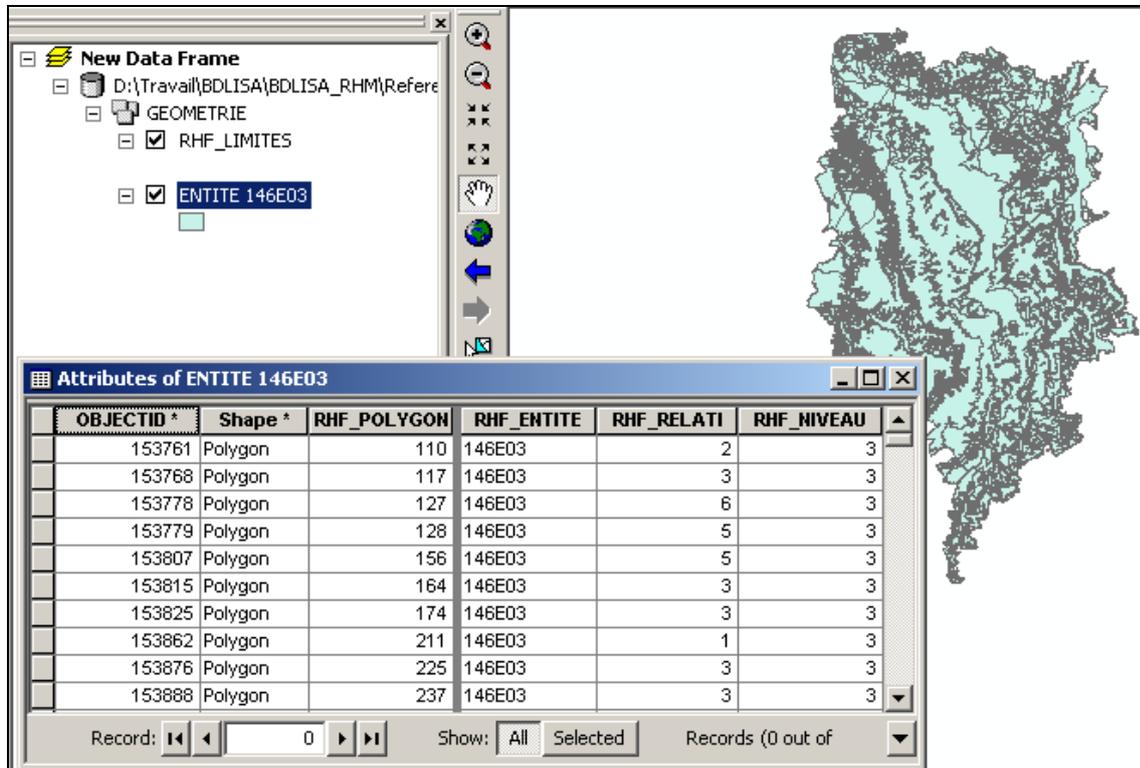


Illustration 29 : Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

La table attributaire correspondante contient le numéro d'ordre relatif de chaque polygone constitutif de l'entité, ce qui permet de représenter celle-ci en affectant une couleur à chaque numéro d'ordre et de connaître ainsi le nombre d'entités situées au-dessus d'elle, des affleurements jusqu'à sa limite d'extension en profondeur (Illustration 30).

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



L'illustration 31 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

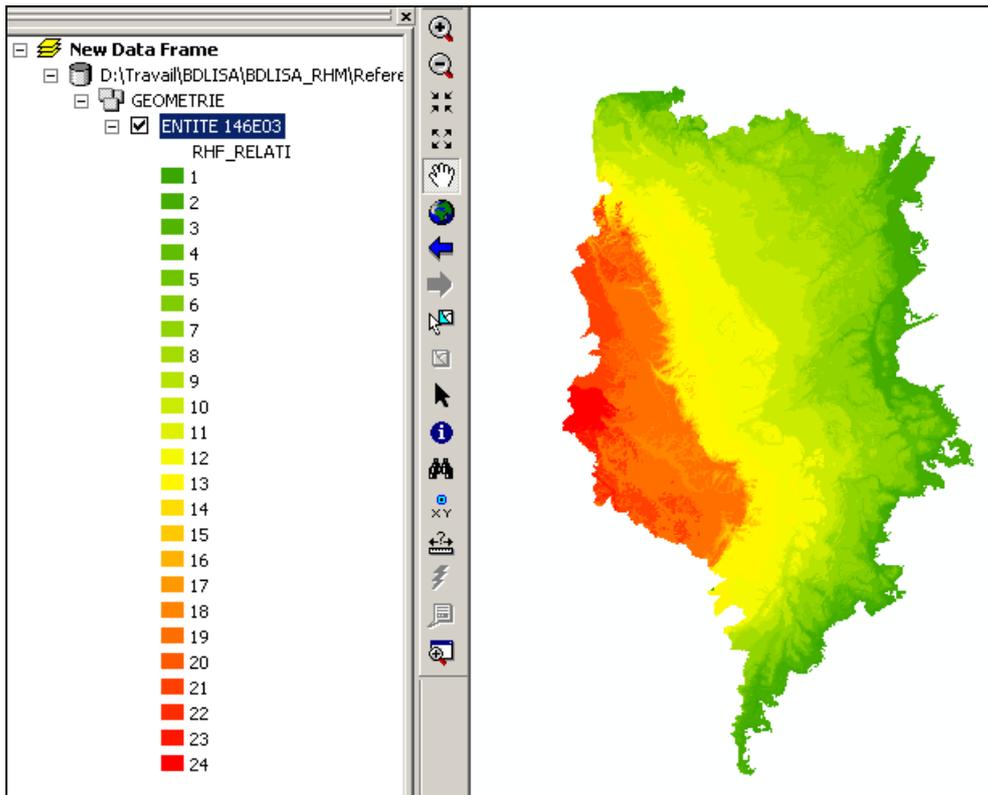


Illustration 30 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

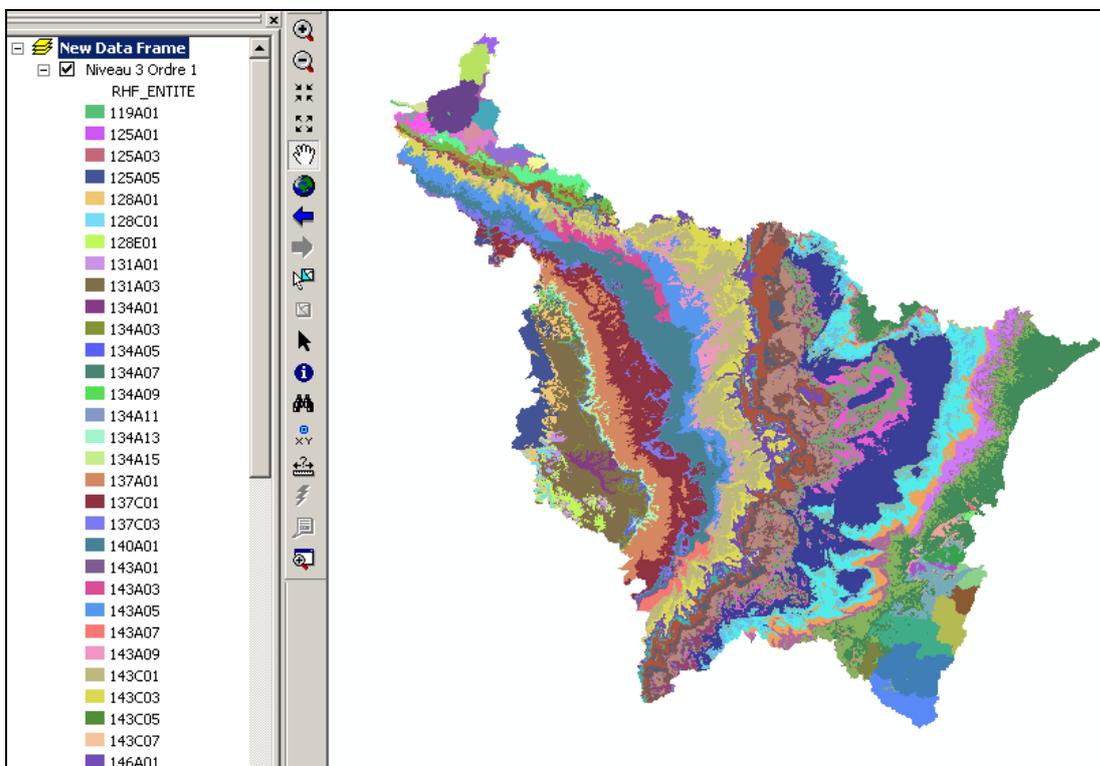


Illustration 31 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

Limites et table de la nature des contacts

Elles sont aussi accessibles par le menu général. La table des limites contient l'identifiant des limites (champ ID_LIMITES) et l'identification des polygones situés de part et d'autre d'une limite (champs P_GAUCHE et P_DROIT).

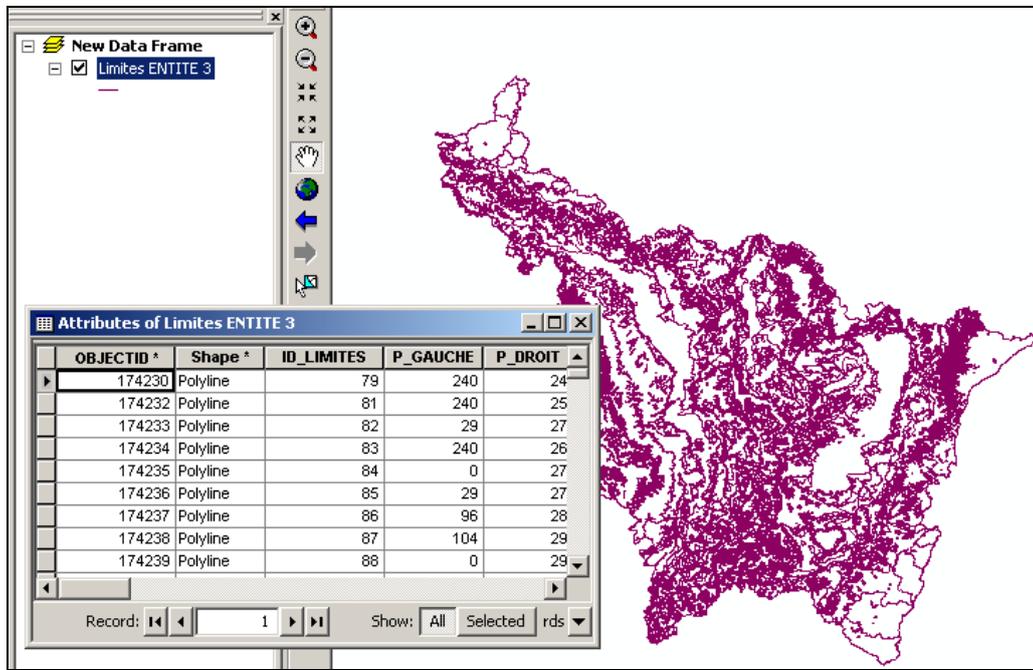


Illustration 32 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 33).

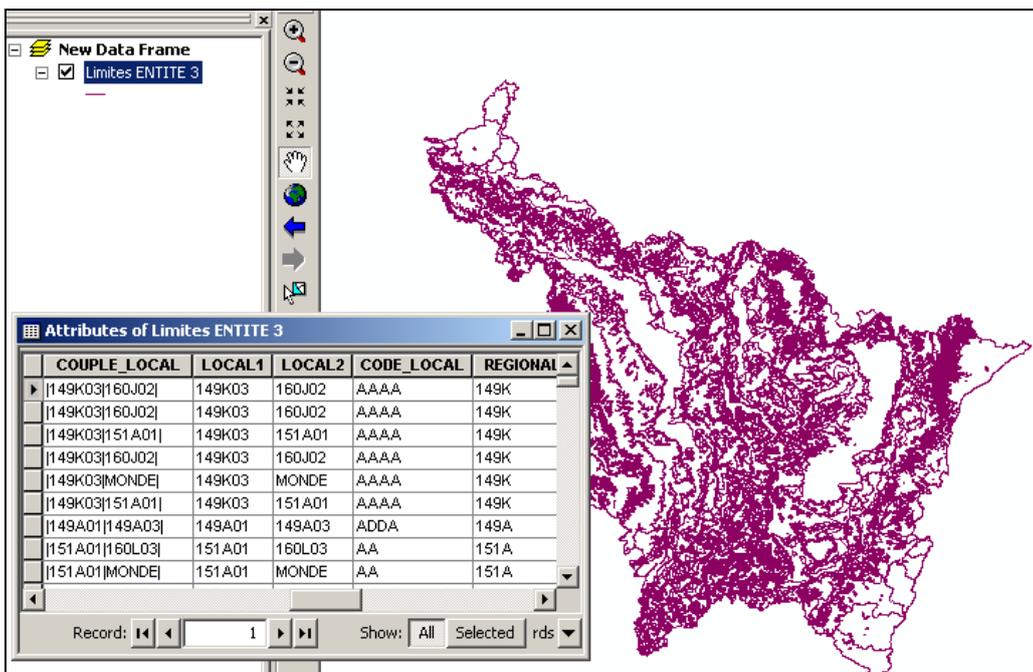


Illustration 33 - Table des limites: natures des contacts entre entités.

6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

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

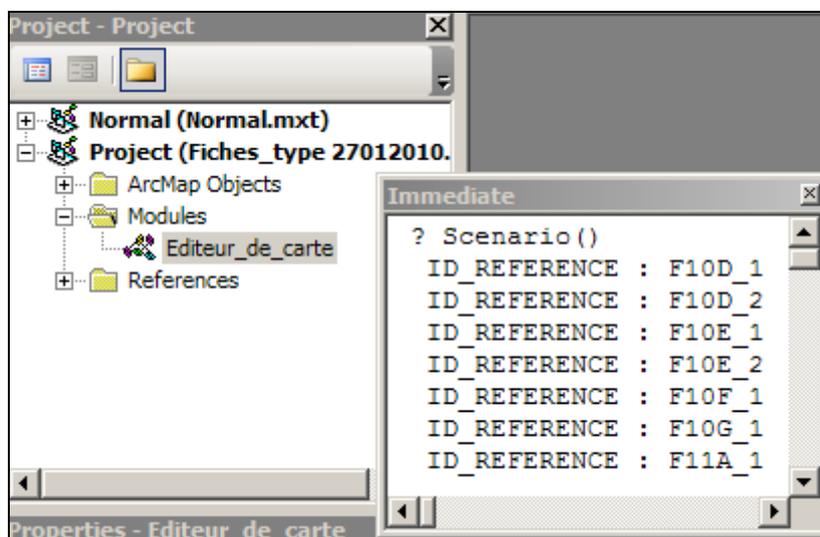


Illustration 34 : Editeur de cartes du modèle de construction du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. L'illustration 35 et l'illustration 36 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 35), l'entité est représentée par une gamme de couleurs qui permet de la repérer verticalement dans la succession des couches qui la recouvrent, chaque couleur correspondant à un ordre de recouvrement.
- La carte du haut de la fiche (Illustration 36) représente l'emprise de l'entité de niveau 2 (et celle de niveau 1) à laquelle appartient l'entité de niveau 3

Remarque : une entité NV2 pouvant être uniquement le regroupement sur une verticale d'entités NV3 sus-jacentes ou sous-jacentes d'extension moindre, l'emprise NV2 peut être identique à l'emprise NV3 (il en est de même pour l'emprise NV1).

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

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

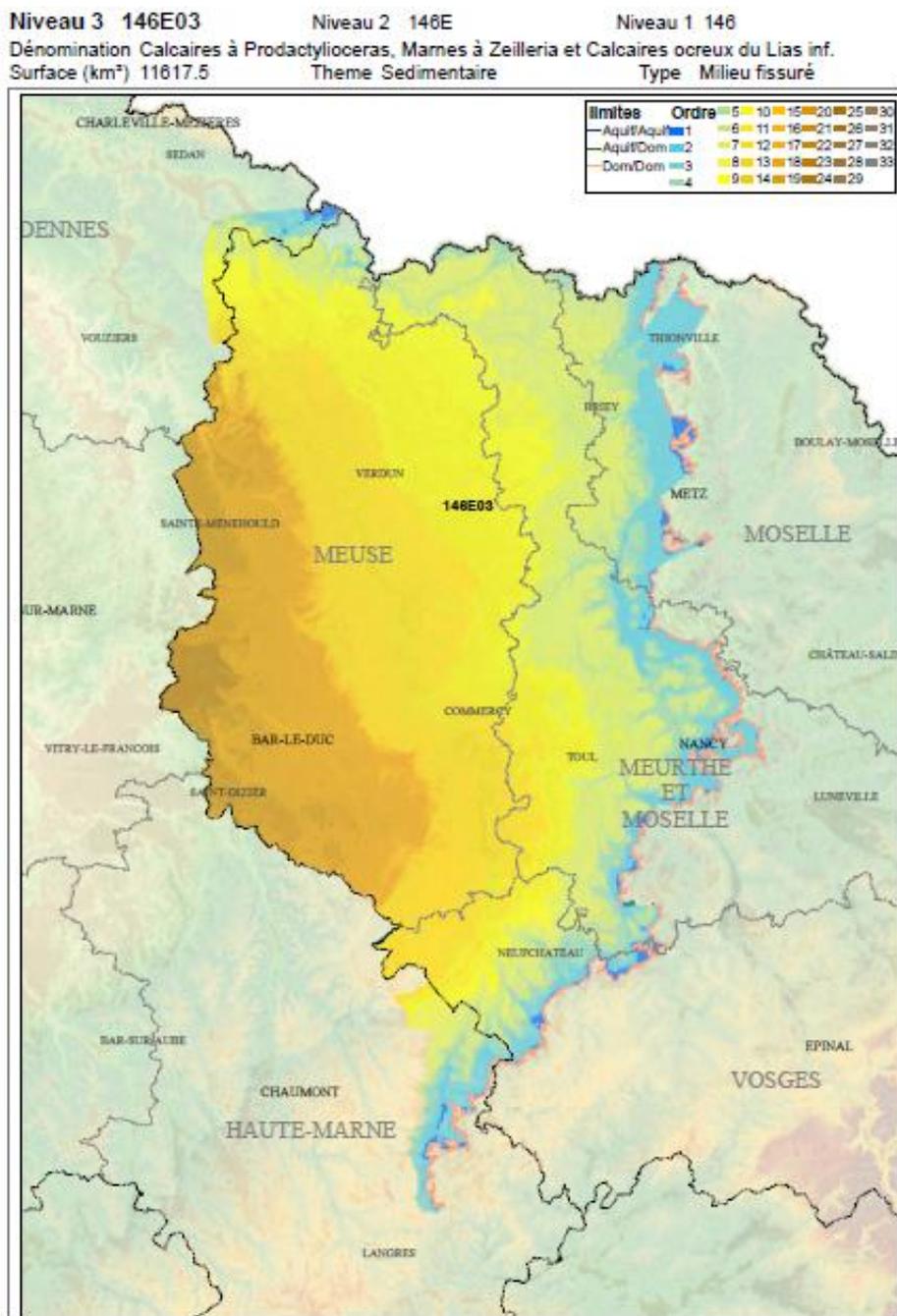


Illustration 35 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

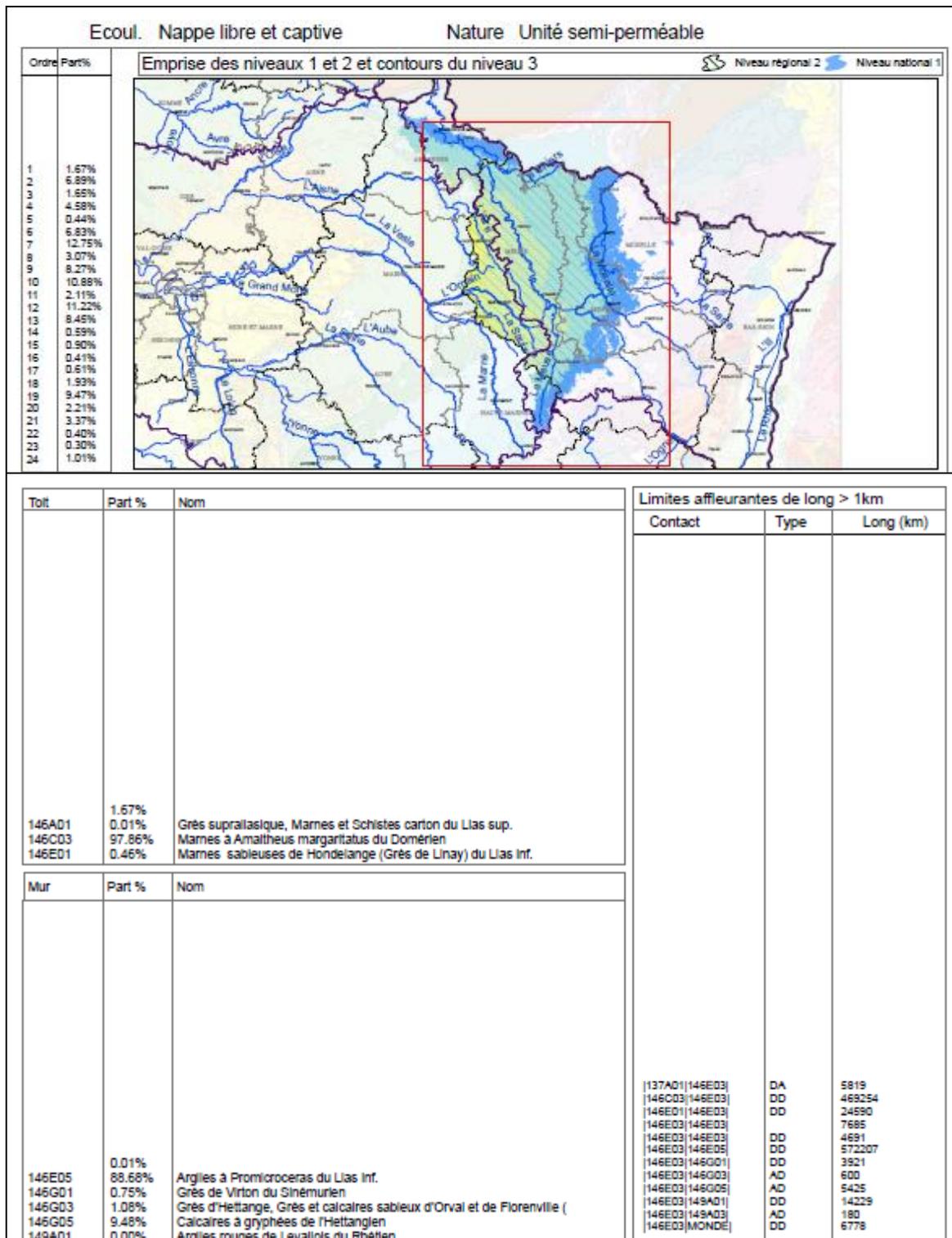


Illustration 36 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite)

7 Conclusion

En région Midi-Pyrénées, ce travail a porté sur l'identification (aux 3 niveaux de détail du référentiel, national, régional et local) :

- des entités hydrogéologiques sous-jacentes au Paléocène dans le secteur de l'année 1,
- des entités des formations sédimentaires (dont le karst) dans le secteur nord de Midi-Pyrénées, à savoir dans les départements du Lot et de l'Aveyron et dans une moindre mesure le Tarn et le Tarn-et-Garonne, partiellement couverts lors de l'année 1,
- des unités situées dans les zones de socle (terrains métamorphiques et plutoniques) et de volcanisme présentes dans les départements de l'Aveyron, du Tarn et du Lot.

Suite à la phase d'identification et d'élaboration d'un tableau multi-échelles, ont été numérisées :

- **88 unités de niveau local (NV3)** dont 30 limitées à Midi-Pyrénées, 46 communes avec l'Aquitaine, 25 avec le Languedoc-Roussillon, 7 avec le Limousin, et une avec l'Auvergne,
- **42 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne,
- **26 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)** tous communs avec l'Aquitaine, le Languedoc-Roussillon, le Limousin et l'Auvergne

A ces entités, s'ajoutent :

- **1 surcouche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2,
- **1 surcouche des buttes témoins**, identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2.

Le découpage des entités hydrogéologiques du thème « intensément plissé » a été effectué lors d'une étude spécifique à ce thème pour le Massif Pyrénées (Midi-Pyrénées et Aquitaine) : « Délimitation des entités hydrogéologiques de la zone pyrénéenne en Aquitaine et Midi-Pyrénées » (N. Pédron *et al.* 2011)

L'ensemble du référentiel BD-LISA a été harmonisé à l'échelle à l'échelle nationale. Les entités principales ainsi que les entités complémentaires alluviales 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>.

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 Bibliographie

- 1] Benhammouda S., Ricard J., Seguin JJ., (1999) -** Surveillance des systèmes aquifères des sables infra-molassiques et dano-paléocène en régions Aquitaine et Midi-Pyrénées. Rapport BRGM R 40790.
- 2] Bourguine B., Capdeville JP., Razin P., (1997) –** Outil de gestion des systèmes aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne. Concept géologique et hydrogéologique. Rapport BRGM R 39538.
- 3] Bourguine B., Capdeville JP., Lachassagne P., (1999) –** Outil de gestion des systèmes aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne. Base de données géoréférencées et modèle conceptuel. Rapport BRGM R 40633.
- 4] BRGM –** Société Elf de Recherche – Société Esso de Recherche et d'exploitation du pétrole – Société Nationale des pétroles d'Aquitaine (1968) – Géologie du bassin d'Aquitaine.
- 5] Gèze B., Cavillé A., (1977) –** Guide géologique Régionaux. Aquitaine Orientale. Collection Masson.
- 6] Housse B., Maget P., (1977) –** Potentiel Géothermique du Bassin aquitain. Rapport BRGM – SNEA
- 7] Lachassagne P., Sourisseau B., Amraoui N., (1998) -** Outil de gestion des systèmes aquifères du sud du bassin Adour-Garonne - Synthèse des données et concept hydrogéologique. Rapport BRGM R39941.
- 8] Paloc H., (1972) –** Atlas Hydrogéologique du Languedoc-Roussillon - Carte Hydrogéologique de la Région des Grands Causses (Feuille n°2 de la carte hydrogéologique du Languedoc-Roussillon à l'échelle du 1/200 000). Co-édition CERGA et BRGM
- 9] Rey J., Helali M., Bou C., (2008) -** Les ressources en eau potable et leur protection dans le département du Tarn. Edition Planeteterre
- 10] Ricard J., (1999) -** Etude hydrogéologique de la nappe des calcaires helvétiques et des sables fauves dans la région de Le Houga entre les vallées de l'Adour et l'Isaule. Rapport BRGM R 40899
- 11] Roche J., (1975) -** Etude des possibilités aquifères du Tertiaire marin du bassin d'Aquitaine dans la région Midi-Pyrénées. Rapport BRGM 75 SGN 227 MPY
- 12] Roche J., (1976) -** Etude des possibilités aquifères du Crétacé supérieur du Bassin d'Aquitain dans la région Midi-Pyrénées. Rapport BRGM 76 SGN 267 MPY
- 13] Roche J., (1979) -** Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département l'Aveyron. Rapport BRGM 79 SGN 550 MPY.

14] Roche J., Soule JC., (1982) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département de l'Ariège. Rapport BRGM 82 SGN 863 MPY.

15] Roux JC., (2006) – Aquifères & Eaux souterraines en France. BRGM Editions.

16] Saplaïroles, M. Ollagnier. S. (2009) – Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF-V2. Bassin Adour-Garonne. Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées. Rapport d'étape - BRGM/RP-56952-FR

17] Schoen R., Seguin JJ., Sourisseau B., (2000) - Outil de gestion des systèmes aquifères du Sud du bassin Adour-Garonne - Année 3. Rapport BRGM RP-50241-FR

18] Schoen R., Ricard J., Codvelle A., (2001) - Unité de gestion de la qualité des eaux continentales en région Midi-Pyrénées. Rapport BRGM RP-51337-FR

19] 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.

20] Soule JC., (1976) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département du Lot. Rapport BRGM 76 SGN 001 MPY.

21] Soule JC., (1976) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département des Hautes-Pyrénées. Rapport BRGM 76 SGN 071 MPY.

21] Soule JC., (1977) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département du Gers. Rapport BRGM 77 SGN 405 MPY.

22] Soule JC., (1978) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département de Tarn-et-Garonne. Rapport BRGM 78 SGN 070 MPY.

23] Soule JC., (1980) - Evaluation des ressources hydrauliques de la France - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département du Tarn. Rapport BRGM 80 SGN 058 MPY.

Rapports de construction du référentiel

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.

Pédron N., Saplaïroles M., Ayache B., Labarthe B., Platel JP., avec la collaboration de Bichot F., Bujel D., Monod B. (2011) Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Année 4. Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques de la zone pyrénéenne en Aquitaine et en Midi-Pyrénées. Rapport d'étape. BRGM/RP-58198-FR.

M. Saplaïroles, S. Ollagnier. avec la collaboration de **M. Bardeau, J.M. Gandolfi, F. Marty, S. Pinson, V. Mardhel** - (2009) – Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF-V2. Bassin Adour-Garonne. Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées. Rapport d'étape. BRGM/RP-56952-FR

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

Annexe 1 Brefs rappels de l'histoire géologique du bassin aquitain

Le bassin aquitain forme un quadrilatère irrégulier, ouvert largement à l'ouest sur l'océan Atlantique et bordé à l'est par le Massif central. Cette disposition en large gouttière évasée, de direction est-ouest, fait uniquement apparaître le substratum anté-tertiaire au niveau de ces bordures.

Suite à la phase majeure de l'orogénèse hercynienne (datée du Westphalien dans le Massif central et les Pyrénées), **l'érosion s'exerce durant le Permien avec intensité** et les produits détritiques (brèches, poudingues et grès grossiers) en résultant s'accumulent dans des bassins d'effondrement (subparallèles, de direction NE-SW). Ces dépressions demeurent visibles à l'affleurement, notamment au Nord dans le bassin de Brive et plus au Sud, dans le secteur de la Grésigne (à l'est de Montauban).

La **transgression marine du Trias** s'est installée par le Sud avec une sédimentation correspondante à celle d'une mer confinée (faible tranche d'eau et fréquentes émergences). Ce contexte explique l'abondance des **dépôts évaporitiques** (sel, anhydrite, gypse) dans le sud du bassin. Plus au Nord, les grands fossés effondrés durant le Permien sont comblés par d'importants dépôts détritiques (galets, sables et argiles) produits par l'érosion de la chaîne hercynienne. Ces grès triasiques deviennent progressivement argileux vers le Sud.

Pendant le **Jurassique inférieur**, le Bassin s'ouvre à l'Ouest, la mer envahissant progressivement le continent. Le Lias inférieur est ainsi marquée par des faciès laguno-lacustres (argiles, marnes bariolées, calcaires dolomitiques, évaporites...) passant à des dépôts de calcaires franchement marins. Cette séquence transgressive se poursuit au Lias moyen et supérieur caractérisée par la présence de calcaires marneux puis de marnes à Ammonites témoignant d'une **large ouverture océanique**.

Durant le **Jurassique moyen et supérieur**, une organisation nord-sud des domaines sédimentaires marins se met en place en lien avec les effets de la tectonique distensive est-ouest provoquée par l'ouverture océanique progressant vers le Nord.

La **moitié occidentale** du bassin se caractérise par une **mer calme, relativement profonde** où se déposent des marno-calcaires. L'autre **moitié, orientale**, correspond en revanche à un **domaine de mer peu profonde**, siège d'une sédimentation à dominante carbonatée. Entre les deux, existe une zone de hauts fonds (de direction nord-sud), soumise à l'action des vagues où se forment des oolithes.

Vers le **milieu du Jurassique supérieur** (Kimméridgien) s'amorce un **cycle régressif** (caractérisé par des successions rythmiques de calcaires et d'argiles), s'accroissant au Portlandien (calcaires à oolithes et lits marneux, dolomies et faciès saumâtres).

La **régression se généralise durant le Crétacé inférieur**, conduisant la mer à se cantonner dans de petits bassins confinés (Parentis, Adour-Mirande) où se développent d'abord des dépôts continentaux ou côtiers (Néocomien) puis de plus en plus marins avec dominance de calcaires parfois récifaux (du type Urgonien) au Barrémien-Aptien.

Au cours du Crétacé supérieur, l'élévation mondiale du niveau des océans déclenche la dernière et la plus importante des transgressions.

Dans le Sud du bassin, le sillon orogénique subsident présent en bordure des Pyrénées est le siège d'une importante sédimentation de domaine marin profond de type flysch. Cette formation est constituée par une alternance de dépôts en séquences grano-classées turbiditiques à cônes détritiques profonds, alimentés par le transport de sédiments résultant du démantèlement des Pyrénées en phase de soulèvement.

Dans le bassin nord-aquitain, une sédimentation correspondante à des vasières peu profondes se met en place (calcaires plus ou moins crayeux à silex). Ces secteurs sont bordés par des zones plus côtières caractérisées par des lagons et des récifs à rudistes. Sur le pourtour du Massif central (dont l'érosion s'amorce peu à peu) des apports sablo-argileux viennent compléter la sédimentation en place.

Avec la **fin du Crétacé supérieur**, débute une **régression générale** à l'échelle mondiale se manifestant par un retrait progressif de la mer dans le Bassin aquitain.

Après une longue phase de tectonique en distension, une nouvelle période commence. Ainsi, durant l'Eocène, de très importants mouvements de compression sont engendrés par les jeux des plaques tectoniques ibérique et aquitaine. Débuté au cours de l'Eocène inférieur, c'est pendant l'**Eocène supérieur** que se manifeste l'**épisode majeur de la phase pyrénéenne**, responsable de la majorité des plissements de la zone nord-pyrénéenne.

Le retrait progressif de la mer, amorcé au Crétacé supérieur, se poursuit au début du Tertiaire. **Au Paléocène**, les faciès marins sont restreints au sud du Bassin. Il s'agit pour l'essentiel d'une sédimentation carbonatée, bioclastique à tendance récifale caractérisant la frange méridionale de la plate-forme.

Depuis l'exondation des Pyrénées débuté à l'Eocène inférieur, le Bassin aquitain est le siège d'une **sédimentation continentale active**, interrompue par quelques épisodes marins peu importants et cantonnés dans la moitié occidentale du Bassin.

L'érosion immédiate des reliefs pyrénéens et de ceux du Massif central génère une gigantesque accumulation d'éléments détritiques continentaux sur les bordures sud et est du bassin et dont l'épaisseur dépasse parfois 500 mètres. Débutée à l'Eocène inférieur, cet épandage molassiques va se poursuivre jusqu'au Miocène supérieur.

Selon l'éloignement des reliefs montagneux, **trois domaines de dépôts fluviolacustres** peuvent être distingués :

- ***Domaine des poudingues et des cailloutis situé au pied des Pyrénées et de la Montagne Noire***

Ces dépôts résultent de la consolidation de cônes de déjection, plus ou moins jointifs, issus des principaux torrents et rivières, ou de réseaux de chenaux anastomosés. Ces formations grossières, provenant du démantèlement des reliefs naissant, peuvent être fortement redressées, du moins pour les anciens (Poudingues de Palassou). Inversement les plus récents (Poudingue de Jurançon) sont presque horizontaux.

- ***Domaine intermédiaire des grandes divagations fluviales***

La permanence des mouvements de surrection des Pyrénées et d'affaissement du Bassin aquitain, correspondant à cette époque à une large plaine où

divaguaient de grands courants fluviatiles, a entraîné la mise en place d'une sédimentation à caractère rythmique où se succèdent des faciès différents.

Après ravinements des massifs montagneux, une séquence virtuelle complète et normale comprendrait ainsi, les successions de types de roches suivantes : poudingues, grès molassiques à ciment calcaire devenant de plus en plus fins, calcaires marneux et marnes.

▪ **Domaine lacustre**

De vastes étendues marécageuses en légère dépression s'étendaient au front des apports molassiques provenant des Pyrénées et au sud de la bordure du Massif central. Sur ces secteurs, l'essentiel de la sédimentation observée correspond à la formation de bancs de calcaires lacustres. Ceux-ci alternent avec les fortes épaisseurs de marnes. En effet, l'importance et l'emplacement des lacs variaient selon les changements climatiques, les influences de la subsidence du bassin et les contre-coups de la tectonique.

La puissance de ces bancs varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, notamment à proximité des reliefs où se sont développés des domaines lacustres moins étendus mais plus conséquents (calcaires de Castres, de Cordes ou de l'Agenais par exemple).

A ces trois domaines de dépôts continentaux succéderont vers l'ouest **les zones de plateforme marine puis de mer ouverte.**

• **Domaine de plate-forme marine**

Largement ouvert sur la mer, le bassin se prolonge vers l'ouest sur le plateau continental avec des faciès de plages, d'estuaires, et de mer profonde. En fonction des phases de sédimentation et de subsidence, les lignes de rivage évoluent.

A partir de l'Eocène inférieur, la mer avance à nouveau sur le continent. Des transgressions marines alternent avec des phases d'émersion. Celles-ci sont toutefois limitées à la moitié occidentale du Bassin. La majorité des sédiments se dépose dans des vasières carbonatées peu profondes, admettant des hauts fonds émergés à certaines périodes (Audignon, Garlin....).

Durant l'Oligocène, la mer est légèrement plus avancée sur le continent qu'à l'époque éocène. Les mêmes types de dépôts littoraux formés de calcaires sont observés, notamment dans le Bordelais et l'Entre-Deux-Mers.

Durant l'Aquitaniens et jusqu'à l'Helvétien, une mer très peu profonde s'avance depuis l'Atlantique en direction de l'Est, dans les environs de Condom (l'incursion maximale est observée jusqu'à Manciet). Les dépôts associés conservent un caractère littoral (faluns coquilliers de Saucats, faluns de Salles....).

• **Domaine de mer ouverte**

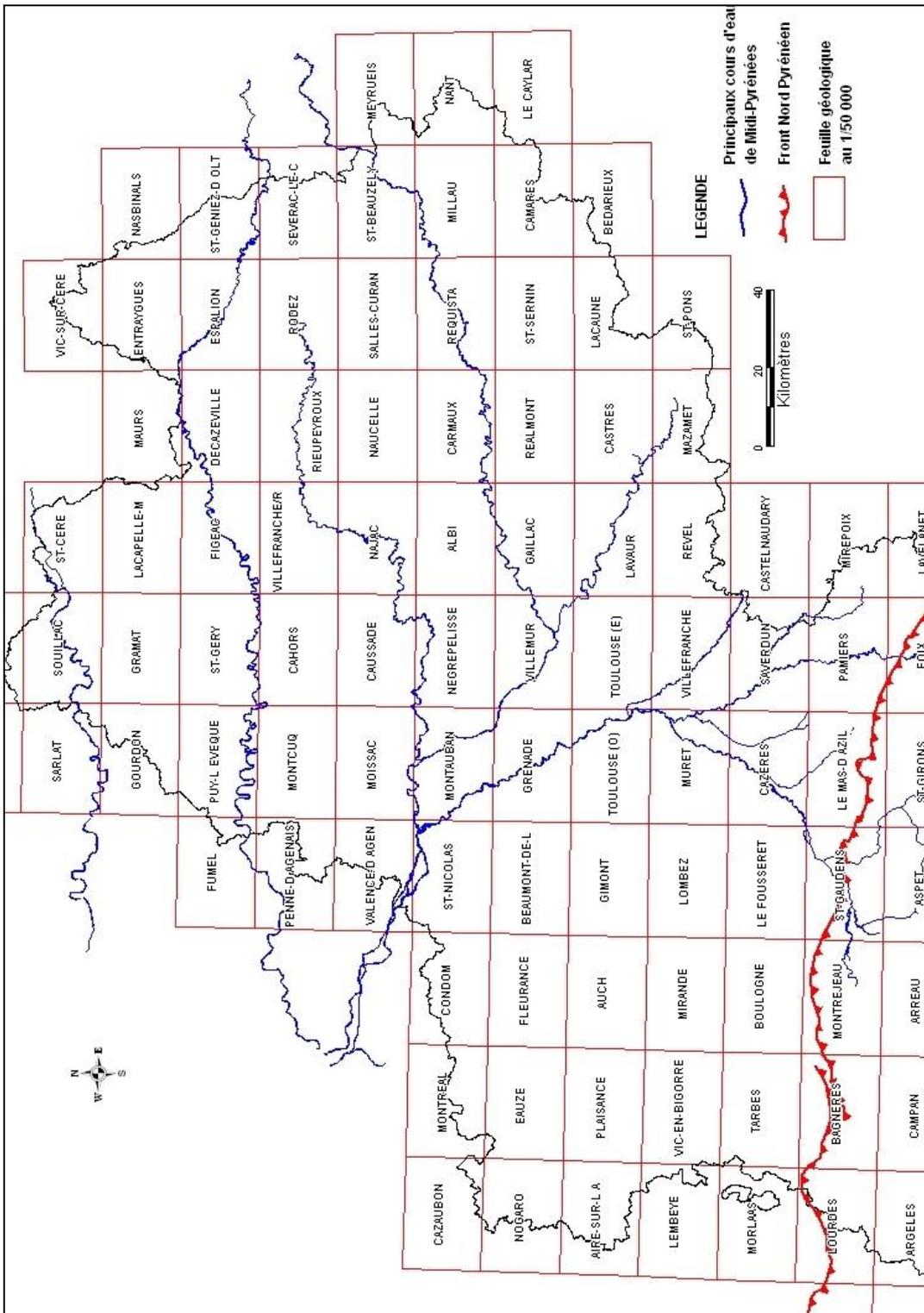
Le domaine de mer ouverte est restreint à la partie occidentale du bassin avec des dépôts marno-calcaires et marneux à microfaune planctonique. Les limites avec la zone de plate-forme évoluent dans le temps.

Au Stampien, seule une étroite bande de Soustons à Mimizan caractérise encore ce milieu. Il disparaît par la suite.

Au cours du Mio-Pliocène, une nouvelle sédimentation se met en place, agressive par rapport aux dépôts calcaires présents sur une grande partie du bassin à l'époque molassique. Les saisons sont alors plus contrastées avec des précipitations abondantes. Trois principales périodes sont distinguées :

- Une dernière subsidence localisée permet l'envahissement par la mer de la région de l'Armagnac (Landes et Gers principalement). Les rivières creusent de larges et profondes vallées, déjà dissymétriques. Le golfe d'Armagnac est alors recouvert par des sables d'estuaires et de plages (faciès des Sables fauves),
- Une sédimentation active et désordonnée est enclenchée à l'époque pontienne (Messinien). Les argiles à galets et les glaises bigarrées forment la base des grands plateaux de piémont et viennent même recouvrir les sables fauves du Bas-Armagnac sur le sommet des coteaux. Les vallées sont à présents comblées et une première série de cônes déjection en formation de piémont s'édifie, à l'image de celui de Lannemezan,
- Un climat plus agressif est observé au Pliocène, entraînant l'érosion de tout matériel autre que siliceux. L'édification des plateaux de piémont reprend, après une période de creusement peu profond, et se poursuit jusqu'au Villafranchien (Donau).

Annexe 2 Tableau des cartes géologiques de la région Midi-Pyrénées



Carroyage des cartes géologiques de Midi-Pyrénées concernées par la délimitation des entités de la BDRHF V2 – Année 1 et 2

Annexe 3 Tableau Multi-Echelles

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne –Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

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
353AC19	Grès et calcaires de l'heraultien et sinémouren dans le causse Rouge - système des Grands Causses	29021200	3	3	5	5	2	352AC	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC20	Grès et calcaires de l'heraultien et sinémouren dans le causse de saint-Andrieu - système des Grands Causses	29021300	3	3	5	5	2	352AC	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC21	Grès et calcaires de l'heraultien et sinémouren dans le causse de Cousserans - Gallimard - Loubère - système des Grands Causses	29021400	3	3	5	5	2	352AC	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC22	Grès et calcaires de l'heraultien et sinémouren dans le causse de Combal - système des Grands Causses	29021500	3	3	5	5	2	352AC	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC23	Grès et calcaires de l'heraultien et sinémouren dans le causse de Rignac - système des Grands Causses	29021600	3	3	5	5	2	352AC	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC25	Grès, calcaires et calcaires marneux du Lias dans le système des Grands Causses dans le bassin Rhône-Malderrière	29021550	3	2	5	1	2	352AC	Grès et dolomites de l'infra-torçéen du bassin Aquitain, au sud de la faille d'Arrens-Bourme	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
353AC26	Grès et dolomites infra-torçéen - parties profondes septives	29020100	3	1	5	4	2	352AG	Grès et dolomites de l'infra-torçéen du bassin Aquitain, au sud de la faille d'Arrens-Bourme	3	352	Grand système aquifère des calcaires, grès, dolomites et anhydrite de l'infra-Torçéen	1
354AA01	Argiles, écaillottes et ophites du Trias sud-aquitain	30020100	3	X	7	1	2	354AA	Argiles, écaillottes et ophites du trias du sud du bassin Adour-Garonne	4	354	Grand dom area hydrogéologique des argiles, écaillottes et ophites du Trias du sud du bassin Adour-Garonne	2
354AC0	Marnes, argilles et grès du Trias dans le système des Grands Causses	30020100	3	2	6	4	2	354AC	Marnes, argilles et grès du trias dans le système des Grands Causses	4	354	Grand dom area hydrogéologique des argiles, écaillottes et ophites du Trias du sud du bassin Adour-Garonne	2
354AC3	Marnes, argilles et grès du Trias dans le système des Grands Causses, Grès et dolomite de Permio - Trias	40020	3	X	6	1	2	354AC	Marnes, argilles et grès du trias dans le système des Grands Causses	4	354	Grand dom area hydrogéologique des argiles, écaillottes et ophites du Trias du sud du bassin Adour-Garonne	2
355AA01	Grès et dolomite de Permio - Trias	31010100	3	1	6	5	2	355AA	dolomites, grès et argilles du permio-trias du bassin Aquitain	3	355	Grand dom area hydrogéologique des argiles, écaillottes et ophites du Trias du sud du bassin Adour-Garonne	2
355AC0	Grès et conglomérats permien à passées stéopéolitiques dans le bassin de Rodéz	31020100	3	3	5	4	2	355AC	Grès et conglomérats du permio-trias dans le système des Grands Causses	3	355	Dolomites, grès et argilles du Permio-Trias du Bassin Aquitain	2
355AC2	Grès et conglomérats permien à passées stéopéolitiques dans le bassin de Saint-Affrique	31020200	3	4	5	5	2	355AC	Grès et conglomérats du permio-trias dans le système des Grands Causses	3	355	Dolomites, grès et argilles du Permio-Trias du Bassin Aquitain	2
356AA01	Schistes, grès, conglomérats de Stephanien nord-aquitain	32010100	3	1	6	4	2	356AA	Schistes, grès et conglomérats du Stephanien du bassin Adour-Garonne	4	356	Schistes, grès et conglomérats de Stephanien du nord du Bassin Aquitain	2
370AA05	Socle du bassin versant du Tarn du confluent de la zone au confluent de la Dordogne auquel est rattaché une partie du bassin du confluent de la Dordogne au confluent du Dourdou	51010500	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA06	Socle du bassin versant du Dourdou	51010600	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA07	Socle du bassin versant du Tarn du confluent du Dourdou au confluent de la France	51010700	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA08	Socle du bassin versant de la France	51010800	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA09	Socle du bassin versant du Tarn du confluent de la France au confluent du Sarlin	51010900	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA10	Socle du bassin versant du Tarn du confluent du Sarlin (inclus) au confluent de l'Agout	51011000	3	2	6	2	3	370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA61	Graess du B.V. du Dourdou	50000	3	0				370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA61	Schistes du B.V. du Dourdou	50000	3	0				370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA62	Bassin houiller de Graessac dans le B.V du Dourdou	50000	3	0				370AA	Socle du bassin versant du Tarn de sa source au confluent de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AA01	INV3 absent, nom de l'entité INV3: Socle du bassin versant de l'Agout	50000	3	0				370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC01	Socle du bassin versant de l'Agout de sa source au confluent du Gijou	51020100	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC02	Socle du bassin versant du Gjou	51020200	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC03	Socle du bassin versant de l'Agout du confluent du Gijou au confluent du Thoré	51020300	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC04	Socle du bassin versant du Thoré	51020400	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC05	Socle du bassin versant du Sor	51020500	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC06	Socle du bassin versant de l'Agout du confluent du Sor au confluent du Dado	51020600	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC07	Socle du bassin versant du Dado	51020700	3	2	6	2	3	370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
370AC08	Graess et graess dans le B.V. du Thoré	50000	3	0				370AC	Socle du bassin versant de l'Agout	4	370	Socle dans le bassin versant de la Garonne	2
400AA01	Physys C'éroids du bassin d'Aduls	61010100	3	2	6	2	4	400AA	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de l'Aduls	4	400	Bassin de la draine pyrénéenne	2
400AA02	Calcaires à Fadae Urgonen du Céréal inférieur du bassin d'Aduls	61010200	3	2	5	5	4	400AA	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de l'Aduls	4	400	Bassin de la draine pyrénéenne	2
400AA03	Marnes et calcaires argileux du Céréal inférieur du bassin d'Aduls	61010300	3	X	7	1	4	400AA	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de l'Aduls	4	400	Bassin de la draine pyrénéenne	2
400AA04	Calcaires et dolomites du Jurassique du bassin d'Aduls	61010400	3	2	5	5	4	400AA	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de l'Aduls	4	400	Bassin de la draine pyrénéenne	2

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

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
4096C01	Flyschs Crétacés du bassin de Nalzen	613930100	3	2	6	2	4	4096C	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Nalzen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096C02	Marnes, calcaires lacustres, et conglomérats du Crétacé dans le bassin de Nalzen	613930200	3	X	7	1	4	4096C	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Nalzen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096C03	Calcaires et dolomites du Jurassique inférieur dans le bassin de Nalzen	613930300	3	2	5	5	4	4096C	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Nalzen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096C04	Marnes du Trias supérieur dans le bassin de Nalzen	613930400	3	X	7	1	4	4096C	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Nalzen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096C05	Calcaires, dolomites et conglomérats du Permio-Trias dans le bassin de Nalzen	613930500	3	2	5	5	4	4096C	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Nalzen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E01	Flyschs Crétacés du bassin de Tarascon	613950100	3	2	6	2	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E02	Calcaires à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du bassin de Tarascon	613950200	3	2	5	5	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E03	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur du bassin de Tarascon	613950300	3	X	7	1	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E04	Calcaires et dolomites du Jurassique moyen et supérieur du bassin de Tarascon	613950400	3	2	5	5	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E05	Argiles du Trias et du Jurassique inférieur du bassin de Tarascon	613950500	3	X	7	1	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E06	Calcaires du Devonien moyen et supérieur du bassin de Tarascon	613950600	3	2	5	5	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E07	Argiles à galets du Pliocène et du Lammerezan du front nord pyrénéen	613960100	3	X	7	1	4	4096E	Sédiments mésozoïques pyrénéens intensivement plissés du bassin de Tarascon	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096E08	Molasses continentales Miocènes (Helvetien à Aquitainien) du front nord pyrénéen	613960200	3	2	6	1	4	4096E	Basin du flysch du sud du bassin Aquitain et formations imperméables du front nord pyrénéen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096F01	Flyschs Crétacés du sud du bassin aquitain	613960300	3	2	6	2	4	4096F	Basin du flysch du sud du bassin Aquitain et formations imperméables du front nord pyrénéen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096F02	Marnes du J. recupep du sud du front nord pyrénéen	613970100	3	X	7	1	4	4096F	Basin du flysch du sud du bassin Aquitain et formations imperméables du front nord pyrénéen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
4096A01	Argiles à galets du Pliocène et du Lammerezan du chaînon d'Aspét	620100100	3	X	7	1	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A02	Flyschs Crétacés du chaînon d'Aspét	620100200	3	2	6	2	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A03	Calcaire à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du chaînon d'Aspét	620100300	3	2	5	5	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A04	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur du chaînon d'Aspét	620100400	3	X	7	1	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A05	Calcaires et dolomites du Jurassique moyen et supérieur du chaînon d'Aspét	620100500	3	2	5	5	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A06	Marnes et calcaires marneux du Jurassique inférieur du chaînon d'Aspét	620100600	3	X	7	1	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A07	Calcaires et dolomites du Jurassique inférieur du chaînon d'Aspét	620100700	3	2	5	5	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A08	Argiles barocles supérieures du Trias supérieur du chaînon d'Aspét	620100800	3	X	7	1	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A09	Calcaires, dolomites et conglomérats du Trias moyen et inférieur du chaînon d'Aspét	620100900	3	2	5	5	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire d'Aspét	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A10	Flyschs Crétacés du chaînon de Mont-Caup	620190100	3	2	6	2	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B01	Calcaire à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190200	3	2	5	5	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B02	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190300	3	X	7	1	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B03	Calcaires et dolomites du Jurassique moyen et supérieur du chaînon de Mont-Caup	620190400	3	2	5	5	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B04	Argiles et marnes du Jurassique inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190500	3	X	7	1	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B05	Calcaires et dolomites du Jurassique inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190600	3	2	5	5	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B06	Calcaires et dolomites du Jurassique inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190700	3	X	7	1	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B07	Argiles et marnes du Trias et du Jurassique inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190800	3	X	7	1	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B08	Calcaires, dolomites et conglomérats du Trias moyen et inférieur du chaînon de Mont-Caup	620190900	3	2	5	5	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Mont-Caup	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096B09	Calcaires du Crétacé inférieur du chaînon de Belhonnay- Manpaur	620200100	3	2	5	5	4	4096B	Chaînon calcaire du secondaire de Belhonnay- Manpaur	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096A10	Flyschs Crétacés du chaînon de Sourrouque	620200200	3	2	6	2	4	4096A	Chaînon calcaire du secondaire de Sourrouque	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096H01	Calcaires à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du chaînon de Sourrouque	620200300	3	2	5	5	4	4096H	Chaînon calcaire du secondaire de Sourrouque	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096H02	Calcaires à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du chaînon de Sourrouque	620200400	3	2	5	5	4	4096H	Chaînon calcaire du secondaire de Sourrouque	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
4096H03	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur du chaînon de Sourrouque	620200500	3	X	7	1	4	4096H	Chaînon calcaire du secondaire de Sourrouque	3	402	Chaînon calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne –Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

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
402A01	Calcaires et dolomies du Jurassique moyen et supérieur du chignon de Sourroque	62080400	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de sourroque	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A05	Argiles et marnes du Trias et du Jurassique inférieur du chignon de Sourroque	62080500	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de sourroque	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A06	Argiles et dolomies du chignon des Baronnies	62080600	3	2	5	2	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A07	Argiles à gâlets du chignon des Baronnies est	62080700	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A02	Argiles et marnes du chignon des Baronnies est	62080200	3	2	6	2	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A03	Calcaires à fines Urgonien du Cénac inférieur du chignon des Baronnies est	62080300	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A04	Calcaires et calcaires argileux du Cénac inférieur du chignon des Baronnies est	62080400	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A05	Calcaires et dolomies du Jurassique moyen et supérieur du chignon des Baronnies est	62080500	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A06	Calcaires et dolomies du Jurassique inférieur du chignon des Baronnies est	62080600	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A07	Calcaires et dolomies du Jurassique inférieur du chignon des Baronnies est	62080700	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A08	Argiles et marnes baroliées du Trias du chignon des Baronnies est	62080800	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A09	Calcaires, dolomies et conglomérats du Trias moyen et inférieur du chignon des Baronnies est	62080900	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A10	Calcaires, grès et argiles du Cénac inférieur du chignon des Baronnies	62091000	3	2	6	2	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A11	Calcaires à fines Urgonien du Cénac inférieur du chignon des Baronnies	62100100	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A02	Calcaires et calcaires argileux du Cénac inférieur du chignon des Baronnies ouest	62100200	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A03	Calcaires et dolomies du Jurassique moyen et supérieur du chignon des Baronnies ouest	62100300	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A04	Calcaires et dolomies du Jurassique inférieur du chignon des Baronnies ouest	62100400	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A05	Calcaires et dolomies du Jurassique inférieur du chignon des Baronnies ouest	62100500	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A06	Calcaires et dolomies du Jurassique inférieur du chignon des Baronnies ouest	62100600	3	X	7	1	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A07	Calcaires, dolomies et conglomérats du Trias moyen et inférieur du chignon des Baronnies ouest	62100700	3	2	5	5	4	402AH	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A01	Argiles à gâlets du Pliocène et du Lammezean des chignons des Petites Pyrénées est	62120100	3	X	7	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A02	Molasses continentales Miocènes (Helvètes à Aquitain) des chignons des Petites Pyrénées est	62120200	3	2	6	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A03	Molasses continentales Oligocènes des chignons des Petites Pyrénées est	62120300	3	2	6	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A04	Molasses Eocènes des chignons des Petites Pyrénées est	62120400	3	2	6	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A05	Sables, grès et calcaires gréseux de l'éocène inférieur basal des chignons des Petites Pyrénées est	62120500	3	2	5	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A06	Calcaires, grès et marnes du Paléocène des chignons des Petites Pyrénées est	62120600	3	2	6	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A07	Marres, calcaires et grès du Gré broc supérieur des chignons des Petites Pyrénées est	62120700	3	2	6	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A08	Argiles, écafortes et marnes du Trias supérieur des chignons des Petites Pyrénées est	62120800	3	X	7	1	4	402AL	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A01	Argiles à gâlets du Pliocène et du Lammezean des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130100	3	X	7	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A02	Molasses continentales Miocènes (Helvètes à Aquitain) des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130200	3	2	6	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A03	Molasses continentales Oligocènes des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130300	3	2	6	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A04	Molasses Eocènes des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130400	3	2	6	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A05	Sables, grès et calcaires gréseux de l'éocène inférieur basal des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130500	3	2	5	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2
402A06	Calcaires, grès et marnes du Paléocène des chignons des Petites Pyrénées ouest	62130600	3	2	6	1	4	402AM	Chignons calcaire et du secondaire de la crête pyrénéenne	3	402	Chignons calcaires du secondaire de la crête pyrénéenne	2

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

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	NI_RHF_NATURE
402A07	Marnes, calcaires et grès du Crétacé supérieur des chaînons des Petites Pyrénées ouest	62130700	3	2	6	1	4	402A01	Chaînon calcaire du secondaire des petites pyrénées ouest	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A08	Argiles, argoillites et marnes du Trias supérieur des chaînons des Petites Pyrénées ouest	62130800	3	X	7	1	4	402A01	Chaînon calcaire du secondaire des petites pyrénées ouest	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Fossils Crétacés du nord Arize	62120400	3	2	6	2	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires à faibles Urgonien du Crétacé inférieur du nord Arize	62120200	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur du nord Arize	62120300	3	X	7	1	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires et dolomites du Jurassique moyen et supérieur du nord Arize	62120400	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Argiles et marnes barroilles gypsifères du Trias supérieur du nord Arize	62120500	3	X	7	1	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires, dolomites et conglomérats du Trias moyen et inférieur du nord Arize	62120600	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du nord Arize	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires et marnes du Crétacé inférieur du Pays de saut dans le bassin Adour-Garonne	62180100	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires et dolomites du Jurassique moyen et supérieur du Pays de saut dans le bassin Adour-Garonne	62180200	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Argiles barroilles gypsifères du Trias et du Jurassique inférieur du Pays de saut dans le bassin Adour-Garonne	62180300	3	X	7	1	2	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Calcaires du Devonien moyen et supérieur du Pays de saut dans le bassin Adour-Garonne	62180400	3	2	5	5	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A11	Calcaires crétaqués du Pays de saut dans le bassin Rhône-Méditerranée	63100910	3	2	5	3	2	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A12	Calcaires et marnes mésozoïques du Pays de saut dans le bassin Rhône-Méditerranée	63100920	3	2	5	3	2	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Schistes et calcaires du Devonien et du Silurien au sud du Pays de saut	63100930	3	2	4	4	4	402A02	Chaînon calcaire du secondaire du Pays de saut	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Molasses Eocènes des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130100	3	2	6	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires, Grès et marnes de l'éocène inférieur des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130200	3	2	5	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires, Grès et marnes du Paléocène des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130300	3	2	6	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Marnes, calcaires lacustres, argiles du Crétacé supérieur des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130400	3	X	7	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires à faibles Urgonien du Crétacé inférieur des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130500	3	2	5	5	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130600	3	X	7	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires et dolomites du Jurassique des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130700	3	2	5	5	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Marnes gypsifères du Trias supérieur des chaînons du Plantaurel et du Pech de Foix	62130800	3	X	7	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire du Plantaurel et du Pech de Foix	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires du Crétacé inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62130100	3	2	5	5	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Fossils et marnes du Crétacé inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62120700	3	2	6	2	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur des chaînons de Durban - Beharram	62210300	3	2	5	5	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Marnes du Trias et du Jurassique inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62210400	3	X	7	1	4	402A05	Chaînon calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Chaînon calcaire du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Grès et calcaires (faibles collines) du Carbonifère du massif de Bellongue	63030100	3	X	7	1	4	404A01	Massif de Bellongue	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Paléozoïques, argiles et sables du Devonien moyen et supérieur du massif de Bellongue	63030200	3	2	5	5	4	404A01	Massif de Bellongue	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Calcaires du Devonien moyen et supérieur du massif de Bellongue	63030300	3	2	6	2	4	404A01	Massif de Bellongue	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Fossils Crétacés du massif de Behême-Castillon-Héran	63040100	3	2	6	2	4	404A02	Massif de Behême-Castillon-Héran	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Schistes, argiles, sables et sables du Devonien moyen au Cambroréolien du massif de Behême-Castillon-Héran	63040200	3	2	6	2	4	404A02	Massif de Behême-Castillon-Héran	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Grès et argiles du Permien et du Carbonifère	63040300	3	2	5	2	4	404A02	Massif de Behême-Castillon-Héran	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Séries et formations de Bechme et Héran	63040400	3	2	5	2	4	404A02	Massif de Bechme-Castillon-Héran	4	404	Massif de la chaîne pyrénéenne	2

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne –Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MLIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	N1_RHF_NATURE
40A401	Filices Cretacs du massif de Saint-Barthélémy	63093030	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A402	Pâtes, grès et calcaires (Vade coum) du Carbonifère du massif de saint Barthélémy	63093020	3	X	7	1	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A403	Pâtes, grès et calcaires (Vade coum) du Carbonifère du massif de l'Azire	63093030	3	X	7	1	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A404	Calcaires du Devonien moyen et supérieur du massif de Saint-Barthélémy	63093050	3	2	5	5	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A405	Schistes, pâtes, siltres et empelles du Devonien moyen au Carbonifère du massif de Saint-Barthélémy	63093060	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A406	Ordovicien du massif de Saint-Barthélémy	63093060	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A407	Schistes, pâtes, siltres et empelles du Devonien moyen au Carbonifère	63093070	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A408	Ordovicien du massif de l'Azire	63093080	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A409	Schistes, pâtes, siltres et empelles du Devonien moyen au Carbonifère	63093090	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Brassac-Garroul-la-Ayze-Trois Seigneurs Saint Barthélémy	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A410	Ordovicien du massif de Bralouse	63093100	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Bralouse	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A411	Calcaires du Devonien moyen et supérieur des massifs de Bielle, Peyragnand, Aston	63100200	3	2	5	5	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A412	Calcaires du Devonien moyen et supérieur du massif de Hospitale	63100300	3	2	6	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A413	Schistes, calcaires et amonelles du Devonien moyen au Carbonifère des massifs de Bielle, Peyragnand, Aston, Mérens et Querigut	63100400	3	2	6	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A414	Schistes, pâtes, siltres et empelles du Devonien moyen au Carbonifère	63100400	3	2	6	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A415	Grantobdes d'Als-les-Thermes	63100500	3	2	5	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A416	Complexe anarctique des massifs de l'Azire, du Saint-Barthélémy, et des Trois Seigneurs	63100700	3	2	5	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A417	Trois Seigneurs	63100800	3	2	5	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A418	Genies de Hospitale-Mil-Ménut	63100900	3	2	5	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A419	Ordovicien du massif de Cambrion	63101000	3	2	6	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A420	Genies de Bielle, Peyragnand, Aston et de Mérens	63101000	3	2	6	2	4	40A4	Grantobdes de Hospitale-Eaton	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A421	Micaschistes du Carbonifère-Ordovicien du massif de Lis-Cailhars	63102100	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Lis-Cailhars-Ferdigère-Dome de la Garonne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A422	Micaschistes du Carbonifère-Ordovicien du Dome de la Garonne	63102100	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Lis-Cailhars-Ferdigère-Dome de la Garonne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A423	Grantobdes de Trames-Aygues et d'Argelès	63102300	3	2	5	2	4	40A4	Massif de Lis-Cailhars-Ferdigère-Dome de la Garonne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A424	Grantobdes de Lis-Cailhars, de Gourje Blanc, et de Pardigère	63104000	3	X	7	1	4	40A4	Massif de Milhas	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A425	Agiles à gales du Pliocène et du Larmenhan	63130200	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Milhas	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A426	Complexe anarctique du massif de Milhas	63130200	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Milhas	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A427	Schistes et micaschistes du massif de Milhas	63130300	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Milhas	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A428	Schistes et gales du Pliocène et du Larmenhan du massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	63130400	3	X	7	1	4	40A4	Massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A429	Agiles à gales du Pliocène et du Larmenhan du massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	63130400	3	X	7	1	4	40A4	Massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A430	Micaschistes du massif de Bagneres de Bigorre	63130500	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A431	Micaschistes du massif de Bagneres de Bigorre	63130500	3	2	6	2	4	40A4	Massif de Montgillard et Bagneres de Bigorre	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A432	Grantobdes de Querigut	63200100	3	2	5	2	4	40A4	Massif de l'Azire et du Querigut	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A433	Grantobdes du massif de Neouville	63200100	3	2	5	2	4	40A4	Massif de Neouville	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A434	Filices du Carbonifère de la haute chaîne	63210100	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A435	Calcaires, calcaires gréseux et grès (calcaires des Camyons) du Carbonifère	63210300	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A436	Échelle inférieure du massif de la haute chaîne	63210500	3	X	7	1	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A437	Formations imperméables du secondaire de la haute chaîne	63210500	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A438	Schistes du Paléozoïque supérieur de la haute chaîne	63210700	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A439	Calcaires du Paléozoïque supérieur	63210700	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne
40A440	Schistes du Paléozoïque inférieur de la haute chaîne	63210800	3	2	6	2	4	40A4	Massif pyrénéen central	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne	4	404	Massifs de la chaîne pyrénéenne

Annexe 4 Lexique de caractérisation des entités et des limites

. Caractérisation des entités

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

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

Notation Theme	Code	Libellé	Définition
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 - géochimie – hydraulique. La constitution des systèmes est issue de la connaissance à un instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de second niveau.
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 - géochimie – 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 3ème niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).

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.

Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA– Bassin Adour-Garonne Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

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 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Midi-Pyrénées
3, rue Marie Curie
BP 49
31527 Ramonville Saint Agne Cedex - France
Tél. : 05 62 24 14 50