

Document public

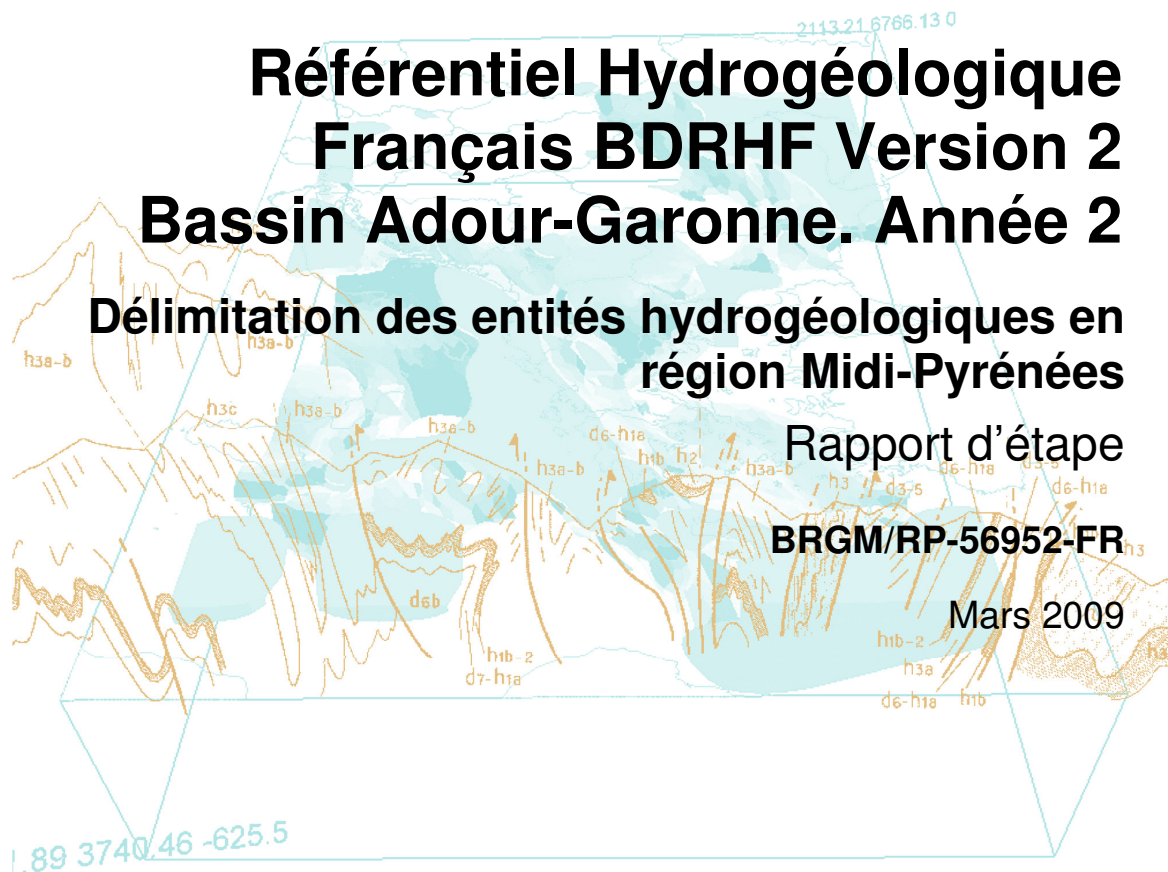


# Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF Version 2 Bassin Adour-Garonne. Année 2

## Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées

Rapport d'étape  
**BRGM/RP-56952-FR**

Mars 2009





Document public

# Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF Version 2 Bassin Adour-Garonne. Année 2

## Délimitation des entités hydrogéologiques en région Midi-Pyrénées.

Rapport d'étape

**BRGM/RP-56952-FR**  
Mars 2009

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de service public du BRGM 07EAU102

**M. Saplaïroles, S. Ollagnier**  
avec la collaboration de  
**M. Bardeau, F. Marty, S. Pinson et V. Mardhel**

**Vérificateur**

Original signé par : J.J. Seguin

**Approbateur**

Original signé par : Ph. Roubichou

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



**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.** (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

## Synthèse

La deuxième version du Référentiel Hydrogéologique Français nommée BDRHF-V2 (*Base de Données du Référentiel Hydrogéologique Français – Version 2*) est en cours de réalisation. La construction du référentiel (délimitation et caractérisation des entités, intégration dans un SIG) s'étend progressivement à l'ensemble du territoire et des DOM, avec un aboutissement envisagé fin 2009.

Il s'agit d'un projet de 4 ans (2006-2009), confié au BRGM en 2006 par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT). L'opération bénéficie d'un soutien financier des Agences de l'Eau, du MEEDDAT (2006 et 2007) et de l'ONEMA (2008-2009).

Le présent rapport rend compte de la poursuite du programme de construction du Référentiel Hydrogéologique Français (BDRHF-V2) dans la région Midi-Pyrénées (année 2 du programme). Le travail a porté sur l'identification (aux 3 niveaux de détail du référentiel, national, régional et local) des éléments suivants :

- les entités hydrogéologiques sous-jacentes au Paléocène dans le secteur de l'année 1,
- les 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,
- les 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 la phase d'identification et d'élaboration du 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 sur-couche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2,
- **1 sur-couche des buttes témoins**, identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2.

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

...

## Sommaire

<b>Synthèse .....</b>	<b>3</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Méthodologie de découpage des entités.....</b>	<b>13</b>
2.1. TERMINOLOGIE.....	13
2.1.1. Définition des thèmes.....	13
2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques .....	13
2.1.3. Les niveaux d'identification.....	14
2.2. MÉTHODOLOGIE .....	15
2.2.1. Principe de base du découpage .....	15
2.2.2. Démarche générale.....	15
• Identification et cadrage hydrogéologique général .....	15
• Elaboration d'un tableau multi-échelles (TME) .....	16
• Individualisation de l'alluvial .....	16
2.2.3. Vérification de la topologie .....	17
<b>3. Mise en œuvre du découpage des entités en région Midi-Pyrénées .....</b>	<b>19</b>
3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE.....	19
3.2. DÉMARCHE.....	19
3.2.1. Formations sédimentaires .....	19
3.2.2. Formations karstiques .....	21
3.2.3. Formations du socle .....	21
3.3. ÉLABORATION DES TABLEAUX MULTI-ECHELLES .....	23
3.3.1. Poursuite de l'élaboration du tableau multi-échelle correspondant aux formations sédimentaires .....	23
3.3.2. Tableau multi-échelle des formations de socle et volcaniques .....	23
3.4. FORMATIONS SUPERFICIELLES.....	24
3.4.1. Les surcouches .....	24
3.4.2. Sur-couche des alluvions .....	24
3.4.3. Sur-couche des "formations témoins" .....	25

3.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE .....	27
3.5.1. Formations du Primaire (Carbonifère et Permien) .....	27
3.5.2. Formations du Trias.....	28
3.5.3. Formations du Jurassique .....	29
3.5.4. Formations du Crétacé .....	35
3.5.5. Formations tertiaires.....	37
3.5.6. Formations superficielles du Quaternaire et du Tertiaire.....	45
3.6. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONES DE SOCLE.....	47
3.7. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS EN ZONE VOLCANIQUE.....	48
3.8. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET TRAITEMENTS PAR LE MODÈLE DE GESTION .....	49
3.8.1. Traitements topologiques .....	49
3.8.2. Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture .....	49
3.8.3. Identification et cartographie des entités au niveau régional (NV2) et national (NV1) .....	50
3.9. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES .....	50
3.9.1. Caractérisation des entités .....	50
3.9.2. Caractérisation des limites.....	51
<b>4. Résultats: géodatabase et fiches descriptives .....</b>	<b>53</b>
4.1. GEODATABASE .....	53
4.1.1. Table des polygones relatifs .....	54
4.1.2. Table des limites .....	57
4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS .....	58
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>61</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>63</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1- Progression du référentiel sur le territoire métropolitain .....	10
Illustration 2 – Secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009 .....	12
Illustration 3 – Différentes natures d'entités hydrogéologiques .....	13
Illustration 4 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture .....	16
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités .....	18
Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage .....	18
Illustration 7 – Tableau de correspondance entre les formations des cartes géologiques et les entités de la BDRHF V2 .....	20
Illustration 9 – Représentation de la sur-couche des "formations témoins" .....	27
Illustration 10 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations primaires.....	28
Illustration 11 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations du Trias.....	29
Illustration 12 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Lias.....	31
Illustration 13 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Jurassique moyen et supérieur .....	32
Illustration 14 – Représentation des entités NV3 du Jurassique moyen et supérieur dans les Causses du Quercy à partir des données de traçages .....	32
Illustration 15 – Tableau de correspondance entre entités karstiques du Jurassique délimitées en Midi-Pyrénées et entités délimitées en Aquitaine.....	33
Illustration 16 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tithonien .....	34
Illustration 17– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé inférieur.....	36
Illustration 18 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé supérieur.....	37
Illustration 19 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tertiaire marin .....	39
Illustration 20 – Représentation du découpage au niveau NV3 de la formation aquifère des Sables infra-molassiques et des entités correspondant à ses parties affleurantes.....	40
Illustration 21– Schéma de l'agencement des séries tertiaires marines et continentales .....	41
Illustration 22 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations molassiques tertiaires .....	44
Illustration 23 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations alluviales et morainiques quaternaires et tertiaires.....	46

Illustration 24 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations de socle.....	48
Illustration 25 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations volcaniques.....	49
Illustration 26 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3.....	50
Illustration 27- Nature des contacts entre entités et exemple de limites hydrogéologiques associées .....	52
Illustration 28 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcView .....	53
Illustration 29 – Table des polygones constituant les entités .....	54
Illustration 30 – Exemple de sélection: entités d'ordre 1 au niveau 2 .....	55
Illustration 31– Exemple de jointure (table "Sélection_NV3" avec "BDRHF_Tableau_synthétique".....	56
Illustration 32- Table des limites .....	57
Illustration 33 – Table des natures de contacts entre entités.....	57
Illustration 34 – Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2 (H33A) .....	59

## Liste des annexes

Annexe 1 - Brefs rappels de l'histoire géologique du bassin aquitain.....	65
Annexe 2 - Tableau des cartes géologiques de la région Midi-Pyrénées.....	71
Annexe 3 - Lexique de caractérisation des entités d'après le guide méthodologique .....	75
Annexe 4 - Le modèle de gestion du référentiel et la géodatabase des entités .....	79
Annexe 5 - Tableau Multi-Echelles.....	107
Annexe 6 - Fiches descriptives des entités de niveau2 .....	111

# 1. Introduction

La deuxième version du Référentiel Hydrogéologique Français nommée BDRHF-V2 (*Base de Données du Référentiel Hydrogéologique Français – Version 2*) est en cours de réalisation. La construction du référentiel (délimitation et caractérisation des entités, intégration dans un SIG) s'étend progressivement à l'ensemble du territoire et des DOM, avec un aboutissement envisagé fin 2009 (cf. Illustration 1).

Il s'agit d'un projet de 4 ans (2006-2009), confié au BRGM en 2006 par le Ministère de l'Ecologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT). L'opération bénéficie d'u soutien financier des Agences de l'Eau, du MEEDDAT (2006 et 2007) et de l'ONEMA (2008-2009).

La construction du référentiel s'appuie sur un premier travail de type méthodologique, mené sur la période 2001-2003, dont les actions ont permis<sup>1</sup>:

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

Cette deuxième version du référentiel hydrogéologique doit remédier à certaines insuffisances de la version 1, en particulier :

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

Elle doit tenir compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques. L'harmonisation des cartes géologiques au 1/50 000 sera bientôt achevée sur tout le territoire et la délimitation des entités hydrogéologiques pourra ainsi être affinée.

---

<sup>1</sup> Références bibliographiques :

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

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

Sandre - Description des données sur le référentiel hydrogéologique

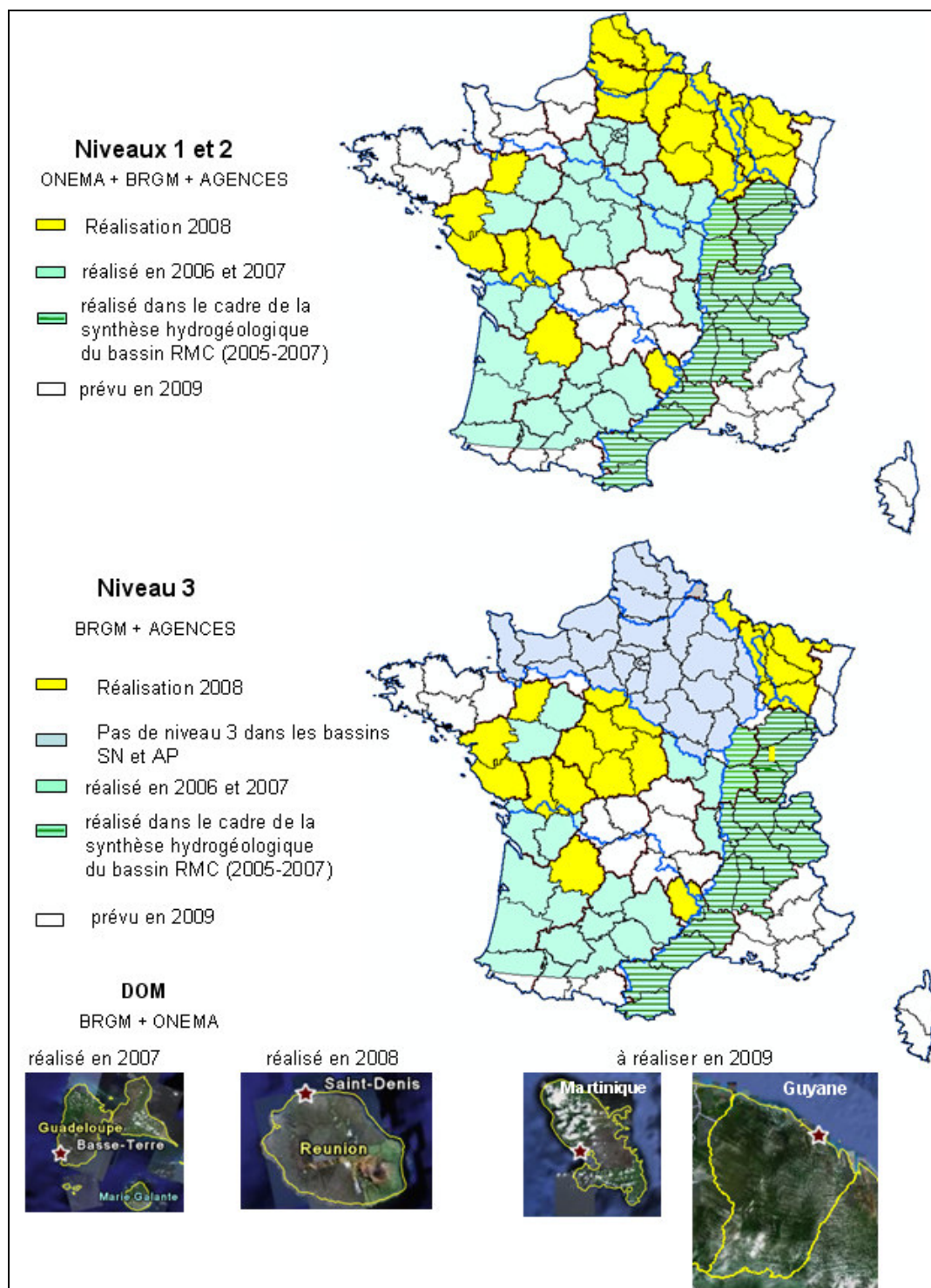


Illustration 1- Progression du référentiel sur le territoire métropolitain

Cette nouvelle version prévoit un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à 3 niveaux de détail (national, régional et local) suivant des règles élaborées dans le cadre d'une méthodologie nationale.

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

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

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

### Bassin 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 document rend compte de la poursuite du programme en région Midi-Pyrénées, les objectifs étant :

- la délimitation des 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 (chapitre 3) et à la base de données des entités (chapitre 4).

L'illustration 2 présente les différents secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009.

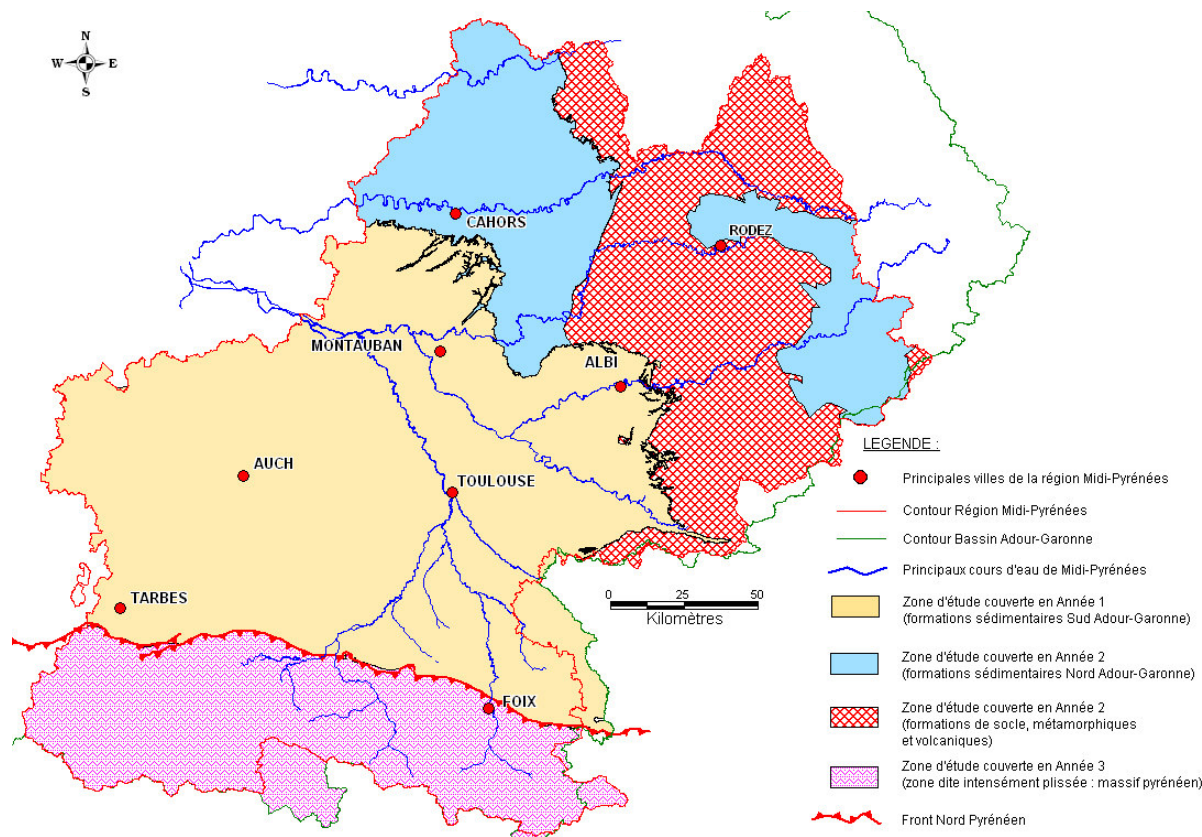


Illustration 2 – Secteurs d'étude traités en Midi-Pyrénées entre 2006 et 2009

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 les équipes de 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 entre le BRGM et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

## 2. Méthodologie de découpage des entités

### 2.1. TERMINOLOGIE

Ce chapitre rappelle les définitions et/ou les points importants de la méthodologie nationale concernant les types d'entités hydrogéologiques considérés dans cette étude.

#### 2.1.1. Définition des thèmes

Le référentiel hydrogéologique est construit sur la base d'une subdivision du territoire en entités hydrogéologiques définies et découpées selon cinq thèmes principaux :

- **Thème Alluvial** : ensemble des dépôts de plaine alluviale accompagné des terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau,
- **Thème Sédimentaire** : ensemble des formations peu ou pas déformées, non métamorphisées des bassins sédimentaires,
- **Thème Socle** : formations magmatiques et métamorphiques,
- **Thème Volcanisme** : volcanisme tertiaire et quaternaire ayant conservé une géométrie, une morphologie et/ou une structure volcanique identifiable,
- **Thème Intensément plissé** : ensemble de formations géologiques récemment plissées appartenant aux massifs montagneux alpins, pyrénéens, languedociens et jurassiens.

Le présent projet concerne en Midi-Pyrénées les thèmes alluviaux, sédimentaires, de socle et de volcanisme dans une moindre mesure.

#### 2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques

Une entité hydrogéologique est une partie de l'espace géologique délimitée en fonction de ses potentialités aquifères. Suivant l'échelle d'identification de l'entité (niveau national, régional ou local) et selon que l'entité est aquifère ou peu aquifère, le guide méthodologique établit la classification suivante (cf. Illustration 3).

	<b>Aquifère</b>		<b>Peu aquifère</b>
<b>Niveau National (NV1)</b>	Grand système aquifère		Grand domaine hydrogéologique
<b>Niveau Régional (NV2)</b>	Système aquifère		Domaine hydrogéologique
<b>Niveau Local (NV3)</b>	Unité aquifère	Unité semi-perméable	Unité imperméable

*Illustration 3 – Différentes natures d'entités hydrogéologiques*

- **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 lithostratigraphiques et/ou structurales.

- **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 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 : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

- **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 : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

- **L'unité aquifère**

L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrice pour permettre la circulation d'eaux souterraines. Il s'agit alors d'une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée supérieure à  $10^{-6}$  m/s et contenant des ressources en eau suffisante pour être exploitées.

- **L'unité semi-perméable**

Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau local présentant une perméabilité moyenne réputée comprise entre  $10^{-9}$  m/s et  $10^{-6}$  m/s et/ou contenant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées.

- **L'unité imperméable**

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

### 2.1.3. Les niveaux d'identification

Trois niveaux d'identification des objets hydrogéologiques ont été retenus dans cette nouvelle version du référentiel. Ils correspondent à des échelles de visualisation cartographiques différentes :

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques (systèmes et domaines). Il met en évidence leur distribution spatiale et leur 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 l'échelle à 1/500 000 et à 1/1 000 000,
- Le **niveau régional (NV2)** permet une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (système et domaine) à une échelle de l'ordre du 250 000<sup>ième</sup>. Il doit permettre une qualification des 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 50 000<sup>ième</sup>. Il identifie l'ensemble des entités connues, en s'appuyant sur les deux niveaux précédents et en les complétant, dans certaines zones, par l'identification des unités aquifères locales. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, modélisation, étude de vulnérabilité...).

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.

## **2.2. MÉTHODOLOGIE**

### **2.2.1. Principe de base du découpage**

Conformément au guide méthodologique, l'échelle de travail adoptée pour le découpage des entités est le 50 000<sup>ième</sup>, et ceci quel que soit le niveau d'identification (du local au national). Par conséquent, les contours des entités des niveaux 1 et 2 ont la même précision que ceux du niveau 3, à savoir le 50 000<sup>ième</sup> (précision des contours des formations géologiques des cartes géologiques au 50 000<sup>ième</sup>).

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. Il n'y a donc pas de simplification des contours (lissage) d'un niveau à un autre.

Les entités hydrogéologiques de chaque niveau d'identification sont représentées par un ou plusieurs polygones correspondant aux parties affleurantes et sous couvertures.

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

Le niveau structurant est en règle générale le niveau régional, toutefois la démarche de découpage reste largement itérative et un traitement parallèle des niveaux 2 et 3 permet d'optimiser le processus de découpage.

### **2.2.2. Démarche générale**

#### **• Identification et cadrage hydrogéologique général**

Le cadrage hydrogéologique consiste à identifier et à nommer les grandes entités hydrogéologiques de niveau national et régional dans le secteur d'étude.

Les tests de découpage réalisés en 2003 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel (Rapport BRGM RP-53127 – 2004) ont permis de dresser une première liste des entités à prendre en compte aux niveaux 1 et 2 et ainsi d'avoir une extension territoriale indicative.

### • Elaboration d'un tableau multi-échelles (TME)

Ce tableau récapitule tous les types d'entités existant dans la zone d'étude 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.

Dans la phase d'élaboration du TME, une correspondance est recherchée d'une part, entre les formations géologiques des cartes au 50 000<sup>ième</sup> (après harmonisation) et les formations géologiques mentionnées dans les logs de forage et d'autre part, entre ces formations géologiques ainsi mises en relation (cartes et logs) et les entités hydrogéologiques.

### • Individualisation de l'alluvial

Le référentiel hydrogéologique définit les formations alluviales comme l'ensemble des dépôts de plaine alluviale associés aux terrasses connectées hydrauliquement avec les cours d'eau.

La complexité cartographique des formations alluviales rend difficile les traitements topologiques, appliqués aux autres entités (multiplication des polygones et des "arcs" limites). Les alluvions sont donc intégrées dans le SIG dans une couche particulière désignée surcouche (cf. § 3.3). Elles sont extraites des cartes géologiques au 50 000<sup>ième</sup> et sont maintenues inchangées dans leurs contours quel que soit le niveau de détail (NV1, NV2, NV3).

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

Les terrasses alluvionnaires dites anciennes, peu aquifères et non connectées aux cours d'eau, ne sont pas prises en compte dans le thème alluvial. Elles font l'objet d'une identification particulière, intégrée comme entité sédimentaire à part entière.

### • Entités du sédimentaire

Dans le thème sédimentaire, une entité est constituée de la partie affleurante **et** de la partie sous couverture représentées chacune par un ou plusieurs polygones.

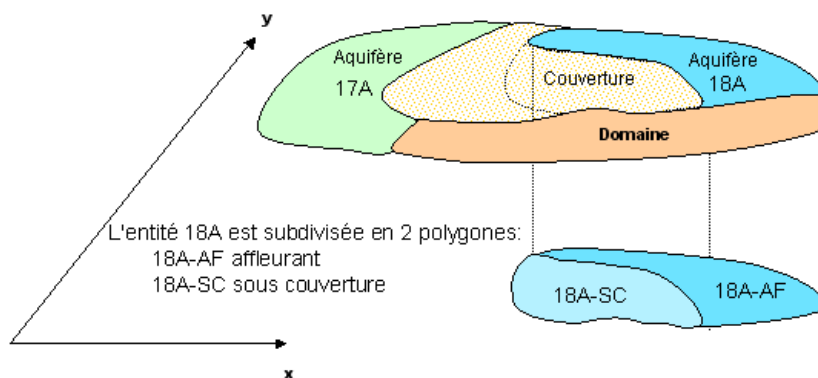


Illustration 4 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture

La séparation en entités différentes (partie affleurante et partie sous couverture) ne sera réalisée que si les conditions le justifient : différence marquée de fonctionnement ou de qualité chimique, surfaces affleurantes et sous couverture à peu près équivalentes.

Les limites entre systèmes aquifères sont les crêtes piézométriques (lorsqu'elles peuvent être définies) et non les cours d'eau (contrairement aux délimitations de la BDRHF-V1).

### Cas des formations karstiques

Le karst est rattaché au thème sédimentaire. Le guide méthodologique donne la définition suivante: *"un ensemble potentiellement karstique est un ensemble géologique dans lequel les couches carbonatées sont dominantes, où les écoulements superficiels sont rares en dehors des vallées principales (écoulements régionaux) et présentant, localement au moins, des formes karstiques (dépressions fermées, vallées sèches) ainsi que des sources à débit important au voisinage des vallées principales"*.

Le découpage effectué en Midi-Pyrénées est décrit au § 3.5.3.

### **2.2.3. Vérification de la topologie**

Lorsque toutes les entités sont découpées, il s'agit de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble. Cette vérification est assurée par le modèle de gestion du référentiel mis au point dans le cadre du projet. Ce modèle de gestion, développé sous ArcGIS, (version 9.2) est présenté en annexe 4.

Ce modèle permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif. Ce dernier est celui de la représentation des entités dans le SIG. Il correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale, potentiellement réalisable dans le référentiel (cf. Illustration 5).

L'ordonnancement absolu est repéré par un numéro d'ordre "absolu" affecté à chaque entité dans le tableau multi-échelle. Ce numéro est utilisé par le modèle de gestion pour passer à un ordre relatif.

Le modèle de gestion du référentiel permet de vérifier la cohérence 3D de l'assemblage des entités en mettant en évidence les anomalies de recouvrement. Il permet aussi d'éliminer automatiquement des artefacts de découpage.

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par l'illustration 6.

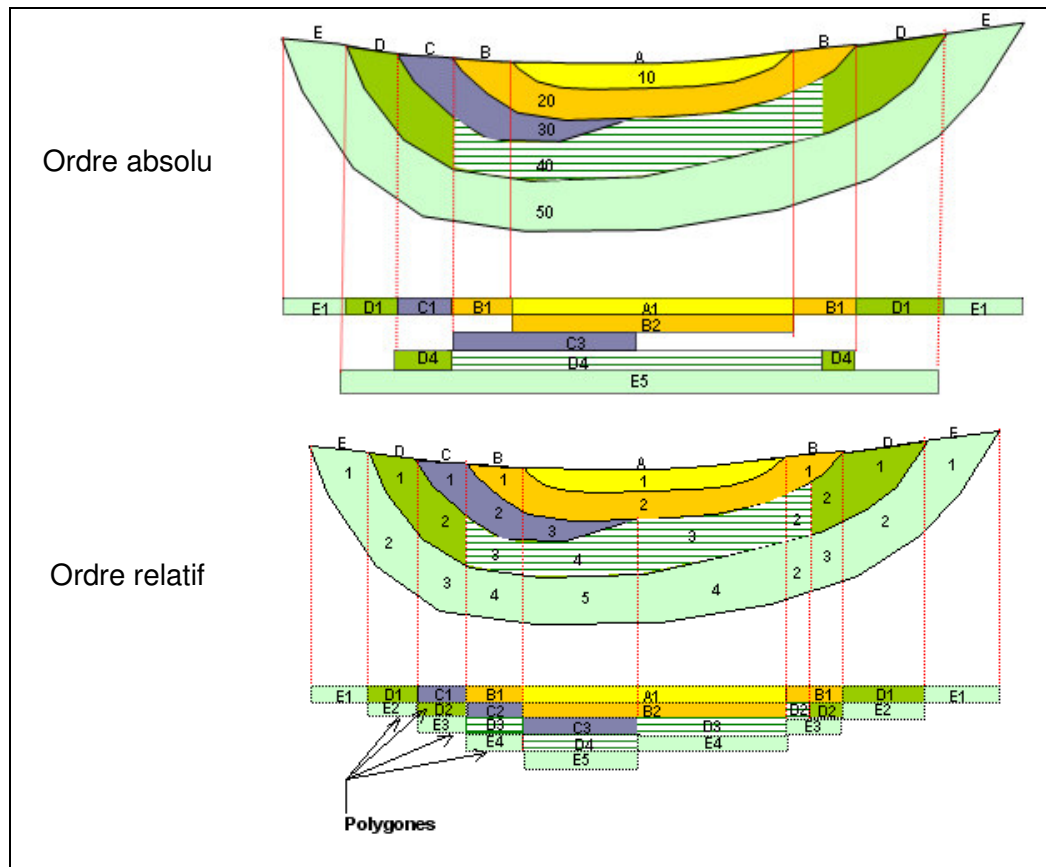


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

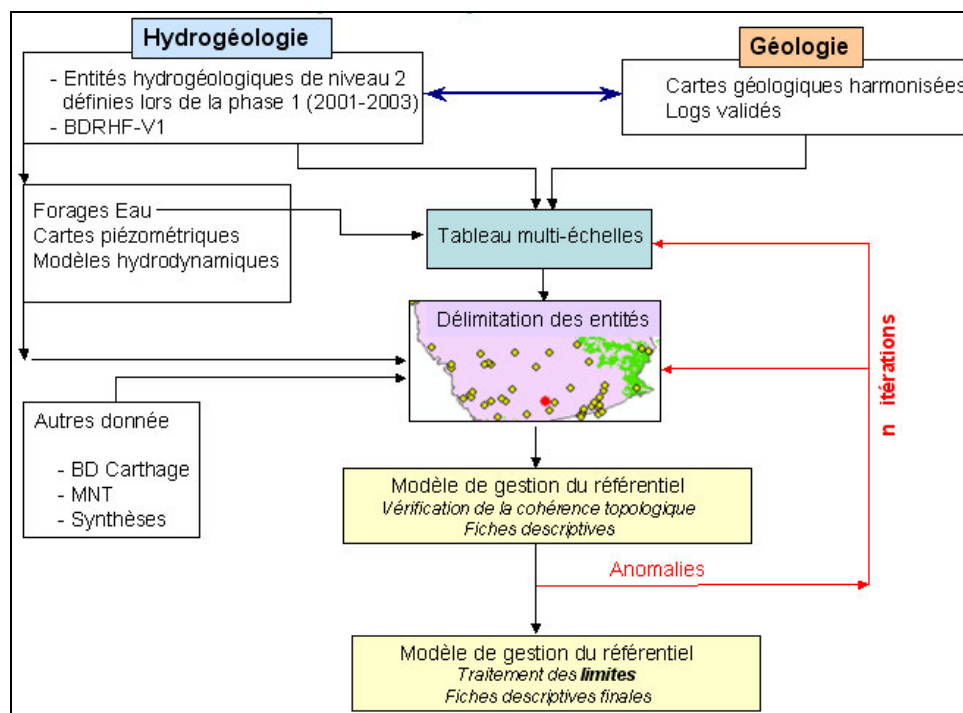


Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

## **3. Mise en œuvre du découpage des entités en région Midi-Pyrénées**

### **3.1. 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 (cf. tableau d'assemblage de l'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).

### **3.2. DÉMARCHE**

#### **3.2.1. 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 ensembles alluvionnaires, ces formations sont intégrées dans une surcouche.

Une correspondance entre les formations géologiques et les entités hydrogéologiques de niveau 3 a été recherchée à partir des cartes géologiques. L'illustration 7 fournit un exemple d'une telle mise en relation.

CARTE	NOTATION	DESCRIPTION	Code_Entité_BDRHF V2	Libellé_Entité_BDRHF V2
832 / 833	j9b	Portlandien supérieur (Formation de Cazals) : dolomicrites à laminations parallèles, calcaires micritiques en bancs, dolomies cristallines (>150 m)	H25A1	Unité aquifère des calcaires et dolomies du Tithonien - Nord Adour-Garonne
832 / 833	j9a	Portlandien inférieur (Formation de Peyrilles) : calcaires micritiques, en petits bancs, à joints ondulés (20 à 30 m)		
856	j9a-b	Portlandien indifférencié		
808 / 880	j9	Portlandien : calcaire clair micritique en plaquettes		

*Illustration 7 – Tableau de correspondance entre les formations des cartes géologiques et les entités de la BDRHF V2*

### Parties affleurantes des entités

Les contours vectorisés et/ou harmonisés des cartes géologiques à 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 = une table). En Midi-Pyrénées, le travail de découpage a été entrepris avec le logiciel MapInfo<sup>®</sup>, l'assemblage de toutes les entités étant quant à lui réalisé par le modèle de gestion du référentiel développé à partir du logiciel ArcGis<sup>®</sup>.

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 à 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 couvertures 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 également compte :

- 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.

### **3.2.2. 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 à 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).

### **3.2.3. 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 km<sup>2</sup>,
- 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 à 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 à 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 à 1/50 000 vectorisées pour le Tarn.

### 3.3. ÉLABORATION DES TABLEAUX MULTI-ECHELLES

#### 3.3.1. 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 à 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 5, 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 sur-couche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage,
- **1 sur-couche des "formations témoins"** (cf. §3.2.1) identique aux trois niveaux de découpage.

#### 3.3.2. 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 5, 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.

### 3.4. FORMATIONS SUPERFICIELLES

#### 3.4.1. 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 50 000<sup>ième</sup>) sont conservés aux trois niveaux de découpage.

**Une surcouche est rattachée à un "niveau 0" (NV0)** s'ajoutant 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", permettant ainsi 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.

#### 3.4.2. Sur-couche 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.

Tous les polygones résultant ont été assemblés puis découpés par l'emprise spatiale de la zone d'étude pour constituer la **surcouche des "alluvions récentes"**. Celle-ci a fait l'objet d'un important travail d'élimination des artefacts, générés à l'assemblage des polygones de cartes différentes (problèmes de raccords entre cartes géologiques vectorisées).

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

### **3.4.3. Sur-couche des "formations témoins"**

L'érosion des différents terrains sédimentaires génère dans certains cas la mise en place de formations témoins. Celles-ci 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 formations témoins ont été intégrées dans une surcouche. Un ensemble de formations témoins comprend plusieurs polygones d'entités géologiques différentes mais est identifié par un seul code.

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

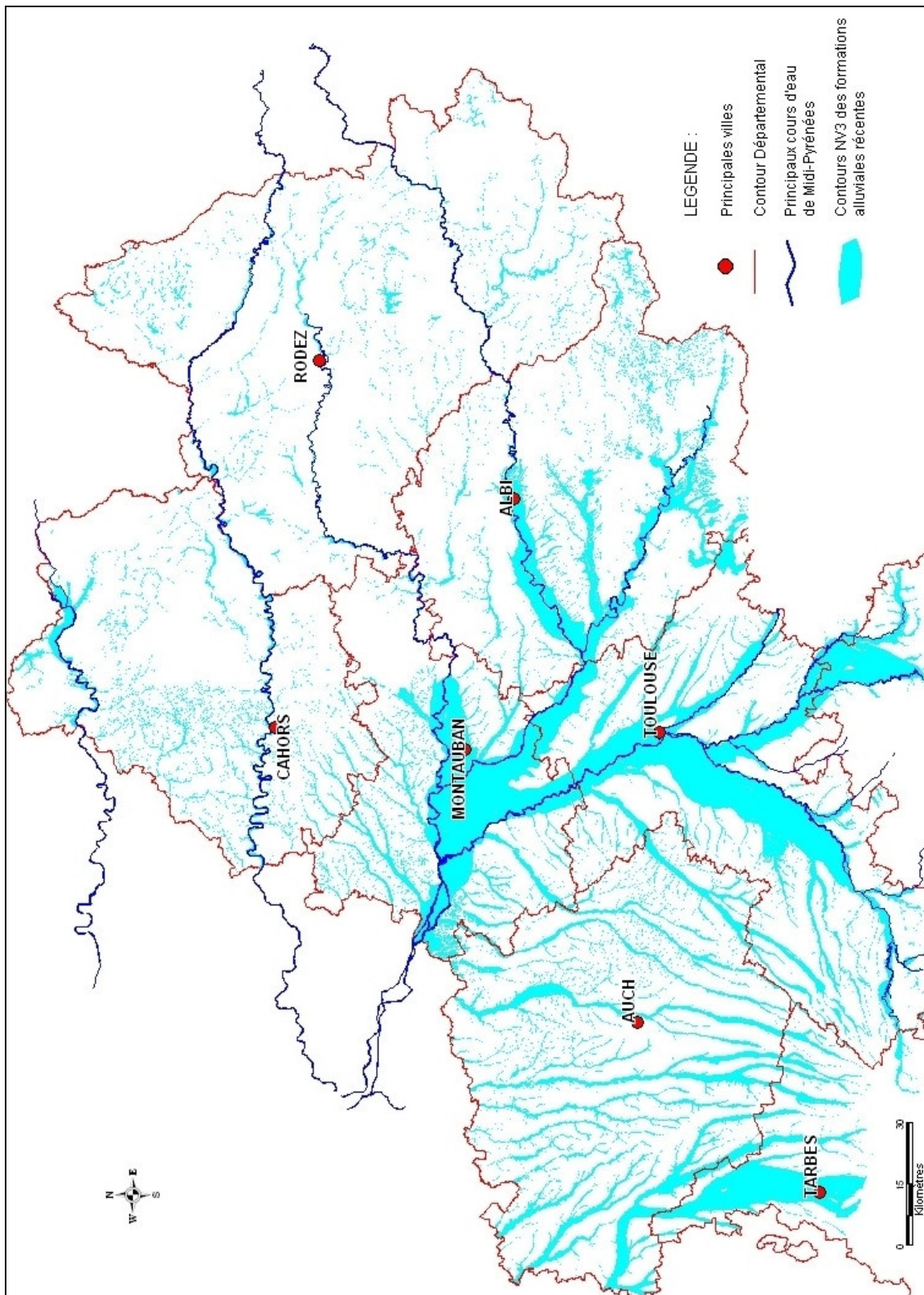


Illustration 8 – Représentation de la sur-couche des alluvions récentes de la zone d'étude

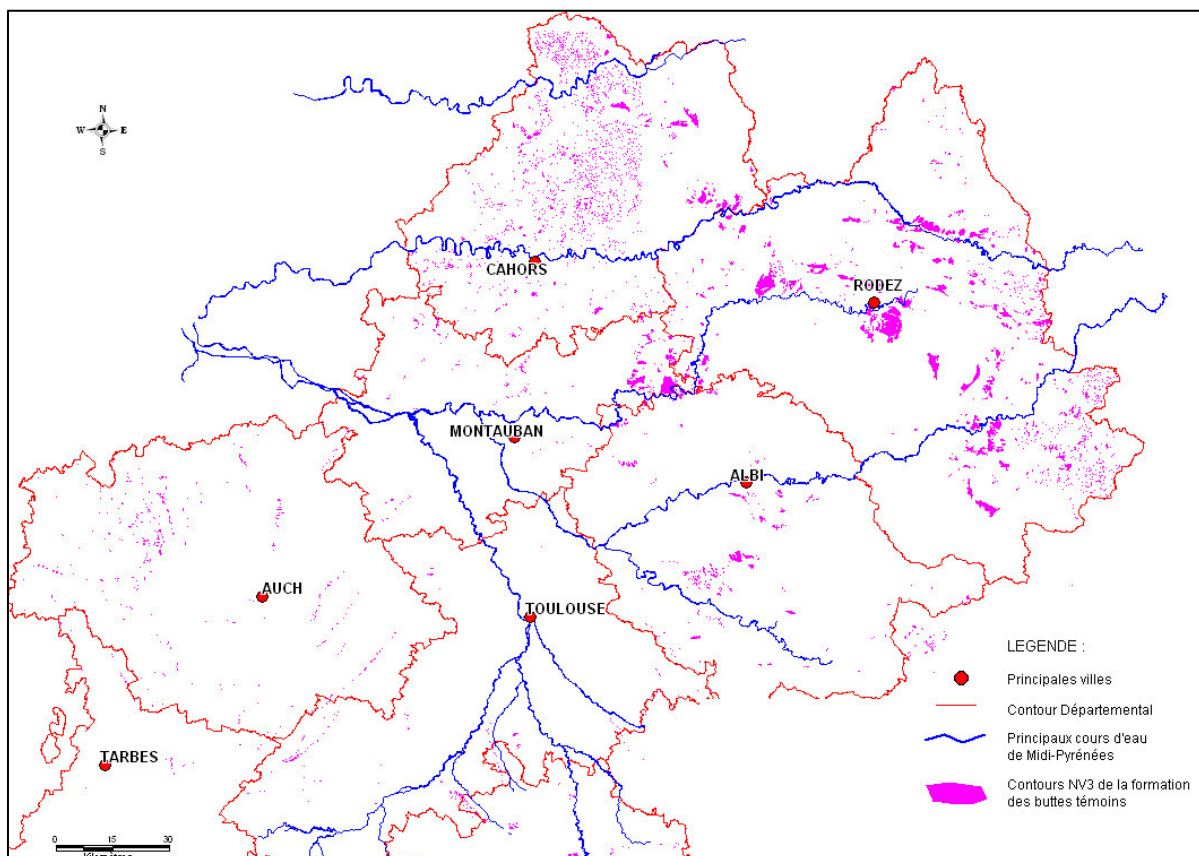


Illustration 9 – Représentation de la sur-couche des "formations témoins"

### 3.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU SÉDIMENTAIRE

#### 3.5.1. Formations du Primaire (Carbonifère et Permien)

Plus anciens dépôts sédimentaires représentés en Midi-Pyrénées, les formations développées au Stéphanien (Carbonifère) apparaissent à la faveur de bassins compartimentés par des failles ou enclavés au sein des terrains cristallins du sud du Massif Central.

Deux unités semi-perméables (**H33A1 et H33A2**) sont délimitées au niveau local. Elles sont constituées soit de grès et de conglomérats pour celle qui est située dans le Lot, près de Saint-Perdoux, soit de schistes gréseux et de conglomérats pour celle du bassin de Decazeville dans l'Aveyron (cf. Illustration 10). Leurs contours sont issus des cartes géologiques vectorisées à 1/50 000. Ces deux ensembles sont regroupés 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 (H32A2), où les formations permiennes sont à l'affleurement, le bassin de Rodez (H32A1), pour partie sous couverture, et les parties profondes captives (H32A3), 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, harmonisées à l'échelle de l'Aveyron.

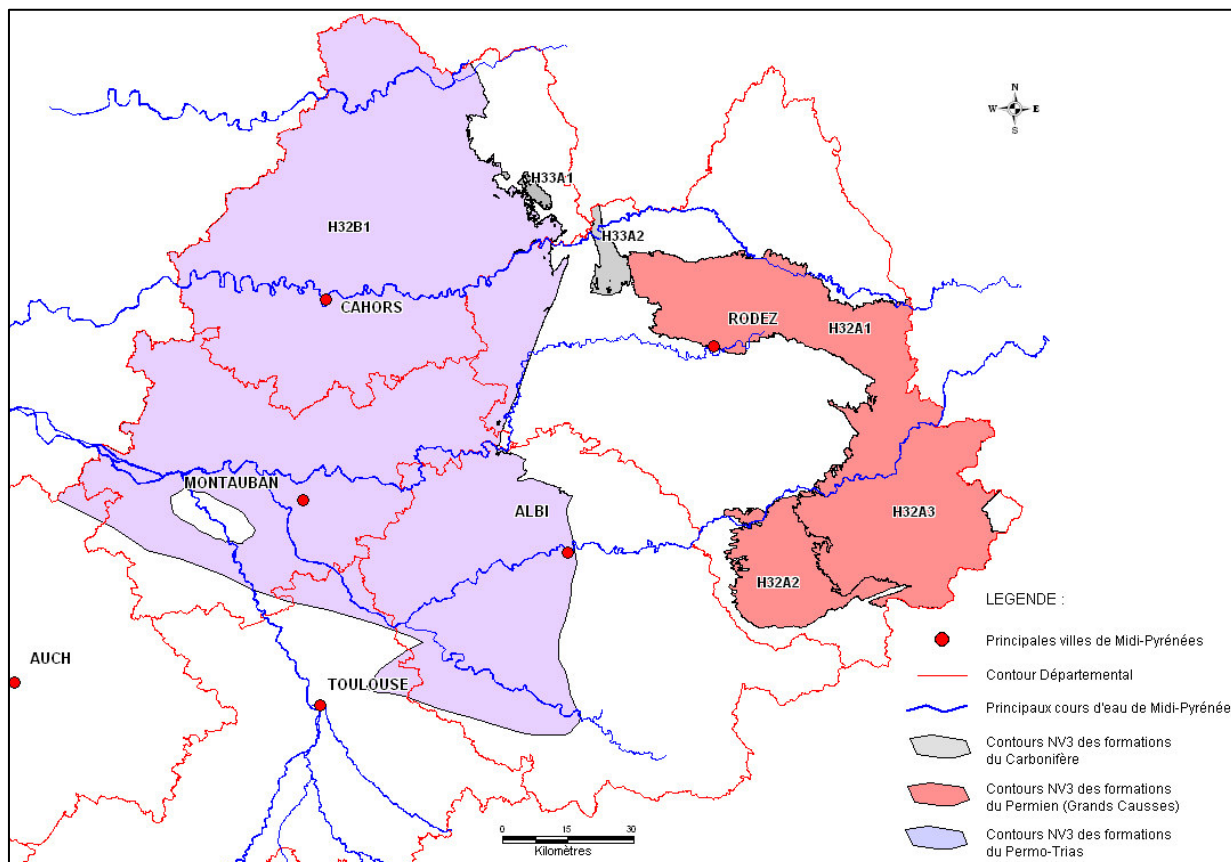


Illustration 10 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations primaires

### 3.5.2. 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 (bassin de Brive). 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 (**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 à 1/50 000 et des limites indiquées dans l'atlas de la "Géologie du bassin d'Aquitaine" (Réf. 4). Le découpage de niveau national regroupe cette entité permo-triasique avec le système aquifère du Permien délimité dans la région des Grands Causses (cf. Illustration 11).

Des dépôts relativement analogues (**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 50 000<sup>ème</sup> a été pris en compte pour les niveaux NV3 et NV2.

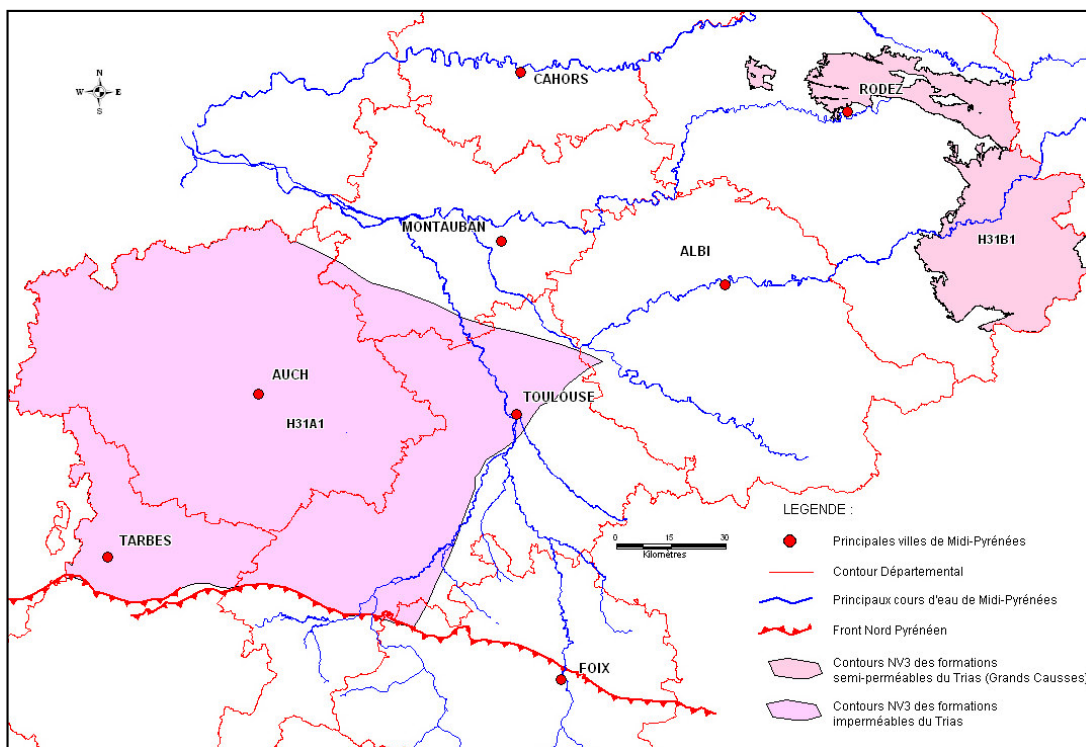


Illustration 11 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations du Trias

Les formations du Trias supérieur ou Keuper sont considérées comme un ensemble imperméable (**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 H31 (cf. Illustration 11).

### 3.5.3. 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'envoient 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.

### Formations jurassiques (hors Grands Causses)

#### ➤ **Entités H30**

En Adour-Garonne, les terrains aquifères jurassiques sont décrits comme un ensemble de type multi-couches délimités par des unités imperméables ou semi-perméables (épontes) déposées au cours du Trias (mur de l'entité H30), du Pliensbachien, du Toarcien, et du Kimméridgien.

La première entité aquifère correspond aux grès et calcaires de l'Hettangien – Sinémurien (**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 (**H30A2**) dont la partie supérieure contient un ensemble aquifère formé de calcaires (**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 (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 à 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 H30A (et aussi des entités H30B10 à H30B18 des Grands Causses, § 3.4.3.2) des formations du Lias.

#### ➤ **Entités H29 et H28**

Les marnes du Toarcien (**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 (cf. Illustration 13), trois niveaux aquifères ont été individualisés dans le Causse du Quercy (**H28A29**, **H28A27** et **H28A25**), séparés par les faciès argileux du Bathonien (formation de Cajarc, **H28A28**), par les marno-calcaires du Kimméridgien basal (**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 fait pour garder une cohérence dans le découpage inter-régional, sachant qu'un découpage plus fin d'unités karstiques sur la base de traçages a été réalisé parallèlement** (cf. Illustration 14 et tableau de l'illustration 15).

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 (H28A25, H28A27 et H28A29) délimités par les deux unités semi-perméables (H28A26 et H28A28) 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 à 1/50 000 et des limites d'extension définies pour ces couches dans le Modèle Nord Aquitain (MONA).

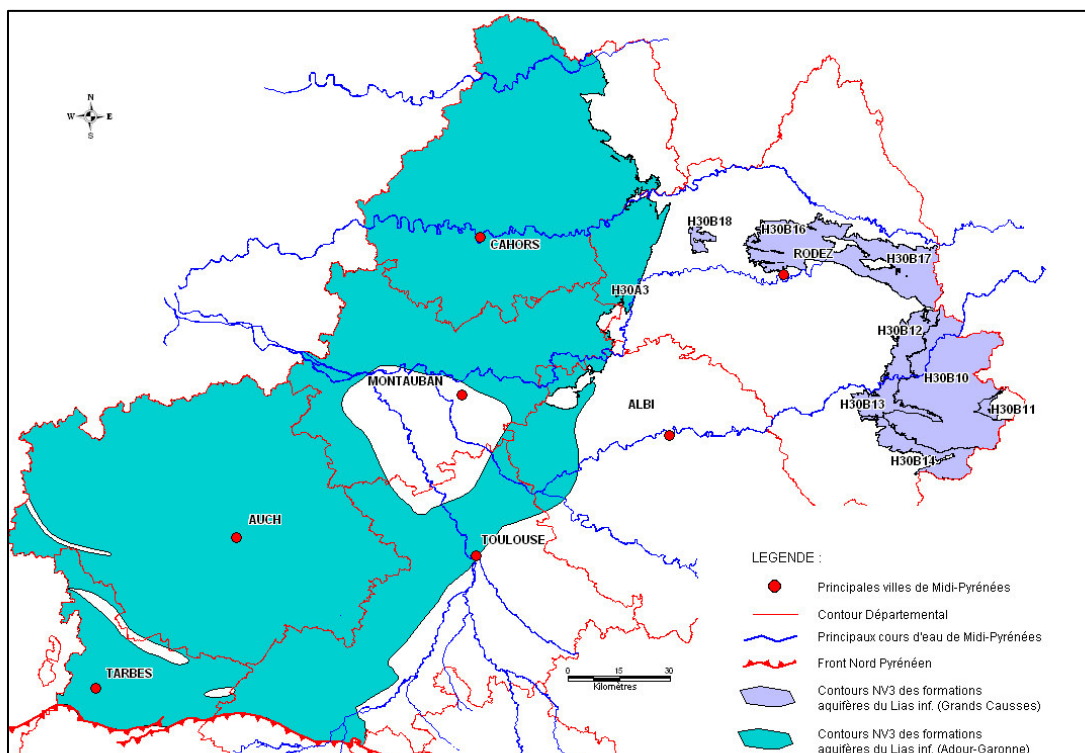


Illustration 12 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Lias

L'illustration 13 présente la délimitation des entités aquifères H28 du Jurassique moyen et supérieur (et aussi des entités H28B1, H28B2, H28 B3, H28B5 des Grands Causses, § 3.4.3.2).

Dans la partie sud du bassin, l'aquifère du Jurassique moyen et supérieur (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.

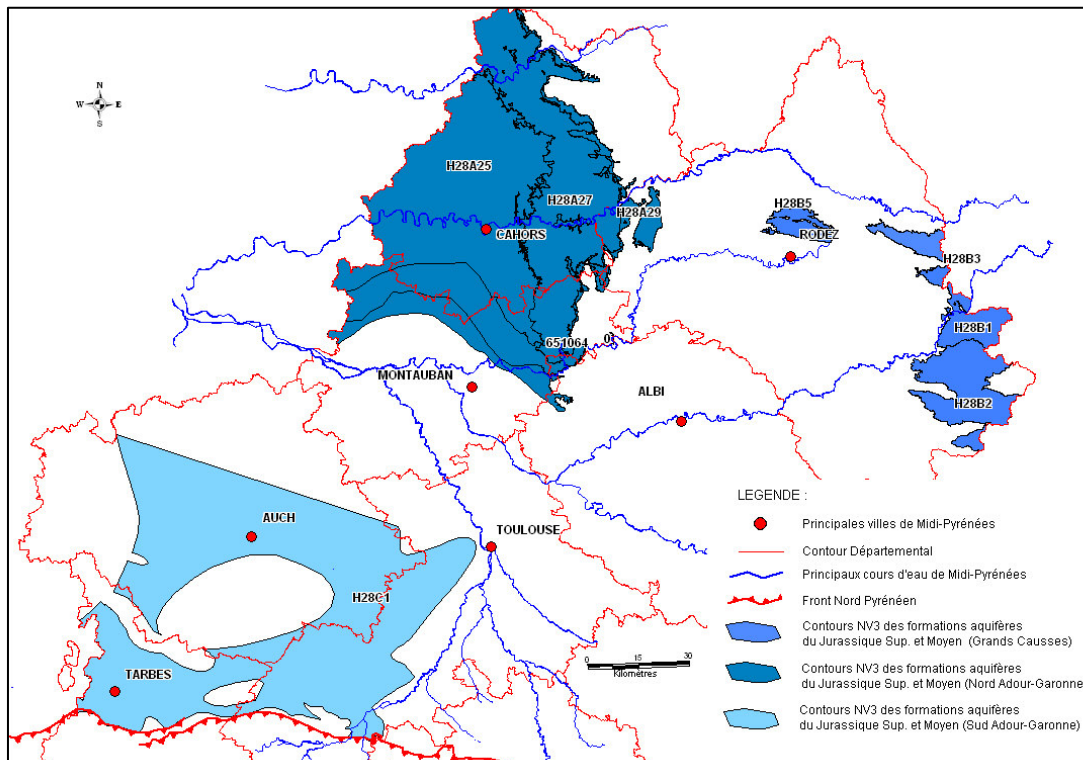


Illustration 13 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Jurassique moyen et supérieur

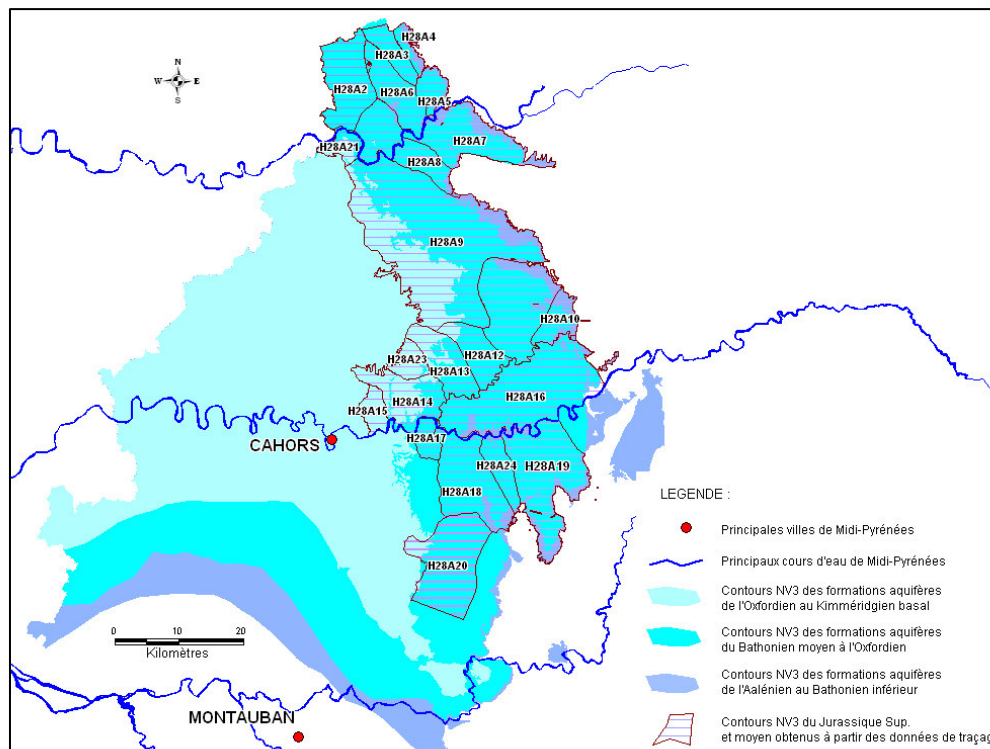


Illustration 14 – Représentation des entités NV3 du Jurassique moyen et supérieur dans les Causses du Quercy à partir des données de traçages

**Parallèlement à ce découpage de la partie nord du bassin**, profitant des données de traçages collectées dans le cadre de l'actualisation de la synthèse hydrogéologique du Lot, l'ensemble aquifère karstique du Jurassique moyen et supérieur a pu être subdivisé au niveau local en **23 unités (H28A2 à H28A24, de même ordre absolu)**, prenant en compte des limites hydrogéologiques (cf. Illustrations 14 et 15).

Code MPY	Nom provisoire de l'entité	Correspondance avec le code Aquitaine
H28A2	Unité aquifère du Dogger - Système de Boulet-Balgour de Souillac	H28A27
H28A3	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Murel	H28A27
H28A4	Unité aquifère du Dogger - Système de Lasvaux	H28A27 - H28A29
H28A5	Unité aquifère du Dogger - Système de la Briance	H28A27 - H28A29
H28A6	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Caquerey	H28A27
H28A7	Unité aquifère du Dogger - Système de Saint Georges	H28A27
H28A8	Unité aquifère du Dogger - Système du Limon Nord	H28A27 - H28A29
H28A9	Unité aquifère du Dogger - Système de Meyraguet - Cabouy - Saint Sauveur	H28A27 - H28A29
H28A10	Unité aquifère du Dogger - Système de la Diège	H28A27 - H28A29
H28A11	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Del Pito	H28A27 - H28A29
H28A12	Unité aquifère du Dogger - Système du Ressel	H28A27 - H28A29
H28A13	Unité aquifère du Dogger - Système de la Pescalerie	H28A25 - H28A27
H28A14	Unité aquifère du Dogger - Système de Saint Gery	H28A25 - H28A27
H28A15	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Nouaillac	H28A25
H28A16	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Pitse	H28A27 - H28A29
H28A17	Unité aquifère du Dogger - Système de l'Ifernet	H28A27 - H28A29
H28A18	Unité aquifère du Dogger - Système de Cregols	H28A27 - H28A29
H28A19	Unité aquifère du Dogger - Système de Lantouy	H28A27 - H28A29
H28A20	Unité aquifère du Dogger - Système de la Veyrière	H28A27 - H28A29
H28A21	Unité aquifère du Dogger - Système de Roc	H28A25 - H28A27
H28A22	Unité aquifère du Dogger - Système de la Fournière	H28A27
H28A23	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Polémie	H28A25
H28A24	Unité aquifère du Dogger - Système de Trou Madame	H28A27 - H28A29

*Illustration 15 – Tableau de correspondance entre entités karstiques du Jurassique délimitées en Midi-Pyrénées et entités délimitées en Aquitaine*

S'agissant d'un découpage alternatif, ces unités ont été intégrées dans un 4<sup>ème</sup> niveau du référentiel appelé "**niveau 0**" (NV0). Les entités contenues dans ce NV0 (comprenant également les surcouches) peuvent ainsi être rattachées aux formations dont elles sont issues (par l'intermédiaire du code). Comme pour les autres niveaux du référentiel (NV1, NV2 et NV3), la notion d'ordre s'applique aussi au "niveau 0". Cela permet de repérer dans l'entité les parties affleurantes et les parties sous recouvrements (d'une surcouche par exemple).

## ➤ Entités H25

Dernier niveau aquifère dans le Jurassique, les formations du Tithonien (entités H25A1 et H25B1), constituées de calcaires et de dolomies, sont localisées (cf. Illustration 16) :

- sur la marge occidentale du Causse de Gramat dans le Lot (**H25A1**),
- dans le sud du bassin où il apparaît en profondeur sous la forme du faciès de la Dolomie de Mano (**H25B1**).

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

Le découpage de l'entité H25A1 est issu des contours des cartes géologiques vectorisées à 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.

L'extension de l'entité H25B1 a été définie à partir 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.

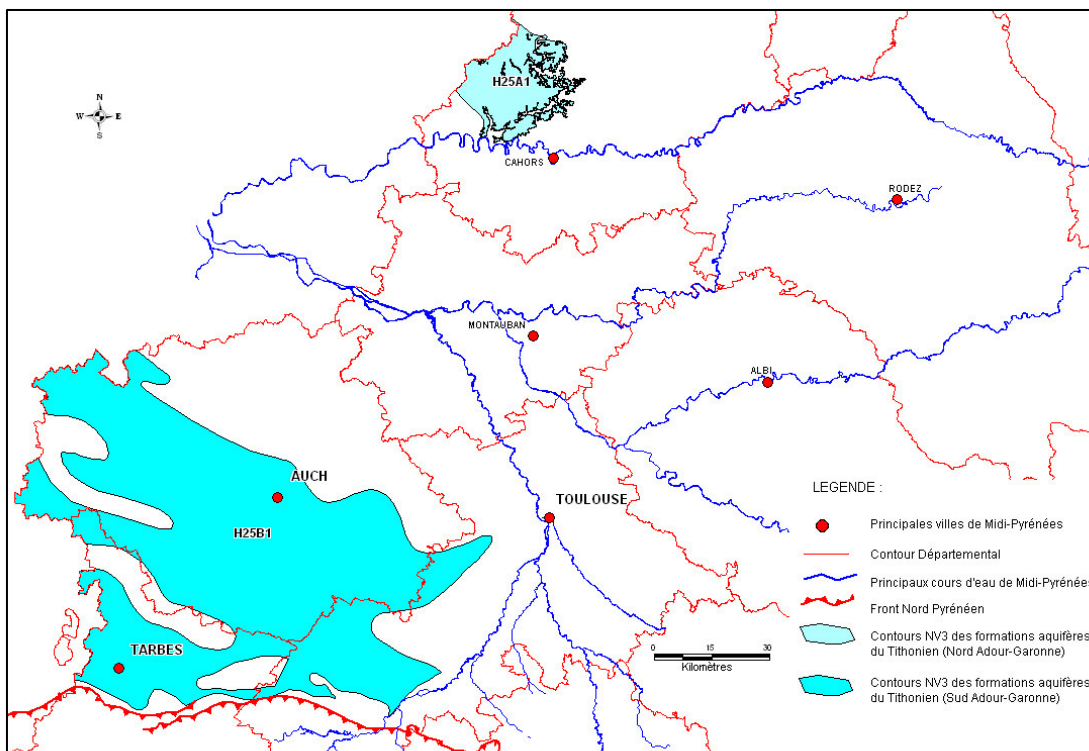


Illustration 16 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tithonien

### 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 à 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 (**H30B10 à H30B18**, cf. Illustration 12) et quatre unités aquifères de niveau 3 (**H28B1, H28B2, H28B3, H28 B5**, cf. Illustration 13) correspondant pour partie aux principaux causses de la région (Causse du Larzac, de Sauveterre, Noir, Comtal...).

#### **3.5.4. 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" (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 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 (**H20A1**) et aux calcaires du Coniacien-Santonien (**H18A1**) ont été délimitées dans la zone d'étude (cf. Illustration 17).

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

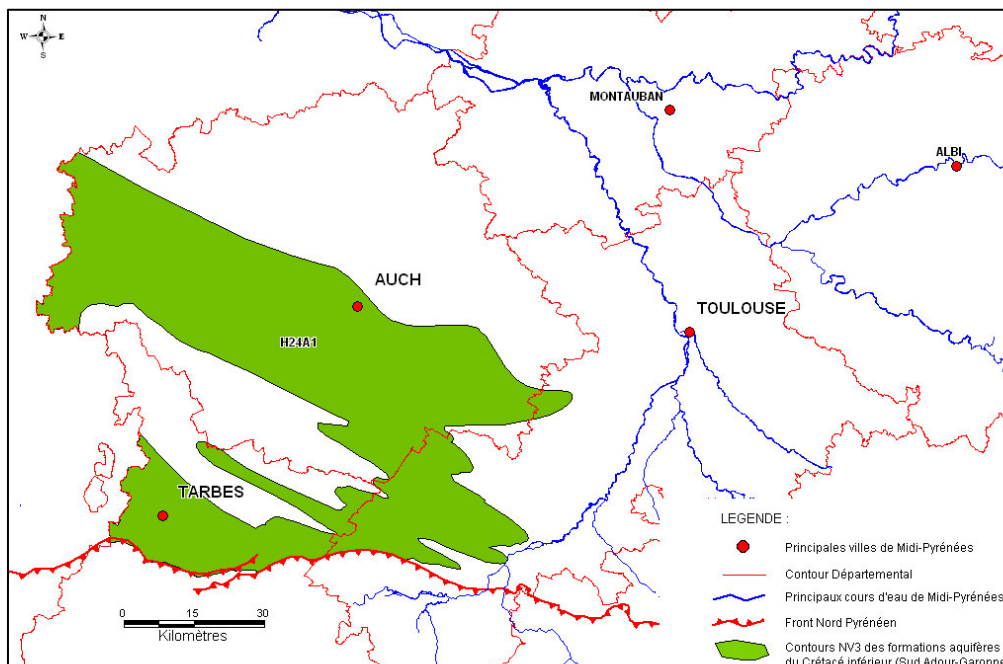


Illustration 17– Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé inférieur

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 Cézán (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 (cf. Illustration 18) dans le secteur pour désigner d'une part, les calcaires et les sables du Cénomaniens au Santonien inférieur (**H22A1**) et d'autre part, les calcaires et les grès du Campano-Maastrichtien (**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 (**H17B1**).

Le secteur sud se caractérise par la présence de flysch en bordure du front nord-pyrénéen. Cette formation (**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.

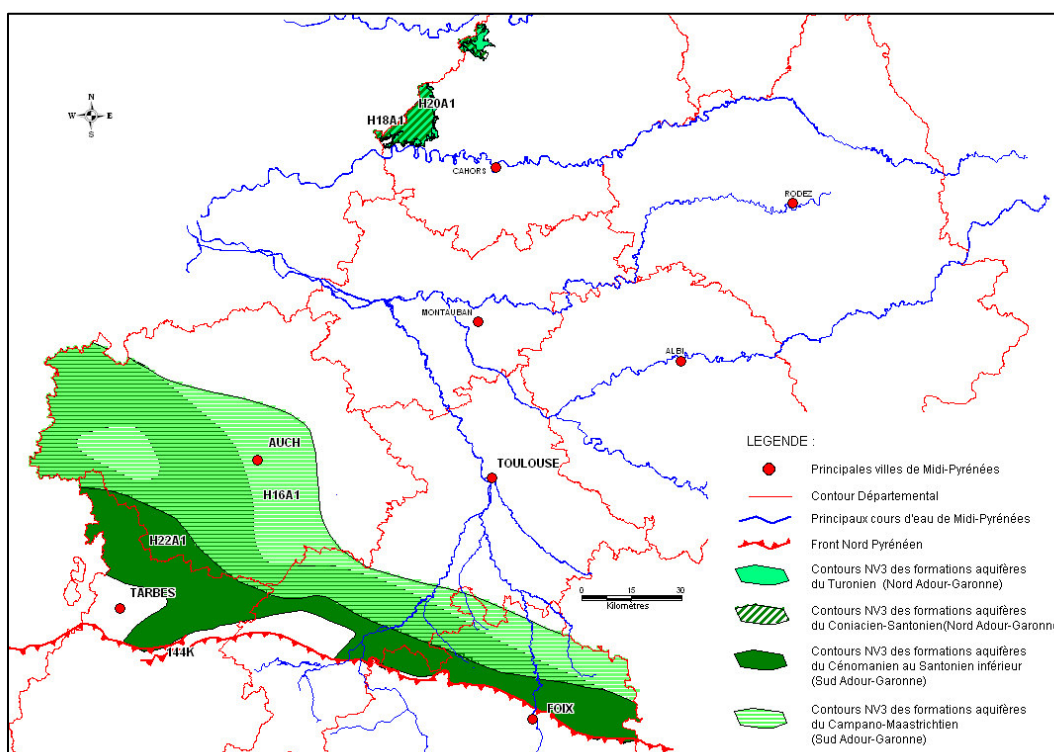


Illustration 18 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Crétacé supérieur

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 à 1/50 000 (uniquement pour les quelques affleurements des formations du Campano-Maastrichtien identifiés dans le secteur).

### 3.5.5. Formations tertiaires

Le Bassin aquitain est le siège d'une importante sédimentation continentale, qui a débuté à l'Eocène et s'est poursuivie 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.

#### 3.5.5.1 Formations marines tertiaires

Formées durant des phases transgressives successives, les formations aquifères du Tertiaire sont principalement représentées en région Aquitaine, constituant un vaste système multi-couches 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 multi-couches. 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 (**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 (**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, principalement formées de marnes, séparent les formations aquifères du Paléocène, de l'Eocène inférieur et des Sables Infra-Molassique. Ces unités imperméables ont été délimitées à partir des données fournies par le modèle (cf. Illustration 19).

L'aquifère captif de l'Oligocène marin (**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 (**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.

Les formations dites des Sables fauves et des Sables verts (**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 sensu 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.

Sa délimitation est effectuée à partir des contours des cartes géologiques vectorisées à 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.

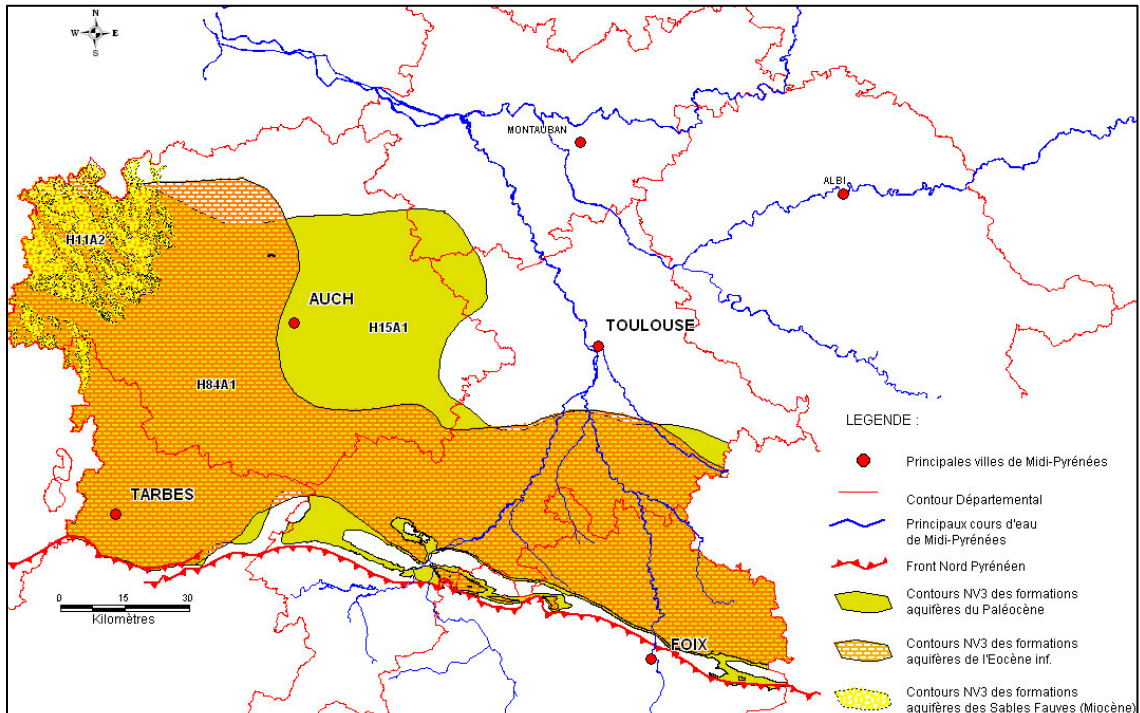


Illustration 19 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations aquifères du Tertiaire marin

### 3.5.5.2. 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 (**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 (cf. 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" (**H56A2**) fait l'objet d'un découpage à part entière (cf. Illustration 20).

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 fluviolacustres des terrains jurassiques et paléozoïques.

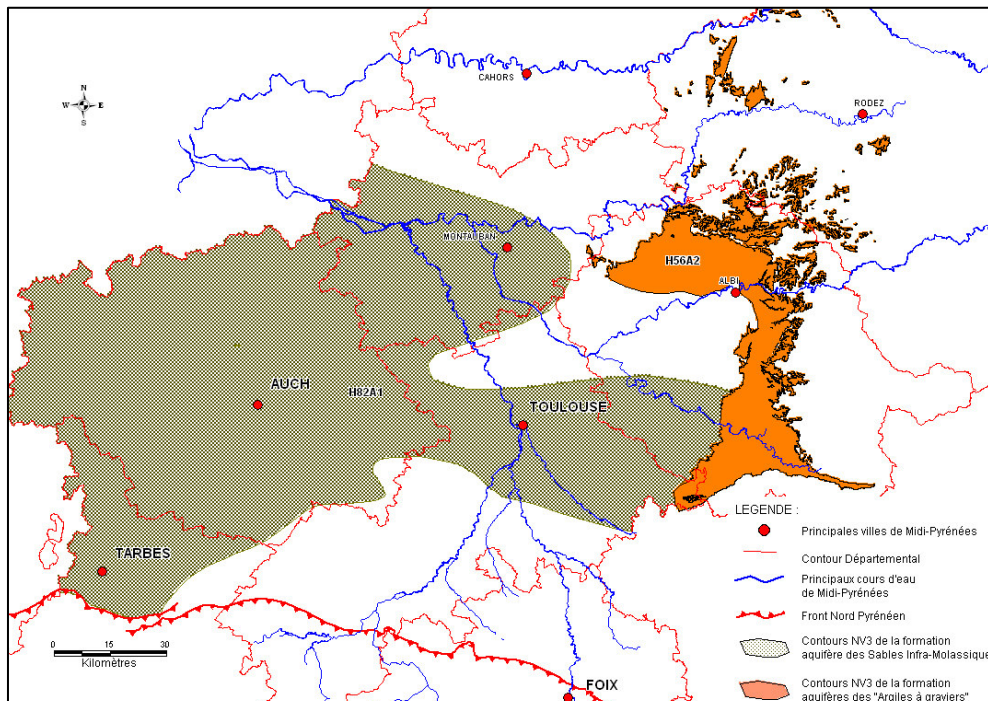


Illustration 20 – Représentation du découpage au niveau NV3 de la formation aquifère des Sables infra-molassiques et des entités correspondant à ses parties affleurantes

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 (H82A1).

L'unité H56A2 est dissociée de l'entité 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.

### 3.5.5.3 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 détritiques.

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 (cf. Illustration 21)

#### 1) **Unité semi-perméable des formations molassiques éocènes (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.

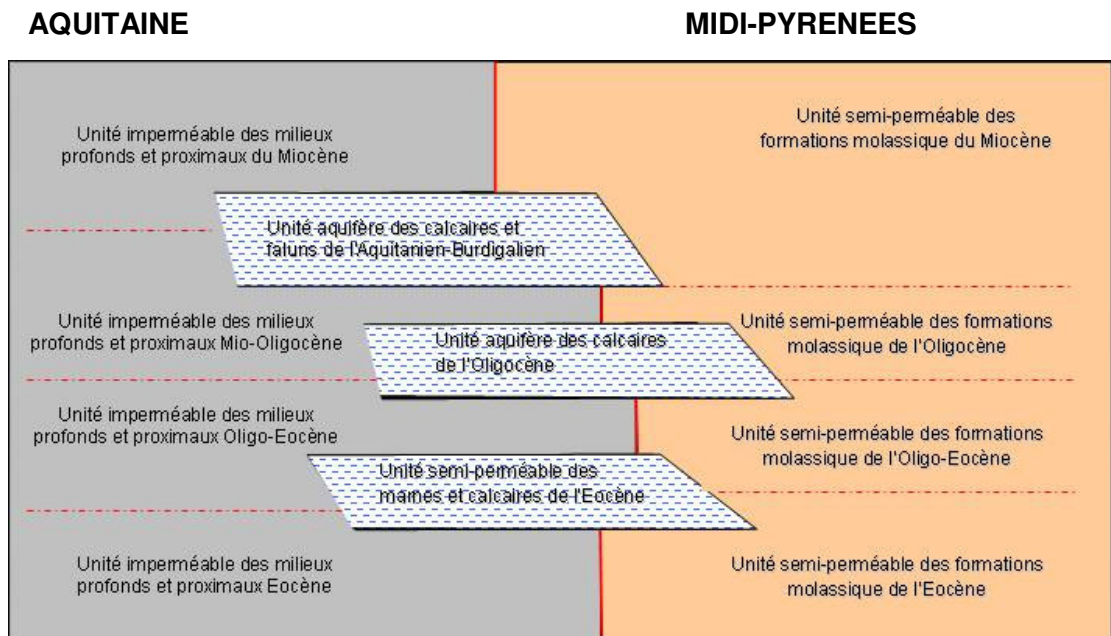


Illustration 21 – Schéma de l'agencement des séries tertiaires marines et continentales

Les principales formations reconnues au sein de cet ensemble détritiques 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 (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 (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 (H51B1)**

A l'image des trois autres entités, 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 Lecture 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).

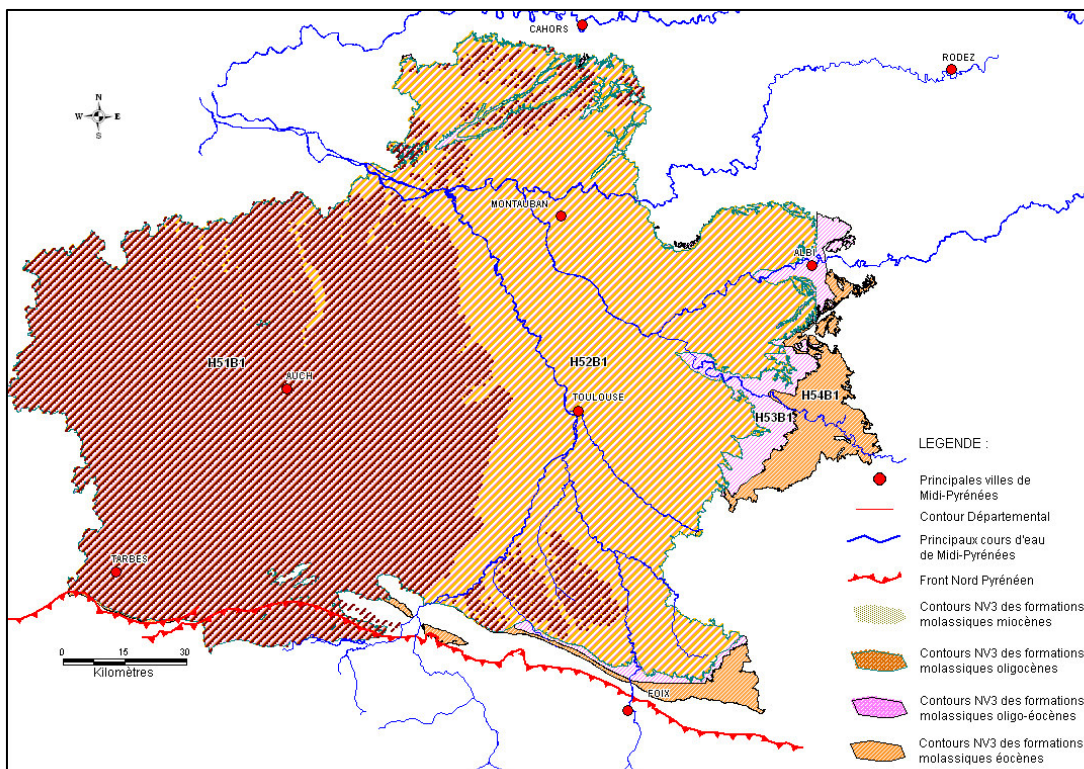
Les éléments détritiques sont plus grossiers et plus abondants en bordure de la chaîne des Pyrénées. Ils renferment vers leur base des niveaux conglomératiques diachrones connus sous le nom de Poudingues de Palassou et de Poudingues de Jurançon. Ces formations sont constituées de blocs polygéniques (calcaires,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

L'illustration 22 présente les contours de ces 4 entités de la molasse tertiaire.

#### 3.5.5.4 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 interfluves 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.



*Illustration 22 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations molassiques tertiaires*

Cette unité imperméable (**H11A1**) est constituée d'argiles plastiques, habituellement plus ou moins silteuses ou sableuses. Des galets de différentes tailles, 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.

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

Ces dépôts détritiques correspondent à trois nappes d'épandages fluviatiles successifs mise en place au cours du Pliocène. Cet ensemble est globalement constitué de trois épaisses séries (20<sup>aine</sup> 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 (**H10I1**), 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.

### **3.5.6. 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 (**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 (**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 fluviatiles 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.

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 (**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.

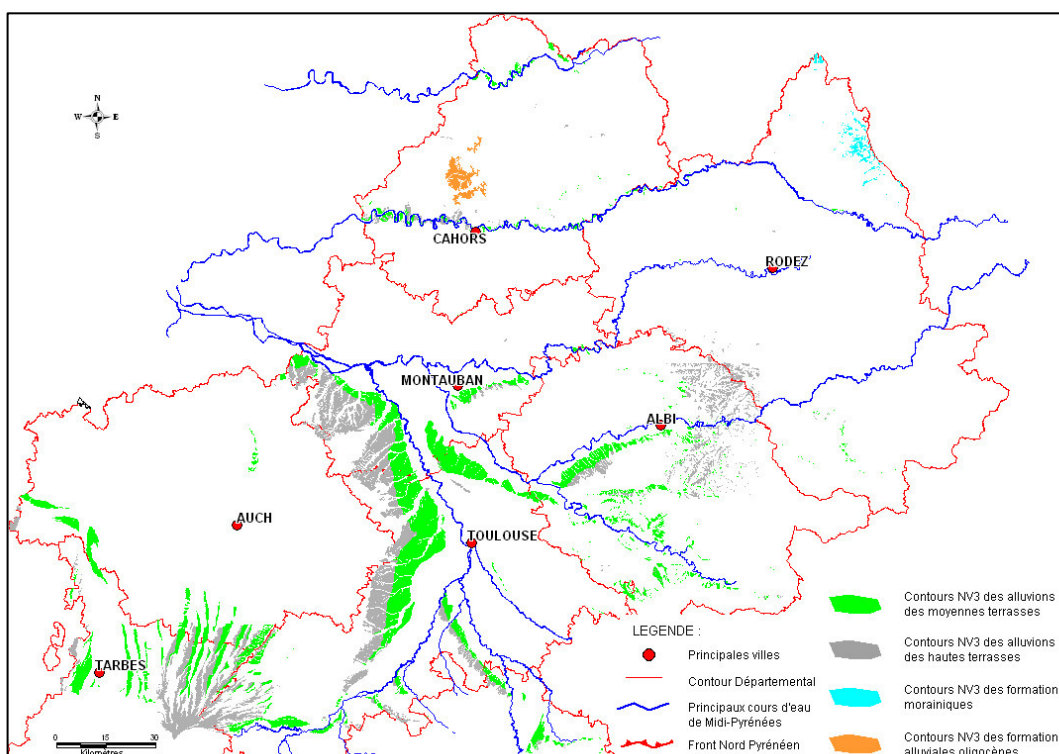


Illustration 23 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations alluviales et morainiques quaternaires et tertiaires

### 3.6. 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 (cf. Illustration 24) 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-pélitiques, schisto-gréseuses et de formations carbonatées. Une karstification importante pourrait être associée à ces dernières.

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).

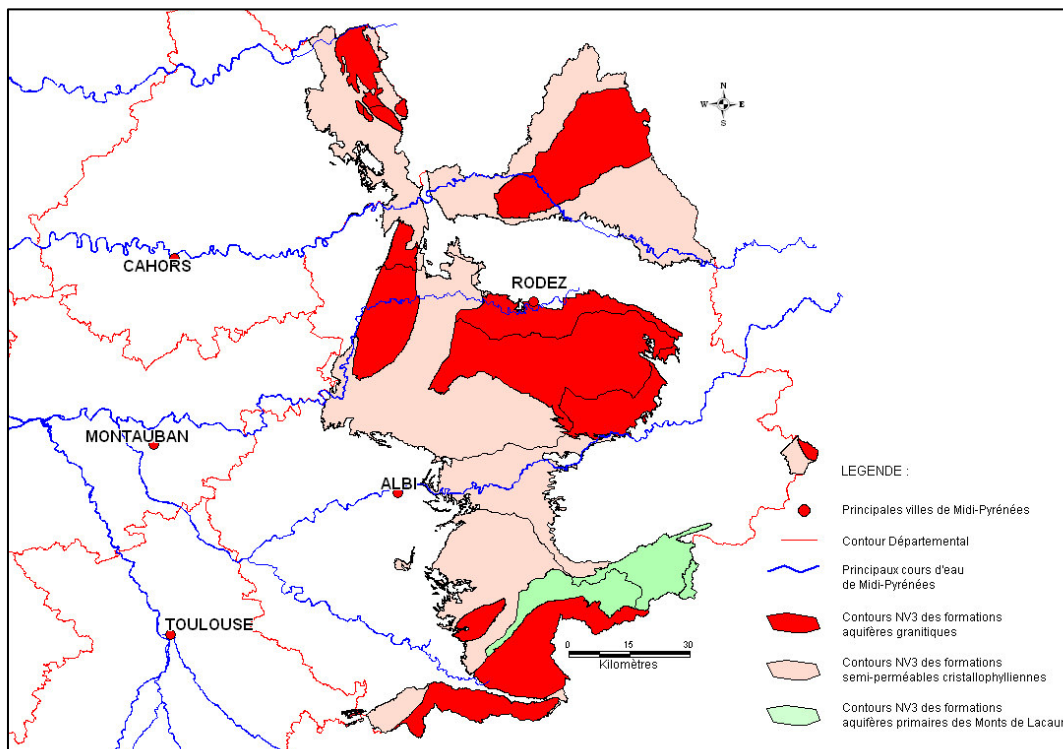


Illustration 24 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations de socle

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.

### 3.7. 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 à 1/50 000 (cf. Illustration 25). L'extension globale de cet ensemble est relativement limitée (< 500 km<sup>2</sup>). 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.

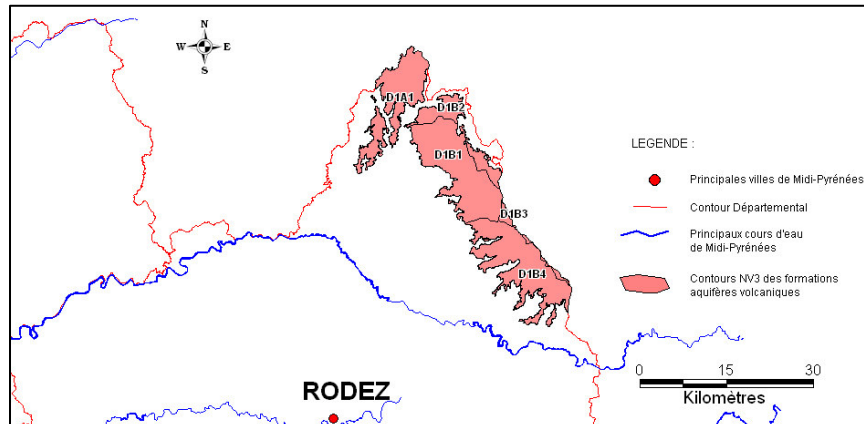


Illustration 25 – Représentation du découpage au niveau NV3 des formations volcaniques

### 3.8. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET TRAITEMENTS PAR LE MODÈLE DE GESTION

#### 3.8.1. Traitements topologiques

Toutes les entités délimitées, quel que soit leur thème d'appartenance, ont été assemblées (dans ArcGis) et la cohérence topologique "3D" de l'ensemble a été vérifiée à l'aide du modèle de gestion du référentiel : relations de voisinage, non seulement latéralement (limites) mais aussi verticalement (recouvrements).

Cette vérification a porté sur le niveau 3 du découpage (les niveaux 2 et 1 se déduisant du niveau 3 par agrégation, cf. § 3.8.3).

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

Des polygones de dimensions très restreintes et des lacunes de couvertures inter-entités peuvent être identifiés et éliminés du référentiel (après vérification d'une absence de réalité géologique).

#### 3.8.2. Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer de l'empilement stratigraphique des entités (définie dans le tableau multi-échelles par un numéro d'ordre dit "absolu") à une superposition définie par un numéro d'ordre dit "relatif" (cf. annexe 4). Cette superposition identifie totalement les différents niveaux de recouvrement d'une entité donnée, entité pouvant être 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.

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

A partir du découpage des entités effectué au niveau local (NV3) et du tableau multi-échelles faisant apparaître les 3 niveaux de découpage (NV3, NV2 et NV1) le modèle de gestion du référentiel permet de constituer automatiquement le niveau 2, par agrégation des entités de niveau 3, puis le niveau 1 par agrégation des entités de niveau 2 (cf. Illustration 26).

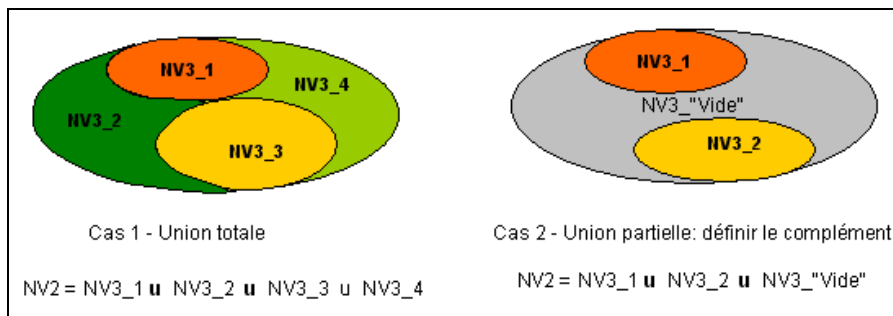


Illustration 26 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3

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

## 3.9. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES

### 3.9.1. Caractérisation des entités

Dans le référentiel une entité est caractérisée (actuellement) par les attributs suivants (cf. annexe 3) :

- **le thème d'appartenance de l'entité** (alluvial, sédimentaire, socle, ....)
- **la nature** de l'entité (grand système aquifère, système aquifère, unité aquifère, grand domaine hydrogéologique, domaine hydrogéologique, unité semi-perméable, unité imperméable) ;
- **le type de milieu caractérisant l'entité**: poreux, fissuré, karstique, à double porosité;
- **l'état hydrodynamique de la nappe** contenue dans le réservoir: libre, captive, libre et captive, alternativement libre et captive.

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. C'est le cas notamment pour le type de milieu (à porosité matricielle, de fissure, karstique, à double porosité) et 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.

**Le choix a donc été fait de ne pas caractériser globalement les entités de niveau 2 (et de niveau 1) par un type de milieu (porosité) et par un type de nappe (libre, captive,...).**

### 3.9.2. Caractérisation des limites

Les limites latérales entre une entité et ses voisines ont été 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 (polygones) sont extraites automatiquement par le modèle de gestion du référentiel et intégrées dans la géodatabase du référentiel (décrite en annexe 4).

**Comme pour la caractérisation des entités, et pour les mêmes raisons, les limites sont qualifiées uniquement au niveau 3.** Elles sont reconduites aux niveaux supérieurs 2 et 1.

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 (cf. annexe 4)

Au niveau 3, seuls les aquifères (notation A) et les domaines (notation B) regroupant unités semi-perméables et unités imperméables seront distingués. Par ailleurs, seuls les contacts d'un polygone élémentaire avec ses voisins latéraux (4 possibilités théoriques : AA, AD, DD, DA) et immédiatement sous-jacents (4 possibilités aussi) seront pris en compte. Il en résulte ainsi, 16 combinaisons possibles de nature de contact (certaines étant équivalentes en termes hydrodynamiques), par exemple :

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

Ces aspects sont détaillés en annexe 4.

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 27).

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

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) = <b>Limite à flux nul</b>
Aquifère/ domaine	Limite "étanche" (cas b) = <b>Limite à flux nul</b>
Aquifère sur domaine	Limite "étanche" (cas b) = <b>Limite à flux nul</b> 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 " <b>Limite de recouvrement</b> " (pouvant coïncider avec la limite de captivité). Cela ne préjuge pas du sens d'écoulement.
Domaine sur aquifère	Ligne de débordement continue ou discontinue (cas f)
Domaine/ Domaine	/

*Illustration 27- Nature des contacts entre entités et exemple de limites hydrogéologiques associées*

## 4. Résultats: géodatabase et fiches descriptives

### 4.1. GEODATABASE

La base de données du référentiel est enregistrée sur le CDROM joint à ce rapport. Il s'agit d'une géodatabase (ArcGis, version 9.2) dont la structure est décrite en détail en annexe 4.

La géodatabase contient la table des polygones représentant les entités et la table des polygones représentant les limites des entités d'ordre 1. Ces 2 tables (**RHF\_Polygones\_relatifs** et **RHF\_Limites**) sont rangées dans un "Jeu de classes d'entités" (dans le langage ArcGis) appelé **"GEOMETRIE"** (cf. Illustration 28).

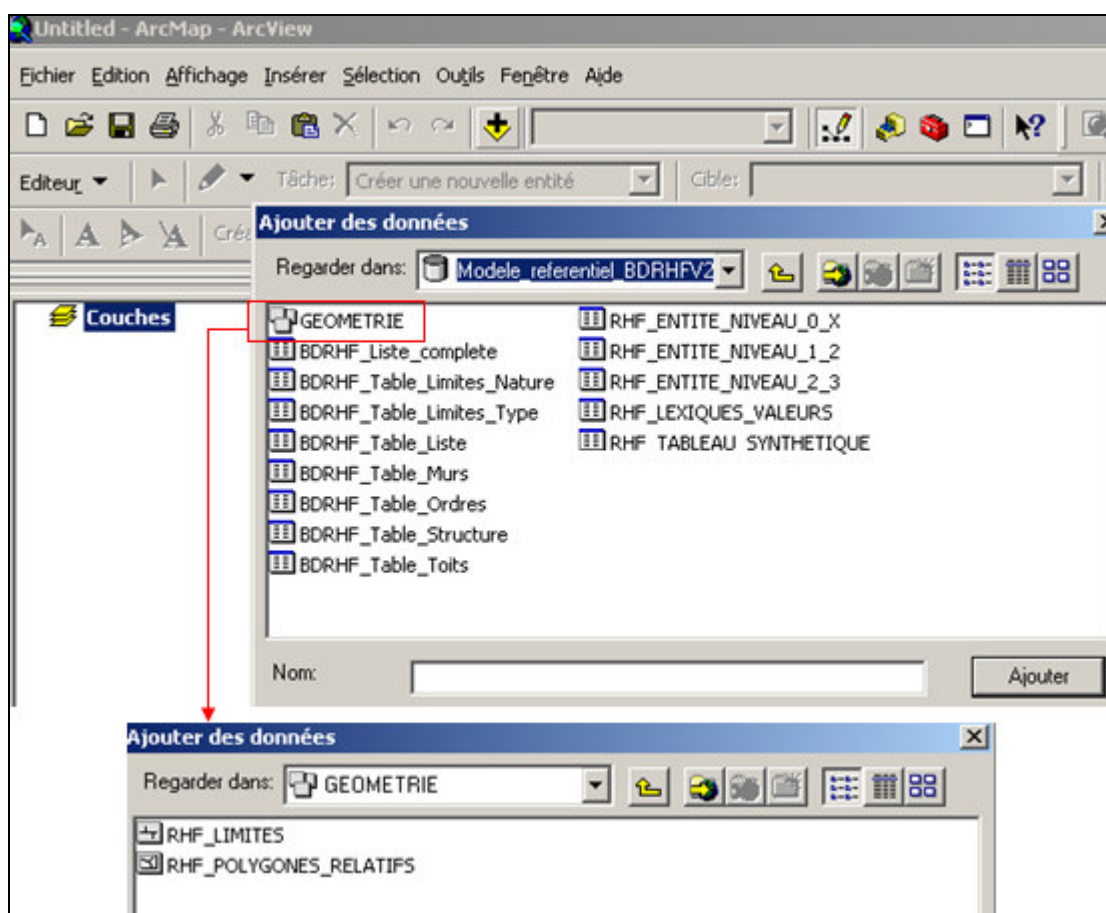


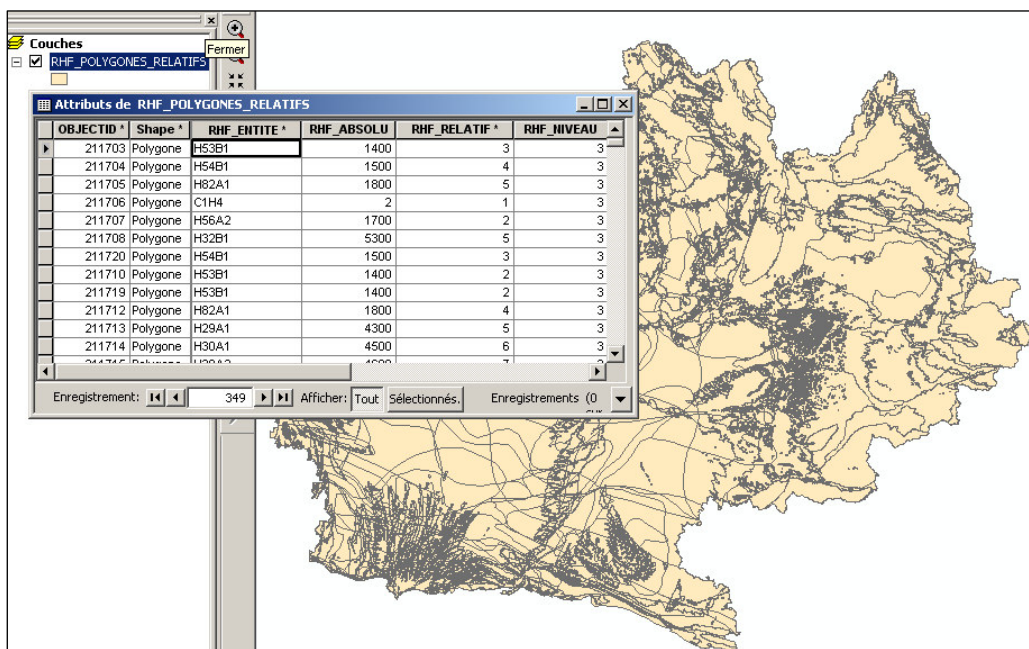
Illustration 28 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcView

Les autres tables, sans géométrie (BDRHF\_Table\_Murs, BDRHF\_Table\_Toits,...), apparaissant sur l'illustration 28, sont décrites en annexe 4.

#### 4.1.1. Table des polygones relatifs

La table des polygones relatifs (cf. Illustration 29) rassemble les entités des 2 niveaux (sous la forme de polygones constitutifs). Elle contient plusieurs champs, dont :

- RHF\_ENTITE : contenant les codes des entités,
- RHF\_ABSOLU : contenant le numéro d'ordre absolu des entités (celui du tableau multi-échelles),
- RHF\_RELATIF : contenant le numéro d'ordre relatif des entités (restitué par le modèle de gestion),
- RHF\_NIVEAU : contenant le niveau de description de l'entité (NV1, NV2 ou NV3).



OBJECTID	Shape	RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	RHF_RELATIF	RHF_NIVEAU
211703	Polygone	H53B1	1400	3	3
211704	Polygone	H54B1	1500	4	3
211705	Polygone	H82A1	1800	5	3
211706	Polygone	C1H4	2	1	3
211707	Polygone	H56A2	1700	2	3
211708	Polygone	H32B1	5300	5	3
211720	Polygone	H54B1	1500	3	3
211710	Polygone	H53B1	1400	2	3
211719	Polygone	H53B1	1400	2	3
211712	Polygone	H82A1	1800	4	3
211713	Polygone	H29A1	4300	5	3
211714	Polygone	H30A1	4500	6	3

Illustration 29 – Table des polygones constituant les entités

Des exemples de d'exploitation possibles de cette géodatabase sont représentés dans les illustrations 30 et 31.

#### Sélections

A partir de la table des "polygones relatifs" il est possible de réaliser de nombreuses sélections avec les outils de sélection d'ArcGis. Un exemple d'extraction des entités d'ordre 1 est présenté dans l'illustration 30.

#### Jointures

La table des "polygones relatifs" ne contient pas toute l'information associée aux entités. En particulier, la caractérisation des entités ("thème", "état", "nature", "type de milieu", cf. annexe 4) est contenue dans la table "RHF\_TABLEAU\_SYNTHEIQUE". Mais il est possible de construire une table de polygones contenant cette information à l'aide d'une "jointure" entre ces deux tables par l'intermédiaire du code de l'entité (cf. Illustration 31).

Une "boîte à outils" associé au référentiel (cf. annexe 4) permet aussi de réaliser de nombreuses opérations.

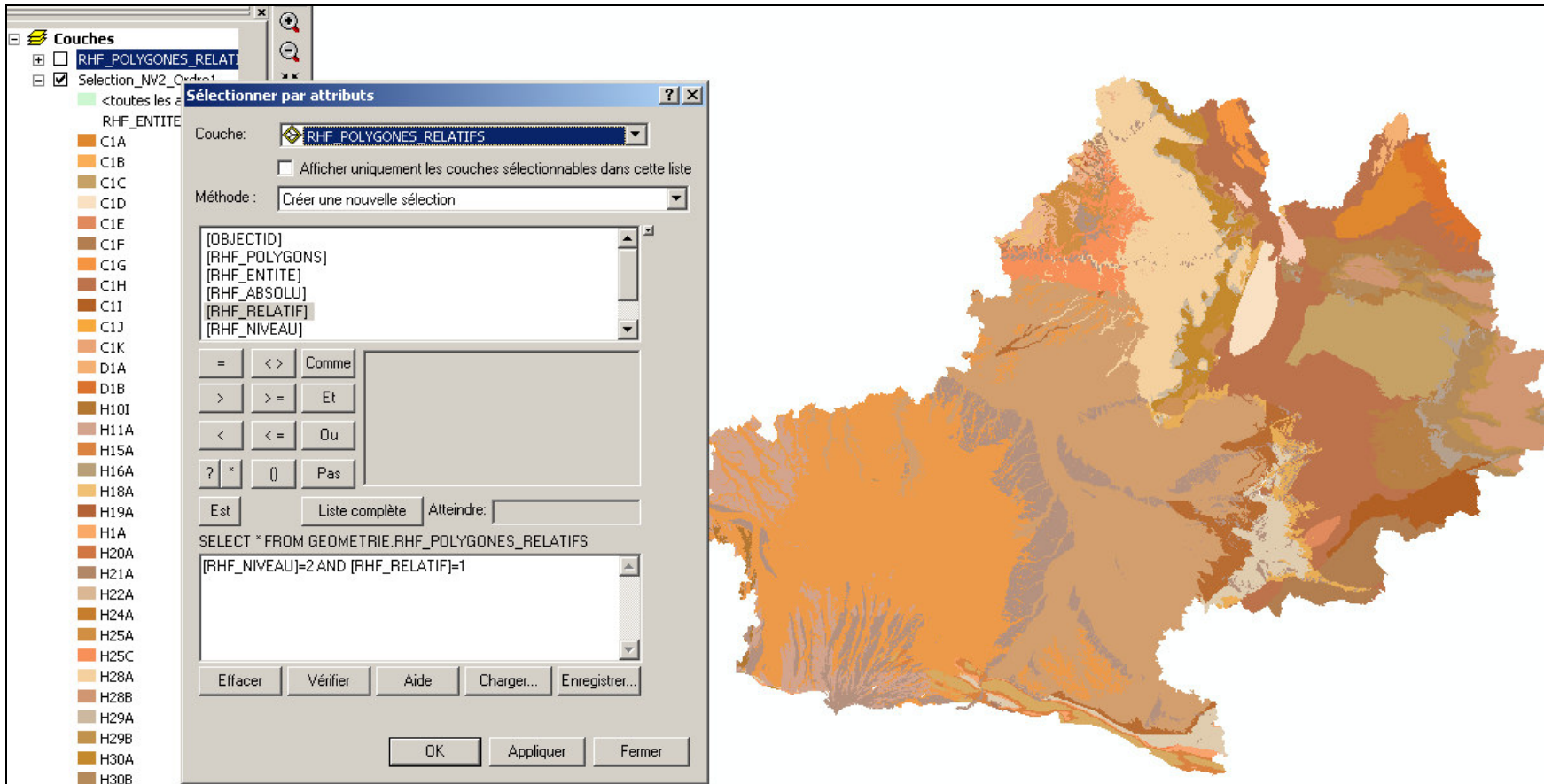


Illustration 30 – Exemple de sélection: entités d'ordre 1 au niveau 2

**Couches**

- S:\BDRHFV2\_AQI\_MPY\MPY\_Ai
  - GEOMETRIE
    - RHF\_POLYGOINES\_REL
    - BDRHF\_Table\_Liste
  - S:\BDRHFV2\_AQI\_MPY\MPY\_Ai
    - Selection\_NW2\_Ordre1
    - <toutes les autres vale

RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_THEME	RHF_NATURE	RHF_ETAT	RHF_MILIEU
Unité aquifère des sables hydro-éoliens et éoli	100	2	5	2	1
Unité aquifère des alluvions des terrasses mo	200	1	5	2	1
Unité aquifère des alluvions des hautes terras	300	1	5	2	1
Unité aquifère des moraines	400	1	5	2	1
Unité semi-perméable des formations alluviale	500	1	6	2	1
Unité semi-perméable des nappes à graviers e	600	2	6	3	1
Unité imperméable de la formation des glaises	700	2	7	3	0
Unité aquifère de la formation des Sables vert	800	2	5	3	1
Unité aquifère des grès, calcaires et sables d	1000	2	5	3	1
Unité semi-perméable des formations molassiq	1100	2	6	3	0
Unité semi-perméable des formations molassiq	1200	2	6	3	0
Unité aquifère des calcaires micritiques à biocl	1300	2	5	3	3
Unité semi-perméable des formations molassiq	1400	2	6	3	0

Sélectionnés. Enregistrements (0 sur 199 Sélectionnés.) Options

**Joindre des données**

La jointure vous permet d'ajouter des données supplémentaires à la table attributaire de cette couche. Ainsi, vous pouvez par exemple utiliser ces données pour symboliser les entités de la couche.

Que voulez-vous joindre à cette couche ?

Joindre les attributs d'une table

1. Choisissez dans la couche le champ sur lequel portera la jointure:

RHF\_ENTITE

2. Choisissez la table à joindre à cette couche ou chargez-la depuis le disque:

BDRHF\_Table\_Liste

Inclure les tables attributaires des couches dans cette liste

3. Choisissez dans la table le champ sur lequel portera la jointure:

RHF\_ENTITE

Avancé...

H18A  
 H19A  
 H1A  
 H20A  
 H21A  
 H22A  
 H24A

Illustration 31– Exemple de jointure (table "Sélection\_NV3" avec " BDRHF\_Tableau\_synthétique")

#### 4.1.2. Table des limites

Elle 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).

OBJECTID ^	Shape ^	P_GAUCHE	P_DROIT	ID_LIMITES
1	Polyligne	21	17	19
2	Polyligne	11	9	20
3	Polyligne	11	15	21
4	Polyligne	11	22	22
5	Polyligne	22	24	26
6	Polyligne	22	10	27
7	Polyligne	10	24	30
8	Polyligne	10	27	31
9	Polyligne	26	15	37

Illustration 32- Table des limites

Une jointure avec la table "BDRHF\_Table\_Limites\_Nature" par l'intermédiaire de l'identifiant ID\_LIMITES (illustration 33) permet d'accéder à la nature des contacts entre entités.

ID_LIMITES	L3	L2	L1	RHF_RELATIF	RHF_NATURE	RHF_TYPE
934	H15A1 H84A1	H15A H84A	H15 H84	1		A.ADA
935	H15A1 H95A1	H15A H95A	H15 H16	1		ADDA
936	H15A1 H95A1	H15A H95A	H15 H16	1		ADDA
937	H15A1 H95A1	H15A H95A	H15 H16	1		ADDA
938	H54B1 H84A1	H54B H84A	H54 H84	1		D.ADA
939	H15A1 H84A1	H15A H84A	H15 H84	1		A.AAD
940	H83A1 H84A1	H83A H84A	H83 H84	1		A.DAA
941	Artefact	Artefact	Artefact	1		DDAA
942	H54B1 H83A1	H54B H83A	H54 H83	1		DDDA
943	H54B1 H83A1	H54B H83A	H54 H83	1		DDAD

Illustration 33 – Table des natures de contacts entre entités

## 4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS

Le modèle de gestion du référentiel (sous ArcGis) permet d'éditer automatiquement une fiche descriptive par entité au format pdf.

Les fiches des entités sont aussi enregistrées sur le CDROM joint au rapport.

Une fiche est constituée de plusieurs blocs d'informations. L'illustration 34 fournit un exemple pour une entité de niveau 2 (H33A, "DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRÈS, CONGLOMERATS ET SCHISTES STEPHANIENS EN ADOUR-GARONNE") :

- Sur la partie gauche, l'entité est représentée par une gamme de couleurs permettant de la repérer verticalement dans la succession des couches la recouvrant. Chaque couleur correspond à un ordre de recouvrement. La superficie des parties affleurantes (ordre 1) et des parties sous recouvrements (ordre 2, ordre 3,...) est fournie dans le bloc intitulé "**Ordre de recouvrements**". Dans cet exemple, l'entité affleure à 89 % de sa superficie et est recouverte par 2 formations au plus (ordre 2 et ordre 3).

1	89.02%
2	5.46%
3	5.52%

- Les blocs intitulés "**Toits**" et "**Murs**" 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. L'entité H33A a deux entités comme toit : H31B et H56A:

H31B	5.80%
H56A	5.00%

La somme des superficies des toits de l'entité, en % (10,8 %) ajoutée à la superficie de la partie affleurante (89,02%) peut être vérifiée. Elle est bien égale à 100 %, aux arrondis près, liés aux nombreux petits polygones élémentaires (99,82 %).

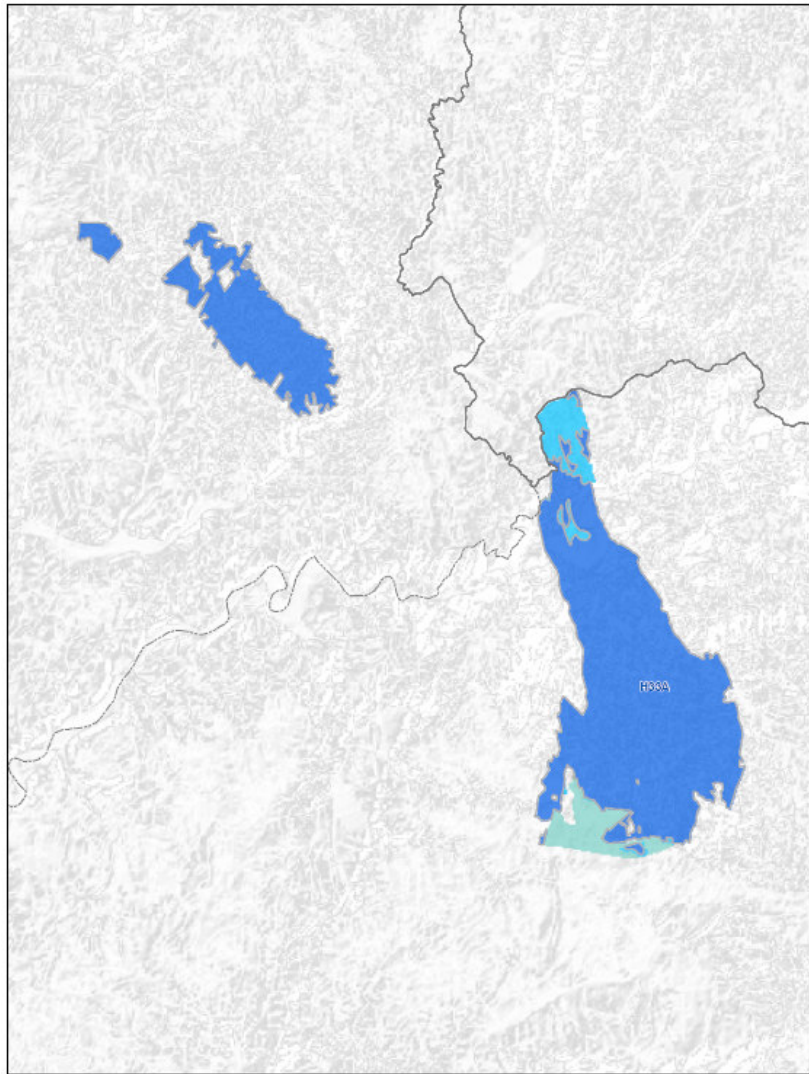
Pour cet exemple, il n'y a pas de "mur" (dernière entité délimitée sur la verticale).

### Remarques :

- 1) L'information donnée sur les superficies est particulièrement intéressante dans le processus de vérification de la cohérence du découpage. Elle permet en effet de détecter d'éventuelles anomalies de découpage. Par exemple, une superficie de 0,02 % peut représentée un artefact de découpage qui devra être corrigé.
  - 2) Dans certains cas, il peut arriver qu'une valeur de superficie soit supérieure à 100 %. Une entité de niveau 2 peut en effet, être constituée par le regroupement d'entités de niveau 3 superposées. La superficie de l'entité NV2 calculée correspond alors au cumul des superficies des NV3 superposées.
- Le bloc inférieur, dans la partie droite, intitulé: "**Entités de niveau 3 incluses**" précise les entités de niveau 3 constituant l'entité de niveau 2 avec les superficies correspondantes (ici H33A1 et H33A2).

BRGM/RP-56952-FR – Rapport d'étape

Niveau 1 H33 6500  
 GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES, CONGLOMERATS ET SCHISTES DU CARBONIFERE EN ADOUR-GARONNE  
 Niveau 2 H33A 6500  
 DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES, CONGLOMERATS ET SCHISTES STEPHANIENS EN ADOUR-GARONNE



Ordres de recouvrement

1	89.02%
2	5.46%
3	5.52%

Toits

H31B	5.80%	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES, ARGILLES ET CONGLOMERATS DE SAINT-PERDOUX
H56A	5.00%	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES A BR

Murs

--	--	--

Entités de niveau 3 incluses

H33A1	22.12%	Unité semi-perméable des grès et conglomérats stéphaniens à passées silto-pelitiques de Saint-Perdoux
H33A2	77.88%	Unité semi-perméable des schistes gréseux et conglomérats stéphaniens du bassin de Decazeville

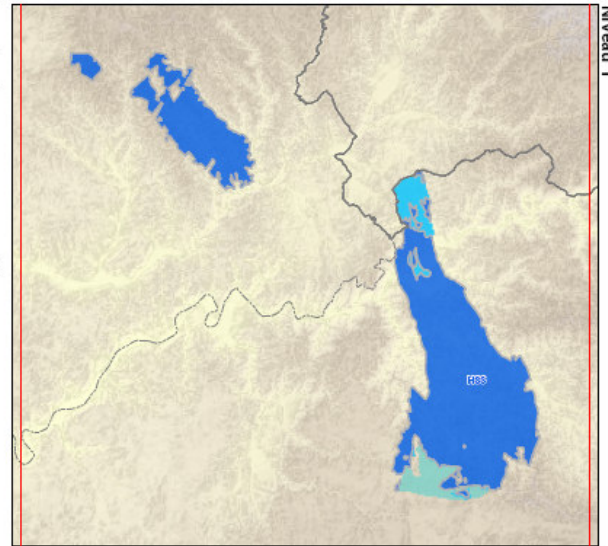


Illustration 34 – Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2 (H33A)



## 5. Conclusion

En région Midi-Pyrénées, la seconde année du projet de construction du Référentiel Hydrogéologique Français (BDRHF-V2) 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 sur-couche des alluvions récentes** identique aux trois niveaux de découpage, du niveau 3 aux niveaux 1 et 2,
- **1 sur-couche 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.

Un assemblage à l'échelle du bassin Adour-Garonne et une harmonisation inter-régionale est prévue en année 4 du projet (2009). Cette harmonisation portera en particulier sur :

- les raccordements géométriques des entités d'une région à l'autre,
- la vérification de la cohérence 3D du référentiel à l'échelle du bassin,
- le nom des entités et leur code,

- l'homogénéisation des surcouches,
- l'équilibrage du nombre des entités entre les régions (tout au moins aux niveaux 1 et 2) pour garantir l'homogénéité du référentiel sur l'ensemble du territoire.
- la standardisation des fiches descriptives.

La dernière année du programme de construction du référentiel en Midi-Pyrénées (Année 4 du projet national) sera consacrée au découpage des entités hydrogéologiques de la zone pyrénéenne (thème "Intensément plissé").

## 6. 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., Cavallé 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] 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

**17] 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

**18] 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.

**19] 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.

**20] 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.

**21] 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.

**22] 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 fin de phase 1 de la 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.

# **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 marqué 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 fluviaux, 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'Aquitainien 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.

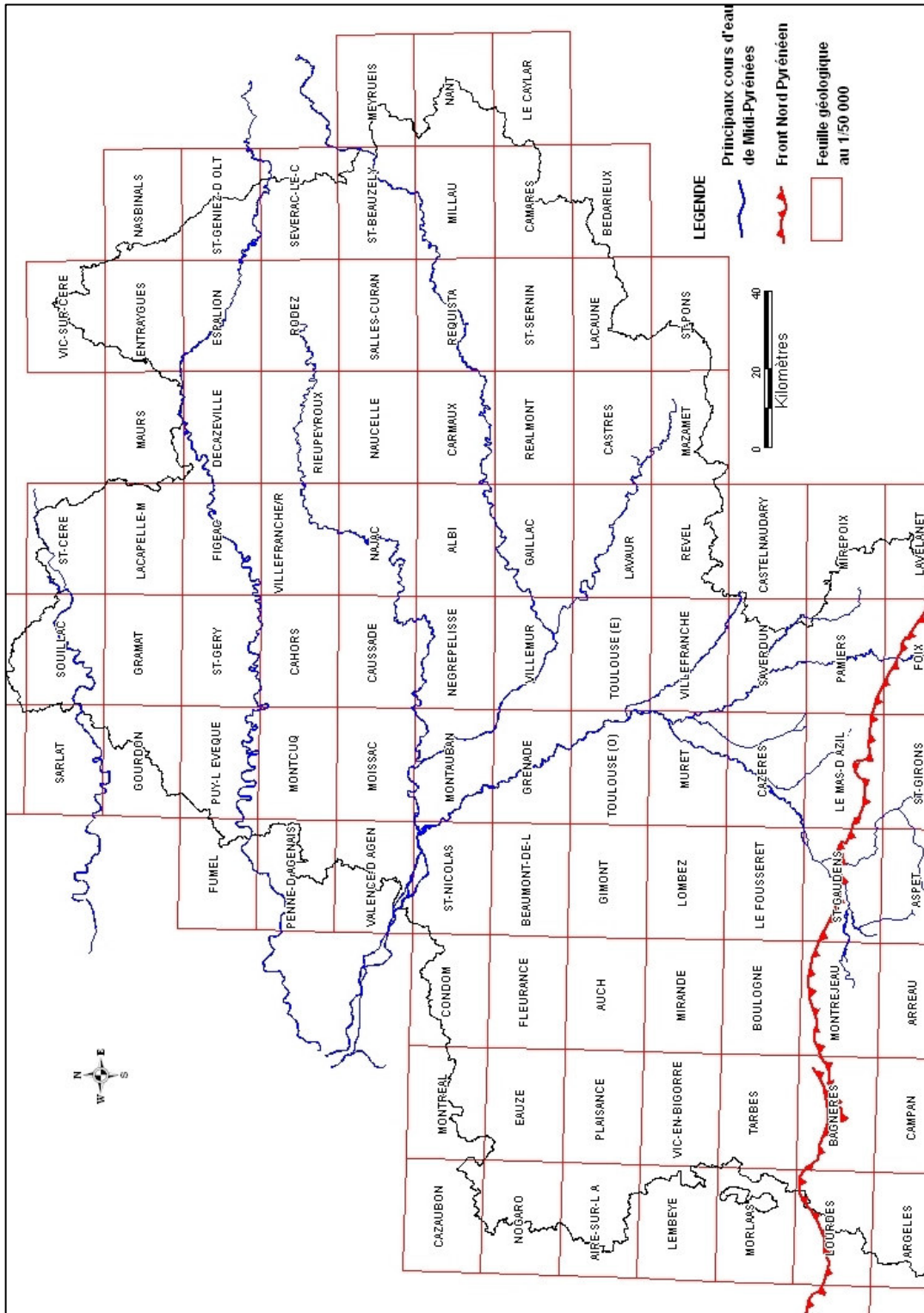
**Au cours du Mio-Pliocène, une nouvelle sédimentation se met en place**, agressive par rapport aux dépôts calcaires présents sur une grande partie du bassin à l'époque molassique. Les saisons sont alors plus contrastées avec des précipitations abondantes. Trois principales périodes sont distinguées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

- 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**  
**Lexique de caractérisation des entités**  
**d'après le guide méthodologique**  
(Rapport BRGM RP-52261-FR)



## 1. 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	Thème de rattachement des entités à une formation géologique	
	Code	Libellé
ALL	1	Alluvial
SED	2	Sédimentaire
SOC	3	Socle
IPM	4	Intensément plissés de montagne
VOL	5	Volcanisme

Thème de rattachement des entités à une formation géologique

Notation	Nature des entités	
	Code	Libellé
GSA	1	Grand système aquifère
GDH	2	Grand Domaine hydrogéologique
SA	3	Système aquifère
DH	4	Domaine hydrogéologique
UA	5	Unité aquifère
USP	6	Unité semi-perméable
UIP	7	Unité imperméable

Nature des entités

Notation	Type de milieu (porosité)	
	Code	Libellé
INC	0	Inconnu
PM	1	Milieu poreux
PF	2	Milieu fissuré
PK	3	Milieu karstique
DP	4	Double porosité

PM =porosité matricielle PF=porosité de fissure,....

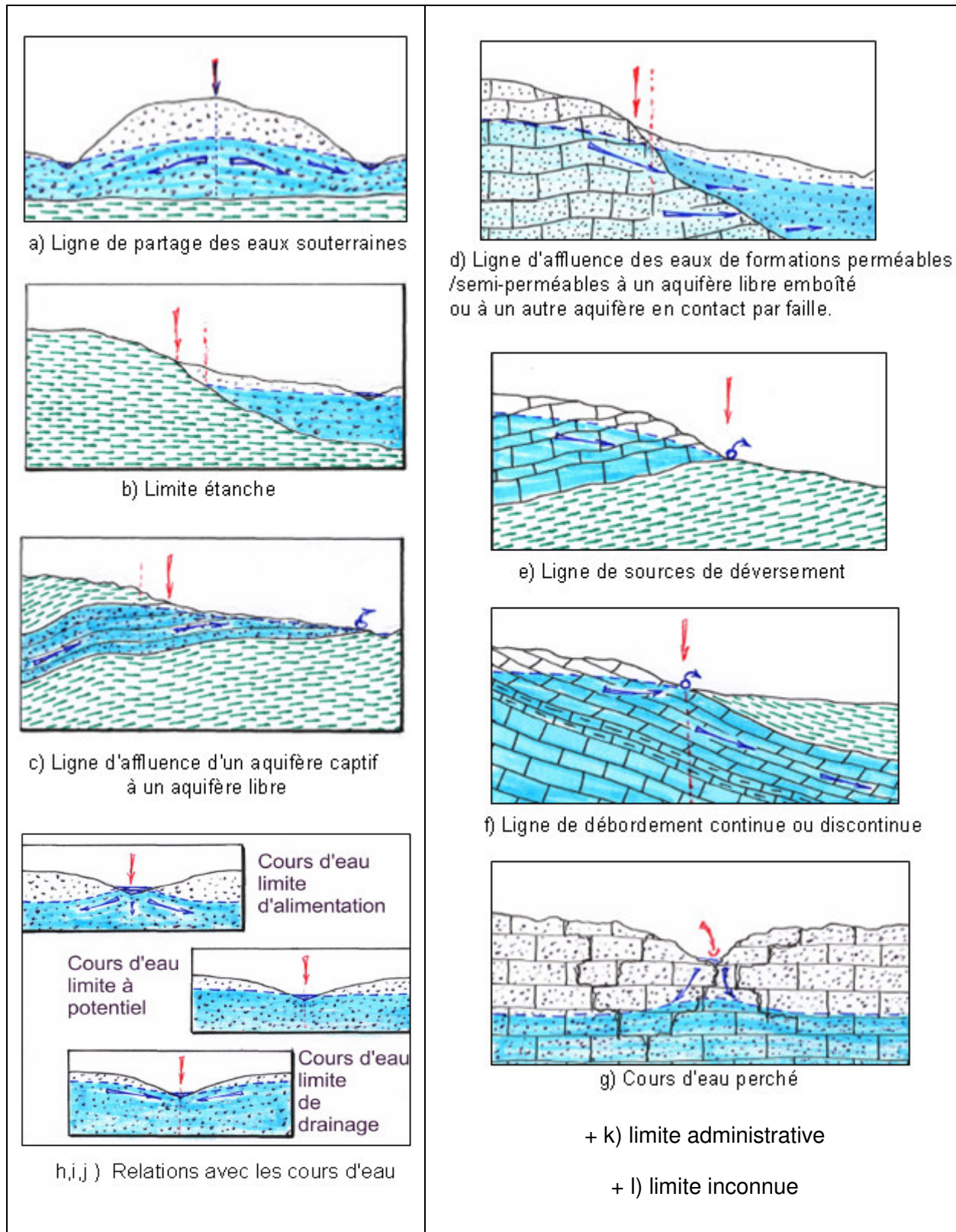
Type de milieu (porosité)

Notation	Etat de la nappe	
	Code	Libellé
C	1	Nappe captive
L	2	Nappe libre
LC	3	Libre et captive
ALC	4	Alternativement libre puis captive

Etat de la nappe

## 2. Types de limites

12 types (schémas page suivante) sont définis dans le guide méthodologique



## **Annexe 4**

# **Le modèle de gestion du référentiel et la géodatabase des entités**



## 1. Le modèle de gestion

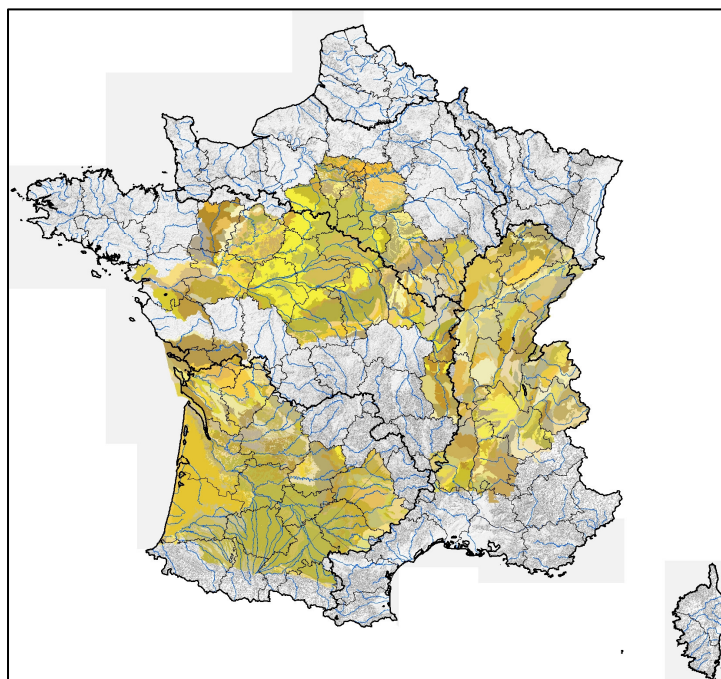
La réalisation de l'année 1 du projet a montré la complexité des opérations de découpage et la nécessité de traitements topologiques poussés pour assurer la cohérence du découpage tant horizontalement que verticalement (par exemple plus de 780 000 polygones en région Aquitaine composant les entités de niveau 1, 2 et 3, plus de 41 000 arcs de limites et au total 32 niveaux de superposition).

Un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (actuellement version 9.2) a été développé en 2007 et testé d'abord sur les régions traitées en année 1 du projet (en premier lieu la région Centre).

Il a été présenté:

- au groupe "Référentiels" du SIE le 25 Octobre 2007,
- au comité de pilotage du projet BDRHF-V2 le 19 Novembre 2007 et le 1<sup>er</sup> Décembre 2008 dans une version enrichie de nouvelles fonctionnalités.

De nouveaux contextes apparaissant au fur et à mesure de la progression du travail (illustration A1), le modèle de gestion est régulièrement adapté.



*Illustration A1 – Régions intégrées dans le modèle de gestion du référentiel en fin d'année 2 du programme de construction du référentiel*

A l'issue des traitements une géodatabase ArcGis, associée au modèle, est produite: elle contient l'ensemble des entités délimitée, aux trois niveaux de détail du référentiel (NV1, NV2 et NV3). Des outils associés permettent d'effectuer des requêtes, de réaliser des coupes verticales, d'extraire des limites.

Dans ce qui suit, le modèle de gestion puis la géodatabase associée sont décrits.

Les objectifs du modèle de gestion sont simples :

- 1) archiver dans un réservoir de données unique l'ensemble des informations nécessaires et suffisantes à la conservation des données du référentiel BDRHF V2 telles que définies par le guide méthodologique;
- 2) restituer dans un format cartographique les données du référentiel BDRHFV2 selon :
  - le niveau de regroupement des entités
  - **le code, le nom des entités**
  - la nature des entités
  - le thème des entités
  - le type de milieu des entités
  - l'état des entités
  - **la position relative des entités les unes par rapport aux autres**
    - **en deux dimensions (X,Y)**
    - **en trois dimensions (X,Y et ordre de recouvrement ou ordre absolu)**
  - **la nature et le type de contact composant les limites** entre les entités.

Pour atteindre ces objectifs un modèle conceptuel des données a été élaboré et un modèle de gestion s'est mis en place. L'implémentation du modèle physique des données est réalisée dans l'environnement ESRI. Il est déclinable dans l'environnement MAPInfo mais les performances moindres de ce logiciel induisent une diminution des fonctionnalités du modèle. Dans la suite de ce document, la version numérique du modèle sera décrite sous sa forme ESRI, sa transcription en couche MAPInfo sera réalisée ultérieurement.

## 1.1. FONCTIONNALITÉS DU MODÈLE

Le modèle de gestion est indispensable non seulement dans la phase d'élaboration, région par région, du référentiel (en tant qu'outil de travail aux fonctionnalités puissantes, topologiques en particulier), mais aussi par les possibilités d'exploitation qu'il offre (requêtes, sélections, réalisations de coupes verticales, visualisation 3D, ...).

### 1.1.1. Phase d'élaboration du référentiel

Le modèle de gestion permet :

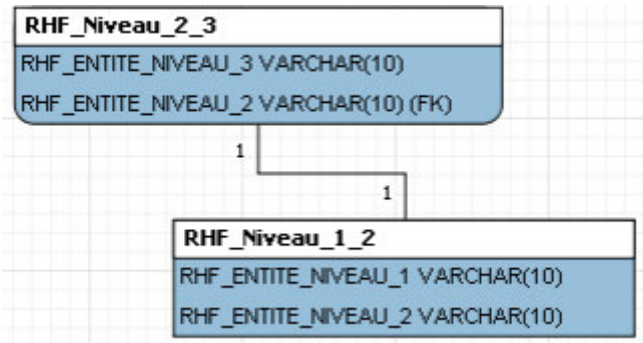
- de restituer, à partir des découpages unitaires réalisés (une table par entité), l'assemblage latéral et vertical des entités. L'opération implique le tableau multi-échelles dans lequel les entités sont repérées par un numéro définissant un ordre (dit "absolu" et pouvant correspondre à l'âge des entités).
- de restituer les parties sous couverture des entités (une entité comprend en général une partie affleurante et une partie sous couverture);
- d'assurer une totale cohérence topologique (3D) de l'ensemble des entités et aux 3 niveaux de découpage NV1, NV2 et NV3 (utilisation des fonctions topologiques d'ArcGis);
- de détecter les anomalies de découpage des entités et de corriger les artefacts de découpage.

### 1.1.2. Phase d'exploitation du référentiel

Le produit final des traitements est une table ArcGis contenant l'ensemble des polygones d'intersection de toutes les entités les unes avec les autres. Cette table est la base du référentiel hydrogéologique à partir de laquelle de nombreuses tables dérivées peuvent être produites (en particulier les limites) et le point de départ de nombreuses requêtes sur les entités. Le modèle de gestion permet aussi :

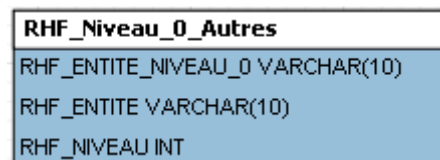
- d'éditer automatiquement des fiches descriptives par entité. Ces fiches précisent notamment les ordres d'apparition de l'entité (affleurante, sous couverture d'ordre 1, sous couverture d'ordre 2, ...), la liste des entités sus-jacentes (les "toits") et sous-jacentes (les "murs") avec mention des superficies de recouvrement ;
- de réaliser des coupes verticales suivant des directions quelconques;
- d'automatiser les mises à jour à partir du niveau 3 : les modifications sont faites sur les entités de plus bas niveau (NV3) et répercutées automatiquement sur les entités des niveaux supérieurs (NV1 et NV2);

La hiérarchie des niveaux 1, 2 et 3 est assurée par des relations de type père/fils à l'aide de tables spécifiques issues des tableaux synthétiques (§2.2.2). Ces relations conditionnent la genèse des niveaux 2 et 1 par agrégation des niveaux 3 qui les composent (principe de complétude).



Le cas particulier des surcouches est traité dans une table spécifique nommée **RHF\_ENTITE\_NIVEAU\_0\_Autres**.

Son usage est recommandé lorsque les surcouches décrites par le producteur de données agrègent ou complètent des informations issues des niveaux supérieurs



A titre d'exemple, en région Midi-Pyrénées l'unité de la surcouche notée H28A18 (Unité aquifère du Dogger - Système de Cregols), représente une unité karstique qui regroupe les entités de niveau 3 suivantes :

- H28A27 : unité aquifère des calcaires micritiques et bioclastiques du Bathonien moyen à l'Oxfordien - Nord Adour-Garonne et
- AH28A29 : unité aquifère des calcaires de l'Aalénien au Bathonien inférieur - Nord Adour-Garonne

**On peut également envisager de définir une surcouche X représentant l'aire ou l'entité Y est productive.**

## 1.2. PRINCIPES DE BASE DU MODÈLE

Les fonctions du modèle listées ci-dessus sont sous-tendues par 4 principes:

- **ordonnement** vertical des entités en définissant un ordre de superposition. le modèle permet de passer d'un ordre dit absolu à un ordre dit relatif (§1.2.1);
- **organisation** des entités en couches et surcouches. Une couche est définie par un numéro d'ordre (§1.2.2); une surcouche contient, outre les systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités contenues dans les couches) des entités superficielles, hétérogènes et morcelées ;
- **complétude**: couverture totale de l'espace à un ordre donné (pas de lacunes, celles-ci étant comblé par des entités "fantômes" (§1.2.3);
- **héritage**: d'une part héritage des limites des entités à partir de la table des polygones et d'autre part héritage des attributs des entités et des limites du niveau 3 vers le niveau 2 puis vers le niveau 1 (§1.2.4).

### 1.2.1. Ordonnement vertical

Le modèle permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif, 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 (illustrations A2 et A3). Cet ordonnancement correspond à une classification topographique sous contrainte chronologique.

L'ordonnement absolu est repéré par un numéro d'ordre "absolu" affecté à chaque entité dans le tableau multi-échelle, tableau utilisé par le modèle de gestion pour passer à un ordre relatif.

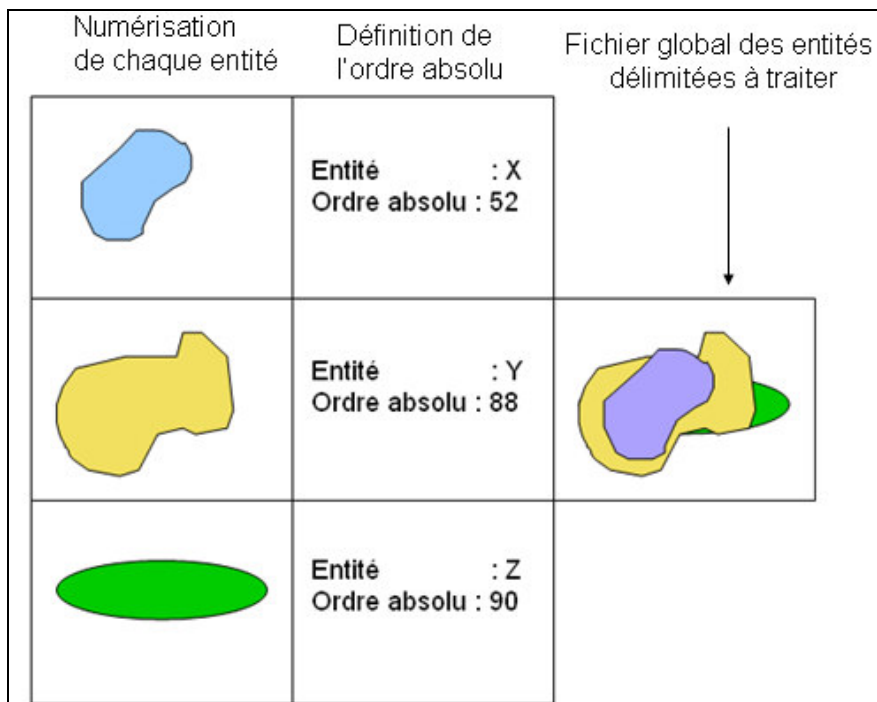


Illustration A2 – Ordonnement des entités par un âge absolu

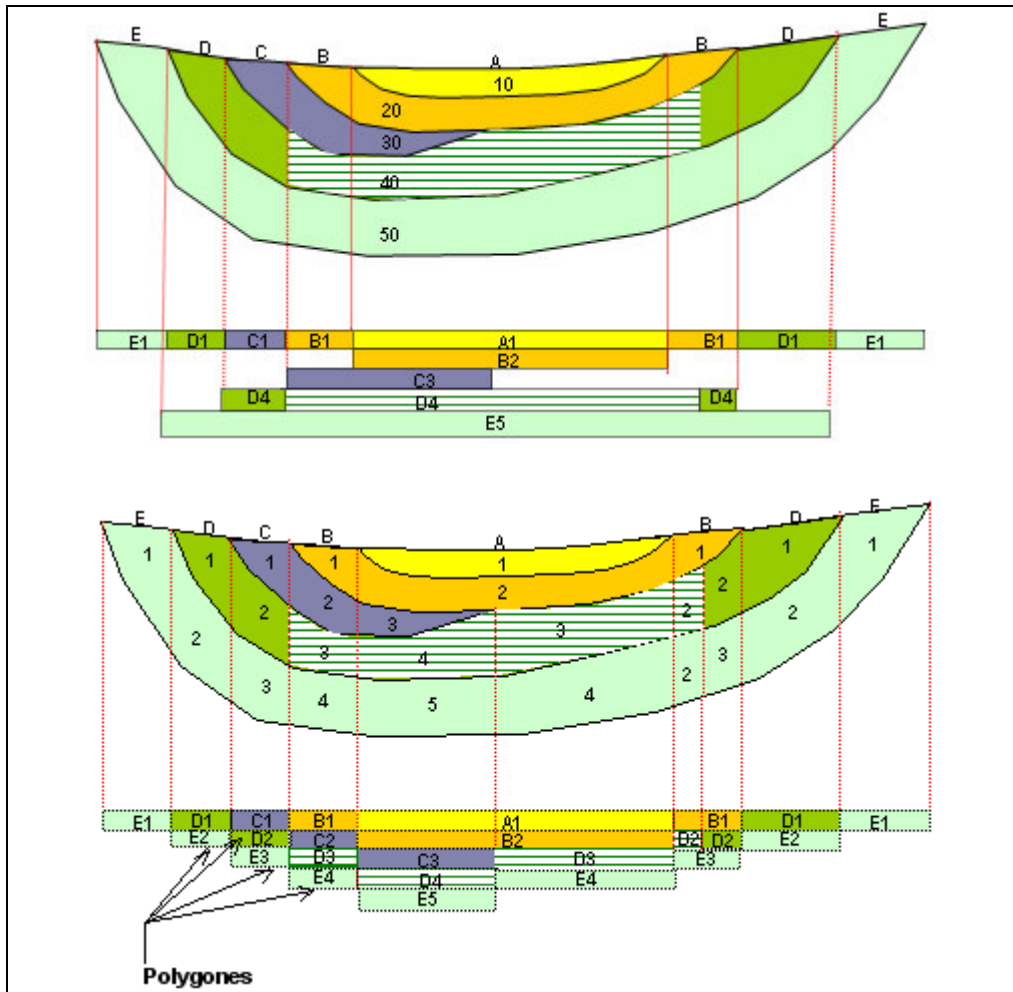


Illustration A3 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif.

## 1.2.2. Organisation des entités en couches et surcouches

### • Surcouche

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

- des formations peu épaisses et/ou de faible extension spatiale, qui sont relativement indépendantes, hydrodynamiquement, des formations sous-jacentes.
- les systèmes alluvionnaires constitués de terrasses "récentes", hydrauliquement connectés aux cours d'eau.
- des regroupements à vocation thématique d'entités de niveaux 1, 2 ou 3:
  - par exemple, l'aire d'un karst composé de deux ou trois entités superposées (cas de Midi-Pyrénées) ;
  - l'aire de production d'une couche alluviale

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. L'organisation des relations Surcouches/Couches, lorsqu'elle se justifie, est conservée dans une table spécifique.

RHF_Niveau_0_Autres	
RHF_ENTITE_NIVEAU_0	VARCHAR(10)
RHF_ENTITE	VARCHAR(10)
RHF_NIVEAU	INT

Les surcouches sont gérées de la même manière que les couches : il y a un ordonnancement vertical des surcouches. Suite à la réalisation des découpages des régions Midi-Pyrénées et Aquitaine, cette possibilité a conduit à concevoir l'équivalent d'un niveau d'ordre 0, NV0) pour accueillir les surcouches.

Les surcouches sont exclues des traitements topologiques quant à la nature des limites qu'elles renferment.

**La première formation rencontrée sous une surcouche sera cependant d'ordre 1 dans le SIG. La totalité de l'empilement des surcouche n'influe donc pas sur l'ordonnancement des entités. Une entité d'ordre 1 est soit une entité qui affleure, soit une entité sous recouvrement d'une formation contenue dans un niveau 0 .**

- **Couche**

Une couche est repérée par un numéro d'ordre (ordre "relatif", calculé par le modèle de gestion à partir du numéro d'ordre "absolu" du tableau multi-échelles).

La couche d'ordre 1 contient tous les affleurements des entités et les parties des entités situées sous une surcouche (ces parties, correspondant à des lacunes lorsque les surcouches sont constituées à partir des cartes géologiques vectorisées) sont restituées lors des traitements effectués).

### 1.2.3. Complétude

Toutes les couches sont spatialement complètes (couverture totale du territoire modélisé). Lorsque les entités de niveau 3 délimitées dans un niveau 2 ne permettent pas de reconstituer en totalité ce niveau 2 (seules des entités d'intérêt ont été délimitées), un complément

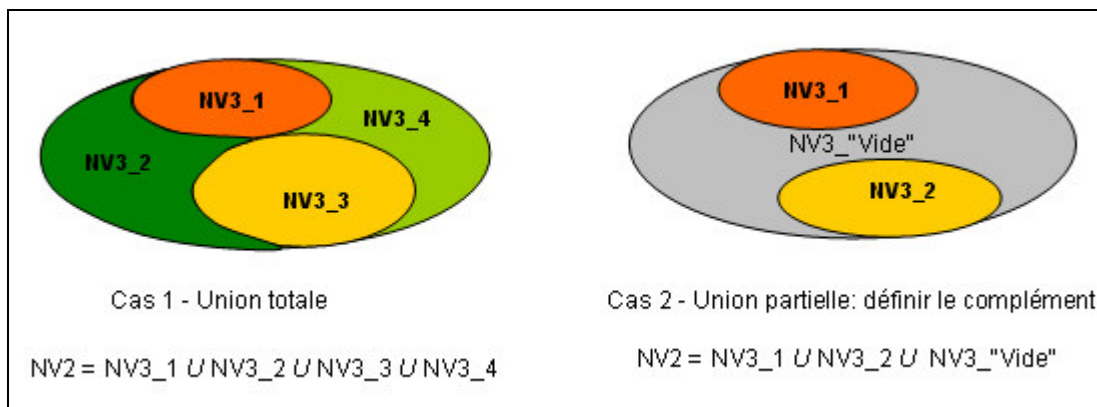


Illustration A4 - Reconstitution d'une entité de niveau 2 à par d'entités de niveau 3.

Le modèle de gestion peut tenir compte des cas où une entité de niveau 3 s'étend sur deux entités de niveau 2 (en général, cas lié à l'existence d'une frontière de "thème", par exemple passage du thème "intensément plissé" au thème "sédimentaire").

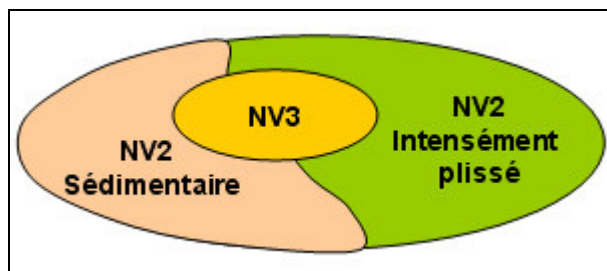


Illustration A5 – Entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2

### 1.2.4. Héritage

#### • Attributs des entités

La caractérisation des entités de niveau 2 est faite à partir des attributs des entités de niveau 3. Il ne sera en effet pas toujours possible de définir globalement une entité de niveau 2 (et à fortiori de niveau 1) par un attribut unique, surtout lorsque les entités constitutives sont de types différents, par exemple au regard de la porosité (matricielle de fissure, de karst, ou encore double porosité).

Soit par exemple une entité de niveau 2 notée 10A, constituée de 3 entités de niveau 3. Le modèle de gestion permet de connaître le % de chaque entité de niveau 3 dans l'entité de niveau 2.

Niveau 2	Niveau 3	Porosité
10A	unité aquifère 10 A1 (craie), 30 %	double porosité (matrice et fissures)
	unité aquifère 10 A2 (craie), 20 %	double porosité (matrice et fissures)
	unité imperméable 10 A3, 50 %	porosité matricielle

L'entité de niveau 2, compte tenu la superficie totale des entités de niveau 3 qu'elle regroupe (et non pas des volumes) peut être rangée soit dans un domaine, soit dans un système aquifère avec le type de porosité correspondante.

Si le choix de la nature du niveau 2 (domaine ou aquifère) peut être laissé à l'appréciation de l'hydrogéologue, il est intéressant de remplir le champ "Type de milieu (porosité)" en mentionnant les types de porosité rencontrés au niveau 3 au prorata des surfaces observées, par exemple: "50 % DP, 50 % PM"

#### • Limites

Le modèle conceptuel restitue les éléments qui composent les limites des entités d'ordre de superposition identiques. Le guide méthodologique du référentiel propose un ensemble de limites type qui est utilisé pour les contours des entités d'ordre 1.

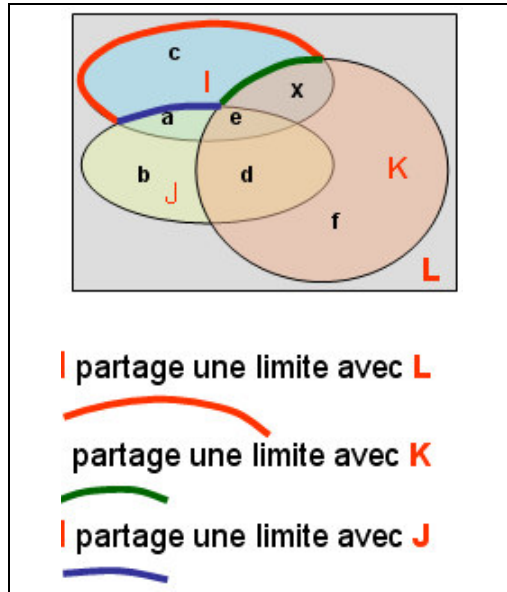


Illustration A6 – Restitution des limites des entités à partir de la table des polygones

Les arcs ou les vecteurs qui composent les limites dans le référentiel BDRHFV2 sont issus de l’analyse topologique des entités. Chaque limite connaît ainsi ses voisins de gauche et droite. Cette orientation des limites (droite/gauche) gérée de manière transparente n’est pas précisée dans le référentiel.

**Les limites sont qualifiées selon une typologie hydrogéologique et selon la nature des contacts qu’elles établissent entre les entités du référentiel. Elles sont représentées par le couple d’entités qu’elles lient et l’ordre relatif auquel elles se réfèrent.**

L’illustration A7 suivante présente un schéma vertical local avec 2 ordres de superposition.

- La limite affleurante n°999 est définie par le couple d’entités d’ordre 3 : A et B, le type est défini par le producteur de la donnée, la nature du contact sera illustrée plus loin.
- La limite sous recouvrement n°9991 est définie par le couple d’entité d’ordre 3 : C et C, il s’agit donc d’un artefact de découpage de l’entité C hérité de la limite précédente.

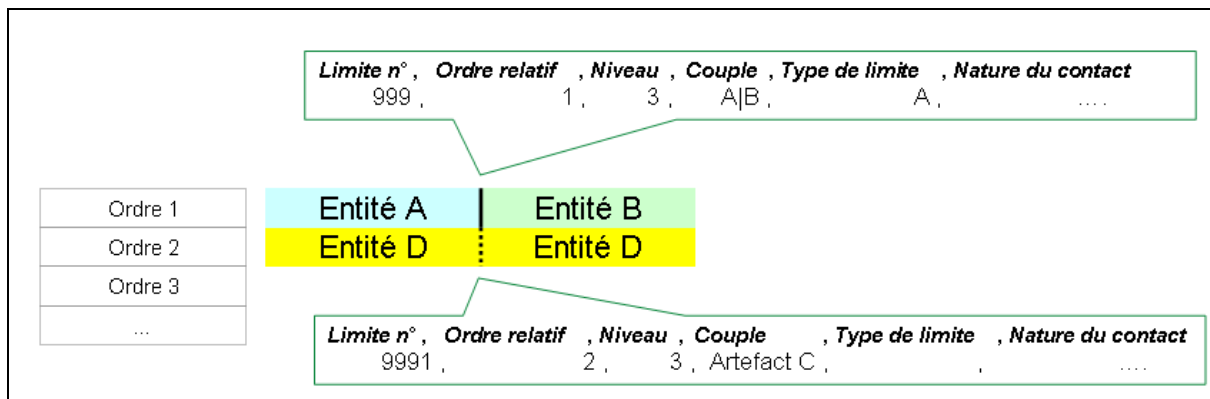


Illustration A7 – Exemple de contacts entre entités

Les artefacts de découpage sont conservés car ils peuvent être la cause de changement de type hydrogéologique des limites. Cette propriété est illustrée par la notion de **nature des contacts** que le référentiel déduit automatiquement de la superposition relative des entités et l'analyse de leur nature. L'illustration suivante présente un schéma de définition de la nature des contacts déduits pour chacune des limites identifiées (artefacts compris).

Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 1
Ordre 2	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 2
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	Contact 3
Ordre 2	Domaine	Domaine	Domaine	Domaine	
Ordre 1	Domaine	Domaine	Domaine	Domaine	Contact 4
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Aquifère	Contact 5
Ordre 2	Aquifère	Domaine	Domaine	Aquifère	
Ordre 1	Domaine	Domaine			Contact 6
Ordre 2	Aquifère	Aquifère			
Ordre 1	Aquifère	Aquifère			Contact 7
Ordre 2	Aquifère	Aquifère			
Ordre 1	Aquifère	Aquifère			Contact 8
Ordre 2	Domaine	Domaine			
Ordre 1	Domaine	Domaine			Contact 9
Ordre 2	Domaine	Domaine			

*Illustration A8 – Nature des contacts possibles entre entités*

Neuf contacts distincts sont définis automatiquement, ils sont conditionnés par la nature des entités d'ordre 1 et d'ordre 2 au droit de la limite étudiée.

Le lexique des types de limites est fourni dans le tableau de l'illustration A9 qui suit.

<b>RHF_LEXIQUES_VALEURS</b>		
<b>CODE</b>	<b>VALEUR</b>	<b>Commentaire</b>
A	Ligne de partage des eaux souterraines	C'est une limite à flux nul correspondant à une crête piézométrique, dont la position peut se déplacer au cours du temps ou sous l'influence de pompage (exemple : aquifère de la craie dans la Somme).
B	Limite étanche	C'est une limite à flux nul correspondant à un contact entre des formations imperméables et perméables. Exemple : Alluvions perméables sur des schistes ou Crétacé supérieur sur Albien argileux.
C	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère	Elle correspond également à une limite d'alimentation à condition de flux du second. Ce type de limite s'observe en bordure du Bassin parisien entre des formations très peu perméables (Callovien par exemple) et aquifère (Bathonien - Bajocien par exemple).
D	Ligne d'affluence des eaux de formations perméable	C'est une limite d'alimentation à condition de flux de ce dernier. Exemple : les reliefs jurassiques alimentant les terrasses alluviales de la plaine de l'Hérault ou les failles mettant en contact Grès du Trias inférieur et Calcaires du Muschelkalk.
E	Ligne de sources de déversement	Elle s'observe au contact d'une entité aquifère avec une entité imperméable. Exemple : ligne de sources à la base de l'Oxfordien au contact avec le Callovien, en bordure du Bassin parisien.
F	Ligne de débordement continue ou discontinue	Ligne d'émergence et ligne d'affluence d'un aquifère libre à un aquifère captif : limite d'alimentation à condition de flux nul du second. Exemple: limite entre l'Oxfordien et le Kimméridgien en bordure du Bassin parisien.

*Illustration A9 – Types de limites*

G	Cours d'eau perché, à pertes par infiltration, sou	C'est une ligne d'alimentation de flux plus ou moins discontinue. Cela peut être le cas de rivières circulant dans des reliefs et où le niveau de base est sensiblement inférieur à l'altitude du lit de la rivière.
H	Cours d'eau limite d'alimentation	
I	Cours d'eau limite à potentiel	Alimentation ou drainage selon les périodes, ou sens du flux inconnu)
J	Cours d'eau limite de drainage	Les trois précédentes limites permettent de qualifier la nature de la relation nappe - rivière avec une condition de potentiel hydraulique.
K	Limite à caractère administratif	Une limite de type administratif est nécessaire pour délimiter les aquifères transfrontaliers.
L	Limite inconnue	Lorsque la limite de l'aquifère ne peut être déterminée, un code correspondant à « limite inconnue » sera utilisé.
Y	Autres	Autre type de limite, à définir ultérieurement
Z	Artefact de découpage	Limite liée au processus de découpage, hors typologie hydro.

*Illustration A9 (suite) – Types de limites*



## 2. Géodatabase associée au modèle de gestion

### 2.1. MODÈLE CONCEPTUEL DES DONNÉES

Le modèle de gestion est implémenté dans une géodatabase ArcGIS. Il est composé de quatre tables principales (illustrations A10 et A11) :

- la table des polygones qui constituent les entités (formes géométriques), appelée "RHF\_Polygones relatifs"
- la table des limites des entités (polylignes), appelée "RHF\_Limites"
- le tableau synthétique de définition des entités
- le tableau de définition des limites

et de requêtes dérivées, par exemple "REQUETE\_toits" et "REQUETE\_murs" des entités (illustration A11).

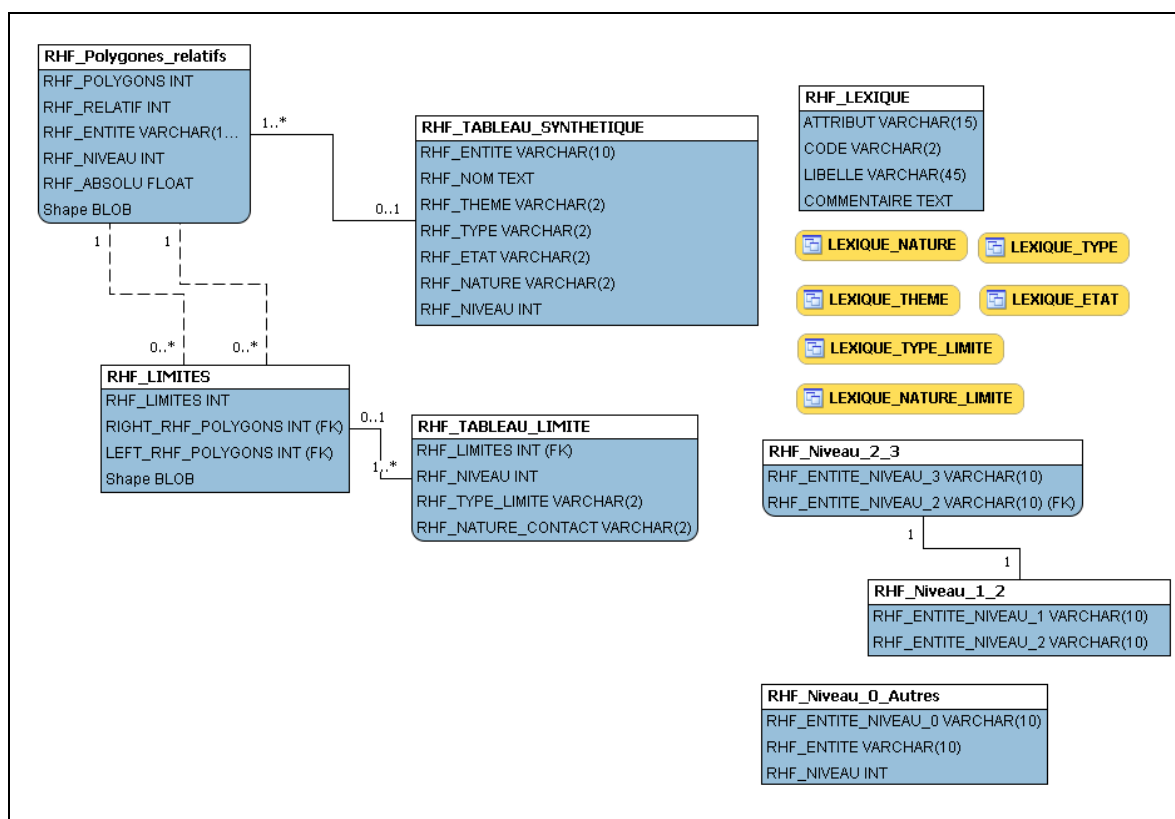


Illustration A10 – Modèle conceptuel de la géodatabase

**Remarque** : par convention, les tables de données composant le fonds documentaire minimal de la géodatabase sont notées avec le préfixe **RHF\_**. Les tables qui résultent de requêtes complexes dont le résultat est "figé" pour en faciliter la lecture sont préfixée avec **BDRHF\_**

*Liste des tables affichées à l'ouverture de la géodatabase*



*Liste des requêtes définies dans la géodatabase*



*Liste des tables créées par les requêtes précédentes*



*Illustration A11 – Liste des tables et des requêtes dans la géodatabase du référentiel*

**Remarque:** la taille de certaines géodatabases (cas de l'Aquitaine) ne permet pas d'avoir les 3 niveaux de découpage rassemblés dans une géodatabase unique (cas par exemple de l'Aquitaine). Il y donc une géodatabase de niveau 3 et une rassemblant les niveaux 1 et 2.

## 2.2. DESCRIPTION DES TABLES

### 2.2.1. Table des "RHF\_Polygones relatifs"

Le résultat final de tous les traitements effectués avec le modèle de gestion et permettant d'obtenir un "assemblage" d'entités topologiquement correct dans les 3 dimensions est une couche vecteur ArcGis de la géodatabase nommée "**RHF\_Polygones relatifs**". C'est une table (couche graphique) contenant tous les polygones issus de l'intersection de toutes les entités les unes avec les autres pour tous les niveaux du référentiel (1,2 ou 3).

En sélectionnant "RHF\_Polygones relatifs", la couche des polygones qui composent les entités s'affiche à l'écran (illustration A12). Un niveau puis un ordre de superposition peuvent être sélectionnés.

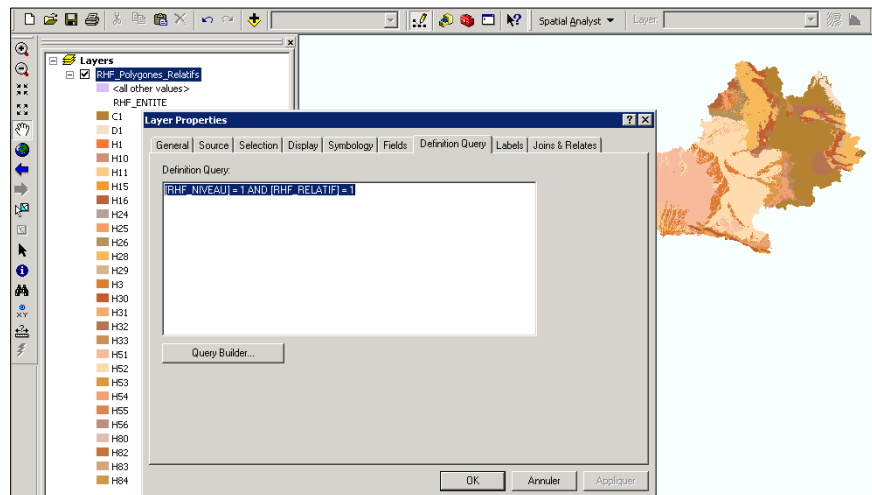


Illustration A12 – Table des polygones multiples de niveau 1 et d'ordre 1 en région MPY

Dans l'illustration suivante, la couche de RHF\_Polygones\_Relatifs est affichée pour les 3 niveaux de regroupement du référentiel

- [RHF\_NIVEAU] = 1 AND [RHF\_RELATIF] = 1
- [RHF\_NIVEAU] = 2 AND [RHF\_RELATIF] = 1
- [RHF\_NIVEAU] = 3 AND [RHF\_RELATIF] = 1

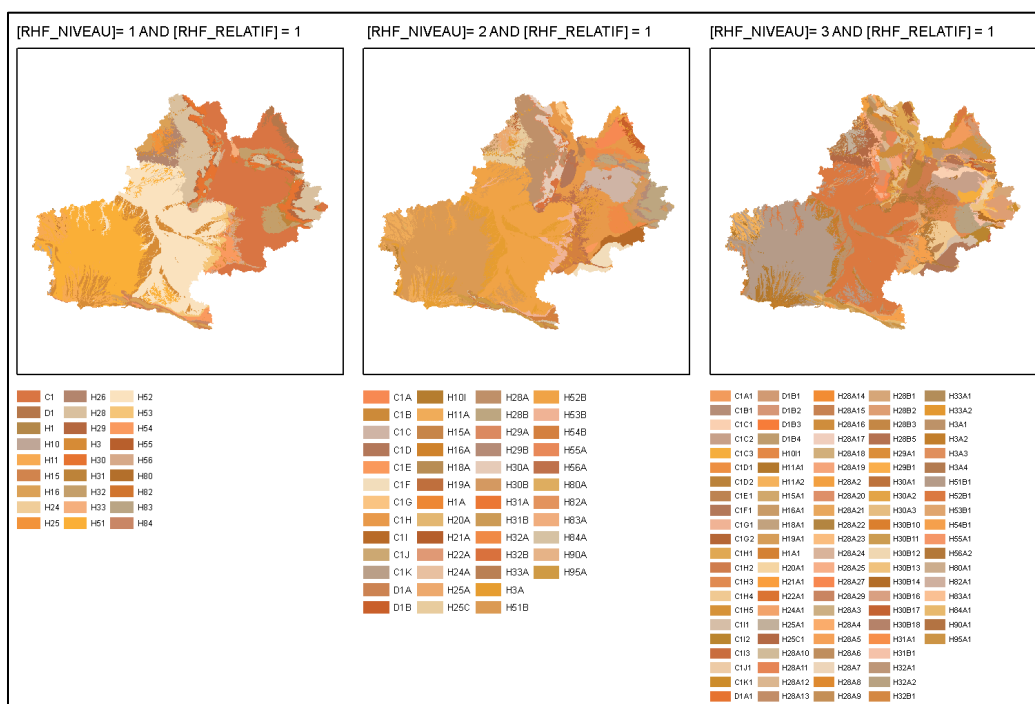


Illustration A13 – Sélection des entités d'ordre 1 pour les 3 niveaux de découpage du référentiel

### 2.2.2. Table RHF\_Tableau\_Synthetique

La table RHF\_Tableau\_Synthetique est la transcription au format MSACCESS du tableau synthétique.

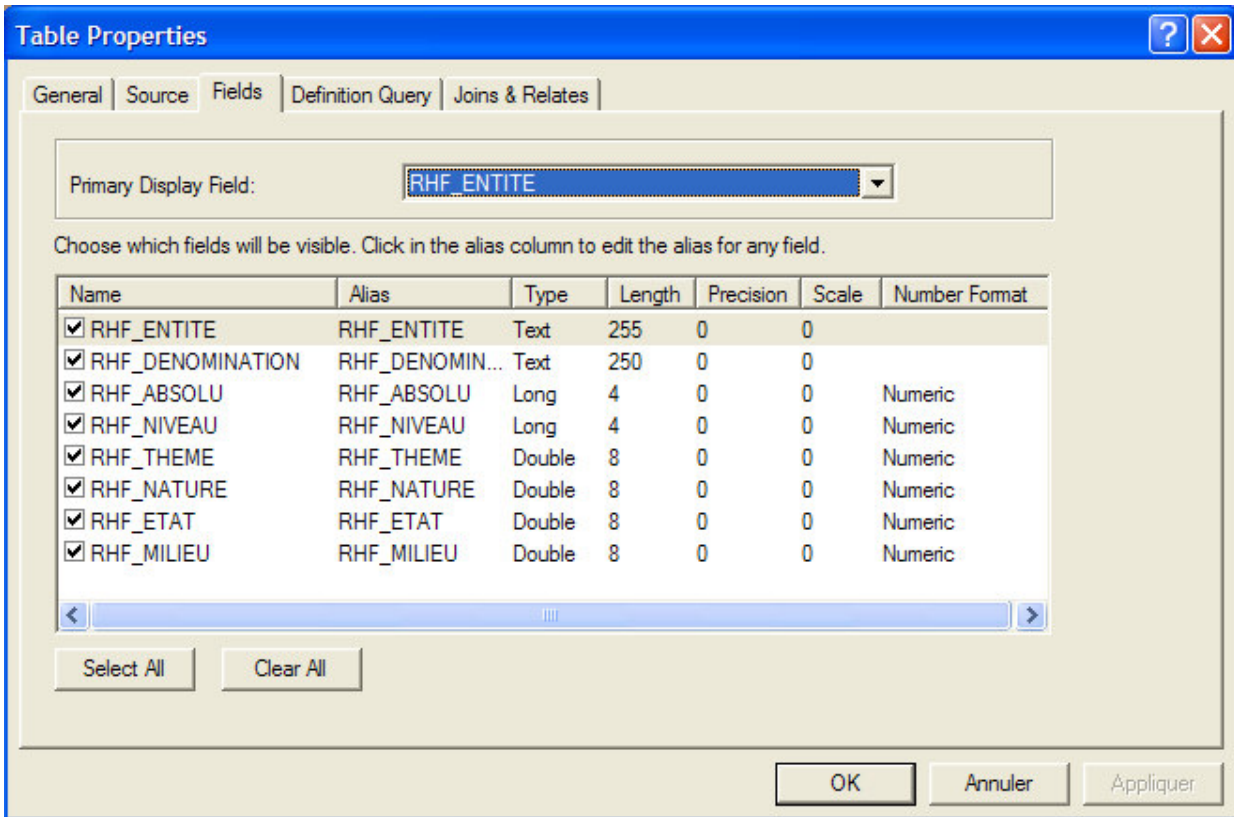


Illustration A14 - Table RHF\_Tableau\_Synthetique

Le champ RHF\_ENTITE permet la jointure thématique avec la table des polygones d'entités (RHF\_Polygones\_multiples)

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_THEME	RHF_NATURE	RHF_ETAT	RHF_MILIEU
F10	KIMMERDGIEN-CALLOVIEN	16115	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10F	Domaine hydrogéologique des marnes et calcaires inférieurs du Kim. au callovien	15300	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10F1	Unité aquifère des calcaires à Astartes du Perche (Oxfordien supérieur)	15300	3	2	5	3	4
F10F2	Unité aquifère des calcaires coralliens de l'Oxfordien moyen	15900	3	2	5	3	4
F10G	Domaine hydrogéologique des marnes callovo-oxfordiennes	15455	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F10G1	Unité semi-perméable des marnes bleues à Encrines (oxfordien moyen - oxfordien supérieur)	15455	3	2	<Null>	3	1
F10G10	Unité semi-perméable des marnes de Domfront en Champagne, du Chevain et des oolites de Suré (Callovi)	16230	3	2	6	3	1
F10G11	Unité semi-perméable des calcaires marneux à brachiopodes (Callovien inférieur)	16300	3	2	6	3	1
F10G2	Unité imperméable des marnes à spongiaires (Callovien à Oxfordien moyen)	15700	3	2	<Null>	3	1
F10G3	Unité aquifère des sables du Vairais et de Mortagne (Oxfordien inférieur)	15995	3	2	5	3	1
F10G4	Unité imperméable des marnes à Pernes et des marnes sableuses de la Vacherie et de la Buraisiaire (Call	16000	3	2	<Null>	3	1
F10G5	Unité aquifère des sables de Saint-Fulgent-des-Ormes (Callovien supérieur)	16115	3	2	<Null>	3	1
F10G6	Unité imperméable des marnes de Montmarlo et de Montbizot (Callovien supérieur)	16120	3	2	<Null>	3	1
F10G7	Unité aquifère des calcaires sableux de Teillé (Callovien moyen)	16125	3	2	<Null>	3	1
F10G8	Unité imperméable des marnes de Maresché et de Saint-Calez-en-Saosnois (Callovien moyen)	16200	3	2	<Null>	3	1
F10G9	Unité semi-perméable des marnes d'Assé le Riboul et des oolites (Callovien inférieur et moyen)	16210	3	2	<Null>	3	1
F11	DOGGER	16470	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11S	Domaine hydrogéologique des marnes du Dogger	16472	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11S1	Unité semi-perméable des marnes de Bourg le Roi (Baéonien supérieur)	16472	3	2	6	3	1
F11T	Système aquifère des calcaires du DOGGER (Bajocien-Baéonien)	16470	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F11T1	Unité aquifère des calcaires noduleux à silex du Baéonien	16470	3	2	5	3	2
F11T2	Unité aquifère des oolites ferrugineuses et du calcaire à Montivaultia (Baéonien supérieur)	16470	3	2	5	3	3
F11T3	Unité aquifère des calcaires et oolites du Saosnois (Bajocien supérieur à Baéonien supérieur)	16770	3	2	5	3	3
F11T4	Unité aquifère des calcaires graveleux de la champagne, de Conlie(Aalénien moyen, Bajocien, Baéonien)	16900	3	2	5	3	3
F11T5	Unité aquifère des arkoses d'Alençon et des graviers, sables et grès de tessé (Aalénien)	17160	3	2	5	3	1
F12	LIAS	17560	1	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F12A	Domaine hydrogéologique marnes du Lias supérieur	17560	2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
F12A1	Unité semi-perméable des calcaires marneux et argiles du Trossin	17560	3	2	<Null>	3	2

Illustration A15 – Jointure avec la table RHF\_Tableau\_Synthetique

Ainsi, la table **RHF\_Polygones\_Multiples** est en règle générale associée à la table **RHF\_Tableau synthétique** pour permettre une représentation thématique basée sur la nature, le type, l'état ou le milieu des entités.

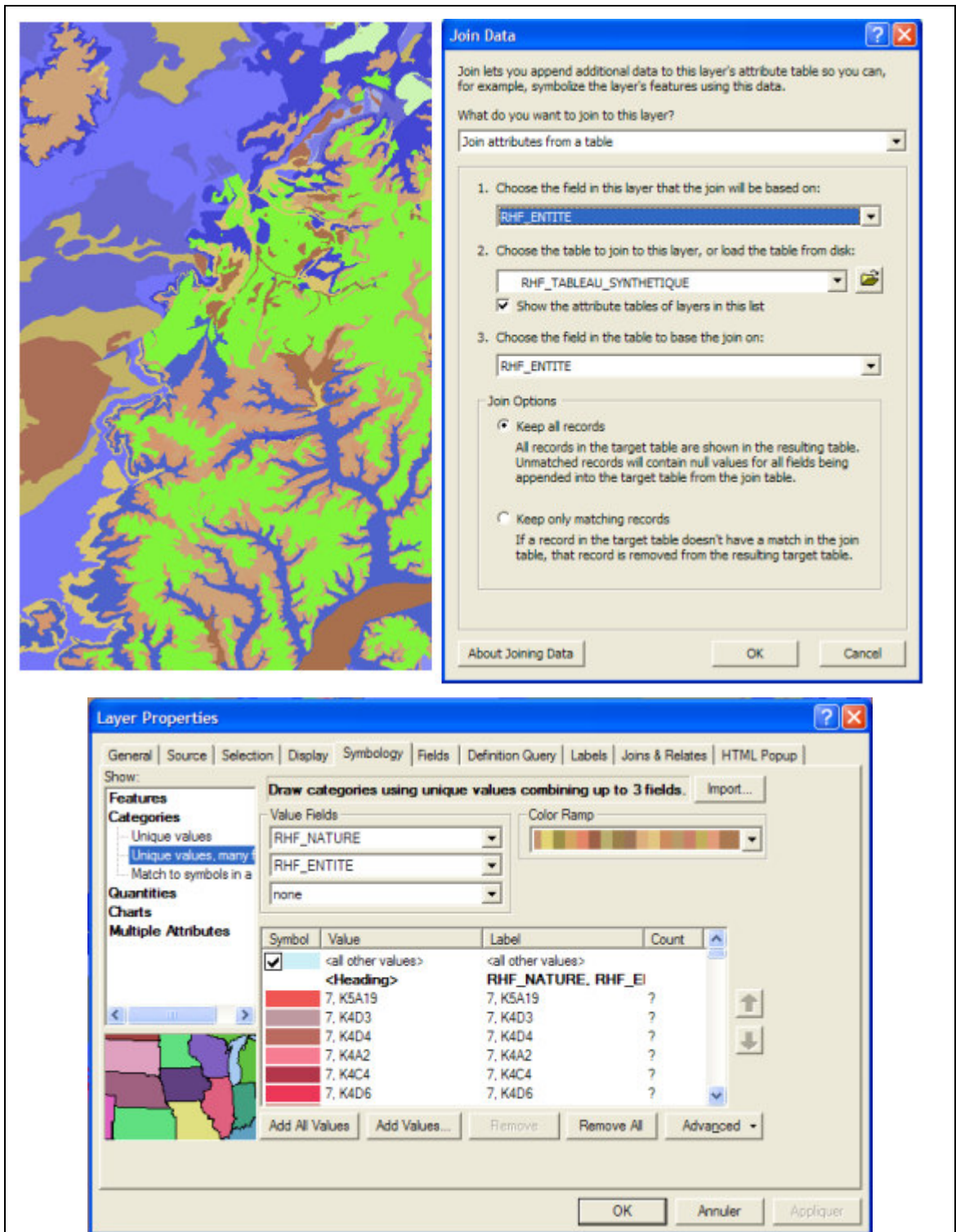


Illustration A16 –Exemple d'analyse thématique après jointure

### 2.2.3. Table des limites

La seconde couche vecteur correspondant à la table des limites (illustration A17), appelée "RHF\_Limites" (limites des entités d'ordre 1 et plus).



Illustration A17 – Table des limites des entités d'ordre 1 (exemple de la région Midi-Pyrénées)

Les limites peuvent être qualifiées selon leur nature et le contact entre les entités sous jacentes.

### 2.2.4. Table RHF\_Limites\_nature

La table de qualification des limites reprend une part d'information définie par le producteur des données (le type de limite) et des attributs issus de l'analyse de la base de données. Ces derniers peuvent être recalculés lors de la mise à jour des attributs des entités

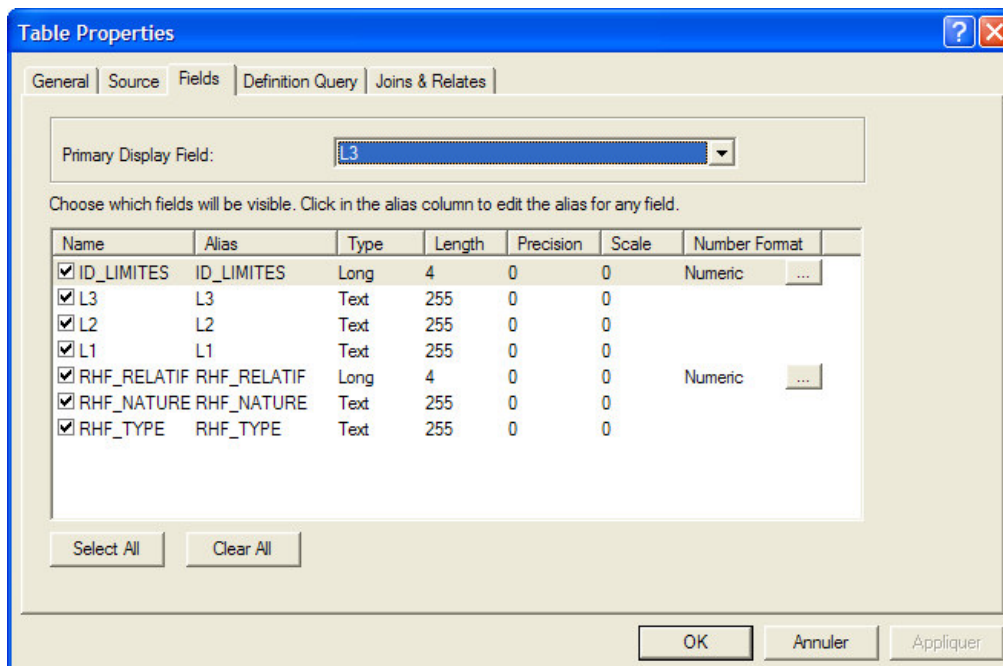


Illustration A18 – Table de la nature des limites

Le champ **L3** décrit le couple d'entité de niveau 3 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10G1|F11T1|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L3 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10G1|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L3 prend alors la valeur « Artefact »

Le champ **L2** décrit le couple d'entité de niveau 2 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10G|F11T|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L2 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10G|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L2 prend alors la valeur « Artefact »  
Remarque : Toutes les entités de niveau 3 incluses dans une entité de niveau 2 composent les limites de niveau 2 définies comme "Artefact" à l'exception des limites au contact d'entités de niveau 2 distinctes.

Le champ **L1** décrit le couple d'entité de niveau 1 séparé par cette limite. La syntaxe utilisée est composée des codes d'entité séparés par le symbole "|" (ascii 124)

par exemple : |F10|F11|.

Lorsque la limite sépare une entité du "monde extérieur", par exemple une limite administrative au delà de laquelle le découpage hydrogéologique n'est pas effectué, le couple L1 est composé du code de l'entité et du mot clef "Monde"

par exemple : |F10|Monde|.

Lorsque la limite est héritée d'un découpage sous-jacent, elle peut être incluse dans une même entité hydrogéologique. Dans ce cas les entités situées de part et d'autre de la limite sont de même code. Le champ L1 prend alors la valeur « Artefact »

Remarque : Toutes les entités de niveau 3 ou 2 incluses dans une entité de niveau 1 composent les limites de niveau 1 définies comme "Artefact" à l'exception des limites au contact d'entités de niveau 1 distinctes.

Le champ **RHF\_Relatif** définit l'ordre de recouvrement concerné par la limite. Seules les limites d'ordre relatif égal à 1 sont définies selon une typologie décrite par le producteur de données.

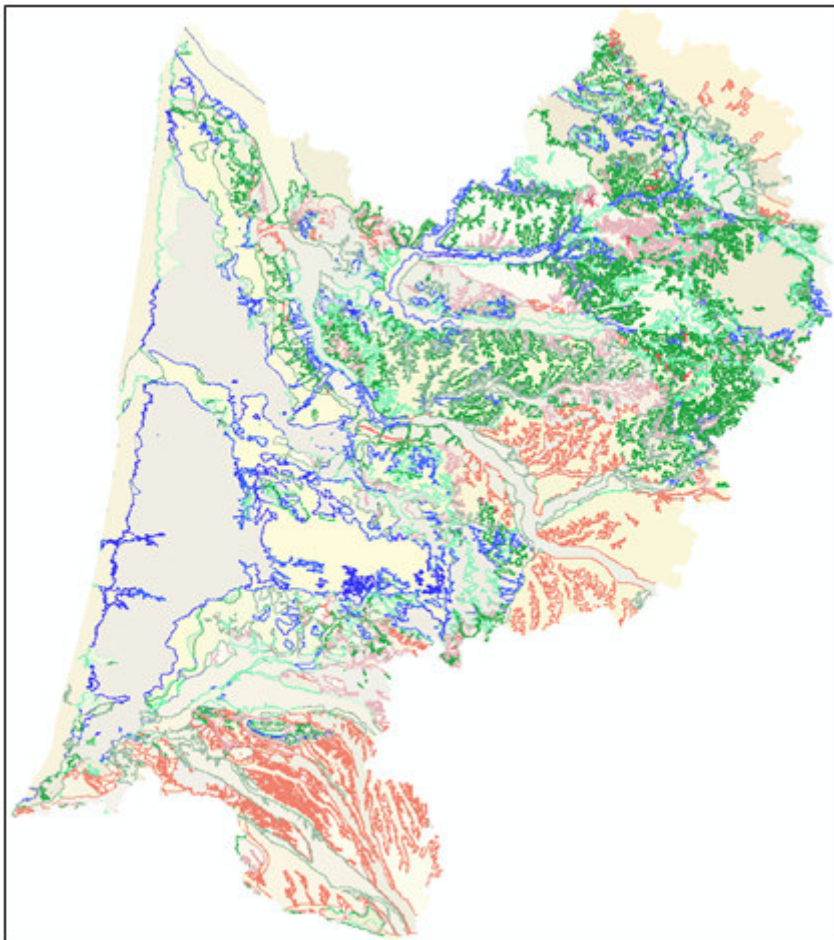
Le champ **RHF\_Type** définit la typologie de la limite décrite par le producteur de données.

Le champ **RHF\_Nature** définit la nature du contact établi par la limite entre les entités d'ordre relatif 1 et 2.

Le lexique des natures de contact est fourni dans le tableau ci-dessous :

RHF_LEXIQUES_VALEURS	
CODE	VALEUR
AAAA	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Aquifère
AADA	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Domaine
AAAD	Aquifère-Aquifère/Aquifère-Domaine
AADD	Aquifère-Aquifère/Domaine-Domaine
DAAA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Aquifère
ADAA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Aquifère
ADDA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DAAD	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DADA	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
ADAD	Aquifère-Domaine/Aquifère-Domaine
DADD	Aquifère-Domaine/Domaine-Domaine
ADDD	Aquifère-Domaine/Domaine-Domaine
DDAA	Domaine-Domaine/Aquifère-Aquifère
DDDA	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
DDAD	Domaine-Domaine/Aquifère-Domaine
DDDD	Domaine-Domaine/Domaine-Domaine

*Illustration A19 – Lexique de la nature des contacts*



*Illustration A20 – Exemple de représentation des limites en fonction de la nature des contacts (référentiel de l'Aquitaine)*

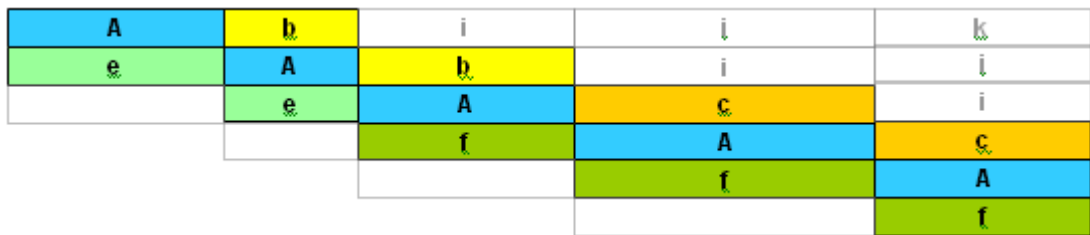
### 2.2.5. Requêtes sur le modèle et tables associées

#### Requêtes Toits et murs

Il s'agit de 2 requêtes que l'on peut ouvrir pour consultation. Pour chaque polygone de l'entité (champ "Attribut\_Polygons"), on peut connaître l'entité qui compose le polygone situé directement au-dessus (champ "Toit") et celle située directement au-dessous (Champ "Murs").

Dans l'illustration suivante,

- le toit de A est composé de b et de c
- le mur de A est composé de e et de f



Les requêtes permettant l'extraction de ces données sont REQUETE\_MURS et REQUETE\_TOITS, elles sont également transcrites sous formes de tables BDRHF\_Table\_Murs et BDRHF\_Table\_Murs

Table (requête) : BDRHF\_TABLE\_TOIT (BDRHF\_TOIT)

RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	TOIT	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Part_Toits	SToits	Surface	RHF_NIVEAU
10A	100	Toit	1B	Domaine aquifè	10	0.5628394038	711758480	48054244348	2
10A	100	Toit	7B	Système aquifè	70	0.0017709860	2239563	2529170755.2	2
10A	100	Toit	8B	Domaine imperi	80	0.0742439338	93887793	11381268398	2
10A1	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.9297574797	17265823	37140487.444	3
10A2	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.0004950633	57642	116433589.51	3
10A2	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.8677559751	101035943	465734358.05	3
10A3	100	Toit	1B7	Domaine aquifè	10	0.649815871	151132818	1395467467.8	3
10A3	100	Toit	7B41	Unité aquifère d	70	0.0096293022	2239563	465155822.59	3
10A4	100	Toit	1B5	Domaine aquifè	10	0.2818628625	89605078	317903100.79	3
10A4	100	Toit	1B6	Domaine aquifè	10	0.4512132491	143442091	317903100.79	3
10A5	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.4961843609	119449097	2648088433.8	3
10A6	100	Toit	1B2	Domaine aquifè	10	0.5742847963	82878229	1010208883.7	3
10A6	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.0132702258	1915100	144315554.81	3
10A7	100	Toit	1B8	Domaine aquifè	10	0.0052030419	324017	124549065.16	3
10A7	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.1076240756	6702239	124549065.16	3
10A8	100	Toit	1B1	Domaine aquifè	10	0.0498405765	6587742	295275298.44	3

Illustration A21 – Table des toits (exemple de la région Aquitaine)

	Description des attributs de la table/requête des toits
<b>RHF_ENTITE</b>	Code de l'Entité étudiée
<b>RHF_ABSOLU</b>	Ordre absolu
<b>RHF_NIVEAU</b>	Niveau de l'entité étudiée
Surface	Surface de l'entité étudiée
Position	Position des entités associées (constante TOIT)
<b>TOIT</b>	Code de l'entité au toit
<b>LIBELLE</b>	Denomination de l'entité au toit
<b>ORDRE_ABSOLU</b>	Ordre absolu de l'entité au toit
<b>Part_Toits</b>	Par relative de la surface de l'entité étudiée dont le toit est composée par cette unité
SToits	Surface du toit considéré

Illustration A22 – Table des toits (exemple de la région Poitou-Charentes)

Table (requête) : BDRHF\_TABLE\_MUR (BDRHF\_MUR)

RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	MURS	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Smurs	Aire	Part_Mur	Surface	RHF_NIVEAU
1	10	Mur	10	Grand système	100	847686972	1974761781.9	0.4292603694	88864280188	1
1	10	Mur	11	Grand domaine	110	40936870	1974761781.9	0.0207300295	63192377022	1
1	10	Mur	12	Grand système	120	75500861	1974761781.9	0.0382328956	37520473857	1
1	10	Mur	21	Grand système	20	114308450	1974761781.9	0.0578846781	51343806331	1
1	10	Mur	3	Grand domaine	30	116647627	1974761781.9	0.0590692144	1.007129E+11	1
1	10	Mur	4	Grand système	40	43530245	1974761781.9	0.0220432892	19747617819	1
1	10	Mur	4	Grand système	41	7878785	1974761781.9	0.0039897395	13823332474	1
1	10	Mur	4	Grand système	42	375791	1974761781.9	0.0001902969	3949523563.9	1
1	10	Mur	5	Grand système	60	104651691	1974761781.9	0.0529945900	78990471278	1
1	10	Mur	5	Grand système	65	33115719	1974761781.9	0.0167694753	1974761781.9	1
1	10	Mur	51	Grand domaine	50	60766447	1974761781.9	0.0307715328	61217615240	1
1	10	Mur	7	Grand Système	70	290111334	1974761781.9	0.1469095344	98738089097	1
1	10	Mur	9	Grand Système	90	27446597	1974761781.9	0.0138986876	9873808909.7	1
1	10	Mur	9	Grand Système	91	113210525	1974761781.9	0.0573286996	35545712075	1
10	100	Mur	11	Grand domaine	110	16576785913	16584901422	0.9995106689	2.063162E+13	1
10	100	Mur	12	Grand système	120	7656744	16584901422	0.0004616394	66339605887	1

Illustration 23 – Table des murs (exemple de la région Poitou-Charente)

	Description des attributs de la table/requête des murs
<b>RHF_ENTITE</b>	Code de l'Entité étudiée
<b>RHF_ABSOLU</b>	Ordre absolu
<b>RHF_NIVEAU</b>	Niveau de l'entité étudiée
Surface	Surface de l'entité étudiée
Position	Position des entités associées (constante TOIT)
<b>MURS</b>	Code de l'entité au mur
<b>LIBELLE</b>	Denomination de l'entité au mur
<b>ORDRE_ABSOLU</b>	Ordre absolu de l'entité au mur
<b>Part_Mur</b>	Par relative de la surface de l'entité étudiée dont le mur est composée par cette unité
SToits	Surface du mur considéré

Illustration A24 – Table des murs (exemple de la région Aquitaine)

### 2.2.6. Table des ordres

Il s'agit d'une table dans laquelle les entités (champ "RHF\_ENTITE") sont "décomposées" suivant leur ordre relatif de recouvrement (champ "RHF\_RELATIF"), chaque partie étant caractérisée par la superficie qu'elle occupe (Champ "Parts").

RHF_ENTITE	RHF_RELATIF	Parts
H100A1	28	0.022571
H100A1	29	0.012848
H100A1	30	0.004165
H100A1	31	0.000197
H100A2	1	0.000342
H100A2	2	0.000377
H100A2	3	0.000641
H100A2	4	0.002055
H100A2	5	0.005208
H100A2	6	0.01559
H100A2	7	0.009378
H100A2	8	0.016857
H100A2	9	0.024464
H100A2	10	0.036881

Illustration A25 - Table des ordres

### 3. Exploitation de la géodatabase

Les fonctionnalités de la géodatabase sont proposées sous forme d'une boîte à outil spécifique. Celle-ci est dédiée au monde ArcMap et n'est pas fonctionnelle pour le moment dans le monde MAPInfo.

#### 3.1. UTILISATION DE LA BOITE A OUTILS (TOOLBOX) DÉDIÉE

##### 3.1.1. Extraction de données

L'extraction de données de la géodatabase porte essentiellement sur la création de requêtes fondée sur RHF\_ENTITE (le code de l'entité), RHF\_NIVEAU (niveau d'ordonnancement) et RHF\_RELATIF (ordre de recouvrement)

Outre les sélections diverses à l'aide des requêtes ArcGis, une "boîte à outils" dédiée au référentiel (illustration A27) permet:

- de extraire une entité : condition : RHF\_ENTITE = 'critère'
- de sélectionner toutes les entités d'un ordre de recouvrement donné  $i$  ( $i= 1, 2, 3, \dots$ ) : condition : RHF\_RELATIF = critère
- d'extraire les limites,

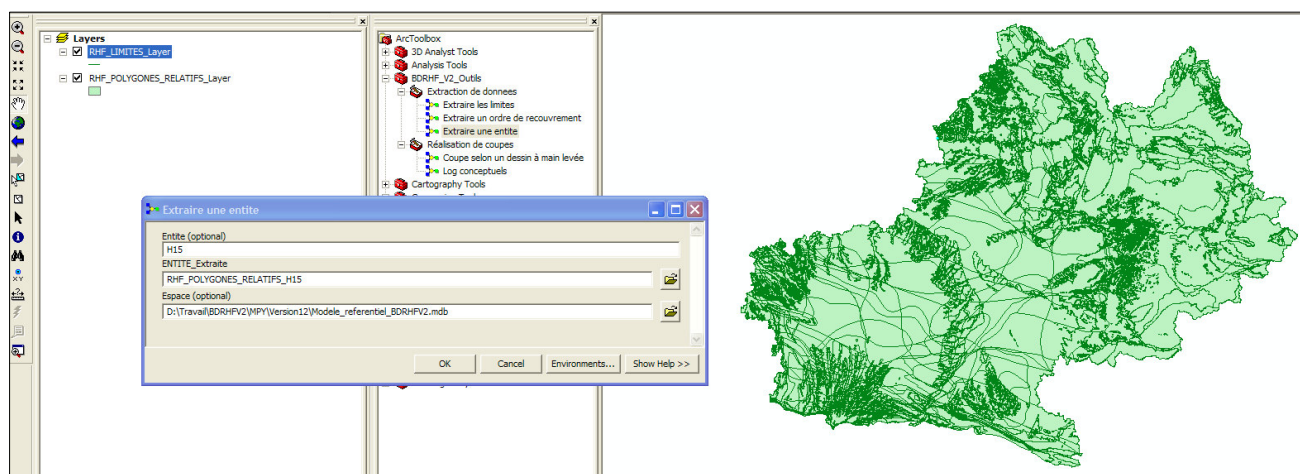


Illustration A26 – Boîte à outils dédiée au référentiel (image du référentiel Midi Pyrénées)

Exemple: extraction d'une entité donnée (exemple du référentiel Poitou-Charentes).

On souhaite par exemple extraire l'entité codée 4P2 (illustration A27). Le résultat est mis dans une "couche" particulière que l'on a nommé "entité\_4P2" (illustration) et qui s'affiche dans la fenêtre de visualisation d'ArcView (illustration A27).

La table attributaire de l'entité extraite ("entité\_4P2") contient les ordres relatifs de recouvrement; il est donc possible, grâce à une gamme de couleurs, de suivre la progression en profondeur de l'entité. Sur l'exemple traité, ordre 1 en rouge, ordre 2 en orange, ordre 3 en vert clair, ordre 4 en vert foncé.

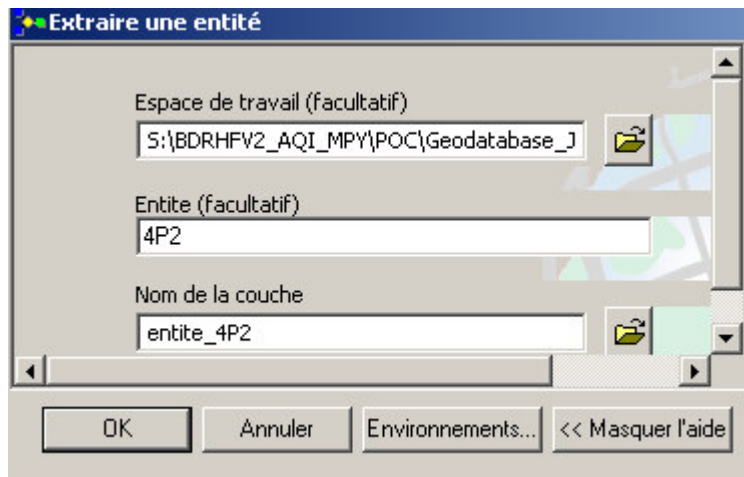


Illustration A26 - Boîte de dialogue pour l'extraction d'une entité

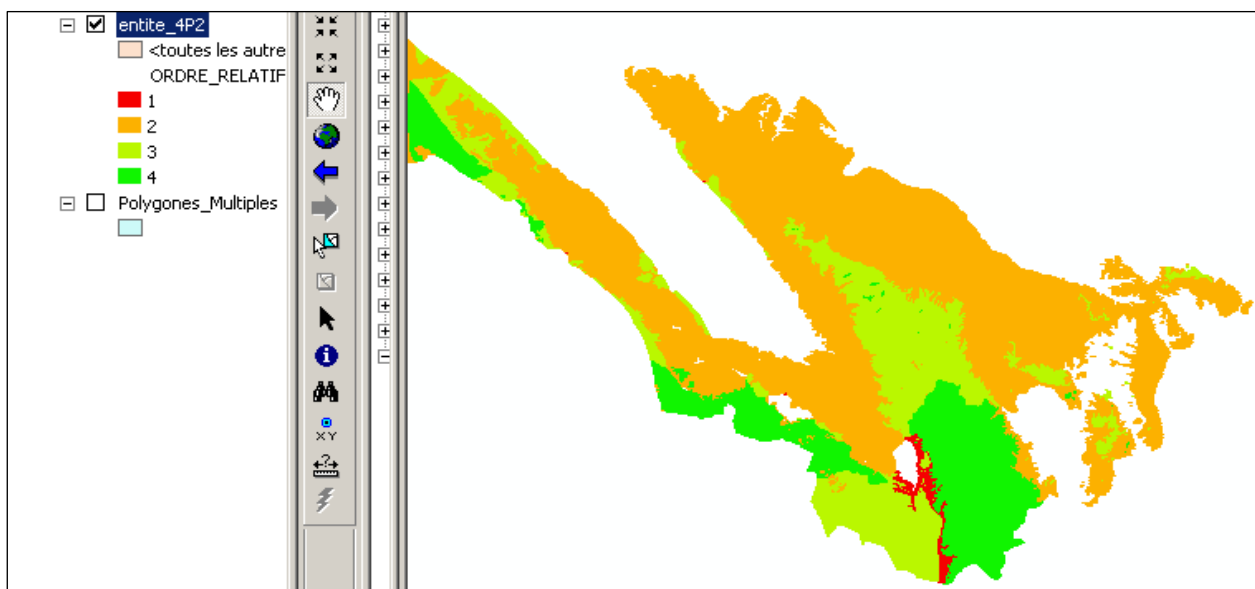


Illustration A27 – Affichage dans ArcView de l'entité extraite (exemple Poitou-Charentes)



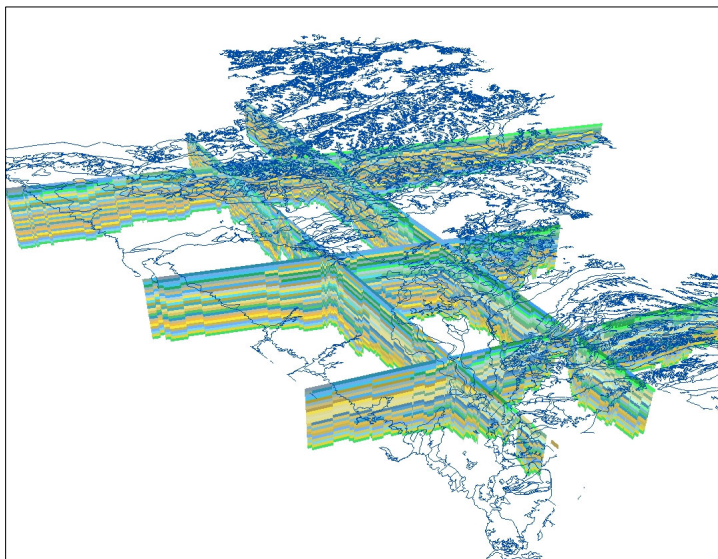


Illustration A28 – Tracé de 5 axes de coupe (référentiel Midi-Pyrénées)

### 3.3. OUVERTURE DE LA GÉODATABSE SOUS MSACCESS®

La géodatabase possède un formulaire de consultation des données (illustration A29). Ce formulaire reprend les informations du tableau synthétique

RHF_RELATIF	Parts	Aire:
1	29.86%	4488976917.55692
2	1.16%	173655893.404331
3	19.85%	2983008408.39113
4	9.82%	1475620118.9853
5	6.00%	901854985.28783
6	6.52%	980659116.884926
7	16.76%	2519444483.17026
8	5.87%	881727107.737387
9	4.16%	625958339.074641

Illustration A29 – Ouverture de la géodatabase sous MSACCESS

A ces informations sont associées les données complémentaires déduites de la base de données: les "Ordres", les "Murs", les "Toits", les "Natures de limites", les relations entités/niveau.

## **Annexe 5**

### **Tableau Multi-Echelles**



NV1									NV2								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale
Couche	1	D1	Grand système aquifère des formations volcaniques miocènes - Sud Massif central	5	1	3	4	Oui	Couche	1	D1A	Système aquifère des formations volcaniques miocènes du Cantal	5	5	3	4	Oui (Auvergne)
									Couche	1	D1B	Système aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant de la Truyère et de la colagne	5	5	3	4	Oui (Auvergne et LRO)
Couche	1	C1	Grand système aquifère des formations de socle - Sud Massif Central	3	1	3	4	Oui	Couche	1	C1A	Système aquifère des granites de la Margeride	3	3	2	4	Oui (Auvergne)
									Couche	1	C1B	Système aquifère des granites et granitoïdes du massif de Labécède	3	3	2	4	Oui (LRO)
									Couche	1	C1C	Système aquifère des métagranitoïdes du massif du Levézou	3	3	2	4	Non
									Couche	1	C1D	Système aquifère des formations granitiques de villefranche de Rouergue	3	5	2	4	Non
									Couche	1	C1E	Système aquifère des formations granitiques du Sidobre	3	5	2	4	Non
									Couche	1	C1J	Système aquifère des granites de St-Guiral	3	3	2	4	Oui (LRO)
									Couche	1	C1F	Système aquifère des formations granitiques et cristallophylliennes de Montalet	3	5	2	4	Oui (LRO)
									Couche	1	C1G	Système aquifère des granites et leuco-granites de Sanvensa et du plateau des Milles Vaches	3	5	2	4	Oui (Limousin / Auvergne)
									Couche	1	C1H	Domaine hydrogéologique des formations cristallophylliennes du sud massif central	3	6	2	4	Oui (LRO / Auvergne / Limousin)
									Couche	1	C1K	Domaine hydrogéologique des formations cristallophylliennes des Cevennes	3	6	2	4	Oui (LRO)
									Couche	1	C1I	Système aquifère des formations schisto-gréseuses cambriennes à nombreuses passées carbonatées des monts de Lacaune	3	5	3	4	Oui (LRO)

NV2									NV3								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale
Couche	1	D1A	Système aquifère des formations volcaniques miocènes du Cantal	5	5	3	4	Oui (Auvergne)	Couche	1	D1A1	Unité aquifère des formations volcaniques miocènes du Cantal	5	5	3	4	Oui (Auvergne)
Couche	1	D1B	Système aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant de la Truyère et de la colagne	5	5	3	4	Oui (Auvergne et LRO)	Couche	1	D1B1	Unité aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant de la Truyère et de l'Endesques	5	5	3	4	Oui (Auvergne)
									Couche	1	D1B2	Unité aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant de la Truyère et du Bes	5	5	3	4	Oui (Auvergne)
									Couche	1	D1B3	Unité aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant du bes	5	5	3	4	Oui (Auvergne et LRO)
									Couche	1	D1B4	Unité aquifère des formations volcaniques miocènes de l'Aubrac du bassin versant de la Truyère et la Colagne	5	5	3	4	Oui (Auvergne et LRO)
Couche	1	C1A	Système aquifère des granites de la Margeride	3	3	2	4	Oui (Auvergne)	Couche	2	C1A1	Unité aquifère des granites de la Margeride	3	5	2	4	Oui (Auvergne)
Couche	1	C1B	Système aquifère des granites et granitoïdes du massif de Labécède	3	3	2	4	Oui (LRO)	Couche	2	C1B1	Unité aquifère des granites et granitoïdes du massif de Labécède	3	5	2	4	Oui (LRO)
Couche	1	C1C	Système aquifère des métagranitoïdes du massif du Levézou	3	3	2	4	Non	Couche	2	C1C1	Unité aquifère des métagranitoïdes du massif du Levézou du bassin versant de l'Aveyron, de la Briane et de l'Alzou	3	5	2	4	Non
									Couche	2	C1C2	Unité aquifère des métagranitoïdes du massif du Levézou du bassin versant du Viaur, du Lézer et du Ceor	3	5	2	4	Non
									Couche	2	C1C3	Unité aquifère des métagranitoïdes du massif du Levézou du bassin versant de la Dourbie et du Dourdou	3	5	2	4	Non
Couche	1	C1D	Système aquifère des formations granitiques de villefranche de Rouergue	3	5	2	4	Non	Couche	2	C1D1	Unité aquifère des formations granitiques de villefranche de Rouergue et du bassin versant du Dourdou et du Célé	3	5	2	4	Non
									Couche	2	C1D2	Unité aquifère des formations granitiques de villefranche de Rouergue et du bassin versant de l'Alzou et du Viaur	3	5	2	4	Non
Couche	1	C1E	Système aquifère des formations granitiques du Sidobre	3	5	2	4	Non	Couche	2	C1E1	Unité aquifère des formations granitiques du Sidobre	3	5	2	4	Non
Couche	1	C1J	Système aquifère des granites de St-Guiral	3	3	2	4	Oui (LRO)	Couche	2	C1J1	Unité aquifère des granites de St-Guiral	3	5	2	4	Oui (LRO)
Couche	1	C1F	Système aquifère des formations granitiques et cristallophylliennes de Montalet	3	5	2	4	Oui (LRO)	Couche	2	C1F1	Unité aquifère des formations granitiques et cristallophylliennes de Montalet	3	5	2	4	Oui (LRO)
Couche	1	C1G	Système aquifère des granites et leuco-granites de Sanvensa et du plateau des Milles Vaches	3	5	2	4	Oui (Limousin / Auvergne)	Couche	2	C1G1	Unité aquifère des granites et leuco-granites de Sanvensa et du plateau des Milles Vaches du bassin versant du Célé et du Bervezou	3	5	2	4	Oui (Auvergne)
									Couche	2	C1G2	Unité aquifère des granites et leuco-granites de Sanvensa et du plateau des Milles Vaches du bassin versant de la Dordogne et de la Cère	3	5	2	4	Oui (Limousin et Auvergne)
Couche	1	C1H	Domaine hydrogéologique des formations cristallophylliennes du sud massif central	3	6	2	4	Oui (LRO / Auvergne / Limousin)	Couche	2	C1H1	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes du bassin versant du Lot	3	6	2	4	Oui (Limousin et Auvergne)
									Couche	2	C1H2	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes du bassin versant du Viaur	3	6	2	4	Non
									Couche	2	C1H3	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes du bassin versant du Tarn	3	6	2	4	Non
									Couche	2	C1H4	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes du bassin versant du Tarn, du Dadou, du Gijou et de l'Agout	3	6	2	4	Non
									Couche	2	C1H5	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes du bassin versant du Lot et du Dourdou	3	6	2	4	Oui (Auvergne et LRO)
Couche	1	C1K	Domaine hydrogéologique des formations cristallophylliennes des Cevennes	3	6	2	4	Oui (LRO)	Couche	2	C1K1	Unité semi-perméable des formations cristallophylliennes des Cevennes	3	6	2	4	Oui (LRO)
Couche	1	C1I	Système aquifère des formations schisto-gréseuses cambriennes à nombreuses passées carbonatées des monts de Lacaune	3	5	3	4	Oui (LRO)	Couche	2	C1I1	Unité aquifère des formations schisto-gréseuses cambriennes à nombreuses passées carbonatées des monts de Lacaune du bassin versant de l'Agout et du Gijou	3	5	3	4	Non
									Couche	2	C1I2	Unité aquifère des formations schisto-gréseuses cambriennes à nombreuses passées carbonatées des monts de Lacaune du bassin versant de la Rance et du Dourdou	3	5	3	4	Oui (LRO)
									Couche	2	C1I3	Unité aquifère des formations schisto-gréseuses cambriennes à nombreuses passées carbonatées des monts de Lacaune du bassin versant de l'Orb	3	5	3	4	Oui (LRO)

NV1									NV2								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
Surcouche	nd	ScH1	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES ALLUVIONS RECENTES	1	1	1	1	Oui	Surcouche	nd	ScH1A	SYSTEME AQUIFERE DES ALLUVIONS RECENTES	1	3	2	1	Oui
Surcouche	nd	ScH2	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES BUTTES TEMOINS	1	1	1	1	Oui	Surcouche	nd	ScH2A	SYSTEME AQUIFERE DES BUTTES TEMOINS	2	3	2	0	Oui
Couche	100	H1	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES SABLES HYDRO-ÉOLIENS DE LA "FORMATION DU SABLE DES LANDES S.S ET DE LA FORMATION DE CASTETS"	2	1	1	1	Oui	Couche	100	H1A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES HYDRO-ÉOLIENS DE LA "FORMATION DU SABLE DES LANDES S.S ET DE LA FORMATION DE CASTETS"	2	3	1	1	Oui
Couche	200	H3	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES TERRASSES ANCIENNES ET DES MORAINES	2	1	3	1	Oui	Couche	200	H3A	SYSTEME AQUIFERE DES TERRASSES ANCIENNES ET DES MORAINES	1	3	3	1	Oui
Couche	300	H10	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES SABLES ET GRAVIERS PLIO-QUATERNAIRES DES LANDES DE GASCOGNE ET DES NAPPES PLIOCENES DU LANNEMEZAN	2	1	3	1	Oui	Couche	300	H10I	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES NAPPES A GRAVIERS ET GALETS DES ANCIENNES TERRASSES DU LANNEMEZAN	2	4	3	1	Oui
Couche	400	H11	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES SABLES FAUVES ET GLAISES BIGAREES MIOCENES	2	2	3	1	Oui	Couche	400	H11A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES SABLES FAUVES ET GLAISES BIGAREES MIOCENES	2	4	3	1	Oui
Couche	600	H80	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES GRES CALCAIRES ET SABLES DU SERRAVALIEN-LANGHIEN	2	1	3	1	Oui	Couche	600	H80A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES CALCAIRES ET SABLES DU SERRAVALIEN-LANGHIEN	2	3	3	1	Oui
Couche	700	H51	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX CONTINENTAUX, PROFONDS ET PROXIMAUX DU MIOCENE MOYEN A INFÉRIEUR	2	4	3	0	Oui	Couche	700	H51B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DU MIOCENE MOYEN A SUPERIEUR	2	4	3	0	Oui
Couche	800	H52	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX CONTINENTAUX, PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'OLIGOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	800	H52B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'OLIGOCENE	2	4	3	0	Oui
Couche	900	H13	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES SABLES ET CALCAIRES DE L'OLIGOCENE SUD ADOUR-GARONNE	2	1	3	3	Oui	Couche	900	H13A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DE L'OLIGOCENE CAPTIF SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui
Couche	1000	H53	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX CONTINENTAUX, PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'OLIGO-EOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1000	H53B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'OLIGO-EOCENE	2	4	3	0	Oui
Couche	1100	H54	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX CONTINENTAUX, PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1200	H54B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'EOCENE	2	4	3	0	Oui
Couche	1200	H56	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES A GRAVIERS DE L'OLIGO-EOCENE	2	2	3	0	Oui	Couche	1100	H56A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES A GRAVIERS DE L'OLIGO-EOCENE	2	4	3	0	Oui
Couche	1300	H82	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES SABLES INFRA-MOLASSIQUES CAPTIFS SUD ADOUR-GARONNE	2	1	3	1	Oui	Couche	1300	H82A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES INFRA-MOLASSIQUES CAPTIFS SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	1	Oui
Couche	1400	H83	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX CONTINENTAUX, PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE BASAL	2	2	1	0	Oui	Couche	1400	H83A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE BASAL	2	4	1	0	Oui
Couche	1500	H84	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES SABLES, GRES ET CALCAIRES GRESEUX DE L'EOCENE INFÉRIEUR BASAL SUD ADOUR-GARONNE	2	1	3	1	Oui	Couche	1500	H84A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES, GRES ET CALCAIRES GRESEUX DE L'EOCENE INFÉRIEUR BASAL SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	1	Oui
Couche	1600	H55	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE-PALEOCENE SUD ADOUR-GARONNE	2	2	1	0	Oui	Couche	1600	H55A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE-PALEOCENE SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui
Couche	1700	H15	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DOLOMITIQUES OU GRESEUX ET SABLES PALEOCENES SUD ADOUR-GARONNE	2	1	3	3	Oui	Couche	1700	H15A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DOLOMITIQUES OU GRESEUX ET SABLES PALEOCENES SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui
Couche	1800	H16	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, GRES ET MARNES DU CRETACE SUPERIEUR EN ADOUR-GARONNE	2	1	3	0	Oui	Couche	1800	H90A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ALTERITES ISSUES DES FORMATIONS CARBONATEES DU CRETACE - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	2	1	Oui
									Couche	1900	H16A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET GRES DU CAMPANO-MAASTRICHTIEN SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui
									Couche	2100	H17B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES MARNEUX DU SANTONIEN AU MAASTRICHTIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui
									Couche	2200	H18A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DU CONIACIEN-SANTONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui
									Couche	2300	H19A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES ET CALCAIRES MARNEUX DU TURONIEN-CONIACIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui
									Couche	2400	H20A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, CALCAIRES GRÉSEUX ET SABLES DU TURONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui
									Couche	2500	H21A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES CRAYEUX DU CÉNOMANIEN - TURONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui
									Couche	2550	H95A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FLYSCHS DU TURONIEN AU MAASTRICHTIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui
Couche	2600	H22A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET SABLES DU CÉNOMANIEN AU SANTONIEN INFÉRIEUR - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	4	Oui									
Couche	1900	H24	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, MARNES GRÉSEUSES ET MARNES DU CRETACE INFÉRIEUR EN ADOUR-GARONNE	2	1	1	0	Oui	Couche	2800	H24A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, MARNES GRÉSEUSES ET MARNES DU NEOCOMIEN A L'ALBIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	0	Oui
Couche	2000	H25	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, DOLOMIES ET CALCAIRES MARNEUX DU JURASSIQUE SUPERIEUR EN ADOUR-GARONNE	2	1	3	0	Oui	Couche	3100	H25A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DU TITHONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui
									Couche	3100	H25B	SYSTEME AQUIFERE DE LA FORMATION DE LA DOLOMIE DE MANO DU TITHONIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	0	Oui
									Couche	3300	H25C	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES MARNEUX ET DES CALCAIRES ARGILEUX DU KIMMÉRIDGIEN EN ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui

NV1									NV2								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Theme	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Theme	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
									Couche	3300	H25D	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES ARGILEUX DU KIMMÉRIDIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui
Couche	2100	H28	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR EN ADOUR-GARONNE	2	1	3	3	Oui	Couche	3500	H28A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DE L'AALÉNIEN AU KIMMÉRIDIEN BASAL NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui

NV1									NV2								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Type_Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
									Couche	3600	H28B	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DE L'AALENIEN AU TITHONIEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	3	Oui
									Couche	3700	H28C	SYSTEME AQUIFERE DES DOLOMIES ET CALCAIRES OOLITHIQUES DE L'AALENIEN AU KIMMERIDGIEN BASAL - SUD ADOUR-GARONNE	2	2	1	0	Oui
Couche	2200	H29	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES NOIRES DU LIAS SUPERIEUR EN ADOUR-GARONNE	2	2	3	0	Oui	Couche	3800	H29A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES NOIRES DU TOARCIEEN EN ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui
									Couche	3900	H29B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES DU PLIENSACHIEEN AU TOARCIEEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	4	3	0	Oui
									Couche	4000	H30A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES ET CALCAIRES MARNEUX DU LIAS EN ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui
Couche	2300	H30	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES ET CALCAIRES MARNEUX DU LIAS EN ADOUR-GARONNE	2	1	3	4	Oui									
									Couche	4100	H30B	SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES DU LIAS INFERIEUR DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	4	Oui
Couche	2400	H31	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES, MARNES, EVAPORITES ET GRES DU TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	2	3	0	Oui	Couche	4200	H31A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui
									Couche	4300	H31B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES, ARGILITES ET GRES DU TRIAS DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	4	3	0	Oui
									Couche	4500	H32B	SYSTEME AQUIFERE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui
Couche	2500	H32	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	1	3	4	Oui	Couche	4400	H32A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMIEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	4	Oui
Couche	2600	H33	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES, CONGLOMERATS ET SCHISTES DU CARBONIFERE EN ADOUR-GARONNE	2	2	2	4	Oui	Couche	4600	H33A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES, CONGLOMERATS ET SCHISTES STEPHANIENS EN ADOUR-GARONNE	2	4	2	4	Oui

NV2									NV3								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
Surcouche	nd	ScH1A	SYSTEME AQUIFERE DES ALLUVIONS RECENTES	1	3	2	1	Oui	Surcouche	nd	ScH1A1	Unité aquifère des Alluvions récentes (Holocène et Würm)	1	5	1	1	Oui (Aquitaine / Limousin / LRO)
Surcouche	nd	ScH2A	SYSTEME AQUIFERE DES BUTTES TEMOINS	2	3	2	0	Oui	Surcouche	nd	ScH2A1	Unité aquifère des buttes témoins	2	5	2	0	Oui (Aquitaine / Limousin / LRO)
Couche	100	H1A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES HYDRO-ÉOLIENS DE LA "FORMATION DU SABLE DES LANDES S.S ET DE LA FORMATION DE CASTETS"	2	3	1	1	Oui	Couche	100	H1A1	Unité aquifère des sables hydro-éoliens et éoliens de la formation du Sable des Landes s.s. et de la formation de Castets (Riss au Würm)	2	5	2	1	Oui (Aquitaine)
Couche	200	H3A	SYSTEME AQUIFERE DES TERRASSES ANCIENNES ET DES MORAINES	1	3	3	1	Oui	Couche	200	H3A1	Unité aquifère des alluvions des terrasses moyennes quaternaires (Mindel et Riss)	1	5	2	1	Oui (Aquitaine)
									Couche	300	H3A2	Unité aquifère des alluvions des hautes terrasses quaternaires (Guntz, Donau)	1	5	2	1	Oui (Aquitaine)
									Couche	400	H3A3	Unité aquifère des moraines	1	5	2	1	Oui (LRO)
									Couche	500	H3A4	Unité semi-perméable des formations alluviales oligocènes de Saint-Denis-Catus	1	6	2	1	Oui (Aquitaine)
Couche	300	H10I	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES NAPPES A GRAVIERS ET GALETS DES ANCIENNES TERRASSES DU LANNEMEZAN	2	4	3	1	Oui	Couche	600	H10I1	Unité semi-perméable des nappes à graviers et galets des anciennes terrasses du Lannemezan (Pliocène)	2	6	3	1	Oui (Aquitaine)
Couche	400	H11A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES SABLES FAUVES ET GLAISES BIGAREES MIOCENES	2	4	3	1	Oui	Couche	700	H11A1	Unité imperméable de la formation des glaises bigarrées et des lignites d'Arjuzanx (Tortonien)	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)
									Couche	800	H11A2	Unité aquifère de la formation des Sables verts et/ou Sables fauves (Serravallien)	2	5	3	1	Oui (Aquitaine)
Couche	600	H80A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES CALCAIRES ET SABLES DU SERRAVALLIEN-LANGHIEN	2	3	3	1	Oui	Couche	1000	H80A1	Unité aquifère des grès, calcaires et sables du Serravallien-Langhien	2	5	3	1	Oui (Aquitaine)
Couche	700	H51B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DU MIOCENE MOYEN A SUPERIEUR	2	4	3	0	Oui	Couche	1100	H51B1	Unité semi-perméable des formations molassiques continentales miocènes (Helvétien à Aquitanien)	2	6	3	0	Oui (Aquitaine)
Couche	800	H52B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'OLIGOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1200	H52B1	Unité semi-perméable des formations molassiques continentales oligocènes	2	6	3	0	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	900	H13A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DE L'OLIGOCENE CAPTIF SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui	Couche	1300	H13A1	Unité aquifère des calcaires micritiques à bioclastiques et de calcaires gréseux compacts à bioclastes de l'Oligocène	2	5	3	3	Oui (Aquitaine)
Couche	1000	H53B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'OLIGO-EOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1400	H53B1	Unité semi-perméable des formations molassiques continentales oligo-écènes	2	6	3	0	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1200	H54B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES CONTINENTALES DE L'EOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1500	H54B1	Unité semi-perméable des formations molassiques éocènes	2	6	3	0	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1100	H56A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES A GRAVIERS DE L'OLIGO EOCENE	2	4	3	0	Oui	Couche	1700	H56A2	Unité semi-perméable des brèches et conglomérats de la Gresigne, des argiles à graviers de l'Albigeois et du Carmausin et des graviers d'Issel de l'Oligo-Eocène	2	6	3	0	Oui (LRO)
Couche	1300	H82A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES INFRA-MOLASSIQUES CAPTIFS SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	1	Oui	Couche	1800	H82A1	Unité aquifère diachrone de la formation des sables infra-molassiques et des sables de Lussagnet : sables moyens, quartzites durs à éléments de quartz	2	5	3	1	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1400	H83A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE BASAL	2	4	1	0	Oui	Couche	1900	H83A1	Unité imperméable diachrone des milieux profonds et proximaux de l'Eocène basal	2	7	1	0	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1500	H84A	SYSTEME AQUIFERE DES SABLES, GRES ET CALCAIRES GRESEUX DE L'EOCENE INFÉRIEUR BASAL SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	1	Oui	Couche	2000	H84A1	Unité aquifère des sables, grès et calcaires gréseux de l'Eocène inférieur basal	2	5	3	1	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1600	H55A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DIACHROME DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'EOCENE-PALEOCENE SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui	Couche	2100	H55A1	Unité imperméable diachrone des milieux profonds et proximaux de l'Eocène - Paléocène	2	7	1	0	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1700	H15A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DOLOMITIQUES OU GRESEUX ET SABLES PALEOCENES SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui	Couche	2200	H15A1	Unité Aquifère des calcaires dolomitiques ou gréseux et sables Paléocènes sud Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	1800	H90A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ALTERITES ISSUES DES FORMATIONS CARBONATEES DU CRETACE - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	2	1	Oui	Couche	2300	H90A1	Unité semi-perméable des altérites issues des formations carbonatées du Crétacé	2	6	2	1	Oui (Aquitaine)
Couche	1900	H16A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET GRES DU CAMPANO-MAASTRICHTIEN SUD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui	Couche	2400	H16A1	Unité Aquifère des calcaires et grès du Campano-Maastrichtien - Sud Adour-Garonne	2	5	3	4	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	2100	H17B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES MARNEUX DU SANTONIEN AU MAASTRICHTIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui	Couche	2600	H17B1	Unité imperméable des calcaires marneux du Santonien au Campano-Maastrichtien - Sud Adour-Garonne	2	7	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	2200	H18A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DU CONIACIEN-SANTONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui	Couche	2700	H18A1	Unité Aquifère des calcaires du Coniacien-Santonien - Nord Adour-Garonne	2	5	3	4	Oui (Aquitaine)
Couche	2300	H19A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES ET CALCAIRES MARNEUX DU TURONIEN-CONIACIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui	Couche	2800	H19A1	Unité imperméable des marnes et calcaires crayeux du Turonien-Coniacien - Nord Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)
Couche	2400	H20A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, CALCAIRES GRESEUX ET SABLES DU TURONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui	Couche	2900	H20A1	Unité Aquifère des calcaires, calcaires gréseux et sables du Turonien Nord Adour-Garonne	2	5	3	4	Oui (Aquitaine)
Couche	2500	H21A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES CRAYEUX DU CENOMANIEN - TURONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui	Couche	3000	H21A1	Unité imperméable des calcaires crayeux du Cénomanién - Turonien - Nord Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)
Couche	2550	H95A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FLYSCHS DU TURONIEN AU MAASTRICHTIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui	Couche	3050	H95A1	Unité semi-perméable des flyschs du Turonien au Maastrichtien - Sud Adour-Garonne	2	6	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	2600	H22A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET SABLES DU CENOMANIEN AU SANTONIEN INFÉRIEUR - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	4	Oui	Couche	3100	H22A1	Unité aquifère des calcaires et sables du Cénomanién au Santonien inférieur - Sud Adour-Garonne	2	5	1	4	Oui (Aquitaine et LRO)
Couche	2800	H24A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES, MARNES GRESEUSES ET MARNES DU NEOCOMIEN A L'ALBIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	0	Oui	Couche	3300	H24A1	Unité semi-perméable des calcaires, marnes gréseuses et marnes du Néocomien à Albién - Sud Adour-Garonne	2	6	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	3100	H25A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DU TITHONIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui	Couche	3600	H25A1	Unité aquifère des calcaires et dolomies du Tithonien - Nord Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine)
Couche	3100	H25B	SYSTEME AQUIFERE DE LA FORMATION DE LA DOLOMIE DE MANO DU TITHONIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	3	1	0	Oui	Couche	3600	H25B1	Unité aquifère de la formation de la Dolomie de Mano du Tithonien - Sud Adour-Garonne	2	5	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	3300	H25C	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES MARNEUX ET DES CALCAIRES ARGILEUX DU KIMMÉRIDGIEN - NORD ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui	Couche	3800	H25C1	Unité semi-perméable des calcaires marneux et des calcaires argileux du Kimméridgien supérieur - Nord Adour-Garonne	2	6	3	0	Oui (Aquitaine)

NV2									NV3								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
Couche	3300	H25D	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES ARGILEUX DU KIMMÉRIDIEN - SUD ADOUR-GARONNE	2	4	1	0	Oui	Couche	3800	H25D1	Unité imperméable des calcaires argileux du Kimméridgien supérieur - Sud Adour-Garonne	2	7	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	3500	H28A	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DE L'AALÉNIEN AU KIMMÉRIDIEN BASAL NORD ADOUR-GARONNE	2	3	3	3	Oui	Couche	4000	H28A2	Unité aquifère du Dogger - Système de Boulet-Baljour de Souillac	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A3	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Murel	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A4	Unité aquifère du Dogger - Système de Lasvaux	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A5	Unité aquifère du Dogger - Système de la Briance	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A6	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Caquerey	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A7	Unité aquifère du Dogger - Système de Saint Georges	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A8	Unité aquifère du Dogger - Système du Limon Nord	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A9	Unité aquifère du Dogger - Système de Meyraguet - Cabouy - Saint Sauveur	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A10	Unité aquifère du Dogger - Système de la Diège	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A11	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Del Pito	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A12	Unité aquifère du Dogger - Système du Ressel	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A13	Unité aquifère du Dogger - Système de la Pescalerie	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A14	Unité aquifère du Dogger - Système de Saint Gery	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A15	Unité aquifère du Dogger - Système du Moulin de Nouaillac	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A16	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Pitse	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A17	Unité aquifère du Dogger - Système de l'Ifernet	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A18	Unité aquifère du Dogger - Système de Cregols	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A19	Unité aquifère du Dogger - Système de Lantouy	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A20	Unité aquifère du Dogger - Système de la Veyrière	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A21	Unité aquifère du Dogger - Système de Roc	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A22	Unité aquifère du Dogger - Système de la Fourmière	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A23	Unité aquifère du Dogger - Système de Font Polémie	2	5	3	3	Non
									Couche	4000	H28A24	Unité aquifère du Dogger - Système de Trou Madame	2	5	3	3	Non
Couche	4000	H28A25	Unité aquifère des dolomites à brèches de l'Oxfordien au Kimméridgien basal - Nord Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine)									
Couche	4020	H28A26	Unité imperméable des marno-calcaires du Kimméridgien basal - Nord Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)									
Couche	4040	H28A27	Unité aquifère des calcaires micritiques et bioclastiques du Bathonien moyen à l'Oxfordien - Nord Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine)									
Couche	4060	H28A28	Unité imperméable des calcaires et argiles du Bathonien - Nord Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)									

NV2									NV3								
Couche / Surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale	Couche / surcouche	Ordre d'apparition	Code Provisoire Entité	Libellé Provisoire Entité	Thème	Nature	Etat	Milieu	Présence Inter-Régionale
									Couche	4080	H28A29	Unité aquifère des calcaires de l'Aalénien au Bathonien inférieur - Nord Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine)
Couche	3600	H28B	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DE L'AALENIEN AU TITHONIEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	3	Oui	Couche	4100	H28B1	Unité aquifère des calcaires et dolomies de l'Aalénien au Tithonien dans le Causse Noir - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Oui (LRO)
									Couche	4100	H28B2	Unité aquifère des calcaires et dolomies de l'Aalénien au Tithonien dans le Causse du Larzac - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Oui (LRO)
									Couche	4100	H28B3	Unité aquifère des calcaires et dolomies de l'Aalénien au Tithonien dans le Causse de Séverac - Massegros - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Oui (LRO)
									Couche	4100	H28B5	Unité aquifère des calcaires et dolomies de l'Aalénien au Tithonien dans le Causse du Comtal - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Non
Couche	3700	H28C	SYSTEME AQUIFERE DES DOLOMIES ET CALCAIRES OOLITHIQUES DE L'AALENIEN AU KIMMERIDGIEN BASAL - SUD ADOUR-GARONNE	2	2	1	0	Oui	Couche	4200	H28C1	Unité aquifère des dolomies et calcaires oolithiques de l'Aalénien au Kimmeridgien basal - Sud Adour-Garonne	2	5	1	0	Oui (Aquitaine)
Couche	3800	H29A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES NOIRES DU TOARCIEN EN ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui	Couche	4300	H29A1	Unité imperméable des marnes noires du Toarcien en Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine et Limousin)
Couche	3900	H29B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES DU PLEINSBACHIEN AU TOARCIEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	4	3	0	Oui	Couche	4400	H29B1	Unité imperméable des marnes, schistes et calcaires argileux du Pléinsbachien au Toarcien dans la région des Grands Causses	2	7	3	0	Oui (LRO)
Couche	4000	H30A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES ET CALCAIRES MARNEUX DU LIAS EN ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui	Couche	4500	H30A1	Unité aquifère des calcaires gréseux du Domérien supérieur en Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine et Limousin)
									Couche	4600	H30A2	Unité semi-perméable des marnes et calcaires argileux du Carixien et Domérien inférieur en Adour-Garonne	2	6	3	0	Oui (Aquitaine et Limousin)
									Couche	4700	H30A3	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien en Adour-Garonne	2	5	3	3	Oui (Aquitaine et Limousin)
Couche	4100	H30B	SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES DU LIAS INFERIEUR DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	4	Oui	Couche	5000	H30B10	Unité aquifère captive des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans la région des Grands Causses	2	5	1	3	Oui (LRO)
									Couche	5000	H30B11	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse Begon - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Oui (LRO)
									Couche	5000	H30B12	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse Rouge - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Non
									Couche	5000	H30B13	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse de Saint-Affrique - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Non
									Couche	5000	H30B14	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse de Caussanus - Guilhaumard - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Oui (LRO)
									Couche	5000	H30B16	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse du Comtal - Système des Grands Causses	2	5	3	3	Non
									Couche	5000	H30B17	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans les Causses de Séverac - Système des Grands Causses	2	5	3	3	Oui (LRO)
									Couche	5000	H30B18	Unité aquifère des grès et calcaires de l'Hettangien et Sinémurien dans le Causse de Rignac - Système des Grands Causses	2	5	2	3	Non
Couche	4200	H31A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	4	3	0	Oui	Couche	5100	H31A1	Unité imperméable des argiles, évaporites et ophites du Trias en Adour-Garonne	2	7	3	0	Oui (Aquitaine)
Couche	4300	H31B	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES, ARGILITES ET GRES DU TRIAS DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	4	3	0	Oui	Couche	5200	H31B1	Unité Semi-perméable des Marnes, Argilites et Grès du Trias dans le Système des Grands Causses	2	6	3	4	Oui (LRO)
Couche	4500	H32B	SYSTEME AQUIFERE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS EN ADOUR-GARONNE	2	3	3	4	Oui	Couche	5300	H32B1	Unité aquifère des grès et conglomérats du Permo-Trias en Adour-Garonne	2	5	3	4	Oui (Aquitaine et Limousin)
Couche	4400	H32A	SYSTEME AQUIFERE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMIEN DANS LE SYSTEME DES GRANDS CAUSSES	2	3	3	4	Oui	Couche	5400	H32A1	Unité aquifère des grès et conglomérats permien à passées silto-pelitiques dans le bassin de Rodez	2	5	3	4	Oui (LRO)
									Couche	5400	H32A2	Unité aquifère des grès et conglomérats permien à passées silto-pelitiques dans le bassin de Saint-Affrique	2	5	2	4	Non
									Couche	5400	H32A3	Unité aquifère captive des grès et conglomérats permien à passées silto-pelitiques dans la région des Grands Causses	2	5	1	4	Oui (LRO)
Couche	4600	H33A	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES, CONGLOMERATS ET SCHISTES STEPHANIENS EN ADOUR-GARONNE	2	4	2	4	Oui	Couche	5500	H33A1	Unité semi-perméable des grès et conglomérats stéphaniens à passées silto-pelitiques de Saint-Perdoux	2	6	2	4	Non
									Couche	5500	H33A2	Unité semi-perméable des schistes gréseux et conglomérats stéphaniens du bassin de Decazeville	2	6	2	4	Oui (Auvergne)

## **Annexe 6**

### **Fiches descriptives des entités de niveau2**



**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