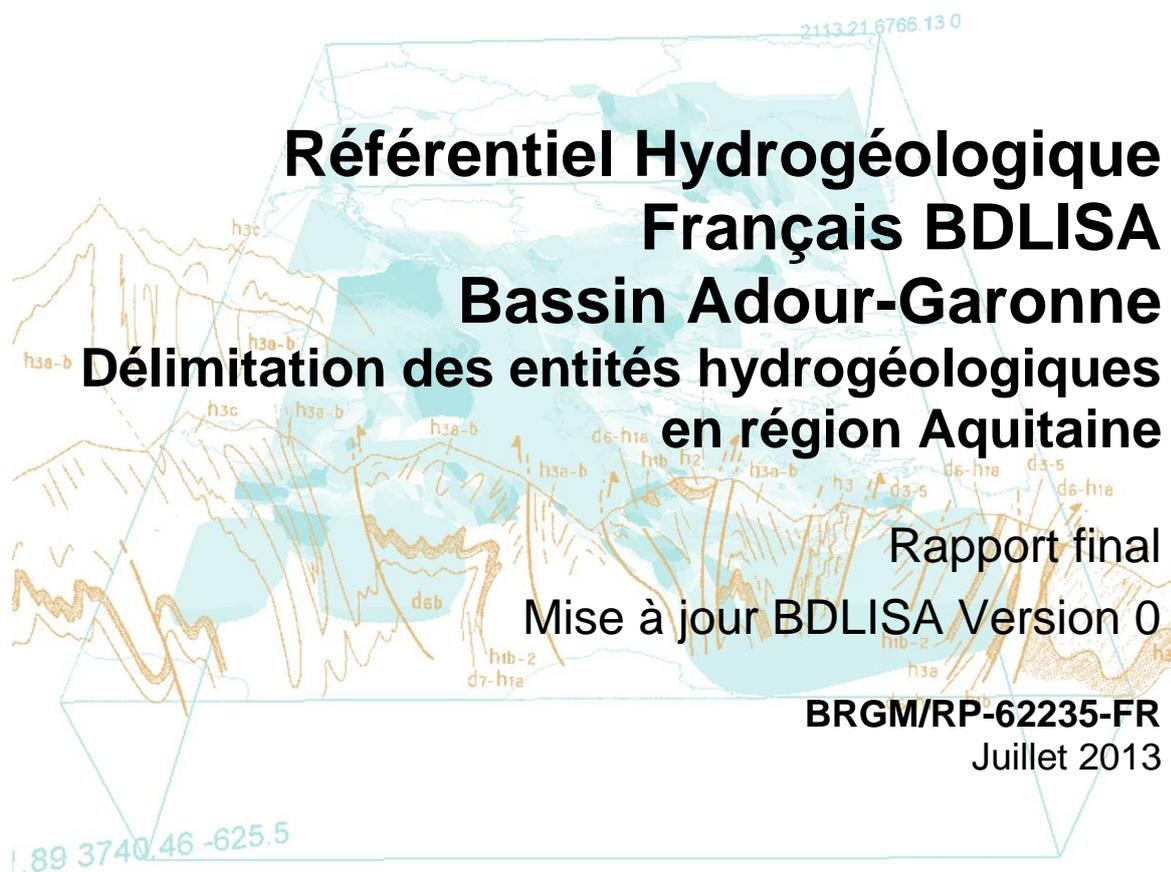


Document public



Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassin Adour-Garonne Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine

Rapport final

Mise à jour BDLISA Version 0

BRGM/RP-62235-FR

Juillet 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 08EAU148 et 08EAU151

N. Pedron, JP. Platel, K. Bidzana, B. Labarthe, J.B. Loiseau,
et F. Lucassou,
V. Mardhel, S.Schomburgk

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

Vérificateur

Original signé par: JJ Seguin

Approbateur

Original signé par: N. Lenotre

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

Mots clés : BDLISA, Référentiel hydrogéologique, Système aquifère, Domaine hydrogéologique, Aquitaine.

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

Pedron N., Platel JP., Bidzana K., Labarthe B., Loiseau JB., Lucassou F., Mardhel V., Schomburgk S.- (2013) - Référentiel Hydrogéologique Français - BDLISA. Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine. Rapport final. Mise à jour BDLISA Version 0. BRGM/RP-62235-FR.

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

Synthèse

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

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

Pour la région Aquitaine, on dénombre :

- des entités sédimentaires sous-jacentes au Paléocène dans le sud du Bassin aquitain
- des entités hydrogéologiques correspondant aux formations sédimentaires du Trias au Quaternaire dans les départements des Landes (40), de la Gironde (33), du Lot-et-Garonne (47) et de la Dordogne (24). Ce dernier département est quant à lui inclus dans le programme de l'année 3.

Ont été ainsi numérisées :

- **70 unités de niveau local (NV3),**
- **44 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** dont 9 situés exclusivement en Aquitaine et 2 n'intéressant que Midi-Pyrénées,
- **32 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**
- **4 surcouches**, dont les contours restent identiques aux trois niveaux de découpage :
 - **les alluvions récentes** (Holocène et Würm),
 - **une partie de la formation flandrienne**, spécifique à l'Aquitaine.
 - **les formations dites "témoins"**, détachées des formations "mères",
 - **les formations superficielles morcelées et de faible extension.**

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

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

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

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

Avertissement

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

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

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

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

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

Sommaire

1	Introduction.....	7
2	Présentation du référentiel BDLISA.....	11
2.1	PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS.....	11
2.1.1	Principes de construction.....	11
2.1.2	Assemblage des entités.....	11
2.1.3	Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction.....	11
2.1.4	BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE.....	12
2.2	PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA.....	12
2.3	LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL.....	13
2.3.1	Les entités hydrogéologiques.....	13
2.3.2	Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques.....	14
2.3.3	Les "thèmes" des entités hydrogéologiques.....	14
2.3.4	L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques.....	15
2.3.5	L'attribut "Type de milieu" des entités hydrogéologiques.....	17
2.3.6	L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques.....	18
2.3.7	L'attribut "Origine de la construction" des entités hydrogéologiques.....	18
2.4	LE TABLEAU MULTI-ECHELLES.....	19
2.5	LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS.....	19
2.5.1	Principes sous-jacents.....	19
2.5.2	Organisation des entités en 2 ensembles.....	21
2.5.3	Ordre absolu et ordre relatif.....	21
3	Méthodologie de délimitation des entités et assemblage par le modèle de gestion.....	23
3.1	PRINCIPES DIRECTEURS.....	23
3.1.1	Homogénéité du découpage.....	23
3.1.2	Emboîtement des niveaux.....	23
3.2	PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION.....	24
3.2.1	Identification et cadrage hydrogéologique général.....	24
3.2.2	De l'analyse des cartes géologiques au tableau multi-échelles.....	24
3.2.3	Individualisation de l'alluvial.....	25

3.2.4 Découpage des entités.....	25
3.2.5 Passage au modèle de gestion du référentiel.....	25
3.2.6 Organigramme	25
4 Mise en œuvre du découpage	27
4.1 DONNÉES DE RÉFÉRENCE	27
4.2 HARMONISATION DES CARTES GÉOLOGIQUES DE L'AQUITAINE A L'ECHELLE DU 1/50 000.....	27
4.3 ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ECHELLES.....	29
4.4 FORMATIONS SUPERFICIELLES.....	33
4.4.1 Les surcouches	33
4.4.2 Terrasses récentes	33
4.4.3 Cas particulier des terrasses sous les formations du Flandrien	35
4.4.4 Formations superficielles de faible extension	38
4.4.5 Formations témoins.....	39
4.4.6 Remarques	39
4.5 DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE	40
4.5.1 Méthodologie	40
4.5.2 Exemple de découpage d'une entité : la formation des calcaires crayeux du turonien	41
4.6 PROBLÈMES RENCONTRÉS LORS DE LA DIGITALISATION DES FORMATIONS ET SOLUTIONS ENVISAGÉES	47
4.6.1 Extension des formations aquifères.....	47
4.6.2 Ordonnancement vertical de certaines entités.....	48
4.6.3 Cas des "inclusions" aquifères dans la molasse.....	52
4.7 ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET TRAITEMENTS PAR LE MODÈLE DE GESTION	52
4.7.1 Traitements topologiques	52
4.7.2 Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture	53
4.7.3 Identification et cartographie des entités au niveau régional (NV2) et national (NV1)	53
5 Limites des entités	57
5.1 LIMITES HYDRAULIQUES.....	57
5.2 NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS	57
6 Outil de construction du référentiel.....	60

6.1 GÉODATABASE	60
6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS	65
7 Conclusion	69
6. Bibliographie	71

Liste des illustrations

Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude (années 2 et 3 du projet)	8
Illustration 2 - Délimitation des domaines sédimentaire et intensément plissé	9
Illustration 3 - Enclaves des Hautes-Pyrénées incluses dans le secteur d'étude	10
Illustration 4 – Types d'entités hydrogéologiques et codification	15
Illustration 5 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques	17
Illustration 6 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires	20
Illustration 7 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	22
Illustration 8 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3	23
Illustration 9 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	26
Illustration 10 - Exemple de problèmes rencontrés lors de l'harmonisation de 2 cartes géologiques à 1/50 000	28
Illustration 11 – Schéma synthétique de l'élaboration du référentiel	29
Illustration 12 - Extrait du tableau multi-échelle aquitain tel qu'il a été construit avant harmonisation à l'échelle nationales. Les codes et dénominations ont donc pu être changés lors de l'intégration à BDLISA	30
Illustration 13 : Tableau de synthèse schématique illustrant l'organisation spatiale des entités sédimentaires de niveau 3 en Aquitaine.	31
Illustration 14 - Représentation de la surcouche des alluvions récentes de la zone d'étude	34
Illustration 15 - Surcouche des alluvions récentes et des basses terrasses	35
Illustration 16 - Surcouche flandrien/alluvions récentes Sch1A2	35
Illustration 17 - Schématisation de l'ensemble flandrien/alluvions "récentes"	35
Illustration 18 - Résultat du découpage des formations flandriennes	37
Illustration 19 - Formations superficielles d'intérêt hydrogéologique mineur	38
Illustration 20 - Exemple d'identification de "formations témoins"	39
Illustration 21 - Relations entre les parties à l'affleurement, sous-couverture et l'extension globale d'une entité hydrogéologique	41
Illustration 22 - Carte géologique harmonisée de l'Aquitaine à l'échelle du 1/50 000	42
Illustration 23 : Affleurement de la formation des calcaires crayeux du Turonien et table attributaire associée	43
Illustration 24 : Digitalisation d'une extension approximative incluant les affleurements	44
Illustration 25 : Découpage de l'extension sur les terrains plus anciens	45
Illustration 26 - Comparaison entre l'extension finale (en rouge) et l'extension non affinée	46
Illustration 27 - Première étape dans la recherche de l'extension d'une formation aquifère	47

Illustration 28 - Deuxième étape dans la recherche de l'extension d'une formation aquifère	48
Illustration 29 – Interstratification des "Calcaires à Astérie" dans la molasse de l'Agenais	49
Illustration 30 – Solution retenue dans le cas de l'interstratification des "Calcaires à Astérie" dans la molasse de l'Agenais	50
Illustration 31 - Affleurements de la formations de la molassique du Fronsadais et affleurements initiaux la formation de Boisbreteau ; extension globale de la formation de Boisbreteau	51
Illustration 32 : Affleurements finaux des formations de Boisbreteau et de la molasse du Fronsadais ; extension générale de la formation de Boisbreteau.....	51
Illustration 33 – Solution possible (non retenue) de découpage de la molasse pour tenir compte des inclusions aquifères	52
Illustration 34 - Représentation de l'organisation des ordres relatifs pour l'entité H102A1	54
Illustration 35 – Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3	54
Illustration 36 - Représentation du système H11A (entité de niveau régional NV2)	55
Illustration 37 – Types de limites possibles entre entités.....	58
Illustration 38 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques.....	59
Illustration 39 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.	60
Illustration 40 - Tables non géométriques de la géodatabase.	61
Illustration 41 - Interface utilisateur de la géodatabase.	61
Illustration 42 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.	62
Illustration 43 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).	63
Illustration 44 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).	63
Illustration 45 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.	64
Illustration 46 - Table des limites : natures des contacts entre entités.	64
Illustration 47 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel.....	65
Illustration 48 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).....	66
Illustration 49 : Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie droite).....	67

Liste des annexes

Annexe 1 - Brefs rappels de l'histoire géologique du sud du bassin aquitain	73
Annexe 2 - Tableau Multi-Echelles	79
Annexe 3 - Lexique de caractérisation des entités	86

1 Introduction

Le présent rapport est la mise à jour d'un travail coordonné en 2009 par N. Pédron (RP-59949-FR) pour l'ensemble des formations d'Aquitaine (hors zone pyrénéenne) dans le cadre de la réalisation de BDRHF-V2. Cette mise à jour permet d'intégrer les entités hydrogéologiques décrites en 2009 à la version 0 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères). La présentation générale du référentiel, de ses principes de construction et de mise en œuvre est faite dans le rapport BRGM/RP-62261-FR, cité en bibliographie.

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

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

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

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

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

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).

Bassin Adour-Garonne

Le travail engagé dans le bassin Adour-Garonne en année 1 du projet (Rapport BRGM/RP-56053-FR) concernait uniquement les formations sédimentaires du sud du Bassin aquitain (Aquitaine et Midi-Pyrénées) datées du Quaternaire au Paléocène.

Le présent rapport rend compte des travaux menés au cours des années 2 et 3 réalisés en région Aquitaine :

- découpage (identification et cartographie) des entités sédimentaires sous-jacentes au Paléocène dans le sud du Bassin aquitain,
- découpage des unités hydrogéologiques correspondant aux formations sédimentaires du Trias au Quaternaire dans les départements des Landes (40), de la Gironde (33), de la Dordogne (24) et du Lot-et-Garonne (47).

Le contexte géologique du Bassin aquitain est présenté en annexe 1.

L'illustration 1 présente le secteur d'étude. Celui-ci s'étend sur les cinq départements de la région Aquitaine (Pyrénées-Atlantiques, Landes, Gironde, Lot-et-Garonne et Dordogne). Le secteur est borné au sud par la limite de la zone des formations dites "intensément plissées" (massif pyrénéen), à l'ouest par l'océan Atlantique et au Nord-est par la zone des formations de Socle. Il est à noter que le bassin d'Arcachon ainsi que l'estuaire ont été intégrés au secteur d'étude bien qu'appartenant au domaine maritime. Par soucis d'homogénéité, le thème Socle a été traité en synchronisme avec les travaux menés en Limousin. Le traitement du thème « intensément plissé » a été traité à part conjointement avec la région Midi-Pyrénées.

La limite entre le domaine sédimentaire au nord et le domaine intensément plissé au sud correspond globalement à la limite Secondaire/Tertiaire (le plus souvent Crétacé/Eocène, parfois Trias/Eocène).

Le critère structural a aussi été utilisé, notamment le Chevauchement Frontal Nord Pyrénéen (C.F.N.P.) tracé grâce au schéma structural de la carte géologique à 1/50 000 d'Arthez-de-Béarn (n° 1004). Sur les cartes de Hasparren (n° 1002) et St-Vincent-de-Tyrosse (n° 976), les failles majeures ont été longées.

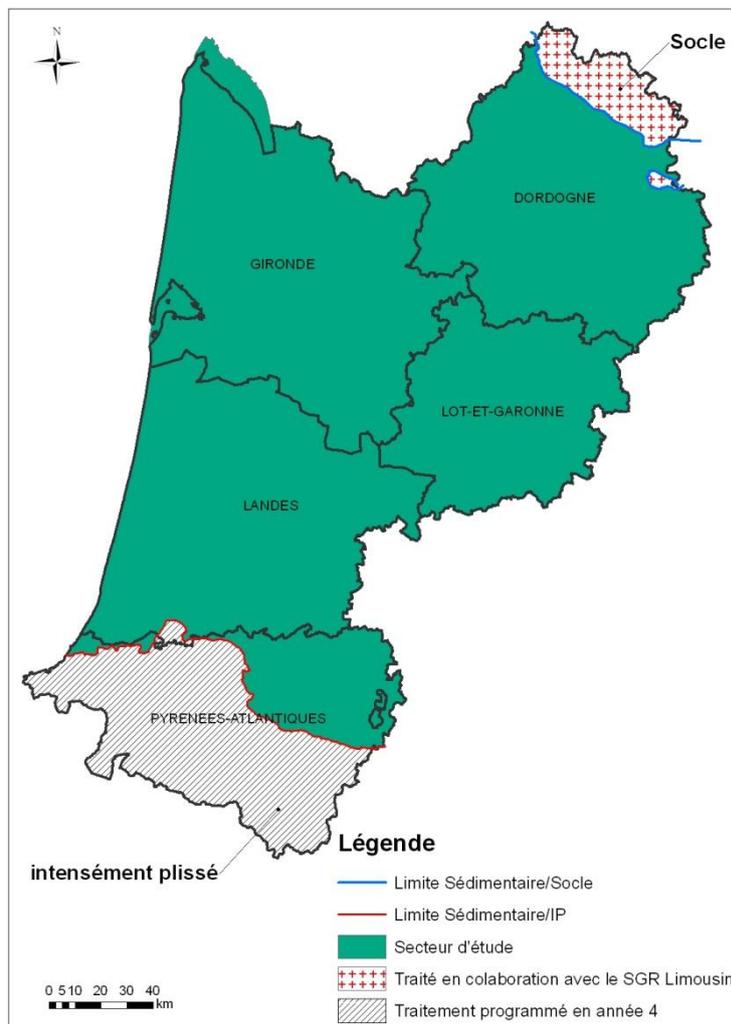


Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude (années 2 et 3 du projet)

Cette limite traverse le département des Pyrénées-Atlantiques d'ouest en est et se poursuit dans les Hautes Pyrénées (Illustration 2 ci-après).

Le tracé a été réalisé par les géologues du service géologique régional d'Aquitaine (SGR Aquitaine).

Les enclaves des Hautes-Pyrénées (65), entourées par les Pyrénées-Atlantiques (64), ont été incluses dans l'étude car elles sont situées dans la zone de travail (Illustration 3).

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

Parmi les entités du secteur d'étude, plusieurs s'étendent à la fois sur les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées (par exemple l'aquifère des sables infra-molassiques de l'Eocène inférieur). Une méthode de travail commune aux Services Géologiques Régionaux de ces deux régions a donc été mise en place pour la délimitation des entités hydrogéologiques selon les trois niveaux de découpage (local, régional et national).

Ce travail a été réalisé conformément aux recommandations du guide méthodologique national édité en 2003 par le BRGM et aux propositions faites en 2007 dans le cadre de l'actualisation de ce guide demandée par le comité de pilotage du Référentiel.

La délimitation des entités aux niveaux 1 et 2 s'inscrit dans le cadre d'une convention entre le BRGM et le MEEDDAT (année 2) et entre le BRGM et l'ONEMA (année 3). avec leur soutien financier, complété par une participation de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Le travail de niveau local (NV3) a fait l'objet de conventions particulières avec l'Agence de l'Eau Adour-Garonne sous le numéro de dossier n°310 33 0007 et la décision attributive d'aide n°2007/7348 du 29/10/2007 pour l'année 2, et sous le numéro de dossier n°310 24 0001 et la décision attributive d'aide n°2008/4201 du 01/07/2008 pour l'année 3.

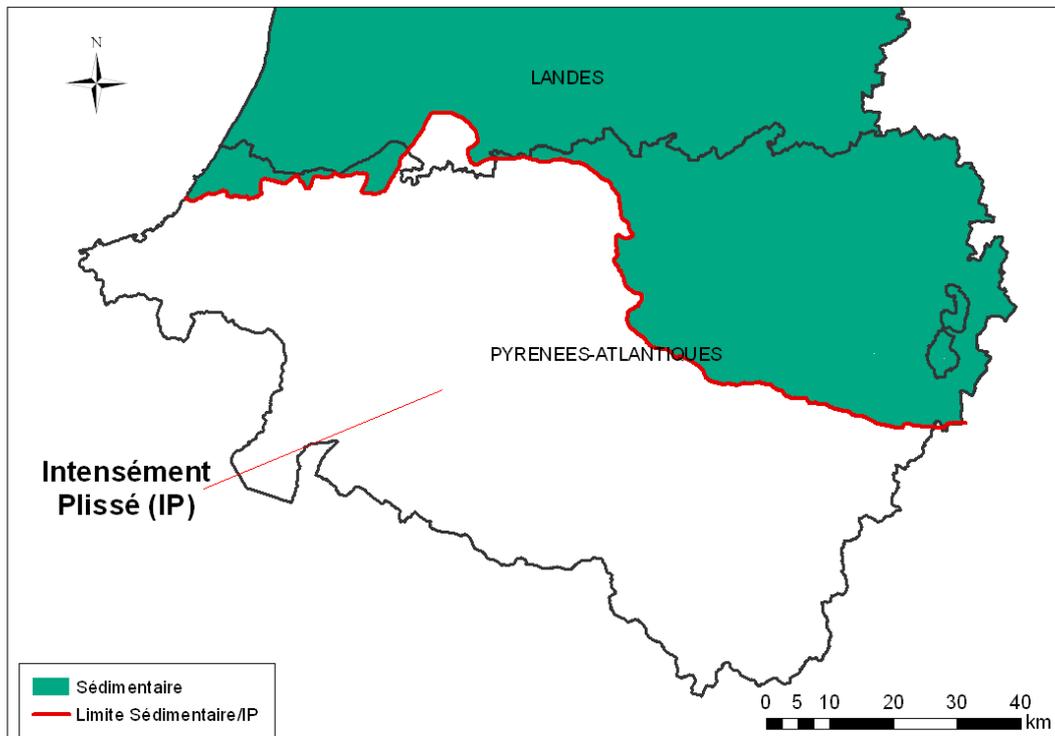


Illustration 2 - Délimitation des domaines sédimentaire et intensément plissé

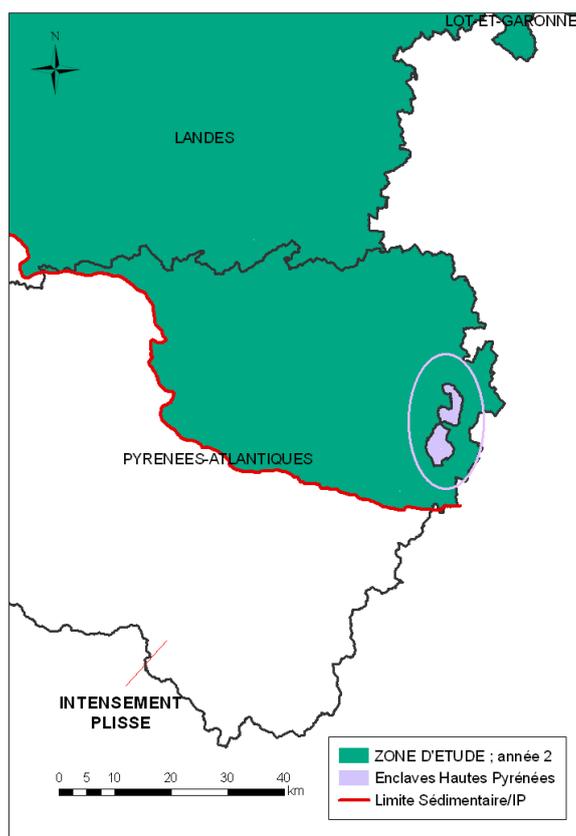


Illustration 3 - Enclaves des Hautes-Pyrénées incluses dans le secteur d'étude

2 Présentation du référentiel BDLISA

2.1 PRINCIPES DE CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES ENTITÉS

2.1.1 Principes de construction

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

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

2.1.2 Assemblage des entités

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

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

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

2.1.3 Adaptations de la méthodologie de 2003 dans la construction

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

La différence majeure par rapport au guide de 2003 réside dans la distinction faite entre deux catégories d'entités

- les "**Entités principales**", qui ont fait l'objet d'un traitement topologique garantissant la cohérence de leur assemblage 3D ;

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

2.1.4 BDLISA et le Dictionnaire de données SANDRE

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

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

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

2.2 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉFÉRENTIEL BDLISA

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

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

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

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

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

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

- de visualiser les entités hydrogéologiques aux 3 niveaux de détail retenus pour le découpage ;

- d'obtenir des informations sur les entités grâce à la base de données associée.

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

◆ La gestion du référentiel, à savoir:

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

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

2.3 LES OBJETS DU RÉFÉRENTIEL

2.3.1 Les entités hydrogéologiques

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

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

Les entités hydrogéologiques peuvent être multi-parties.

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

Codification de l'entité

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

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

Par exemple:

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

Dénomination de l'entité

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

- la lithologie dominante de l'entité,

- son appartenance à un étage stratigraphique,
- sa localisation géographique.

Par exemple :

Sables verts de l'Albien du Bassin Parisien.

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

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

2.3.2 Les niveaux d'utilisation des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

2.3.3 Les "thèmes" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

2.3.4 L'attribut "Nature" des entités hydrogéologiques

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

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

Un 8^{ième} type d'entité a été ajouté à cette liste : au niveau 1, le Grand Système Multicouches, intégrant sur la verticale une alternance de Systèmes Aquifères et de Domaines.

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

Illustration 4 – Types d'entités hydrogéologiques et codification

• Le Grand Système Aquifère

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

• Le Grand Domaine Hydrogéologique

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

• Le Système Aquifère

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

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

Le système aquifère est une entité de niveau régional NV2.

• Le Domaine Hydrogéologique

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

Le domaine hydrogéologique est une entité de niveau régional NV2.

• L'unité aquifère

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

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

• L'unité semi-perméable

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

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

• L'unité imperméable

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

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

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

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

Liaisons entre les entités

Les liens de filiation (illustration 5) en fonction des niveaux d'agrégation obéissent aux règles suivantes :

- une entité hydrogéologique appartient à une seule nature par niveau ;

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

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

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

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

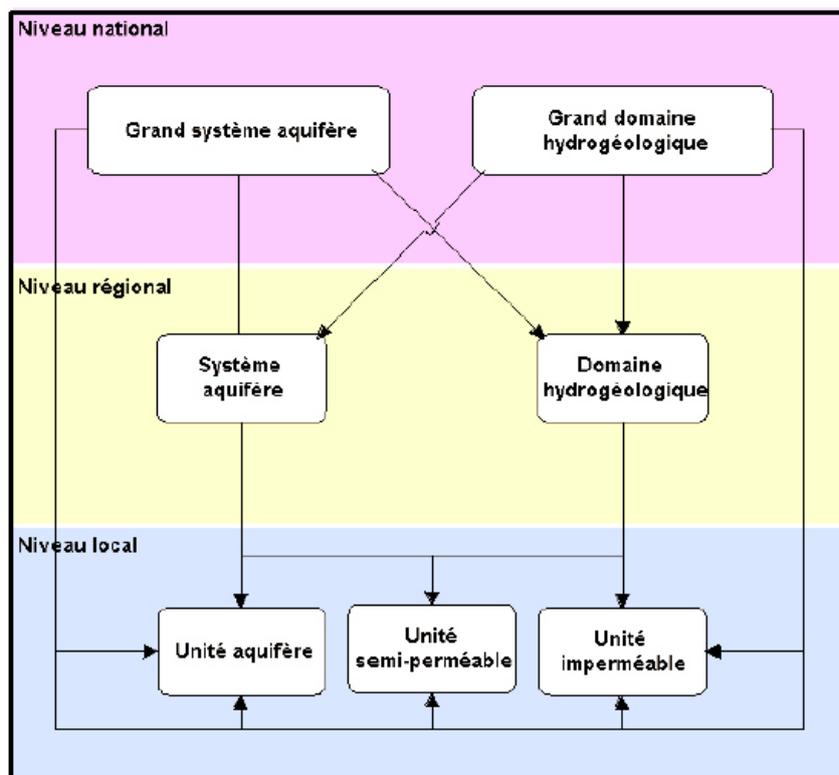


Illustration 5 – Liaisons possibles entre les entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

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

Remarque

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

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

2.3.6 L'attribut "Etat" des entités hydrogéologiques

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

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

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

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

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

2.4 LE TABLEAU MULTI-ECHELLES

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

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

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

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

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

2.5 LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS

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

2.5.1 Principes sous-jacents

Le « modèle de gestion du référentiel » a été développé sous ArcGis (actuellement version 9.31) et s'appuie sur un modèle conceptuel de données. Ce modèle conceptuel permet

d'exploiter de façon optimale la base de données du référentiel sous ArcGis. La construction du référentiel est guidée par les 5 principes suivants.

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

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

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

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- systèmes karstifiés délimités par des traçages...

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

Cette structure du référentiel est résumée par l'illustration 6 ci-après.

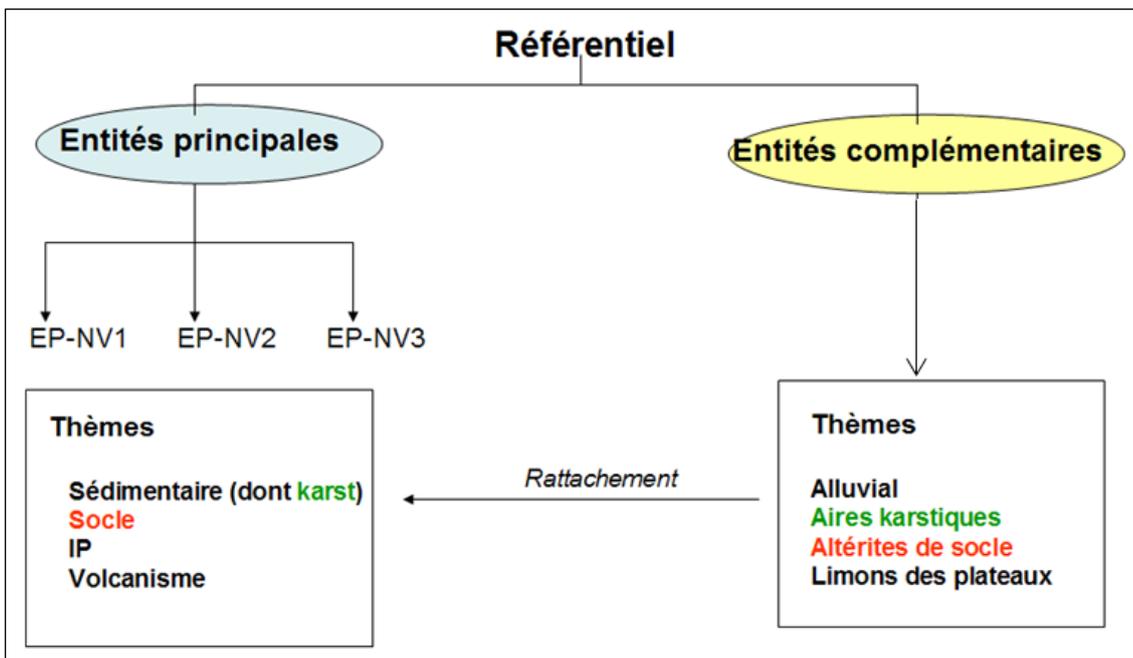


Illustration 6 – Structuration du référentiel : entités principales et complémentaires

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

Le modèle de gestion permet de passer d'un ordre dit absolu à un ordre dit relatif.

3) Complétude

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

4) Filiation

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

5) Héritage

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

2.5.2 Organisation des entités en 2 ensembles

1) Entités principales

Elles constituent l'essentiel du référentiel. Elles sont :

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

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

2) Entités complémentaires

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

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

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

2.5.3 Ordre absolu et ordre relatif

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

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

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 7b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 7c), **qui est celui de la représentation des entités dans le SIG** et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel.

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

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

Remarque: dans l'exemple présenté par l'illustration 7 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, les entités sont constituées d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture, réunies lors de la phase de délimitation. **Le modèle de gestion restitue automatiquement les parties sous couverture.**

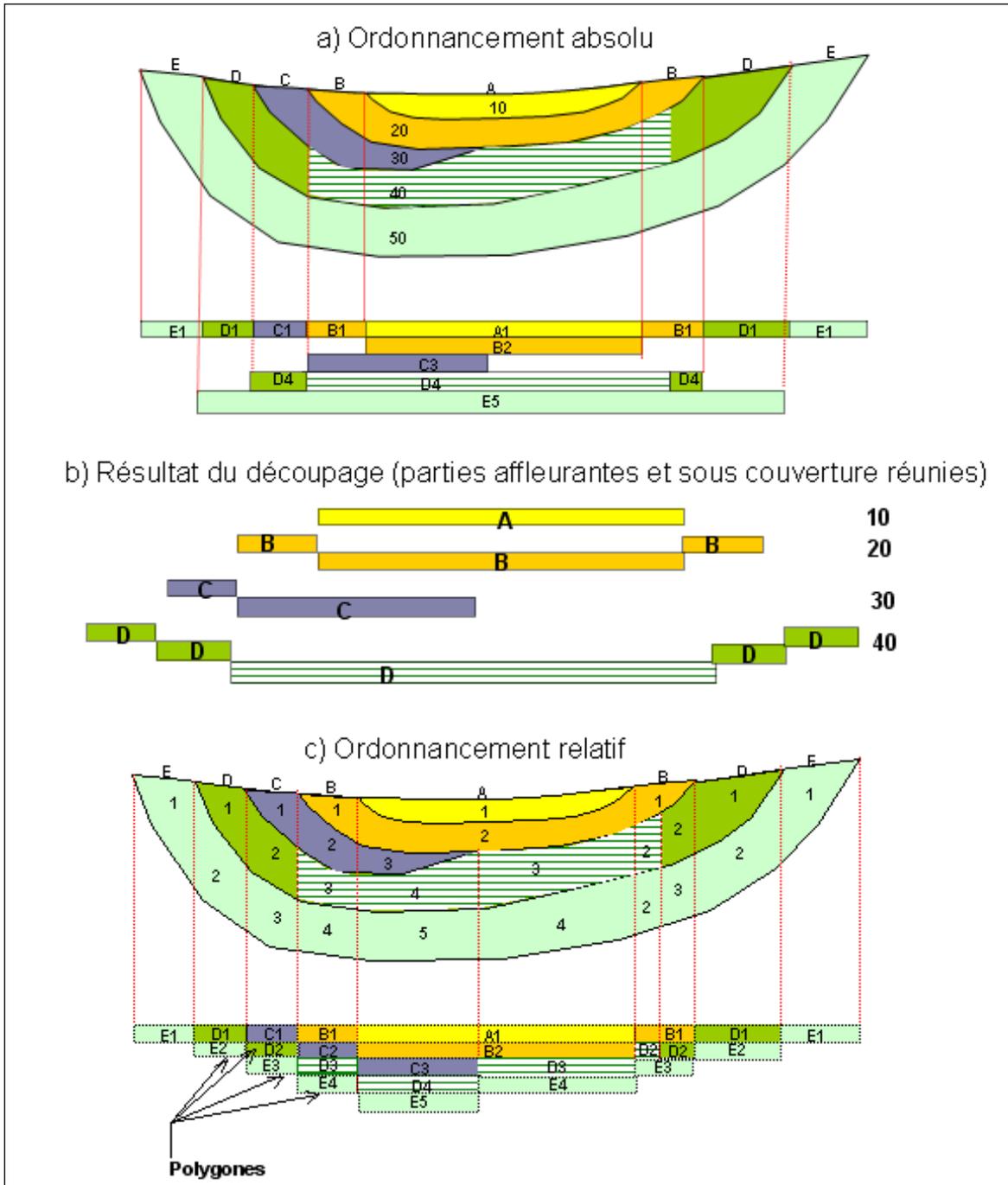


Illustration 7 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

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

3.1 PRINCIPES DIRECTEURS

3.1.1 Homogénéité du découpage

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

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

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

3.1.2 Emboîtement des niveaux

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3 (illustration 8 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cet assemblage est réalisé à partir du niveau 3 par le modèle de gestion du référentiel, qui contrôle aussi la cohérence de l'ensemble et signale les anomalies éventuelles.

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

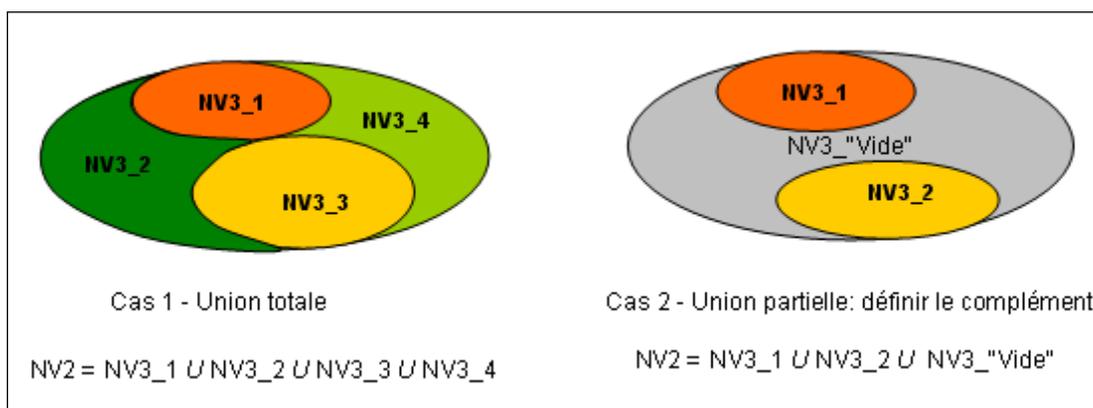


Illustration 8 – Principe de construction d'une entité NV2 à partir d'entités NV3

3.2 PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉLIMITATION

3.2.1 Identification et cadrage hydrogéologique général

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

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

1) Analyse des cartes géologiques

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

2) Constitution de la base de données associée au référentiel

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

3) Rattachement des entités hydrogéologiques aux formations géologiques affleurantes

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

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

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

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

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

5) Construction du tableau multi-échelles

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

3.2.3 Individualisation de l'alluvial

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

A l'exception de la plaine alluviale du Rhin, les alluvions sont intégrées dans une couche particulière du modèle de gestion (une "**surcouche**").

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

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

Remarques :

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

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

3.2.4 Découpage des entités

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

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

3.2.5 Passage au modèle de gestion du référentiel

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

3.2.6 Organigramme

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par l'illustration 9 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

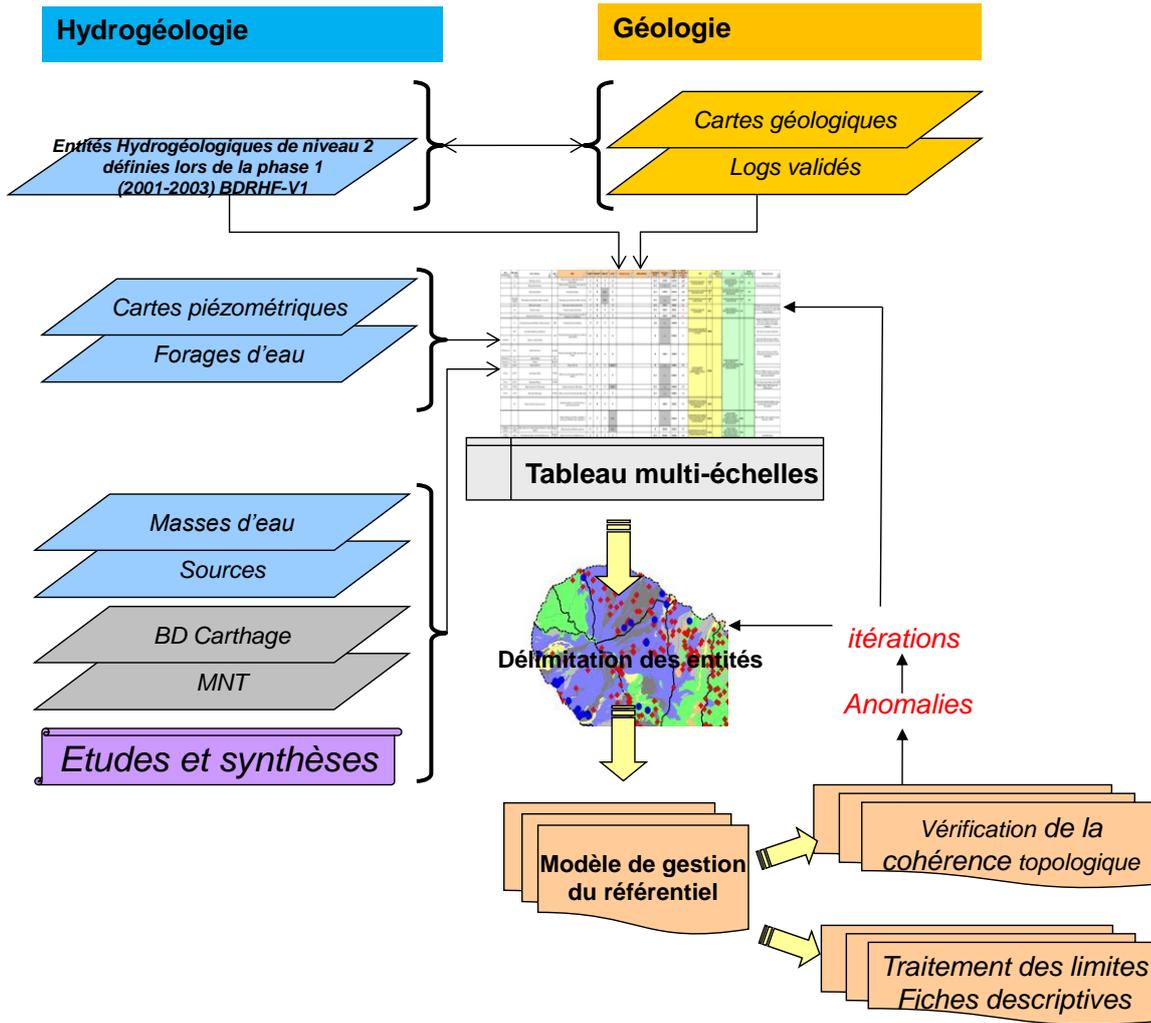


Illustration 9 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

4 Mise en œuvre du découpage

4.1 DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Plusieurs sources ont été utilisées pour élaborer le découpage des entités sédimentaires de la région Aquitaine :

- Cartes géologiques vectorisées de la région Aquitaine à 1/50 000,
- Cartes géologiques à 1/50 000 et notices,
- Cartes géologiques harmonisées à 1/50 000 de l'Aquitaine,
- Cartographie des masses d'eau souterraines (MESO),
- Modèle hydrodynamique du Sud du bassin Adour-Garonne (MSAG)
- Modèle hydrodynamique Nord Aquitain (MONA)
- Test de découpage de la BDRHF V2 de 2004,
- Modélisation du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE (Rapport préparatoire BRGM/RP-),
- Logs géologiques validés extraits de la BSS,
- Informations recueillies dans différents rapports d'études, cités en bibliographie,
- Informations fournies par les géologues régionaux du SGR Aquitaine.

4.2 HARMONISATION DES CARTES GÉOLOGIQUES DE L'AQUITAINE A L'ECHELLE DU 1/50 000

L'obtention d'une couverture géologique homogène à l'échelle du 1/50 000 sur l'ensemble du secteur d'étude est indispensable à la réalisation du découpage de la BDRHF V2. Elle passe par l'harmonisation des cartes géologiques numérisées de la région Aquitaine à l'échelle du 1/50 000. En effet, les frontières entre cartes sont rarement concordantes (auteurs différents, époque de réalisation variable entre 1962 et 2007).

Cette harmonisation prend également en compte les avancées en termes de connaissances des terrains géologiques de la zone d'étude.

Le fait de travailler sur une cartographie harmonisée permet d'obtenir des contours géologiques sans artefacts et donc de tracer des contours précis pour les entités de niveau local, précision conservée pour les deux niveaux supérieurs (NV2 et NV1). Enfin, l'harmonisation a permis de dresser une liste exhaustive des formations géologiques d'Aquitaine.

Pour ce faire, des regroupements ou des correspondances aux limites entre formations ont été établis selon des critères géologiques et hydrogéologiques. Cette cartographie a été réalisée en 2D total, c'est-à-dire qu'elle ne comporte aucune lacune.

Les cartes géologiques à 1/50 000 des départements des Landes et des Pyrénées-Atlantiques ont été harmonisées par les géologues du SGR Aquitaine dans le cadre du projet national d'harmonisation des cartes. En se basant sur leurs travaux, sur leurs indications et sur les notices des cartes géologiques à 1/50 000, les cartes des départements de la Gironde et du Lot-et-Garonne ont été aussi harmonisées.

Ce travail préalable est souvent complexe à cause de l'évolution des règles de notation des formations et des choix cartographiques des différents auteurs. Par exemple, certains regroupements stratigraphiques ont été opérés mais ils ne conviennent pas aux objectifs hydrogéologiques du référentiel (faciès perméables et imperméables regroupés dans une même formation car de même âge).

L'harmonisation a modifié de façon marginale les contours géologiques des affleurements définis en année 1. Par contrecoup, ces changements ont nécessité la révision des contours des formations sous recouvrement tracés au cours de cette même année 1. **C'est pourquoi, le**

présent rapport rend compte de l'ensemble des travaux réalisés à ce jour (y compris ceux de l'année 1).

L'illustration 10 fournit un exemple de discordance entre 2 cartes géologiques adjacentes. Elle montre des colluvions (polygone bleu clair) en vis-à-vis avec des limons de plateaux (en rose) et de la molasse de l'Agenais (en orangé). L'harmonisation est donc indispensable.

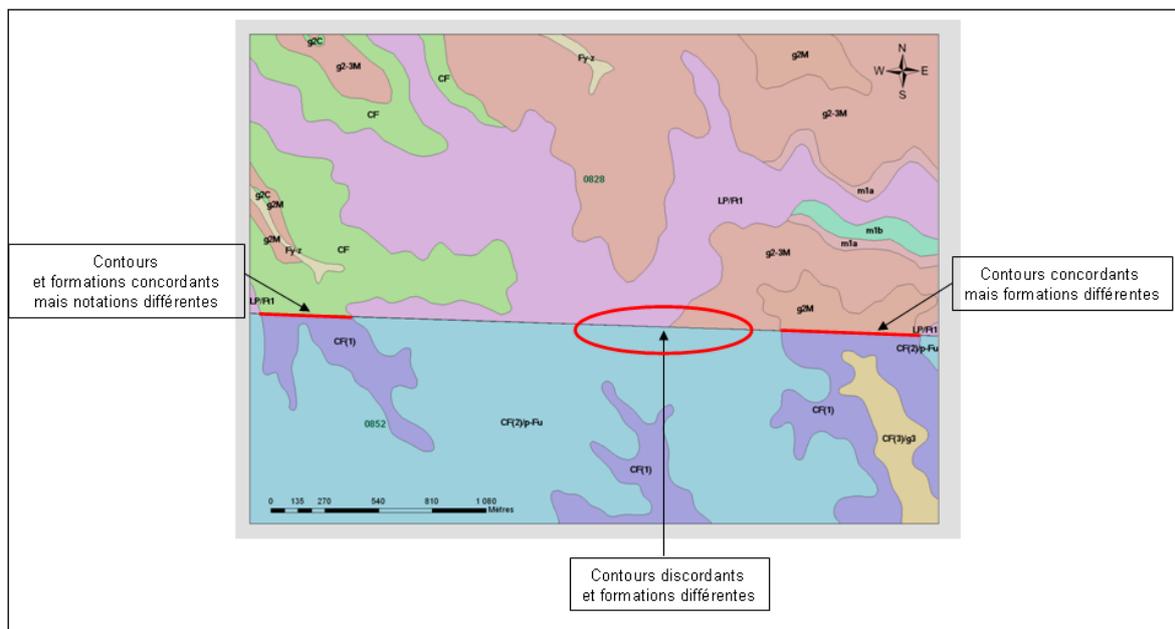


Illustration 10 - Exemple de problèmes rencontrés lors de l'harmonisation de 2 cartes géologiques à 1/50 000

Il a aussi fallu parfois réaliser un traitement géométrique sur les couches de colluvions, très étendues sur certaines cartes, afin d'obtenir une vision cohérente des couches géologiques sous-jacentes. Ce travail a été très important sur les cartes anciennes de Marmande (n° 853) et de Blaye (n° 779).

Par ailleurs, le réseau hydrographique a été supprimé de l'ensemble des cartes harmonisées et a été remplacé par les formations sur lesquelles il repose.

Les polygones constitutifs de chaque entité à l'affleurement ont ensuite été regroupés dans une couche SIG propre à l'entité considérée. Comme exposé précédemment, l'unité obtenue a fait l'objet d'un important travail d'élimination des artefacts, générés lors de l'assemblage de polygones issus de cartes différentes.

Ainsi, la carte harmonisée n'est pas une simple juxtaposition des cartes géologiques existantes. Elle est le résultat d'une synthèse des données géologiques pour les rendre cohérentes, homogènes et continues indépendamment du carroyage d'origine à 1/50 000.

L'illustration 11 résume les opérations réalisées en Aquitaine pour élaborer le référentiel.

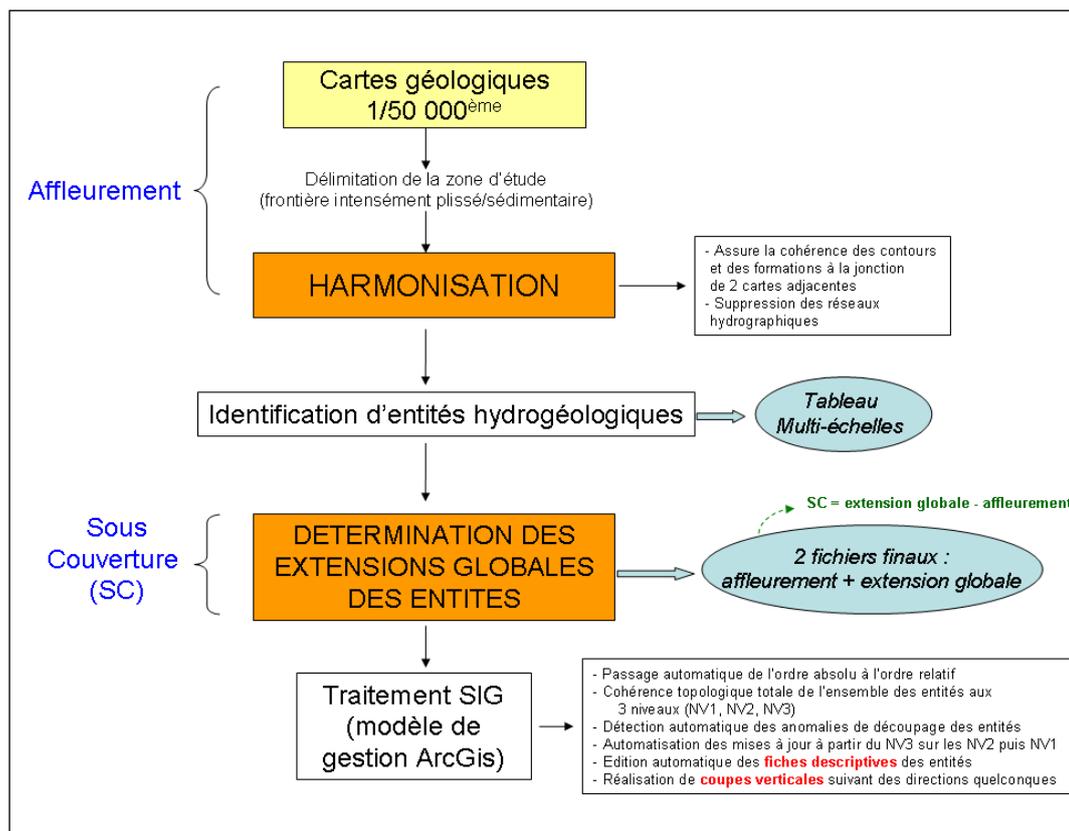


Illustration 11 – Schéma synthétique de l'élaboration du référentiel

4.3 ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ECHELLES

Un pseudo-log stratigraphique valable pour l'ensemble du secteur étudié a été élaboré. Ce document de travail permet de réfléchir à l'ordonnancement vertical et à l'équivalence latérale des formations les unes par rapport aux autres. Toutes ces formations issues des cartes géologiques à 1/50 000 (après harmonisation) sont alors listées et classées dans le tableau multi-échelles où les regroupements se font selon les 3 niveaux d'identification (NV1, NV2 et NV3). Ce dernier comprend l'ensemble des formations depuis les alluvions récentes (Quaternaire) jusqu'au Stéphanien (Carbonifère).

Le tableau multi-échelles établit des correspondances entre les formations géologiques et des entités hydrogéologiques d'après leur âge, leur lithologie et leur perméabilité (aquifère/semi-perméable/imperméable). Il est donc indispensable au traitement des entités sous-couverture.

Ce nouveau tableau, complète celui obtenu après la phase de pré-découpage des entités (2001-2003). Les ajustements effectués correspondent essentiellement à des entités supplémentaires non représentées à l'affleurement, révélées dans la phase d'analyse des données. C'est le cas notamment des formations imperméables marneuses déposés du Paléocène au Miocène et caractérisant des milieux marins profonds ou proximaux.

Le tableau multi-échelles complet de l'Aquitaine est présenté en annexe 4. Un extrait de son ancienne version en est fourni par l'illustration 12.

Un tableau de synthèse complémentaire (illustration 13) permet d'appréhender de façon plus visuelle l'organisation des entités du niveau 3 les unes par rapport aux autres suivant un découpage géographique extrêmement schématique (Est et Ouest du Sud du Bassin et Est et Ouest du Nord du bassin aquitain).

Référentiel Hydrogéologique Français BDLisa – Bassin Adour-Garonne

Age Formation	Notation	Description	Dpt	NV3	THEME	NATURE	MILIEU	ETAT	INCLUSIONS	LOCALISATION	Notation MPY	Code entité AOI provisoire	Ordre d'Apparition absolu new	NV2	NV1													
	Dz	Formations dunaires littorales (et sables de plage)	33, 40	Formations dunaires littorales	2	5	1	2		N S	s.o.	H10A1	20	SYSTEME AQUIFERE DES DUNES ET DES FORMATIONS FLANDRIENNES LITTORALES	H10A	GRAND SYSTEME AQUIFERE MULTICOUCHE PLIO-QUATERNAIRE DES LANDES DE GASCOGNE ET DU LANNEMEZAN DU BASSIN AGUITAIN												
	FyBL	Formations flandriennes littorales	33, 40	Formations flandriennes littorales et Sables et argiles du Gulp	2	6	1	3		N	s.o.	H10A2	40															
Mindel-Würm	Fya	Sables et argiles du Gulp																										
Pliocène sup.	NF2	Sables des Landes	47, 40, 33s	Sables des formations du Sable des Landes et de Castets	2	5	1	2		N	H1A1	H10B1	100	SYSTEME AQUIFERE MULTICOUCHE PLIO-QUATERNAIRE DU TRIANGLE LANDAIS	H10B													
Pliocène sup.	Fxa	Sables de Dédé	33s																									
Pliocène inf.	IVCst	Castets	40, 33s, 47																									
Pliocène	p3-IVBr	Argiles de Brach	33s	Argiles de Brach	2	7	1	s.o.		N	s.o.	H10B2	450															
Pliocène	p3-IVBn	Formation de Belin	47, 40, 33s	Sables et graviers des formations d'Onesse et de Belin	2	5	1	3		N S	s.o.	H10B3	550															
Pliocène	p2-IVOn	Formation d'Onesse	47, 40, 33s																									
Pliocène	p1-2ArArg	Argiles du sommet de l'Arengosse		Argiles du sommet de l'Arengosse	2	7	1	s.o.		N S	s.o.	H10B4	650															
Pliocène	p1-2Ar	Formation d'Arengosse	47, 40, 33s	Sables et graviers de la formation d'Arengosse	2	5	1	3		N S	s.o.	H10B5	700															
	p1-3	Nappes alluviales du Lannemezan		Epanchages alluviaux anciens à graviers et galets du Lannemezan	2	6	1	2		S	H10I1	H10I1	900	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES EPANDAGES ALLUVIAUX ANCIENS A GRAVIERS ET GALETS DU LANNEMEZAN	H10I													
				Argiles diachrones des milieux profonds et proximaux du Miocène moyen à supérieur	2	7	1	s.o.		S	s.o.	H50A1	1100	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MILIEUX DIACHRONES PROFONDS ET PROXIMAUX DU MIOCENE MOYEN A SUPERIEUR	H50A	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MILIEUX DIACHRONES PROFONDS ET PROXIMAUX DU MIOCENE MOYEN A SUPERIEUR DU BASSIN AGUITAIN												
Tortonien	m-p	Glaises bigarrées + argiles à lignites d'Hostens + argiles à galets	40, 64, 33s, 47	Glaises bigarrées du Miocène supérieur	2	7	1	s.o.		N	H11A1	H11A1	1300	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES SABLES FAUVES ET VERTS, ET DES GLAISES BIGARREES MIOCENES	H11A	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES SABLES FAUVES ET VERTS, ET DES GLAISES BIGARREES MIOCENES DU BASSIN AGUITAIN												
Tortonien	m5GB		47																									
Langhien-Serravallien	m4FSV	Formation des Sables verts et/ou Sables fauves	64, 40, 33s, 47	Sables verts et fauves du Miocène moyen	2	6	1	3		N S	H11A2	H11A2	1400															
Serravallien	m4aSt	Faluns bleus de Soustons	40	Faluns, grès et sables du Langhien-Serravallien (Helvétien)	2	5	4	1		N S	H80A1	H80A1	1700	SYSTEME AQUIFERE DES FALLUNS, DES GRES ET DES SABLES DU LANGHIEN-SERRAVALLIEN (HELVETIEN)	H80A	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES FALLUNS, DES GRES ET DES SABLES DU MIOCENE MOYEN DU BASSIN AGUITAIN												
Serravallien	m4aTt	Faluns de Tartas	40																									
Serravallien	m4b1LdCr	Faluns de Laurède et de Carcarès	40																									
Langhien-Serravallien	m3-4fOstCar	Faluns et calcaires gréseux à Crassostrea et Mégacardita	40, 64																									
Serravallien	m4LaSa	Faluns de Salles et de Lassime	33s																									
Langhien-Serravallien	m3-4Nr	Faluns de Narosse et calcaires gréseux	40																									
Langhien	m4a-b1RF	Faluns de Roquefort et du Frèche à Megacardita et Crassostrea	40																									
Langhien basal	m3SaMa	Faluns de Sallespisse, Salies, Manciet, Faluns et marnes à Crassostrea et Arca	64, 40																									
		Non présent à l'affleurement															Argiles diachrones des milieux profonds et proximaux du Miocène inférieur à moyen	2	7	1	s.o.		N S	s.o.	H51A1	1800	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MILIEUX DIACHRONES PROFONDS ET PROXIMAUX DU MIOCENE MOYEN A INFERIEUR	H51A
Burdigalien	m2Arm	Molasse Armagnac	47, 33s														Formations molassiques du Miocène	2	6	1	3		N S	H51B1	H51B1	1900	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS MOLASSIQUES DU MIOCENE INFERIEUR	H51B
Burdigalien sup.	m2cAuLc	Calcaires lacustres d'Auch et sup. de Lectoure	40																									
Burdigalien moy.	m2bCLcPe	Calcaires de Larroque, St-Sernin, Pellacahus, inf. de Lectoure	47																									
Burdigalien moy.	m2Arm	Molasse de l'Armagnac	47, 33s																									
Burdigalien moy.	m2aChrGr	Calcaires Herret, Gondrin	47																									
Burdigalien inf.	m2Arm	Molasse de l'Armagnac	47, 33s, 24																									
Oligocène-Miocène	m1-2aJu	Argiles à galets et poudingues de Jurançon	40, 64																									
Mio-oligo-éocène	e-m M	Molasse mio-oligo-éocène	40, 64																									

Illustration 12 - Extrait du tableau multi-échelle aquitain tel qu'il a été construit avant harmonisation à l'échelle nationales. Les codes et dénominations ont donc pu être changés lors de l'intégration à BDLISA

SUD DU BASSIN AQUITAIN		NORD DU BASSIN AQUITAIN	
EST	OUEST	OUEST	EST (Dordogne ; Lot-et-Garonne)
Sc Formations témoins			
Sc Terrasses et Alluvions récentes			
Sc Terrasses récentes sous recouvrement Flandrien			
Sc Formations superficielles de faibles extension			
A Moyennes Terrasses quaternaires (10)			
SP Hautes Terrasses quaternaires (11)			
SP Nappes alluviales anciennes (12)			
A Dunes littorales (20)			
SP Flandrien et argiles du Gulp du littoral (40)			
A Sables de la Formation de Castets (100)			
I Argiles de Brach (450)			
A Sables des Formations d'Onesse et de Belin (550)			
I Argiles du sommet de l'Arenfosse (650)			
A Sables et graviers de la formation d'Arenfosse (700)			
SP Gravier et galets du Lannemezan (900)			
I Glaises Bigarrées du Miocène supérieur (1300)	I Diachrone du Miocène Moyen à Supérieur (1100)	I Glaises Bigarrées du Miocène supérieur (1300)	
SP Sables Fauves et verts du Miocène moyen (1400)			
A Grès, calcaires et faluns du Langhien-Serravalien (1700)			
I Molasses du Miocène (1900)	I Diachrone du Miocène inférieur à Moyen (1800)		I Molasses du Miocène (1900)
A Calcaires, Faluns Sables et Grès de l'Aquitain-Burdigalien (2000)			
I Molasses Oligo-Miocènes (2200)	I Diachrone du Miocène inférieur (2100)		I Molasses Oligo-Miocènes (2200)
A Calcaires à Astéries de l'Oligocène (2300)			
I Molasses Oligo-Eocènes (2900)	I Diachrone de l'Oligocène (2700)		I Molasses Oligo-Eocènes (2900)
A Calcaires à Astéries E2M, Libourmais (2400)			
A Calcaires de Castillon (2850)			
I Molasses Eocène (3200)	I Diachrone de l'Eocène (3400)	A Calcaires Saint-Estèphe (3000)	SP Sables de Boisbretteau (+ Onolles) (3050)
A Sables Fluviaux du Libourmais (3100)			
A Calcaire des Ondes (inclusion 2900)			
I Molasses Eocène (3200)			
SP Marnes et calcaires de l'Eocène moyen (3450)			
I Diachrone de l'Eocène moyen à sup. (3425)			
A Diachrone des sables Infra-Molassiques (3500)			
A Calcaires, grès et sables de l'Eocène inférieur à Moyen (3900)			
A Gravier, galets, sables et argiles de l'Eocène inférieur à Moyen (4000)			
I Diachrone de l'Eocène basal (3600)			
A Sables, grès et calcaires gréseux de l'Eocène inférieur basal (4100)			
I Diachrone de l'Eocène Paléocène (4200)			
SP Flysch du Paléocène (4300)			
A Calcaires, sables et marnes du Paléocène (4400)			
I Diachrone de l'Eocène Paléocène (4200)			
SP Alfrites Post-Crétacé (4500)			
A Calcaires et grès du Campano-Maastrichtien Sud aquitain (4650)			
A Calcaires et grès du Campano-Maastrichtien Nord aquitain (4600)			
SP Flyschs Crétacés sud aquitains (5000)			
I Calcaires crayo-marneux et marnes du Campanien - Santonien (4700)			
A Calcaires, grès et marnes du Coniacien-Santonien Nord Aquitain (4800)			
I Calcaires marneux du Coniacien inférieur (4900)			
A Calcarénites, grès et sables du Turonien Nord aquitain (5100)			
I Calcaires crayeux du Turonien (5300)			
A Sables et calcaires du Cénomaniens Nord (5400)			
A Calcaires et dolomies du multicouches Cénomano-Turo-Conia-Santonien (5550)			
SP Calcaires et grès du Crétacé inférieur (5600)			
I Argiles du Crétacé inférieur (5650)			
SP des calcaires et grès du Crétacé inférieur (5600)			
A Calcaires et dolomies du Tithonien (5700)			
I Marno-calcaires du Kimmeridgien supérieur Nord aquitain (5800)			
A Calcaires et brèches du kimmeridgien basal Nord aquitain (5900)			
I Marno-calcaires du Kimmeridgien basal Nord aquitain (5950)			
A Calcaires du Bathonien moyen à oxfordien Nord aquitain (6000)			
I Marno-calcaires du Bathonien basal Nord aquitain (6100)			
A Calcaires du Bajocien Nord aquitain (6200)			
I Marnes du Toarcien (6300)			
A Calcaires et grès du Domérien supérieur (6400)			
I Marnes du Domérien inférieur (6450)			
I Marnes du Domérien inférieur (6450)			
A Calcaires et dolomies de l'Hettangien-Sinemurien (6475)			
I Argiles, évaporites et ophites du Trias (6500)			
A Grès et dolomies du Permo-Trias (6700)			
SP Schistes, grès, charbon du Stéphaniens (6800)			
SP Terrains cristallins (6900)			

Illustration 13 : Tableau de synthèse schématique illustrant l'organisation spatiale des entités sédimentaires de niveau 3 en Aquitaine.

4.4 FORMATIONS SUPERFICIELLES

4.4.1 Les surcouches

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

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

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

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

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

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

En Aquitaine

Quatre surcouches ont été définies:

- les terrasses récentes qui ne sont pas sous recouvrement (illustration 14 et 15); la surcouche est codée SCH1A1;
- les terrasses récentes sous recouvrement des argiles flamandaises, susceptibles de constituer des aquifères semi-captifs à captifs (illustrations 14, 16 et 17); la surcouche est codée SCH1A2;
- les "formations témoins" ;la surcouche est codée SCH2A1;
- les formations superficielles de faible extension; la surcouche est codée SCH3A1.

4.4.2 Terrasses récentes

Ces terrasses sont rangées dans une surcouche (notée Sch1A1); elles correspondent aux dépôts alluviaux récents (Holocène, notation Fz et Fy des cartes géologiques) et aux basses terrasses (Würm, notation Fx) en connexion hydraulique avec les cours d'eau (Illustration 14).

Remarque: les terrasses anciennes (dites hautes et moyennes) souvent peu perméables et non connectées au cours d'eau (mais qui peuvent localement être les seules ressources en eau disponibles) ne sont pas intégrées dans cette surcouche : elles ont été rattachées au thème sédimentaire (et constituent donc des entités intégrées dans une couche caractérisée par un numéro d'ordre).

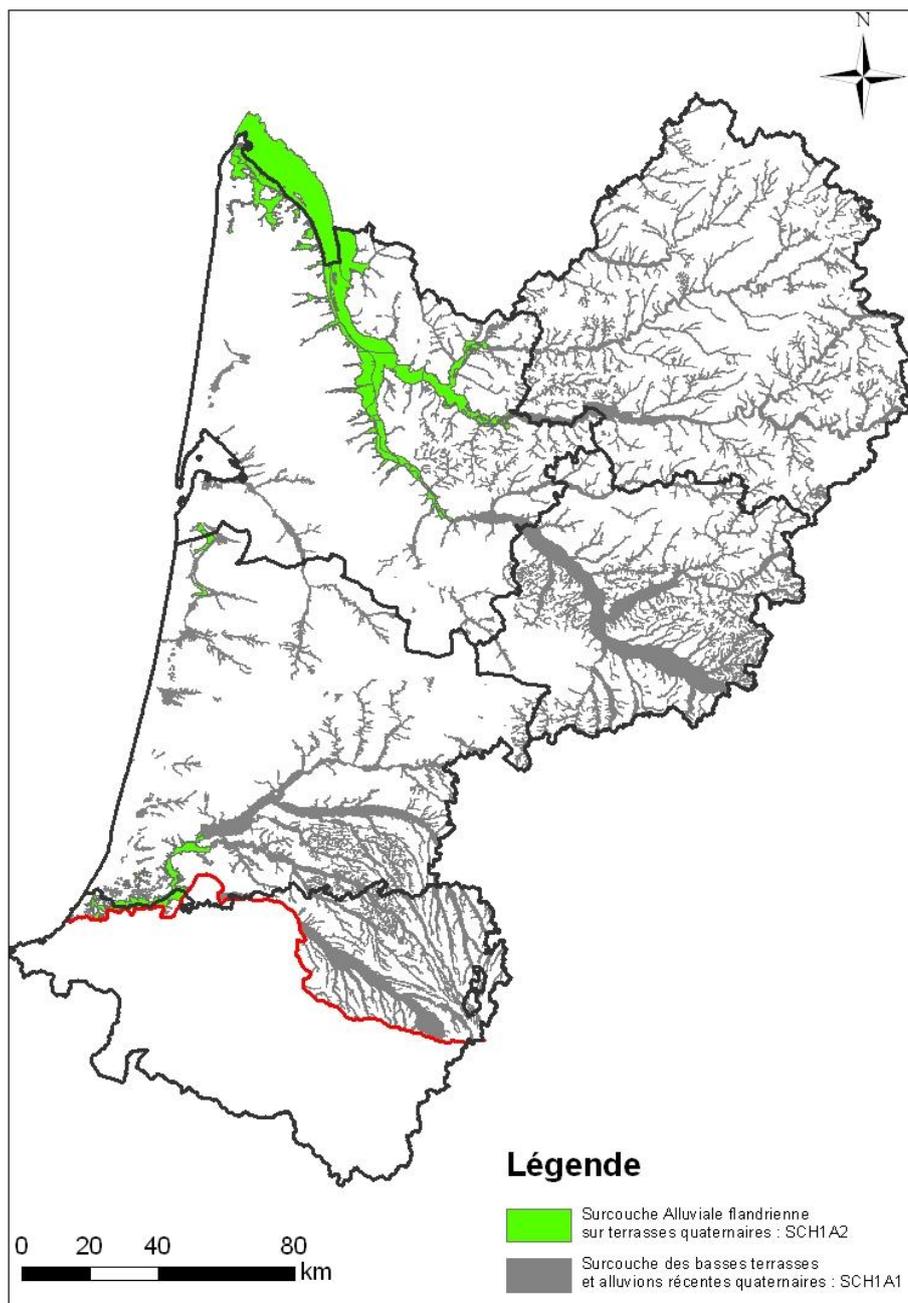


Illustration 14 - Représentation de la surcouche des alluvions récentes de la zone d'étude

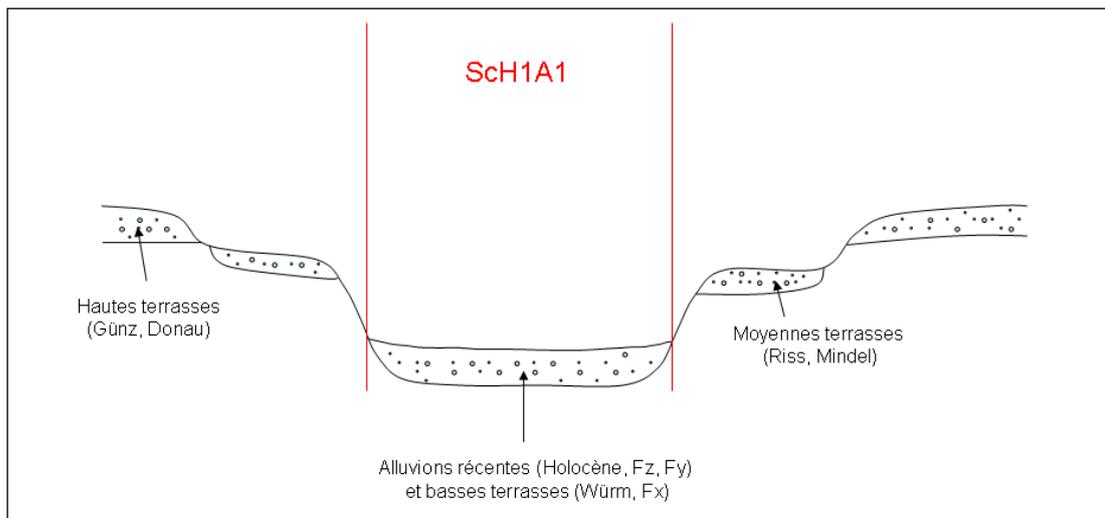


Illustration 15 - Surcouche des alluvions récentes et des basses terrasses

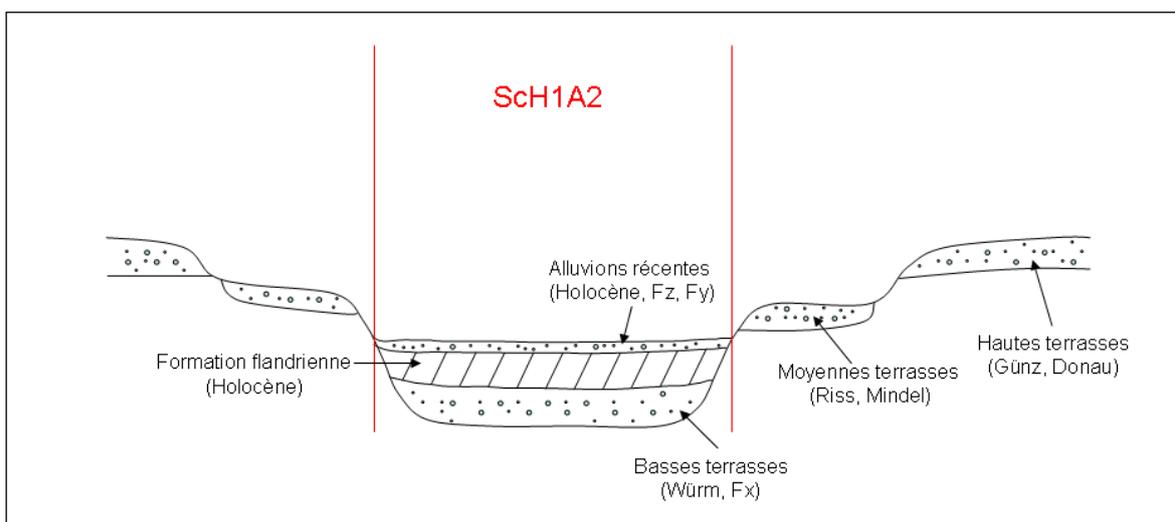


Illustration 16 - Surcouche flandrien/alluvions récentes ScH1A2

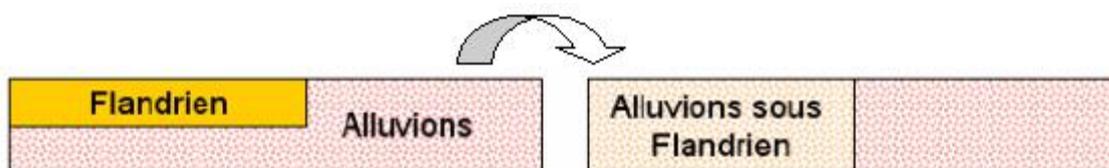


Illustration 17 - Schématisation de l'ensemble flandrien/alluvions "récentes"

4.4.3 Cas particulier des terrasses sous les formations du Flandrien

A l'Holocène, en Aquitaine, une transgression marine d'âge flandrien est à l'origine de dépôts de granulométrie très fine. Ces dépôts peu perméables sont traités en couche ou en surcouche

selon leur relation avec les alluvions récentes (Würm et Holocène). Les deux cas suivants ont été considérés.

1) Flandrien intégré dans une couche

La formation flandrienne littorale (formation semi-perméable) est très épaisse et située sous les formations dunaires littorales (formations aquifères). Cette zone du flandrien a été associée à la formation des sables et Argile du Gulp (notation H10A2), l'ensemble constituant une éponte séparant les formations dunaires des formations sous-jacentes.

2) Flandrien intégré dans la surcouche des alluvions tout en étant distingué

En allant vers l'Est, les alluvions sous-flandriennes ne sont plus recouvertes par les dunes et leur épaisseur tend à diminuer. Alluvions récentes et alluvions sous Flandrien ont été regroupées et rangées dans une surcouche notée Sch1A2. (Illustrations 15 et 16).

Remarques

1) La limite entre argiles flandriennes et argiles issues des alluvions récentes étant difficile à distinguer, le critère " maximum de transgression flandrienne" a été choisi pour délimiter cette zone.

2) Le Flandrien de l'estuaire de la Garonne a été aussi rangé dans la surcouche notée Sch1A2.

En résumé, l'illustration 18 présente les différents cas obtenus.

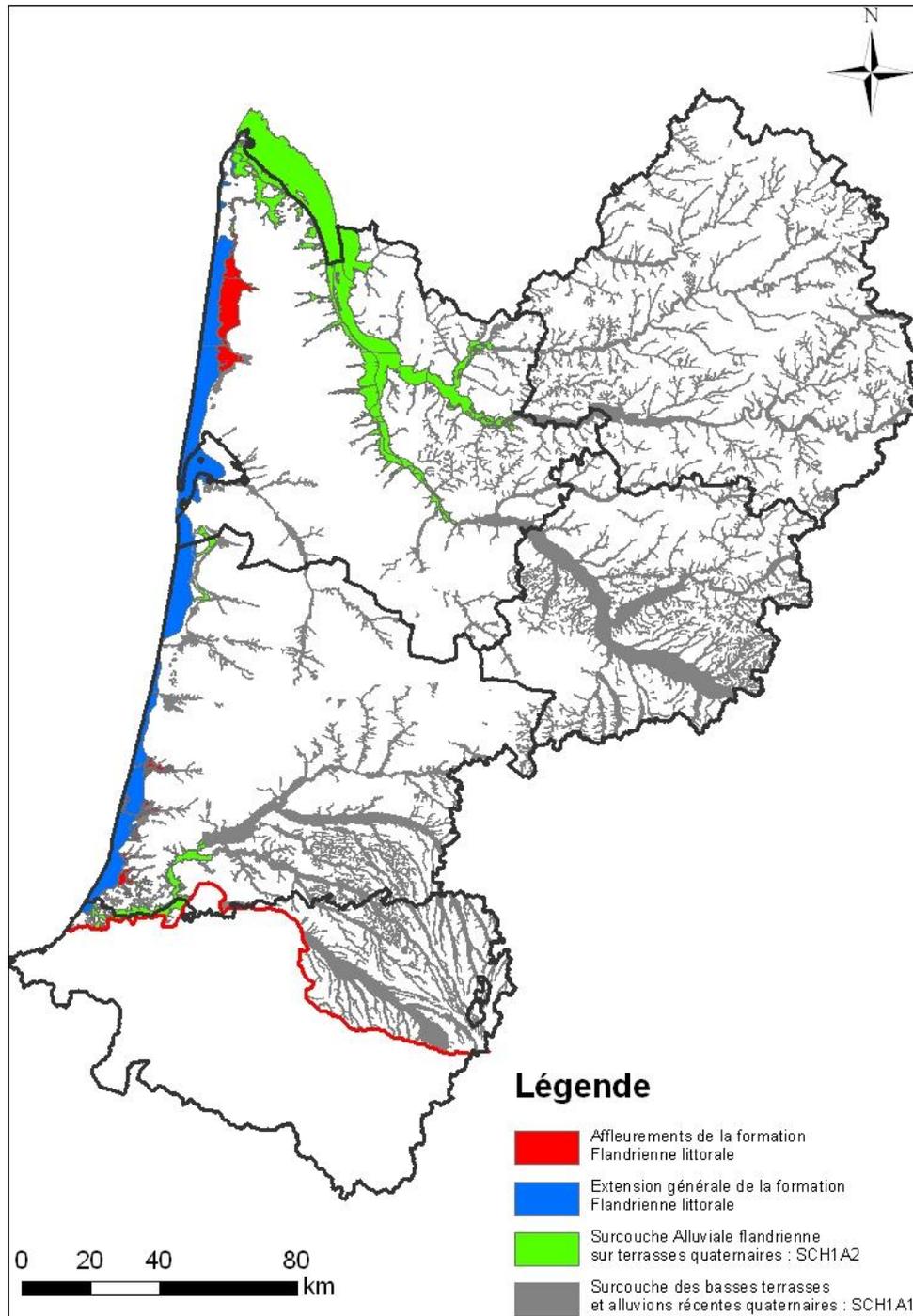


Illustration 18 - Résultat du découpage des formations flandriennes

4.4.4 Formations superficielles de faible extension

Ces formations, d'intérêt hydrogéologique mineur, ont été regroupées dans une surcouche. Elles comprennent :

- les colluvions,
- les éboulis,
- les limons,
- les dunes paraboliques à l'intérieur du continent,
- les résidus éoliens,
- les formations temporairement émergées selon les marées,
- les grèzes,
- les dépôts anthropiques et
- les altérites superficielles de faible ampleur.

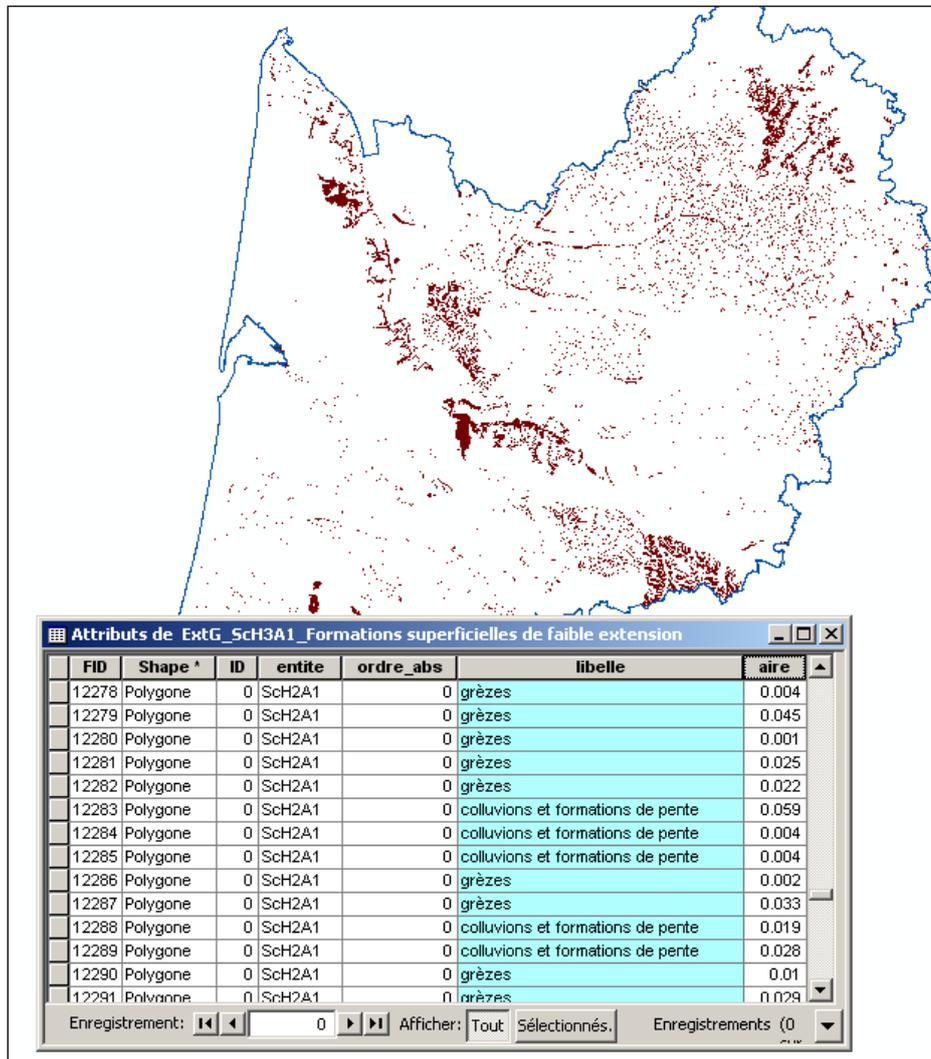


Illustration 19 - Formations superficielles d'intérêt hydrogéologique mineur

4.4.5 Formations témoins

Les formations identifiées comme "formations témoins" (dont les buttes témoins au sens strict) et rangées dans la surcouche notée SCH2A1 répondent aux 2 critères suivants:

- dimension restreinte (aire <0.5 Km²),
- faible influence hydrogéologique vis-à-vis des formations sous-jacentes.

Le libellé des polygones de la surcouche "Formations témoins" permet à tout moment de les rattacher à l'entité dont ils sont issus (exemple fourni par l'illustration 20).

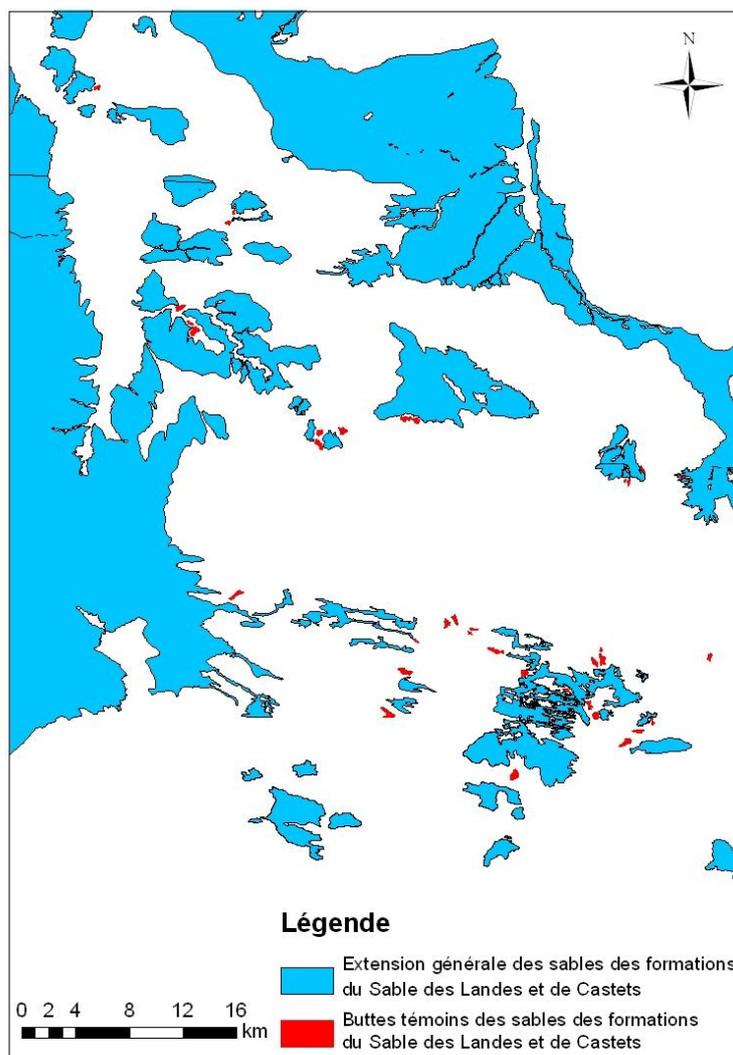


Illustration 20 - Exemple d'identification de "formations témoins"
(Rattachées au "Sable des Landes/Castets", entité codée H10B1 dans le tableau multi-échelles)

4.4.6 Remarques

- 1) Pour faciliter le travail d'uniformisation inter-régional, le choix a été fait de conserver la totalité des petits polygones extraits des cartes géologiques dans les surcouches.
- 2) Le classement en buttes témoins de polygones isolés de taille significative est laissé à l'appréciation de l'hydrogéologue en fonction du contexte. Un tel polygone, s'il est issu d'une formation qui a les mêmes caractéristiques hydrogéologiques que la formation sous-jacente, sera plus facilement rangé dans la surcouche des buttes témoins avec un code le rattachant à

la formation d'origine (§ 3.4.5). Par contre, s'il y a un fort contraste hydrogéologique entre la formation dont est issu le polygone à traiter et la formation sous-jacente, par exemple une formation aquifère reposant sur un "imperméable", le choix sera fait de considérer ce polygone comme constitutif de l'entité hydrogéologique dont il est issu (ici la formation aquifère), entité qui sera donc du type "multi-parties".

3) Les entités sous recouvrement de ces formations de surcouches apparaissent à l'ordre 1. On reconstitue cependant les cartes géologiques harmonisées initiales si l'on affiche l'ensemble des couches et surcouches du référentiel hydrogéologique.

4.5 DÉLIMITATION DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE

4.5.1 Méthodologie

En général, une entité est constituée d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture. Il s'agit alors de constituer une extension globale de l'entité en regroupant ces deux parties.

Cas des entités recouvertes par une surcouche

Le travail consiste à ôter les entités contenues dans les surcouches (alluvions récentes, alluvions flamandaises et buttes témoins) afin de "combler les vides" et reconstituer ainsi les entités sous-jacentes).

Cas général

Le tracé de la courbe enveloppe d'une formation s'appuie sur les données de forages, la connaissance régionale des hydrogéologues et géologues, et sur les affleurements de la couche considérée. Il s'appuie également sur les affleurements plus anciens : le contour d'une entité donnée ne pouvant pas recouper les zones d'affleurements d'une formation plus ancienne.

La mise au point du modèle de gestion du référentiel sous ArcGis a permis de simplifier ces opérations de construction en regroupant les 2 étapes. L'identification des parties sous recouvrement est faite automatiquement à partir des traitements topologiques (illustration 21).

Les limites d'extension des entités sous-couverture peuvent être approximatives faute de données (forages) en nombre suffisant. Elles pourront évoluer en fonction des avancées des connaissances géologiques de la région.

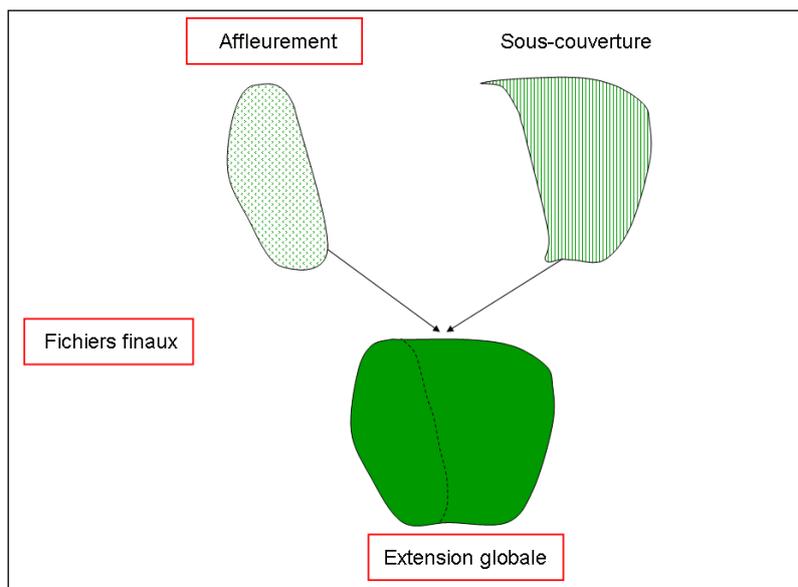


Illustration 21 - Relations entre les parties à l’affleurement, sous-couverture et l’extension globale d’une entité hydrogéologique

4.5.2 Exemple de découpage d’une entité : la formation des calcaires crayeux du turonien

La formation des calcaires crayeux du Turonien est une formation imperméable qui s’étend au nord de l’Aquitaine principalement sur les départements de la Gironde et de la Dordogne. Cette formation sert ici d’exemple pour présenter le mode opératoire employé. Ses affleurements sont fournis par la carte géologique préalablement harmonisée de l’Aquitaine à l’échelle du 1/50 000 (cf § 3.2), à l’exception de la zone intensément plissée pyrénéenne au sud (illustration 22).

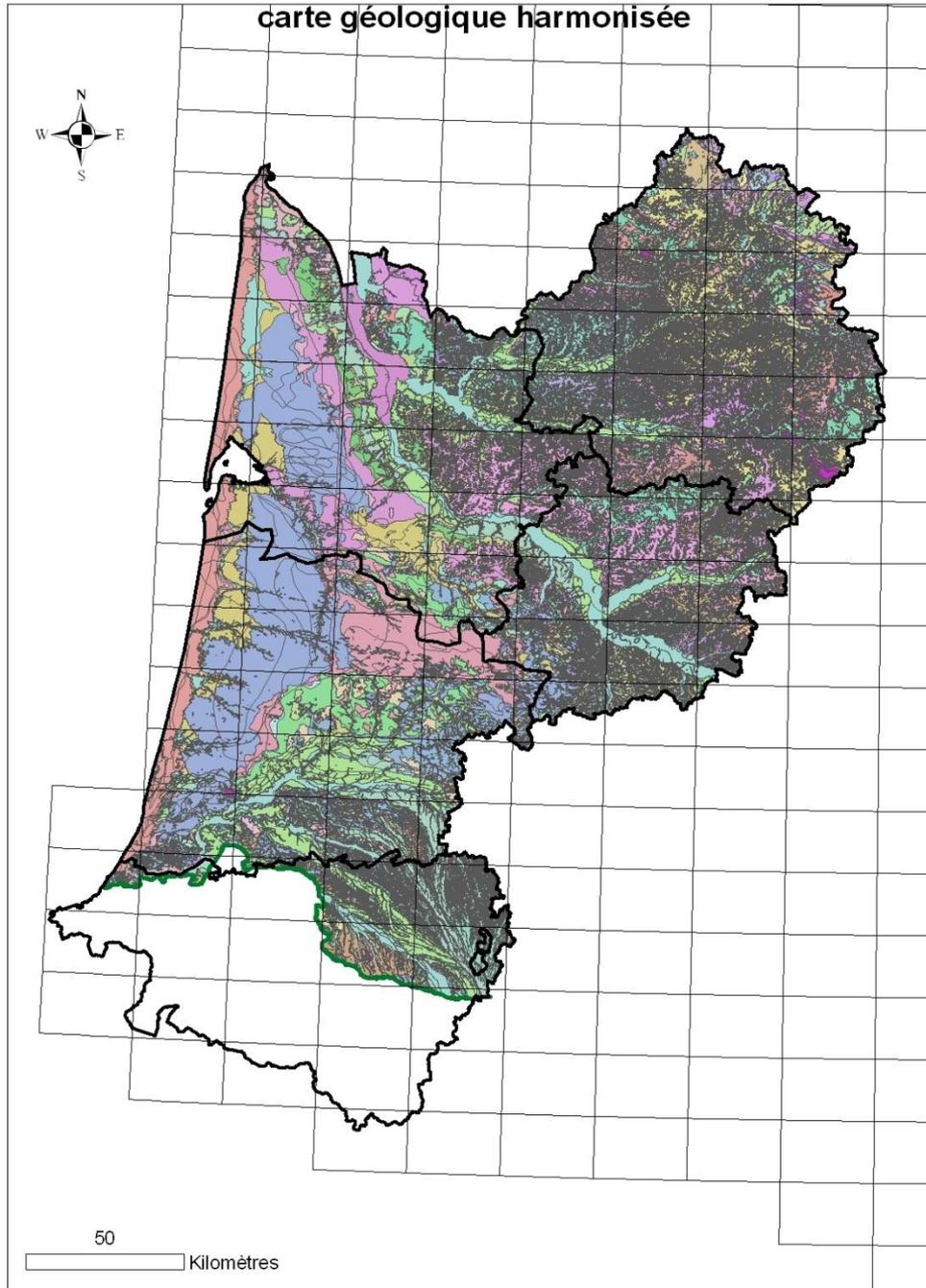
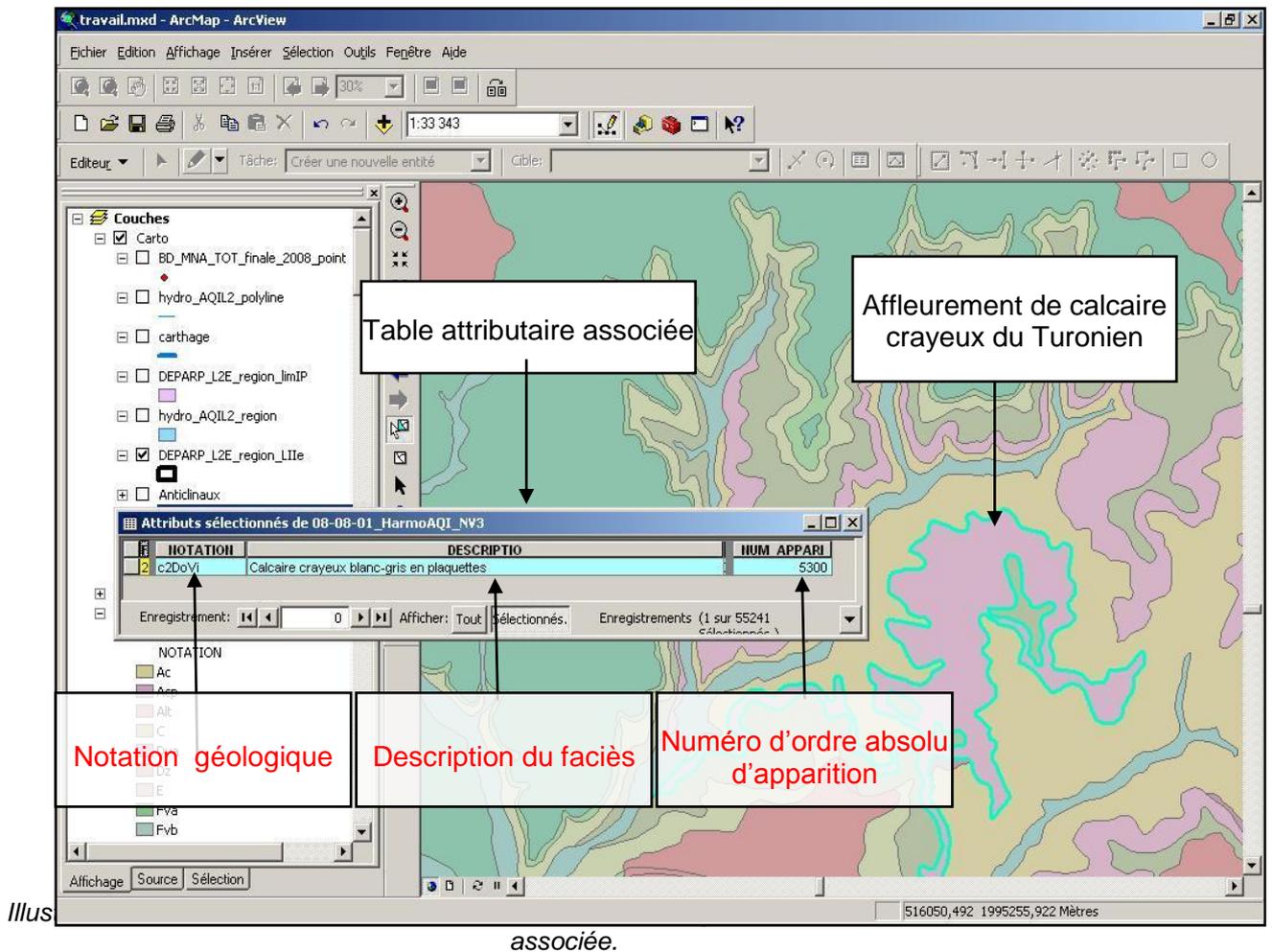


Illustration 22 - Carte géologique harmonisée de l'Aquitaine à l'échelle du 1/50 000 (à l'exception de la zone intensément plissée pyrénéenne).

La table attributaire qui a été associée à la carte géologique harmonisée précise pour chaque polygone (illustration 23) :

- la notation géologique de la formation à laquelle le polygone appartient ;
- la description du faciès de la formation ;
- le numéro d'apparition NUM APPARI de la formation (ordre absolu issu du tableau multi-échelles).



Il est ainsi possible d'identifier les affleurements de la formation des calcaires crayeux du Turonien (NUM APPARI = 5300) et les affleurements plus anciens (NUM APPARI > 5300).

Dans un premier temps, l'extension approximative de la formation est tracée à l'écran en fonction des affleurements et des terrains plus anciens. L'usage des forages ainsi que les connaissances du géologue régional permettent d'affiner cette première délimitation (illustration 24).

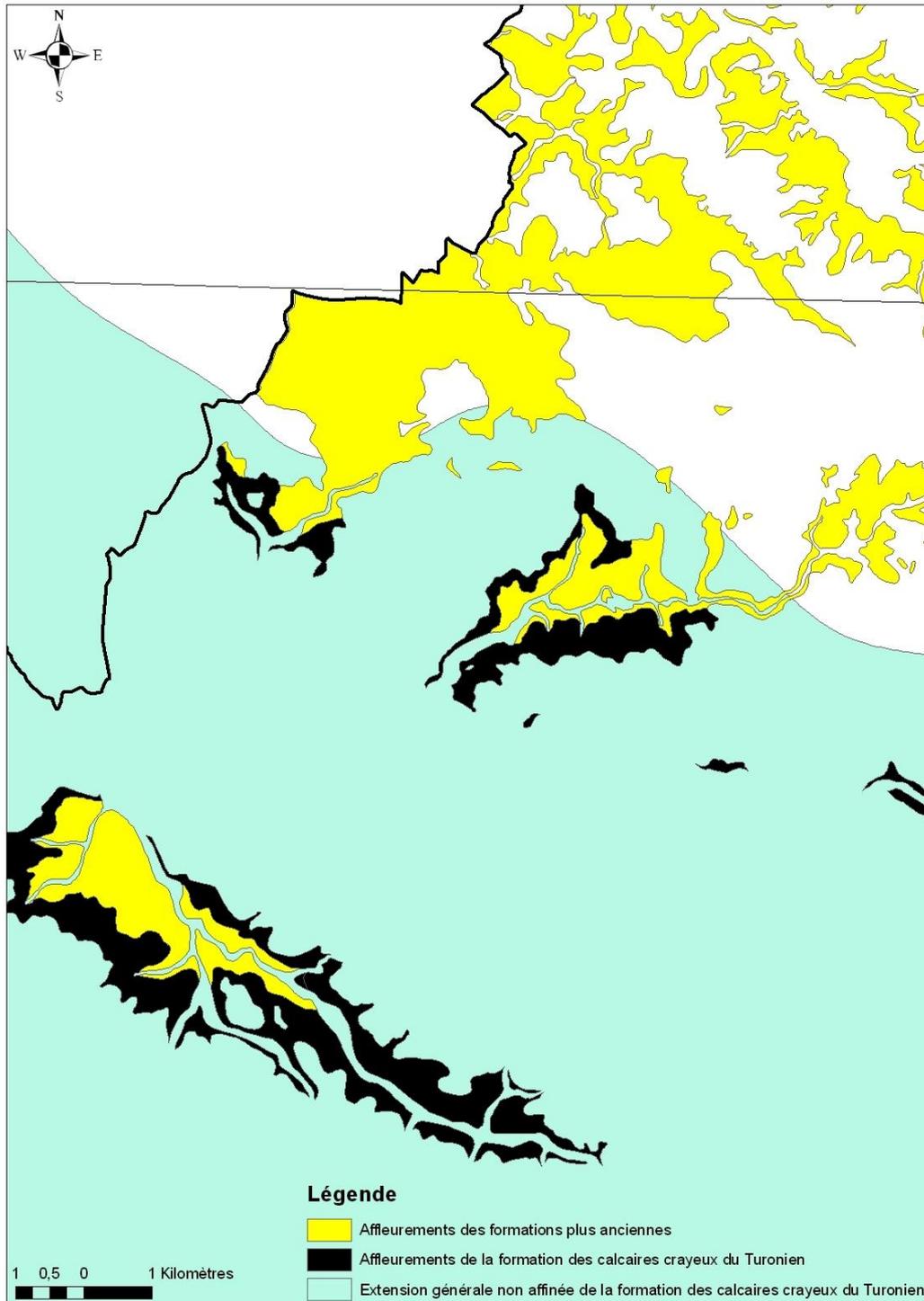


Illustration 24 : Digitalisation d'une extension approximative incluant les affleurements de la formation.

L'extension doit inclure l'ensemble des affleurements de la formation (**1^{ère} contrainte de digitalisation**) mais ne peut en aucun cas être présente au-dessus des affleurements plus anciens (**2^{ème} contrainte**).

Remarque : Il convient de lisser l'extension à l'étape 1. Le lissage modifie les contours donc aucun lissage ne doit être opéré sur un contour extrait des cartes au 1/50 000.

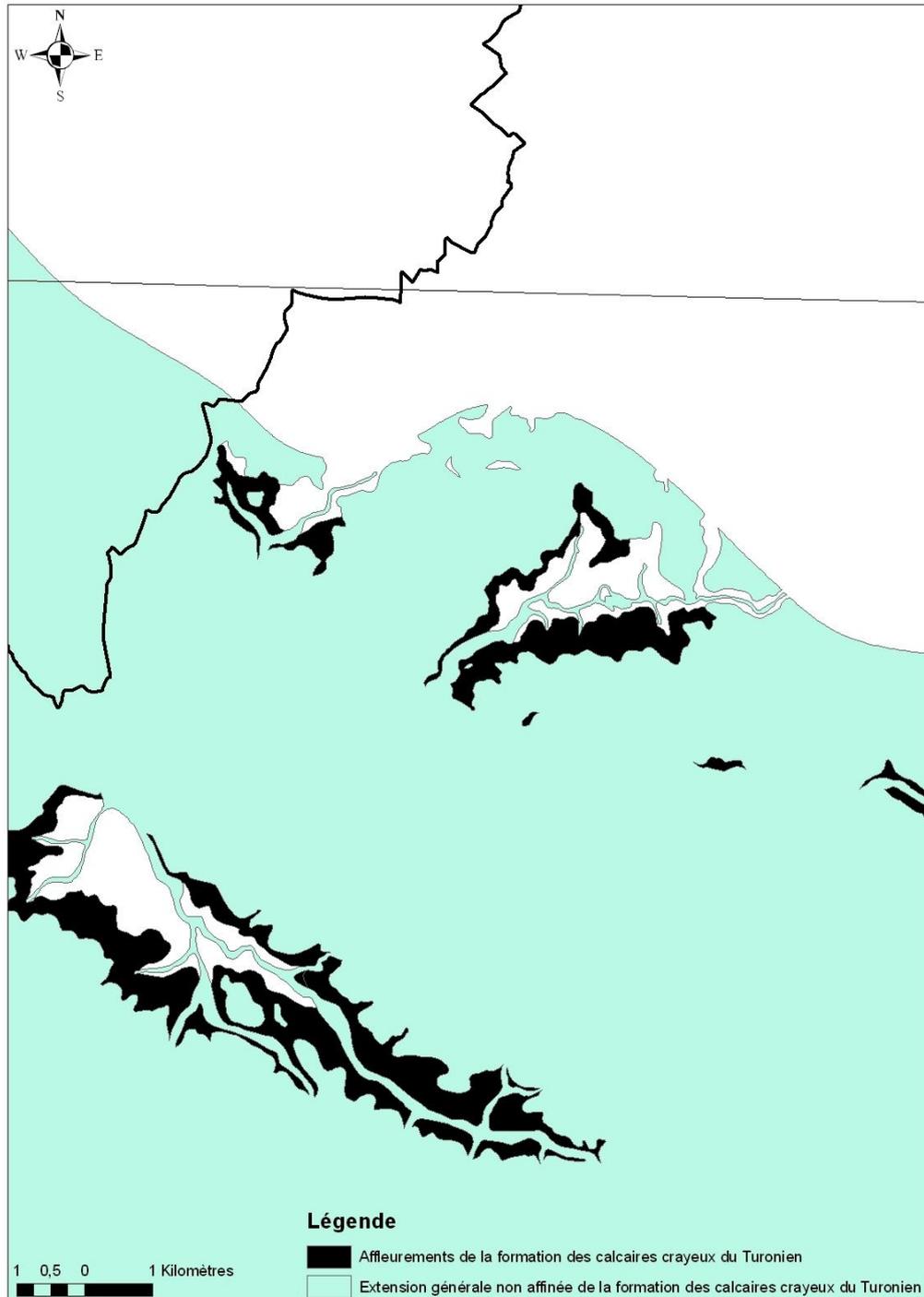


Illustration 25 : Découpage de l'extension sur les terrains plus anciens.

Le découpage prend appui sur les terrains plus anciens affleurant (illustration 24). Il faut ensuite corriger et préciser les contours de l'extension, tout en respectant les contraintes fixées précédemment (illustration 26).

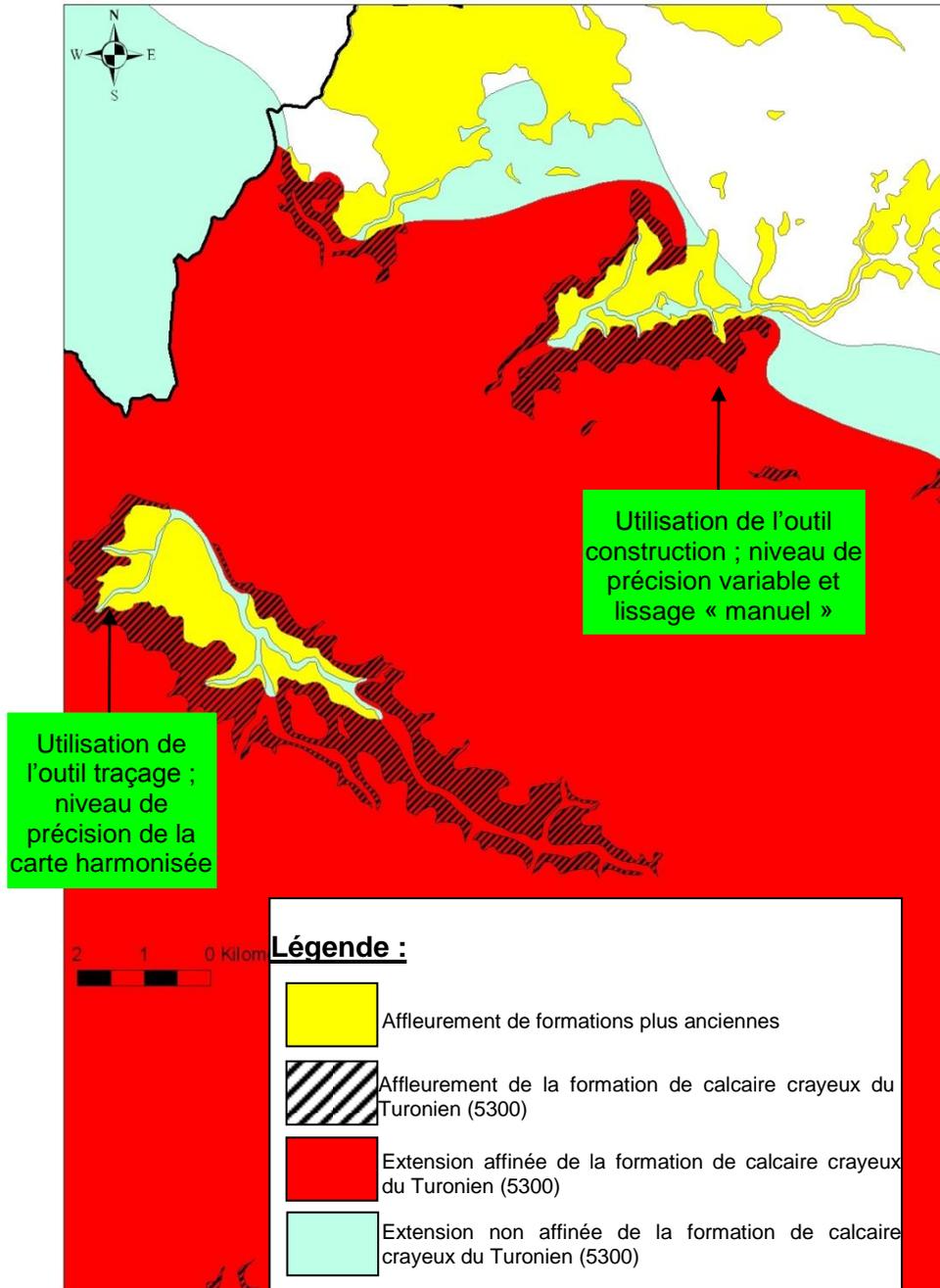


Illustration 26 - Comparaison entre l'extension finale (en rouge) et l'extension non affinée (en bleu-vert).

L'extension finale présente deux niveaux de précision en fonction des données disponibles. Au niveau des contacts entre les affleurements de la formation et les affleurements plus anciens, la précision est la même que celle de la carte harmonisée (contours identiques). Ces contacts constituent les points de contrainte majeurs du contour de l'extension. Ailleurs, plus on s'éloigne de ces points de contrainte, moins le niveau de précision est élevé. En l'absence de contrainte, le contour final de l'extension est identique au contour non affiné.

4.6 PROBLÈMES RENCONTRÉS LORS DE LA DIGITALISATION DES FORMATIONS ET SOLUTIONS ENVISAGÉES

4.6.1 Extension des formations aquifères

La délimitation de l'extension maximale des formations aquifères sous recouvrement constitue un problème lorsque les données (affleurements, forages) ne permettent pas de préciser le contour. Un exemple en est donné par l'illustration 27.

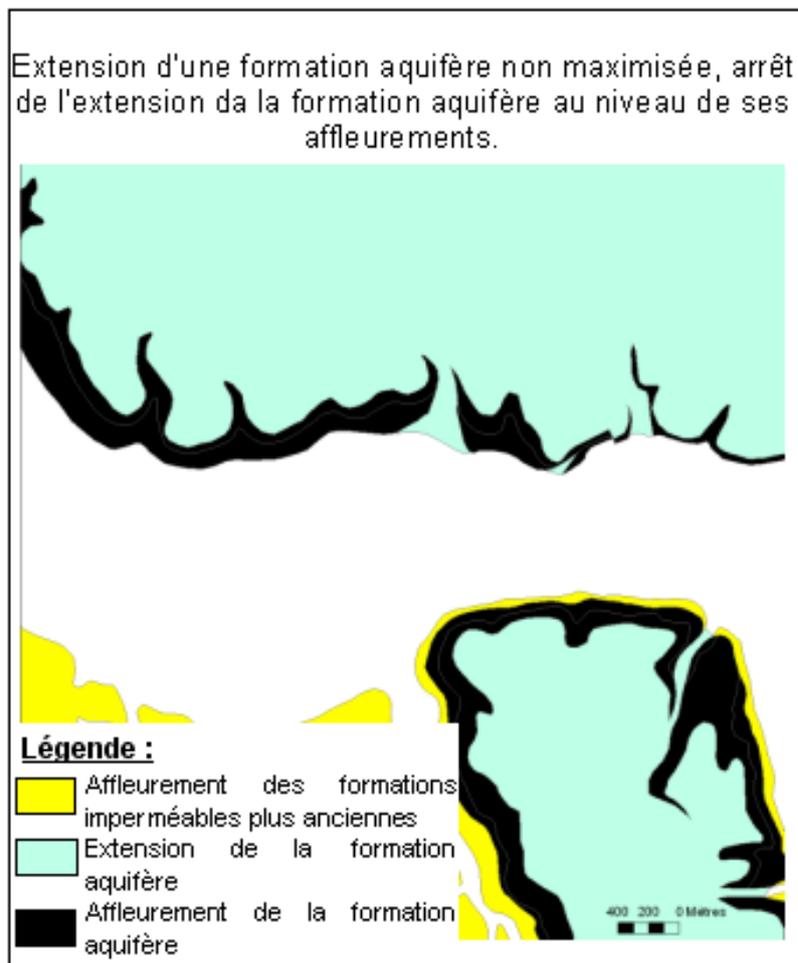


Illustration 27 - Première étape dans la recherche de l'extension d'une formation aquifère

Dans cet exemple, pour résoudre le problème, les contours des formations aquifères ne sont pas arrêtés sur leurs zones d'affleurements. Ils sont "étirés" jusqu'aux affleurements des formations non aquifères plus anciennes mais ils ne sont pas ajustés sur les contours des affleurements de ces formations pour ne pas créer de "fausse précision" dans la délimitation (illustration 28).

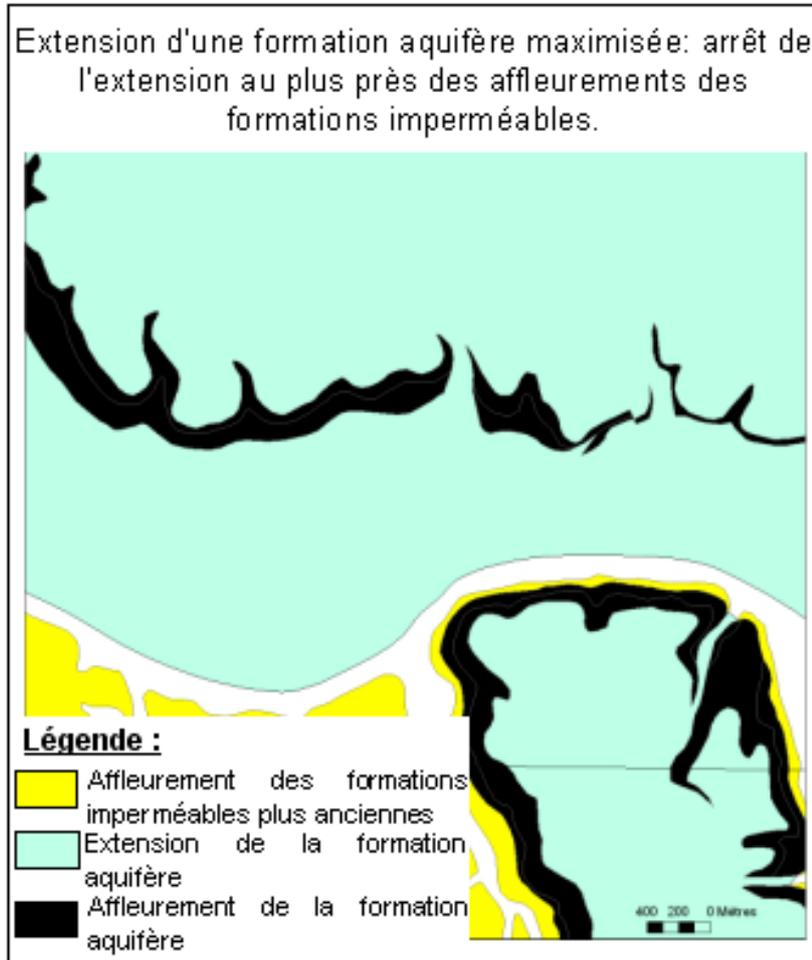


Illustration 28 - Deuxième étape dans la recherche de l'extension d'une formation aquifère

4.6.2 Ordonnement vertical de certaines entités

Ordonner verticalement les entités en leur attribuant un numéro n'est pas toujours immédiat. L'Aquitaine a en effet connu des périodes de transgression et régression marines successives au Tertiaire qui ont entraîné une fluctuation des limites entre les domaines continental, marin de plateforme et marin profond.

Au niveau des limites entre les différents domaines, les formations s'inter-stratifient, pouvant provoquer des erreurs locales d'ordonnement vertical. On observe également ce type d'inter-stratifications au sein des milieux de dépôt fluviatiles continentaux, notamment entre les formations sableuses et les formations molassiques.

Pour résoudre ce problème, deux solutions ont été envisagées et sont présentées dans les exemples suivants :

4.6.2.1 Exemple 1 - Calcaire à Astéries (NUM_APPARI = 2400) dans la molasse de l'Agenais (NUM_APPARI = 2200) :

La formation aquifère des calcaires marins à Astéries se situe globalement sous la formation continentale molassique semi-perméable de l'Agenais et possède donc un numéro d'apparition supérieur. Cependant, localement, en limite de transgression, la formation des calcaires à Astéries s'inter-stratifie dans la formation de la molasse de l'Agenais.

La solution retenue consiste à rattacher les affleurements des calcaires à Astéries à la molasse de l'Agenais quand la liaison de ces affleurements à l'aquifère principal (aquifère des Calcaires à Astéries de l'Entre-Deux-Mer, du Bourgeais et du Libournais de l'Oligocène_2400) n'était pas avérée.

Dans le cas inverse, les affleurements de la formation molassique se situant sous les affleurements de calcaire à Astéries ont été intégrés à la formation aquifère (Illustrations 29 et 30).

Cette solution conduit à modifier la codification (NUM_APPARI) des affleurements de la carte harmonisée sans toutefois modifier sa notation géologique permettant ainsi de retrouver la formation réelle.

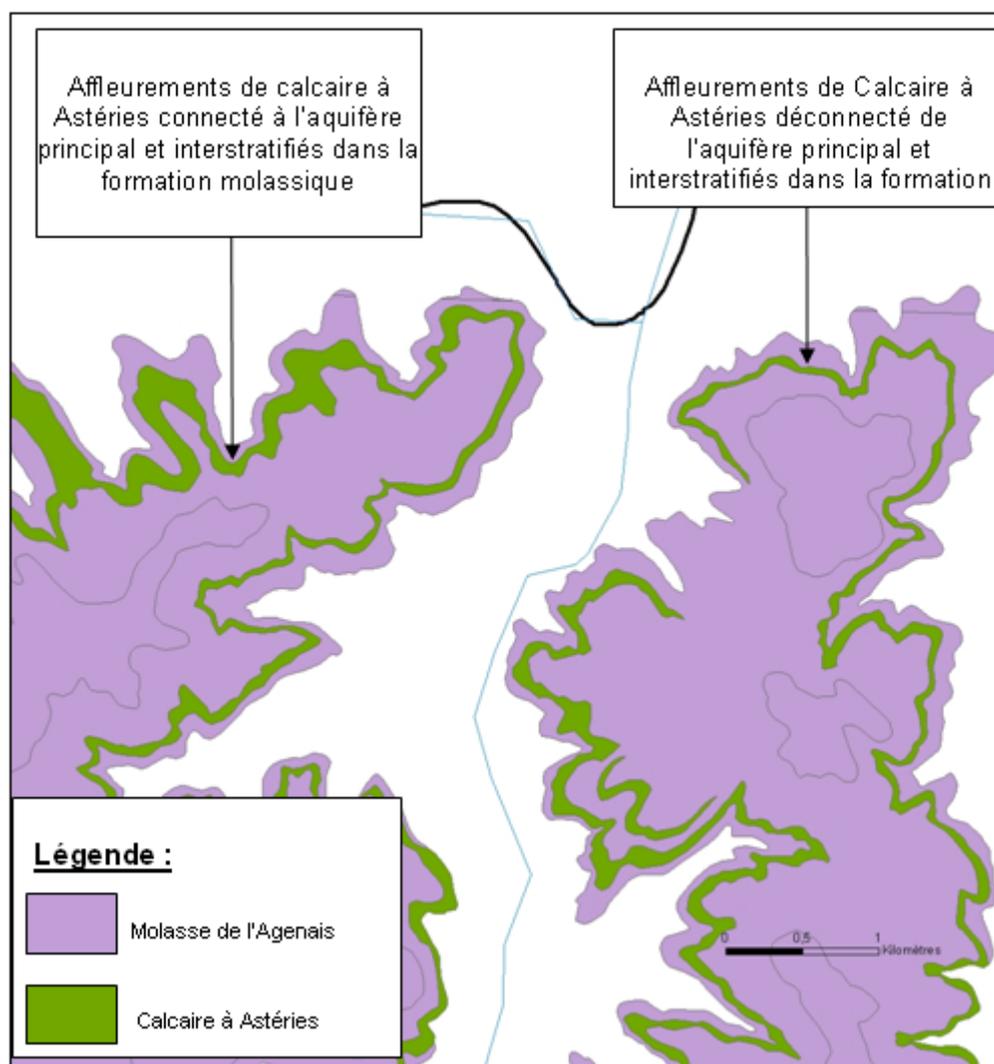


Illustration 29 – Interstratification des "Calcaires à Astérie" dans la molasse de l'Agenais

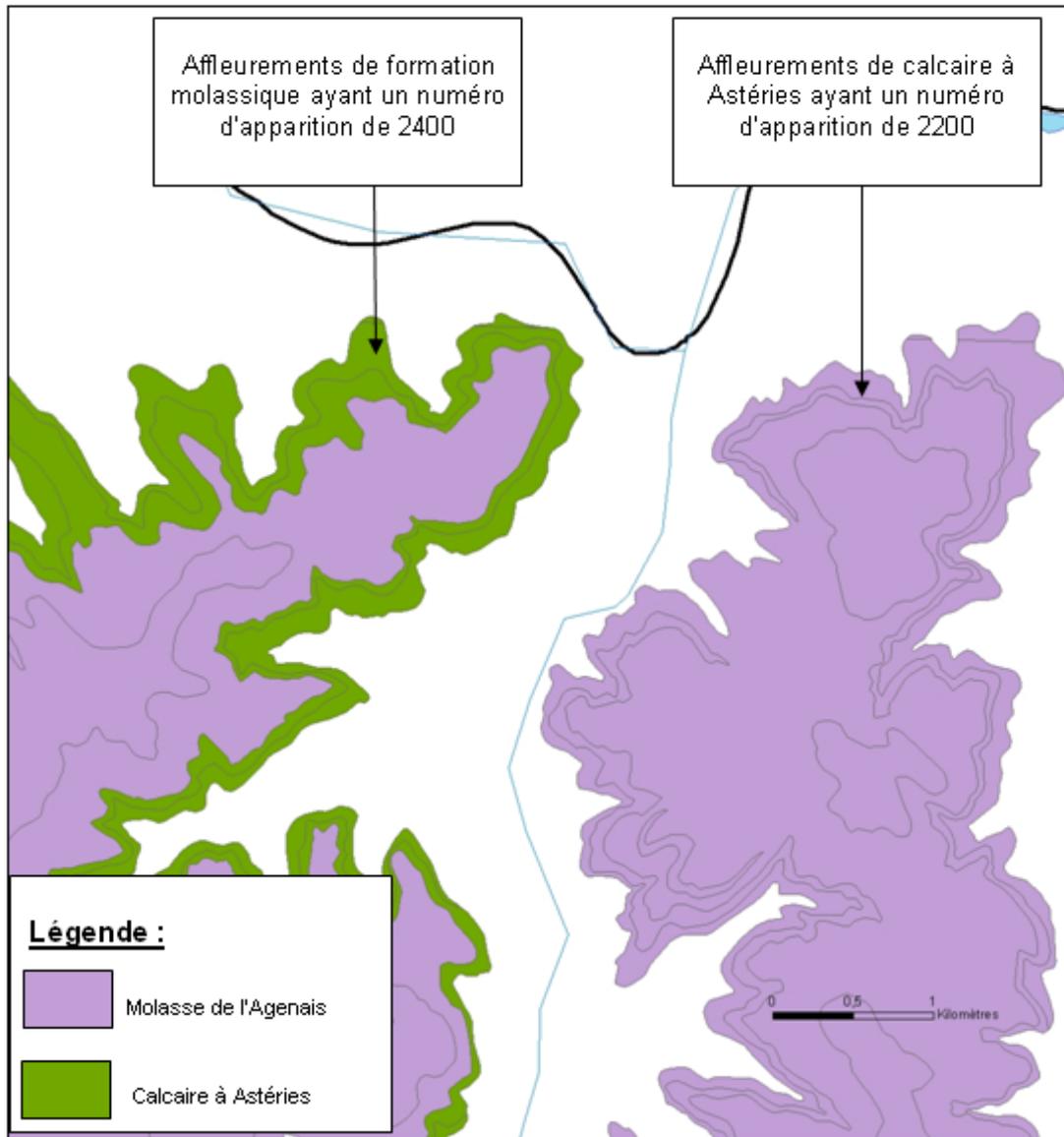


Illustration 30 – Solution retenue dans le cas de l'interstratification des "Calcaires à Astérie" dans la molasse de l'Agenais

Exemple 2 - Formation de Boisbreteau (NUM_APPARI = 3050) dans la molasse du Fronsadais (NUM_APPARI = 2900)

Pour définir l'extension de la formation de Boisbreteau (formation semi perméable d'ordre absolu 3050), celle-ci a été considérée comme étant strictement sous la formation molassique d'ordre absolu 2900. L'extension globale de la formation de Boisbreteau correspond donc à l'extension la plus étendue à savoir celle de la partie basale de la formation de Boisbreteau (Illustrations 31 et 32). Pour pouvoir retrouver l'ensemble des affleurements de la formation 3050 après empilement de toutes les couches, les affleurements se situant sur la molasse du Fronsadais ont été traités en buttes témoins.

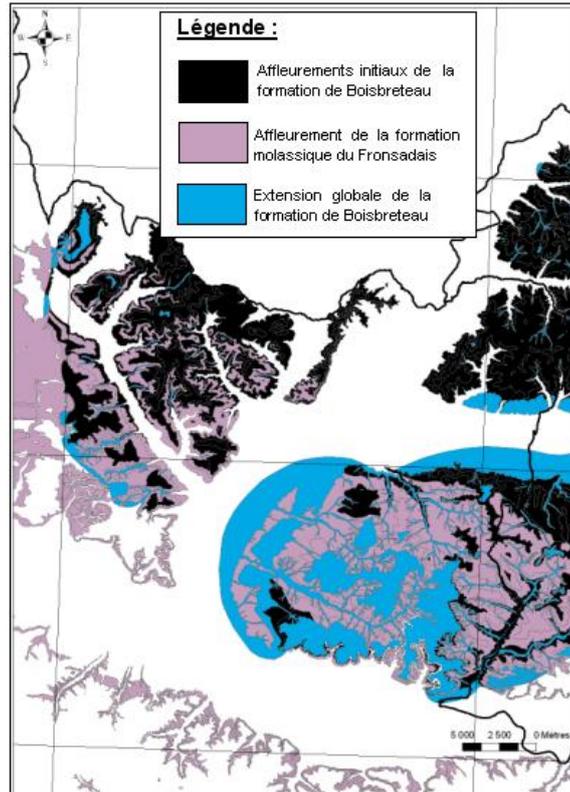


Illustration 31 - Affleurements de la formations de la molassique du Fronsadais et affleurements initiaux la formation de Boisbreteau ; extension globale de la formation de Boisbreteau.

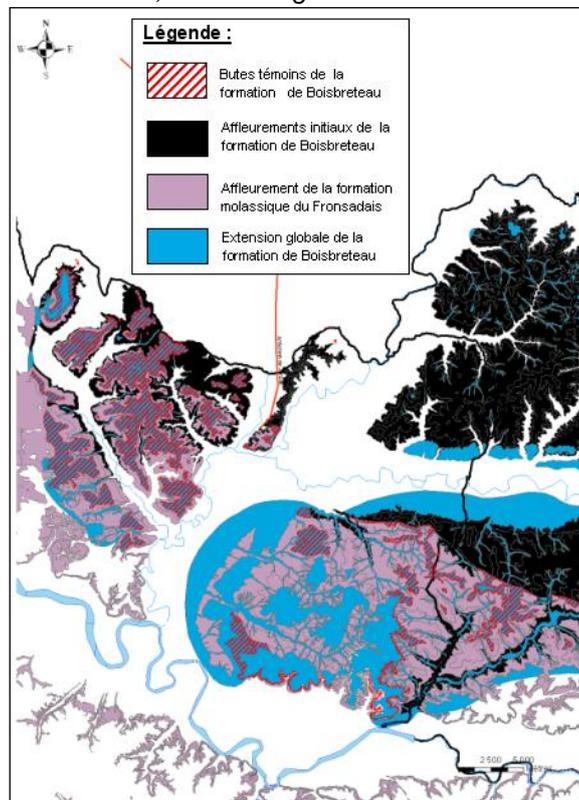


Illustration 32 : Affleurements finaux des formations de Boisbreteau et de la molasse du Fronsadais ; extension générale de la formation de Boisbreteau

4.6.3 Cas des "inclusions" aquifères dans la molasse

Au sein des formations molassiques d'ordre absolu 1900, 2200 et 2900, des niveaux aquifères de calcaires lacustres ont été identifiés. Il paraissait utile de les cartographier pour pouvoir y rattacher des ouvrages d'exploitation. Ces formations sont toutefois d'extensions très limitées et il aurait été peu "économique" de redécouper verticalement la molasse pour pouvoir les insérer dans l'ordonnancement vertical comme indiqué par l'illustration 33.

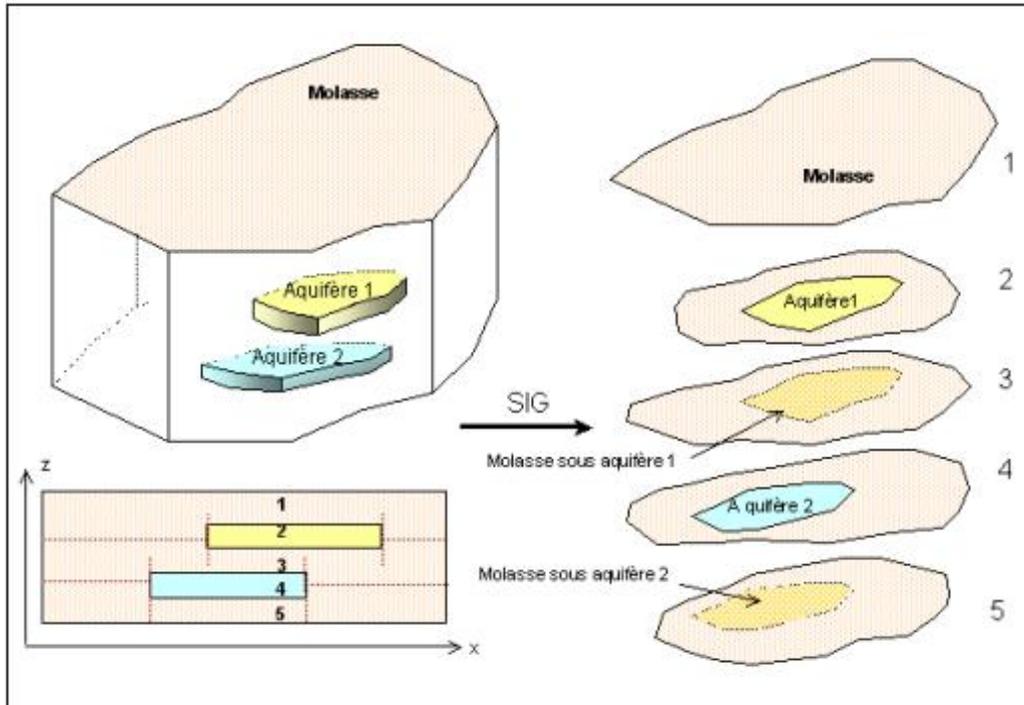


Illustration 33 – Solution possible (non retenue) de découpage de la molasse pour tenir compte des inclusions aquifères

Le choix a donc été fait de créer une catégorie "inclusion" qui permet d'identifier ce type de formations, de leur donner un code entité sans pour autant qu'elles interviennent dans l'ordonnancement vertical des couches (elles n'ont pas de numéro d'ordonnancement, cf tableau multi-échelle).

La formation molassique englobante regroupe donc ses propres affleurements et ceux des formations incluses. Il y a 6 niveaux inclus.

4.7 ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET TRAITEMENTS PAR LE MODÈLE DE GESTION

4.7.1 Traitements topologiques

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

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

Cette vérification a porté sur le niveau 3 du découpage (les niveaux 2 et 1 se déduisant du niveau 3 par agrégations, cf §3.8.3). Elle a été effectuée à l'aide des fonctionnalités topologiques du logiciel ArcInfo.

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

4.7.2 Restitution par le modèle de gestion des parties sous couverture

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer de la superposition stratigraphique des entités, définie dans le tableau multi-échelles par un numéro d'ordre dit "absolu", à une superposition définie par un numéro d'ordre dit "relatif". Cette superposition identifie totalement les différents niveaux de recouvrement d'une entité donnée, entité qui sera par exemple constituée :

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

Les systèmes les plus anciens (Permo-trias par exemple) peuvent ainsi être caractérisés par des polygones d'ordre 33. L'illustration 34 présente un exemple de cartographie des ordres relatifs. Elle a été réalisée à partir du modèle de gestion du référentiel.

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

A partir du découpage des entités effectué au niveau local (NV3) et du tableau multi-échelles faisant apparaître les 3 niveaux de découpage (NV3, NV2 et NV1) le modèle de gestion du référentiel permet de constituer automatiquement le niveau 2, par agrégation des entités de niveau 3, puis le niveau 1 par agrégation des entités de niveau 2 (illustration 35).

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

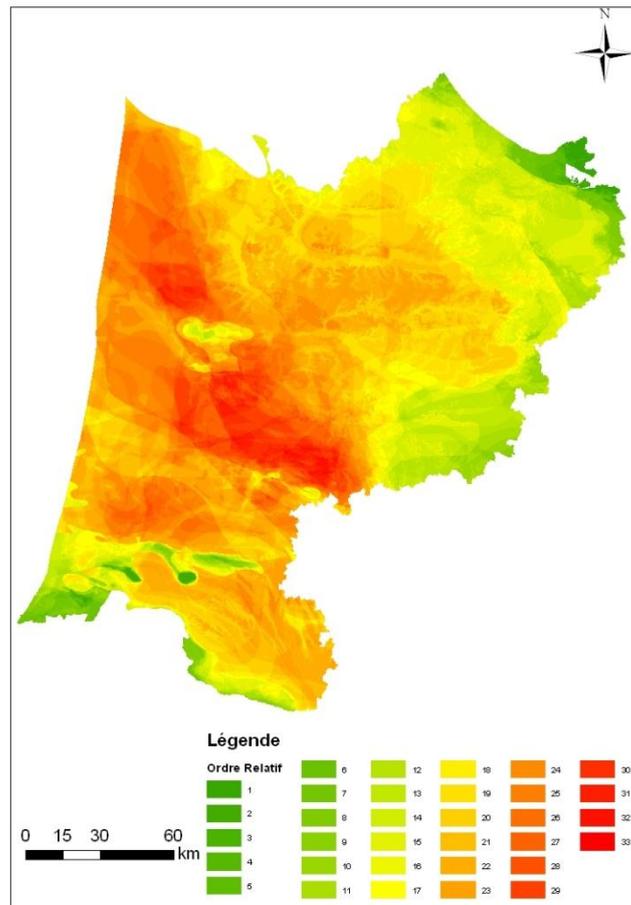


Illustration 34 - Représentation de l'organisation des ordres relatifs pour l'entité H102A1 (Unité Semie perméable des grès et dolomie du Permo - Trias)

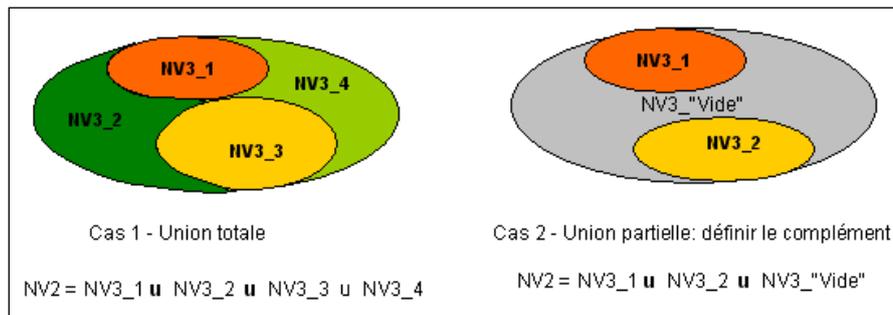


Illustration 35 – Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3

L'illustration 36 représente un exemple de système aquifère (niveau 2) obtenu automatiquement à partir des entités de niveau 3.

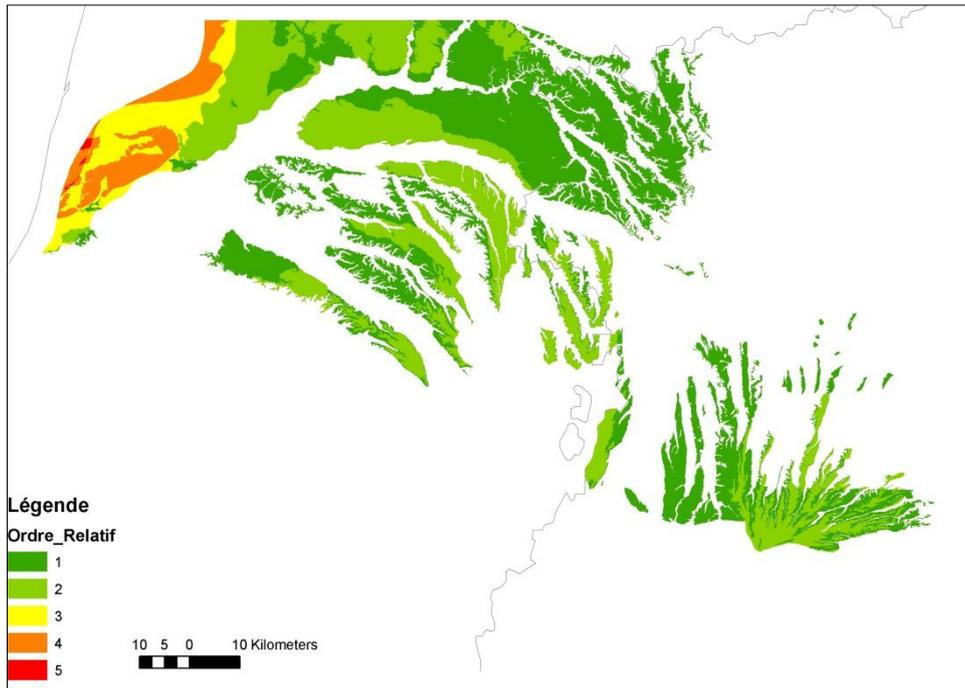


Illustration 36 - Représentation du système H11A (entité de niveau régional NV2)

5 Limites des entités

5.1 LIMITES HYDRAULIQUES

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

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

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

Les différents types de limites prévus par le guide méthodologique de 2003 sont présentés par l'illustration 37.

5.2 NATURE DES CONTACTS ENTRE ENTITÉS

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

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

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

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

Par ailleurs, à une nature de contact, il est possible dans certains cas de rattacher un type de limite (exemples fournis dans le tableau de l'illustration 38).

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

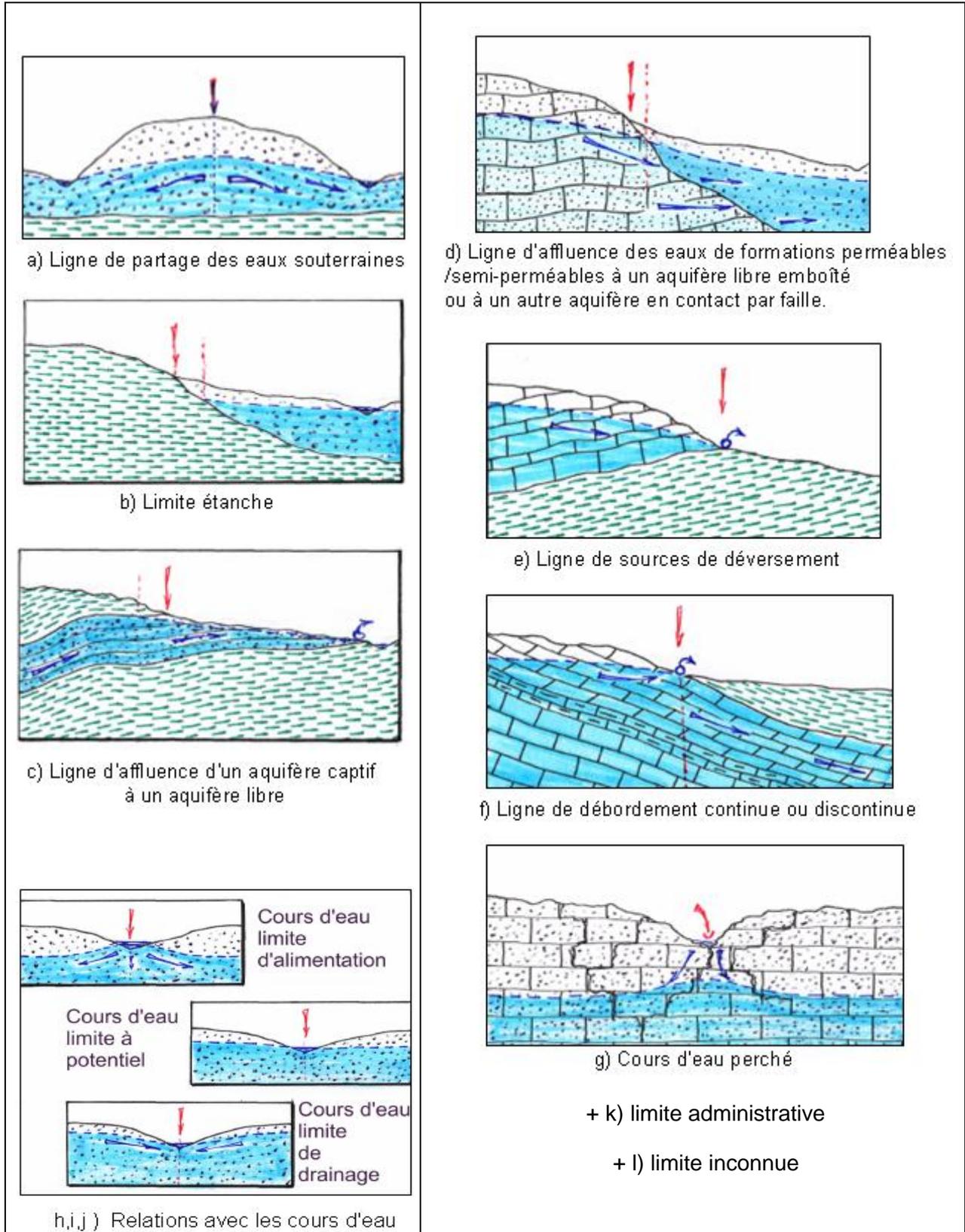


Illustration 37 – Types de limites possibles entre entités

Nature des contacts	Type de limite possible (guide méthodologique)
Aquifère sur aquifère	Ligne d'affluence des eaux de formations perméables ou semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille (cas d)
Aquifère / aquifère	Ligne de partage des eaux souterraines (cas a) = Limite à flux nul
Aquifère/ domaine	Limite "étanche" (cas b) = Limite à flux nul
Aquifère sur domaine	Limite "étanche" (cas b) = Limite à flux nul Ligne de sources de déversement (cas e)
Aquifère sous domaine	Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre (cas c) Généralisable en " Limite de recouvrement " (pouvant coïncider avec la limite de captivité). Cela ne préjuge pas du sens d'écoulement.
Domaine sur aquifère	Ligne de débordement continue ou discontinue (cas f)
Domaine / Domaine	Cas particulier de 2 formations peu perméables en contact (limite "étanche")

Illustration 38 – Correspondances entre nature des contacts et limites hydrauliques

6 Outil de construction du référentiel

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

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

6.1 GÉODATABASE

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

Ces deux tables (**RHF_Polygones relatifs** et **RHF_Limites**) sont rangées dans un « jeu de classes d'entités » (dans le langage ArcGis) appelé « **GEOMETRIE** » (illustration 39).

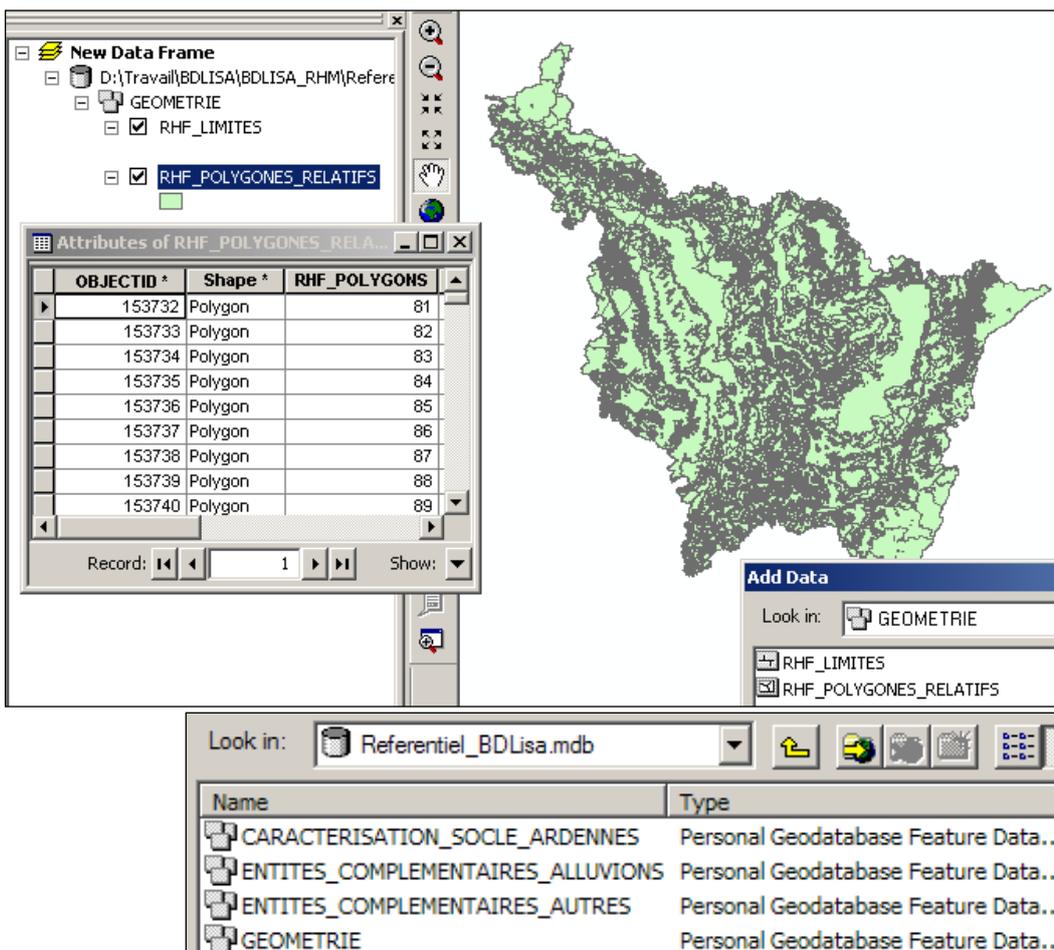


Illustration 39 - Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap.

Outre les « Entités principales », la géodatabase comprend :

- les « **Entités complémentaires** » (partie inférieure de l'illustration 39) scindées en deux classes, pour séparer les systèmes alluvionnaires des autres « entités complémentaires » (disjointes, morcelées et/ou locales) ;
- la caractérisation lithologique des entités du socle des Ardennes.

Elle contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF_Table_Murs, BDRHF_Table_Toits, BDRHF_Table_Ordres,...illustration 40).

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

Illustration 40 - Tables non géométriques de la géodatabase.

La structure de la géodatabase est conforme à celle d'un Système de Gestion de Base de Données Relationnelle (SGBDR). Son exploitation est facilitée par une boîte à outils pilotée par un menu général (illustration 41).

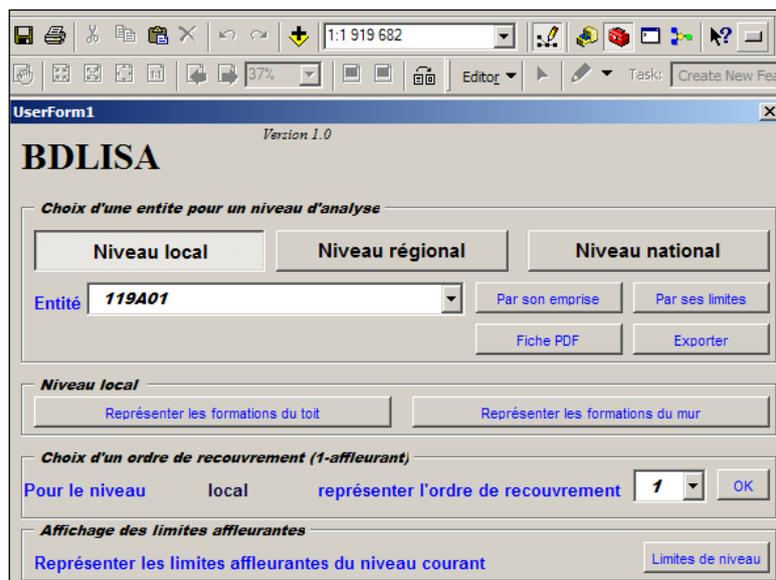


Illustration 41 - Interface utilisateur de la géodatabase.

L'illustration 42 présente un exemple de sélection d'entité effectuée à partir du menu de l'illustration 41 ci-dessus (« Représenter l'entité par son emprise »).

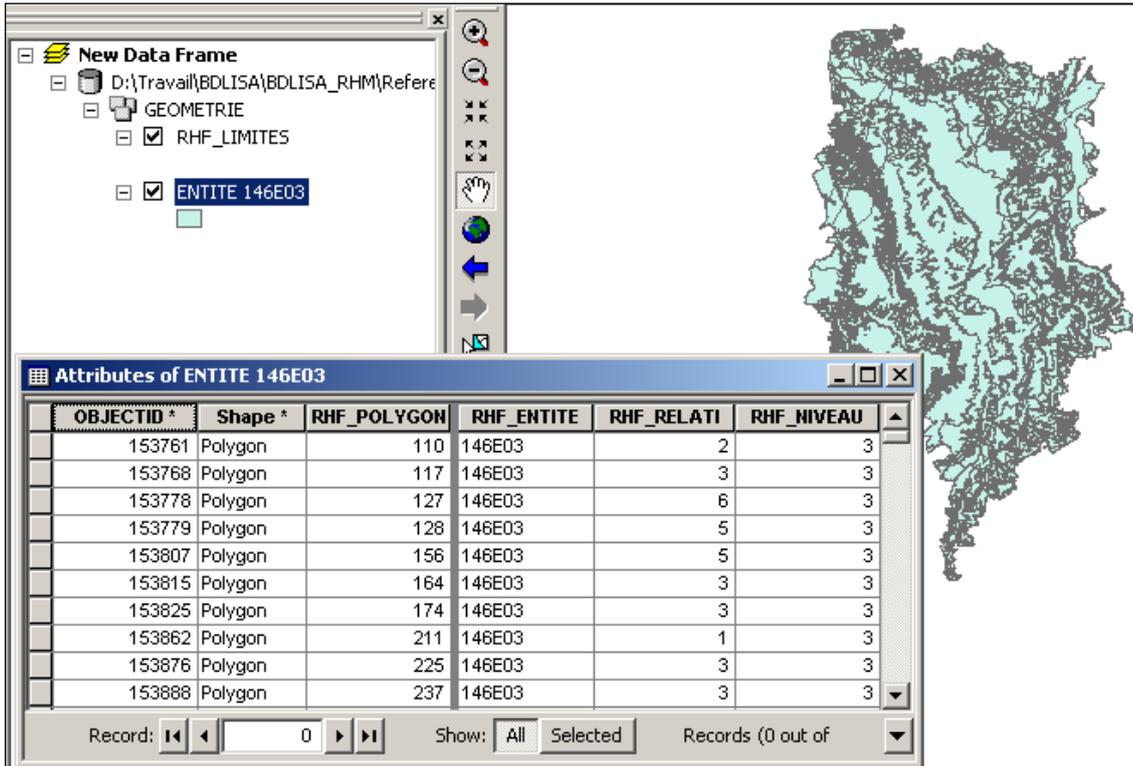


Illustration 42 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général.

La table attributaire correspondante contient le numéro d'ordre relatif de chaque polygone constitutif de l'entité, ce qui permet de représenter celle-ci en affectant une couleur à chaque numéro d'ordre et de connaître ainsi le nombre d'entités situées au-dessus d'elle, des affleurements jusqu'à sa limite d'extension en profondeur (illustration 43).

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



L'illustration 44 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur est affectée à chaque entité).

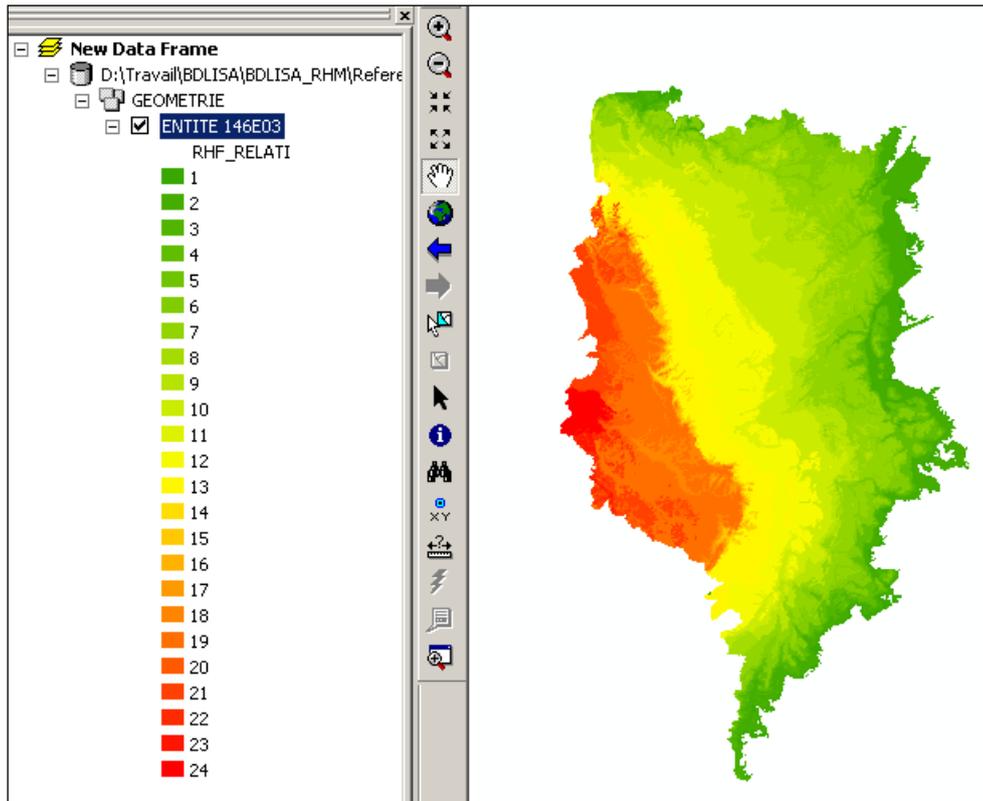


Illustration 43 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs).

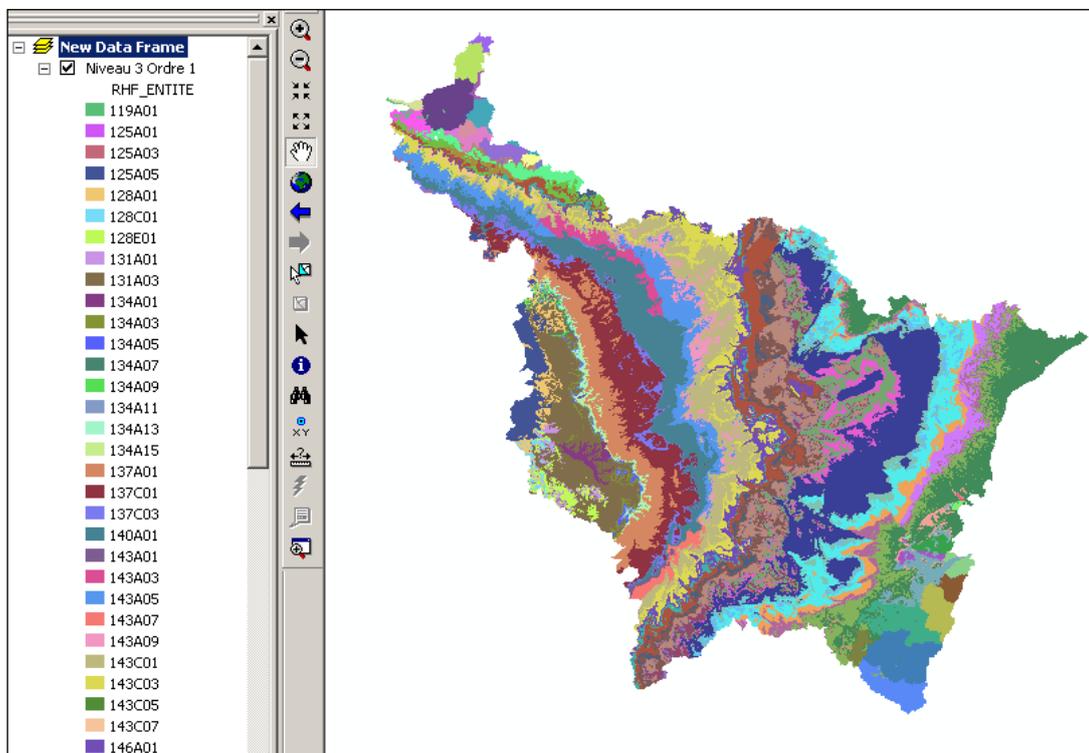


Illustration 44 - Exemple de sélection (entités de niveau 3 et d'ordre 1).

6.1.1.1 Limites et table de la nature des contacts

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

Cette table contient aussi la nature des contacts entre entités (illustration 46).

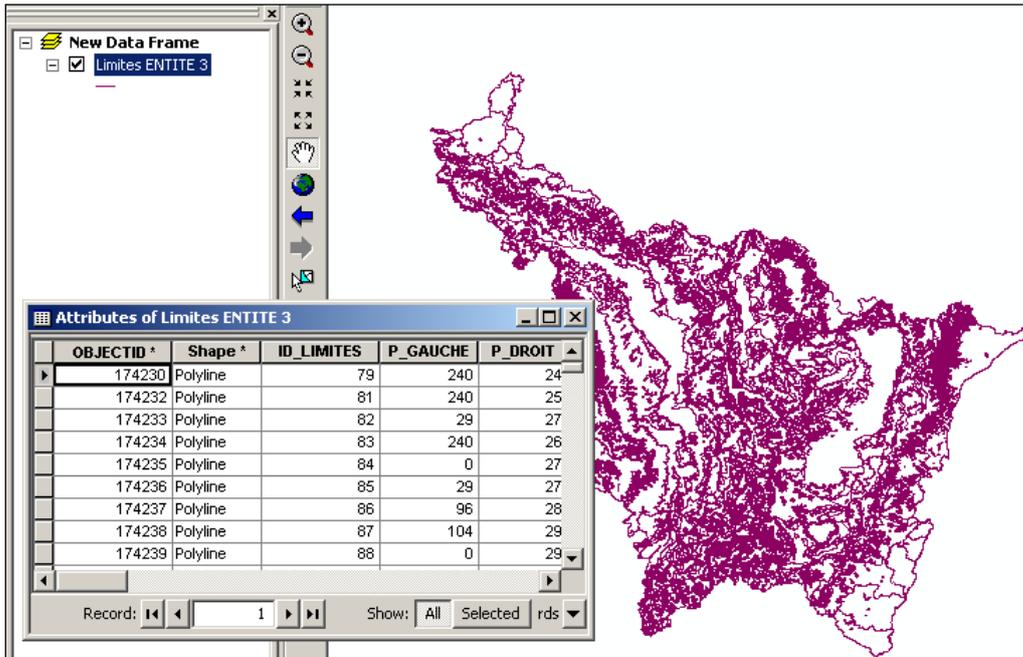


Illustration 45 - Tables des limites : identifiants des limites d'entités.

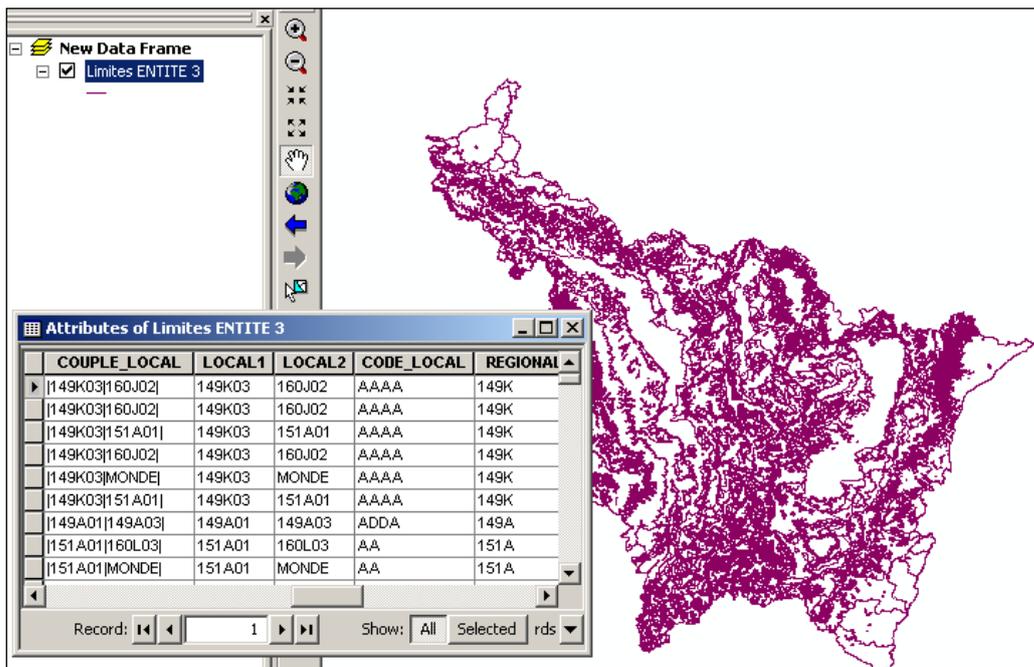


Illustration 46 - Table des limites : natures des contacts entre entités.

6.2 FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de construction permet d'éditer automatiquement (illustration 47) pour chaque entité une fiche au format pdf permettant d'analyser les « relations » de l'entité avec ses voisines et de vérifier la cohérence de l'assemblage 3D effectué par le modèle de construction.

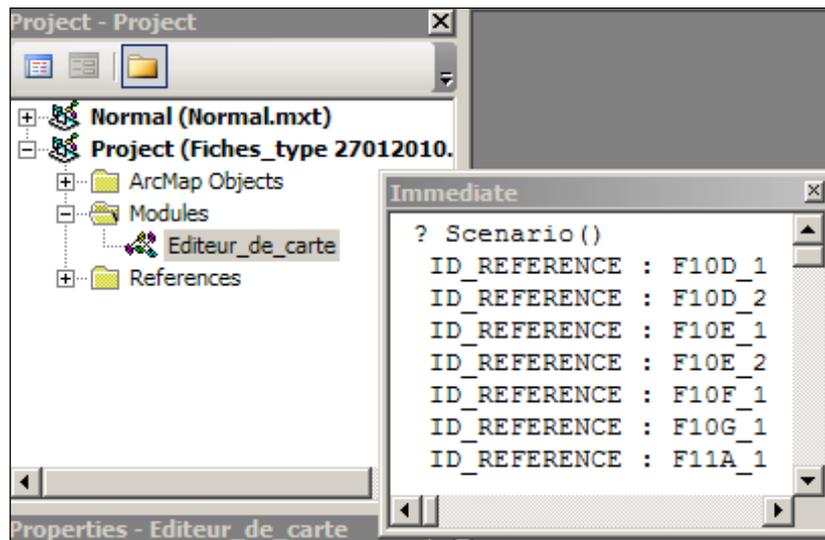


Illustration 47 - Éditeur de cartes du modèle de construction du référentiel.

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 48 et 49 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Calcaires à *Prodactylioceras*, Marnes à *Zeilleria* et Calcaires ocreux du Lias inférieur », du bassin Rhin-Meuse).

Sur la partie droite de la fiche (illustration 48), l'entité est représentée par une gamme de couleurs qui permet de la repérer verticalement dans la succession des couches qui la recouvrent, chaque couleur correspondant à un ordre de recouvrement.

La carte du haut de la fiche (illustration 49) représente l'emprise de l'entité de niveau 2 (et celle de niveau 1) à laquelle appartient l'entité de niveau 3

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

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

Les blocs intitulés « *Toit* » et « *Mur* » listent les entités situées directement au-dessus de l'entité considérée (les « toits ») ainsi que les entités situées directement au-dessous (les « murs »), avec en vis-à-vis les superficies des entités constituant ces toits et murs.

Le bloc intitulé « *Limites affleurantes de long. > 1 km* » fournit la liste des entités mitoyennes de l'entité considérée (à l'ordre 1), la nature des contacts et la longueur (en km) de chaque tronçon de limite partagée.

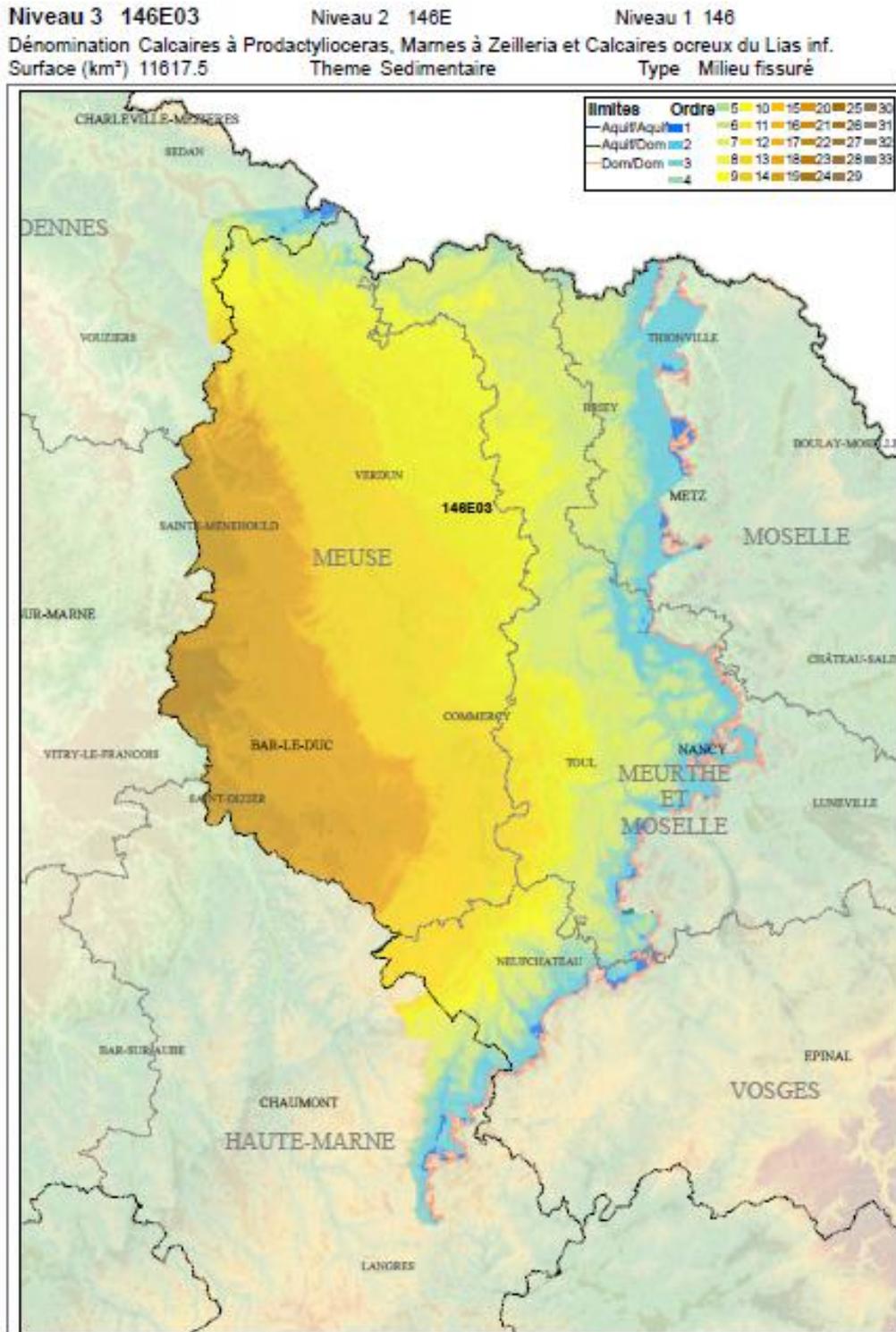


Illustration 48 - Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche).

7 Conclusion

En région Aquitaine, le travail réalisé dans le cadre des années précédentes du programme de construction du Référentiel BDLISA Version 0 a permis de délimiter, après élaboration d'un tableau multi-échelles (aux 3 niveaux de détail du référentiel, national, régional et local). Le présent rapport fait uniquement état des entités sédimentaires (les entités intensivement plissées du Massif pyrénéen sont traitées conjointement avec les entités du même thème en région Midi-Pyrénées, et les entités de socles ont été traitées conjointement avec les entités du Limousin). Ce travail a permis de délimiter :

- **70 unités de niveau local (NV3),**
- **44 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** dont 9 situés exclusivement en Aquitaine et 2 n'intéressant que Midi-Pyrénées,
- **32 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**
- **4 surcouches**, dont les contours restent identiques aux trois niveaux de découpage :
 - **les alluvions récentes** (Holocène et Würm),
 - **une partie de la formation flandrienne**, spécifique à l'Aquitaine.
 - **les formations témoins,**
 - **les formations superficielles morcelées et de faible extension**

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

La dernière année du programme de construction du référentiel en Aquitaine (année 4 du programme national) a été consacrée au découpage des entités hydrogéologiques des zones dites "*intensément plissées*" (secteur pyrénéen) et des zones de socle (Nord-est de la Dordogne).

Par ailleurs un assemblage des entités à l'échelle du bassin et une harmonisation inter-régionale ont été réalisés en année 4 (2009). Cette phase de travail a porté 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,
- la nomenclature des entités (appellation et codification),
- 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.

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

6. Bibliographie

B. Bourguine, JP. Capdeville, Ph. Razin, B. Sourisseau, J. Vairon (1997). Outils de gestion des systèmes aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne. Concept géologique et hydrogéologique. Rapport BRGM/RR-39538-FR

BRGM, CNRS, Société Elf Recherche, Société Esso de Recherche et d'exploitation du pétrole, Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (1968). Géologie du bassin d'Aquitaine, cartes paléogéographiques et synthèse des forages pétroliers.

J. Dubreuilh (1987). Synthèse paléogéographique et structurale des dépôts fluviatiles tertiaires du nord du bassin d'Aquitaine . Passage aux formations palustres, lacustres et marines. Document du BRGM n°172.

G. Karnay, P. Corbier, avec la collaboration de T. Jaouen, M. Peter, M. Porquet (2008). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec le SAGE. Module 7 – Année 1. Rapport BRGM.

N. Pédron, JJ. Seguin, JP. Capdeville (2003). Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Développement et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Module 4 – Année 1. Rapport BRGM/RP-52602-FR.

N. Pédron, JP. Platel, K. Bidzana, B. Loiseau, F. Lucassou -2009 Référentiel Hydrogéologique Français - BD RHF Version 2. Bassin Adour-Garonne. Années 2 et 3. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine. Rapport d'étape., BRGM/RP-56949-FR. 62 p., 41 ill., 5 annexes

N. Pédron, JP. Platel, B. Lopez (2005). Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Développement et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Module 4 – Année 2. Rapport BRGM/RP-53659-FR.

N. Pédron, JP. Platel, B. Bourguine (2006). Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Développement et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Module 4 - Année 3. Rapport BRGM/RP-55242-FR.

N. Pédron, JP. Platel, B. Bourguine, JB. Loiseau (2008). Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Module 4 – Année 4. Rapport BRGM/RP-56614-FR.

B. Bourguine, JP. Capdeville, P. Lachassagne, R.Schoen, J.J.Seguin, B. Sourisseau (1999). Outils de gestion des systèmes aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne. Base de données géoréférencées et modèle conceptuel.

R. Schoen, J.J. Seguin, B. Sourisseau (2000). Outils de gestion des systèmes aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne. Modèle hydrodynamique – Calage en régime permanent. Année 3. Rapport BRGM/RP-50241-FR.

Seguin J.J. -2003 - Outil de gestion des aquifères du Sud du Bassin Adour-Garonne Calage du modèle hydrodynamique en régime transitoire. Année 4.

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

JP. Platel, G. Karnay, J. Dubreuilh (2007). Géologie du Mésozoïque et du Cénozoïque de la plate-forme nord-aquitaine. Journées de formation du SGR Aquitaine, juin 2007.

M. Saplaïroles, D. Baudry, N. Pédrón (2007). Référentiel Hydrogéologique Français – BDRHF Version 2 – Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques en régions Aquitaine et Midi-Pyrénées. Rapport d'étape. Année1 Rapport BRGM/RP-56053-FR.

Rapports de fin de phase 1

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

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

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

...

Annexe 1 - Brefs rappels de l'histoire géologique du sud 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.

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 molassique va se poursuivre jusqu'au Miocène supérieur.

Selon l'éloignement des reliefs montagneux, **trois domaines de dépôts fluvio-lacustres** 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'Aquitaniens et jusqu'à l'Helvétien, une mer très peu profonde s'avance depuis l'Atlantique en direction de l'Est, dans les environs de Condom (l'incursion maximale est observée jusqu'à Manciet). Les dépôts associés conservent un caractère littoral (faluns coquilliers de Saucats, faluns de Salles....).

- **Domaine de mer ouverte**

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

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

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

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

...

Annexe 2 - Tableau Multi-Echelles

Référentiel Hydrogéologique Français BDLisa – Bassin Adour-Garonne

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
334A01	Calcaires et marnes de l'éocène moyen du sud du bassin aquitain	15000.00	3	1	6	4	2	334A	Calcaires et marnes de l'éocène moyen du sud du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1
334A01	Sables inframolassiques de l'éocène inférieur à moyen du sud du bassin aquitain	15000.00	3	1	5	1	334C	Sables inframolassiques de l'éocène inférieur à moyen du sud du bassin aquitain	4	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1	
334A01	Molasses et argiles de l'éocène inférieur du bassin aquitain	15000.00	3	X	7	1	334E	Molasses et argiles de l'éocène inférieur du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1	
334A01	Sables fluviatiles de l'éocène inférieur à moyen du Lébournais	15000.00	3	1	5	1	2	334B	Calcaires, grès et sables de l'éocène inférieur à moyen du nord du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1
334A02	Calcaires, grès et sables marins de l'éocène inférieur à moyen du nord du bassin aquitain	15000.00	3	1	5	4	2	334B	Calcaires, grès et sables de l'éocène inférieur à moyen du nord du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1
334A03	Graviers, gaïlles, sables et argiles comblentaux de l'éocène inférieur à moyen du nord-aquitain	15000.00	3	1	5	1	2	334B	Calcaires, grès et sables de l'éocène inférieur à moyen du nord du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1
334A10	Sables, grès et calcaires gréseux de l'éocène inférieur basal du sud du bassin aquitain	15000.00	3	1	5	4	2	334AH	Sables, grès et calcaires gréseux de l'éocène inférieur basal du sud du bassin aquitain	3	334	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	1
338A01	Molasses et argiles de l'éocène-paléocène du bassin aquitain	17000.00	3	X	7	1	2	338AA	Molasses et argiles de l'éocène-paléocène du bassin aquitain	4	338	Calcaires thariéniens du bassin de Carcesonne (dénomination provisoire)	2
300A01	Flyschs Paléocènes du sud du bassin aquitain	18000.00	3	2	6	2	2	300AA	Calcaires, calcaires dolomitiques, marnes et flyschs paléocènes du sud du bassin aquitain	3	340	Paléocènes du sud du bassin aquitain	1
300A02	Calcaires, calcaires dolomitiques et marnes du Paléocène du sud du bassin aquitain	18000.00	3	1	5	5	2	300AA	Calcaires, calcaires dolomitiques, marnes et flyschs paléocènes du sud du bassin aquitain	3	340	Paléocènes du sud du bassin aquitain	1
302A03	Alérites post-Créacé du nord du bassin Adour-Garonne	19000.00	3	2	5	1	2	302AA	alérites post secondaires du nord du bassin Adour-Garonne	3	342	Grand domaine hydrogéologique des alérites post-secondaires du nord du bassin Adour-Garonne	2
340A01	Calcaires bioclastiques et grès du Campano-Maastrichtien du nord du bassin aquitain	20000.00	3	1	5	5	2	340AA	Calcaires et grès du Campano-Maastrichtien du bassin aquitain	3	344	Grand système aquifère des calcaires et grès du Crétacé supérieur terminal du bassin aquitain	1
340A02	Calcaires bioclastiques du Campano-Maastrichtien du sud du bassin aquitain	20000.00	3	1	5	5	2	340AA	Calcaires et grès du Campano-Maastrichtien du bassin aquitain	3	344	Grand système aquifère des calcaires et grès du Crétacé supérieur terminal du bassin aquitain	1
340A03	Calcaires crayo-marnés et marnes du Campano-Santonien du nord du bassin aquitain	21000.00	3	X	7	1	2	340AA	Calcaires crayo-marnés du Campano-Santonien du bassin aquitain	4	346	Grand domaine hydrogéologique des calcaires crayo-marnés du Campano-Santonien du bassin aquitain	2
340A04	Calcaires grès et marnes du Campano-Santonien du nord du bassin aquitain	22000.00	3	1	5	4	2	340AA	Multicouche calcaire du Turonien-comblentaux-santonien du nord du bassin aquitain	3	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
340A05	Calcaires, grès et sables du Turonien du nord du bassin aquitain	22000.00	3	1	5	4	2	340AA	Multicouche calcaire du Turonien-comblentaux-santonien du nord du bassin aquitain	3	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
340A06	Calcaires crayo-marnés et marnes du Campano-Santonien du nord du bassin aquitain	22000.00	3	X	7	1	2	340AA	Calcaires crayo-marnés et marnes du Campano-Santonien du nord du bassin aquitain	4	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
340A07	Sables et calcaires du Crétacé supérieur du sud du bassin aquitain	22000.00	3	1	5	1	2	340AA	Sables et calcaires du Crétacé supérieur du bassin aquitain	3	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
340A08	Flyschs du Crétacé supérieur du sud du bassin aquitain	22000.00	3	2	6	2	2	340AA	Multicouche calcaire du Crétacé supérieur du sud du bassin aquitain	3	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
340A09	Calcaires et dolomies du multicouche Crétacé à Santonien du sud du bassin aquitain	22000.00	3	1	5	4	2	340AA	Multicouche calcaire du Crétacé supérieur du sud du bassin aquitain	3	348	Grand système aquifère multicouche du Crétacé supérieur du bassin aquitain	12
350A01	Calcaires et grès du multicouche du Crétacé inférieur du sud du bassin aquitain	23000.00	3	1	6	5	2	350AA	Calcaires et grès du Crétacé inférieur du sud du bassin aquitain	4	350	Grand domaine hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin aquitain	2
350A02	Marres du Crétacé inférieur du sud du bassin aquitain	23000.00	3	X	7	1	2	350AA	Calcaires et grès du Crétacé inférieur du sud du bassin aquitain	4	350	Grand domaine hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin aquitain	2
350A03	Calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	24000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	3	352	Grand système aquifère des calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	1
350A04	Calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	24000.00	3	X	7	1	2	350AA	Calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	4	352	Grand système aquifère des calcaires et dolomies du Trithonien du bassin aquitain	1
350A05	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	26000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	4	356	Grand domaine hydrogéologique des marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	2
350A06	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	26000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	4	356	Grand domaine hydrogéologique des marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	2
350A07	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	26000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	3	356	Grand domaine hydrogéologique des marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	2
350A08	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du nord du bassin aquitain	27000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du nord du bassin aquitain	4	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A09	Calcaires fins et calcaires redoux du Dogger la strophe affleurant ou sub-affleurant du l'est de la Bordenaoualle	27000.00	3	2	5	5	2	350AA	Calcaires fins et calcaires redoux du Dogger la strophe affleurant ou sub-affleurant du l'est de la Bordenaoualle	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A10	Calcaires du Dogger parties profondes captives du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires du Dogger du bassin aquitain, au sud de la faille d'Affres-Bardonne	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A11	Calcaires du Dogger parties profondes captives du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires du Dogger du bassin aquitain, au sud de la faille d'Affres-Bardonne	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A12	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	27000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	4	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A13	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A14	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	27000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	4	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A15	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires du Kimmeridgien du nord du bassin aquitain	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A16	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	27000.00	3	X	7	1	2	350AA	Marnes-calcaires du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	4	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A17	Calcaires et dolomies du Bapcoen du nord du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Calcaires et dolomies du Bapcoen du nord du bassin aquitain	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12
350A18	Multicouche calcaire et dolomitique du Jurassique du sud du bassin aquitain	27000.00	3	1	5	5	2	350AA	Multicouche calcaire et dolomitique du Jurassique du sud du bassin aquitain	3	358	Grand système aquifère multicouche des calcaires et dolomies du Jurassique moyen à supérieur du bassin aquitain	12

Référentiel Hydrogéologique Français BDLisa – Bassin Adour-Garonne

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MLIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
40A070	Marnes du Keuper du sud du front nord pyrénéen	61060700	3	X	7	1	4	40A07	Bassin du front du sud du bassin aquilain et formations imperméables du front nord pyrénéen	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A078	Grès et dolomie du Permio - Trias du front nord pyrénéen	61060800	3	2	6	1	4	40A08	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A080	Calcaires et argiles du Paléogène du bassin sud pyrénéen	61070000	3	2	5	1	4	40A09	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A082	Flyschs du Crétacé sud pyrénéen	61070200	3	2	6	2	4	40A10	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A083	Flyschs du Crétacé du bassin de Badois	61080000	3	2	6	2	4	40A11	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A084	Calcaires et grès du Trias du bassin de Badois	61080200	3	2	5	5	4	40A12	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A085	Calcaires et grès du Trias du bassin de Badois	61080300	3	X	7	1	4	40A13	Bassins de la chaîne pyrénéenne	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A086	Argiles, éoporphes, ophtes, calcaires et dolomites du Trias et du Jurassique inférieur du bassin de Saint-Jean-Pied-de-Port	61090100	3	X	7	1	4	40A14	Bassin tertiaire de Saint-Jean Pied-de-Port	4	400	Bassins de la chaîne pyrénéenne	2
40A087	Calcaires du Crétacé inférieur de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	62020100	3	2	5	5	4	40ZAB	Chaînes calcaires du secondaire de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A088	Calcaires du Jurassique de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	62020200	3	2	5	5	4	40ZAB	Chaînes calcaires du secondaire de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A089	Argiles, éoporphes, ophtes du Trias de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	62020300	3	X	7	1	4	40ZAB	Chaînes calcaires du secondaire de la dépression de Saint-Fée-sur-Nivelle	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A090	Calcaires du Crétacé inférieur de l'ancien de Sainte-Suzanne	62030000	3	2	5	5	4	40ZAC	Chaînes calcaires du secondaire de l'ancien de Sainte-Suzanne	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A092	Flyschs et marnes du Crétacé inférieur de l'ancien de Sainte-Suzanne	62030200	3	2	6	2	4	40ZAC	Chaînes calcaires du secondaire de l'ancien de Sainte-Suzanne	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A093	Calcaires du Crétacé inférieur du massif de l'Aberoue - Armendarts - Jaru	62040000	3	2	5	5	4	40ZAD	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aberoue - Armendarts - Jaru	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A094	Argiles et marnes du Secondaire du massif de l'Aberoue - Armendarts - Jaru	62040300	3	X	7	1	4	40ZAD	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aberoue - Armendarts - Jaru	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A095	Calcaires du Crétacé inférieur du chaînon de Rebenaq - Monbaur	62050000	3	2	5	5	4	40ZAE	Chaînes calcaires du secondaire de Rebenaq - Monbaur	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A096	Calcaires du Crétacé inférieur du chaînon de Rebenaq - Monbaur	62050200	3	2	5	5	4	40ZAE	Chaînes calcaires du secondaire de Rebenaq - Monbaur	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A097	Calcaires du Crétacé inférieur du chaînon de Sarraze	62050300	3	2	6	2	4	40ZAG	Chaînes calcaires du secondaire de Sarraze	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A098	Calcaires du Crétacé inférieur du chaînon de Sarraze	62050400	3	2	6	2	4	40ZAG	Chaînes calcaires du secondaire de Sarraze	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A099	Calcaires du Jurassique inférieur et supérieur du chaînon de Sarraze	62050500	3	2	5	5	4	40ZAG	Chaînes calcaires du secondaire de Sarraze	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A100	Argiles, éoporphes, ophtes, calcaires et dolomites du Trias et du Jurassique inférieur du chaînon de Sarraze	62050600	3	X	7	1	4	40ZAG	Chaînes calcaires du secondaire de Sarraze	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A101	Calcaires et marnes du Tertiaire moyen du front nord pyrénéen	62110000	3	2	6	1	4	40ZAK	Chaînes calcaires des formations paléogènes du front nord pyrénéen	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A102	Calcaires calcaires solonchiques et marnes du Paléogène du front nord	62110200	3	2	5	5	4	40ZAK	Chaînes calcaires des formations paléogènes du front nord pyrénéen	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A103	Flysch du massif de la Pierre-Saint-Martin	62140000	3	2	6	2	4	40ZAL	Chaînes calcaires du secondaire de la Pierre-Saint-Martin	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A104	Marnes des éoporphes du Crétacé supérieur du massif de la Pierre-Saint-Martin	62140200	3	2	5	5	4	40ZAL	Chaînes calcaires du secondaire de la Pierre-Saint-Martin	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A105	Calcaires du Crétacé inférieur du Massif des Arbailles	62150000	3	2	5	5	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A106	Calcaires du Crétacé inférieur du Massif des Arbailles	62150200	3	X	7	1	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A107	Marnes noires du Crétacé inférieur (Lapen-Ablieu) du Massif des Arbailles	62150300	3	2	5	5	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A108	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Massif des Arbailles	62150400	3	2	6	2	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A109	Argiles, éoporphes et ophtes du Trias et du Jurassique inférieur du Massif des Arbailles	62150500	3	X	7	1	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A110	Schistes du Paléozoïque supérieur du Massif des Arbailles	62150600	3	2	6	2	4	40ZAO	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des Arbailles	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A111	Calcaires des éoporphes du Crétacé supérieur du massif de Eau-Bonnes	62150800	3	2	5	5	4	40ZAP	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des eaux-bonnes	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A112	Flyschs et marnes du Paléozoïque et du mésozoïque du massif de Eau-Bonnes	62150900	3	2	6	2	4	40ZAP	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des eaux-bonnes	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A113	Calcaires du Paléozoïque supérieur et du Trias du massif de Eau-Bonnes	62151000	3	2	5	5	4	40ZAP	Chaînes calcaires du secondaire du Massif des eaux-bonnes	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A114	Montagnou	62200000	3	2	5	5	4	40ZAT	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aharqou - Layens - Montagnou	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A115	Calcaires du Crétacé inférieur des massifs de Aharqou - Layens - Montagnou	62200100	3	2	5	5	4	40ZAT	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aharqou - Layens - Montagnou	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A116	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur des massifs de Aharqou - Layens - Montagnou	62200200	3	2	5	5	4	40ZAT	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aharqou - Layens - Montagnou	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A117	Formations imperméables du Secondaire des massifs de Aharqou - Layens - Montagnou	62200300	3	X	7	1	4	40ZAT	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aharqou - Layens - Montagnou	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
40A118	Montagnou	62200400	3	2	5	5	4	40ZAT	Chaînes calcaires du secondaire de l'Aharqou - Layens - Montagnou	3	402	Chaînes calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2

Référentiel Hydrogéologique Français BDLisa– Bassin Adour-Garonne

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_NIVEAU	RHF_ETAT	RHF_NATURE	RHF_MILIEU	RHF_THEME	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	RHF_NATURE	RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	N1_RHF_NATURE
402A01	Calcaires du Cébrac inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62210000	3	2	5	5	4	402A01	Calcaires calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A02	Flyschs et marnes du Cébrac inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62210200	3	2	6	2	4	402A02	Calcaires calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A03	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur des chaînons de Durban - Beharram	62210300	3	2	5	5	4	402A03	Calcaires calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A04	Marnes du Trias et du Jurassique inférieur des chaînons de Durban - Beharram	62210400	3	X	7	1	4	402A04	Calcaires calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A05	Calcaires du Cébrac inférieur des chaînons du Mail Arrouy - Anduy	62220000	3	2	5	1	4	402A05	Calcaires calcaire du secondaire de Durban - Beharram	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A06	Flyschs et marnes du Cébrac inférieur des chaînons du Mail Arrouy - Anduy	62220200	3	2	6	2	4	402A06	Calcaires calcaire du secondaire de mail Arrouy - Anduy	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A07	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur des chaînons du Mail Arrouy - Anduy	62220300	3	2	5	5	4	402A07	Calcaires calcaire du secondaire de mail Arrouy - Anduy	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A08	Marnes du Trias et du Jurassique inférieur des chaînons du Mail Arrouy - Anduy	62220400	3	X	7	1	4	402A08	Calcaires calcaire du secondaire de mail Arrouy - Anduy	3	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	4	402	Calcaires calcaires du secondaire de la chaîne pyrénéenne	2
402A09	Argiles, écauprites, ophites, calcaires et dolomites du Trias du massif de Baygoura	63020000	3	X	7	1	4	402A09	Calcaires calcaire du secondaire de Baygoura	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A10	Gra et conglomérats du Permio-Trias du massif de Baygoura	63020200	3	2	5	1	4	402A10	Messif de Baygoura	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A11	Calcaires du Paléozoïque inférieur du massif de Baygoura	63020300	3	2	6	2	4	402A11	Messif de Baygoura	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A12	Granitoides du Grand Arroubert et pluton occidental et oriental de Caubert	63060000	3	2	5	2	4	402A12	Messif de Caubert	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A13	Argiles, écauprites et ophites du Trias supérieur du massif de la Rhune	63060100	3	X	7	1	4	402A13	Messif de la Rhune	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A14	Gra, conglomérats, schistes et basaltes du Permio-Trias et du Stephanien du massif de la Rhune	63060200	3	2	5	2	4	402A14	Messif de la Rhune	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A15	Schistes du Carbonifère du massif de la Rhune	63060300	3	2	6	2	4	402A15	Messif de la Rhune	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A16	Roches cristallines du massif de la Rhune	63060400	3	2	6	2	4	402A16	Messif de la Rhune	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A17	Schistes, Gra, conglomérats du Paléozoïque et la ride d'Espellette	63060500	3	2	6	2	4	402A17	Messif de la ride d'Espellette	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A18	Flyschs du massif d'Igonze	63110000	3	2	6	2	4	402A18	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A19	Argiles, écauprites et ophites du Trias du massif de Igonze	63110200	3	X	7	1	4	402A19	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A20	Gra et conglomérats du Permio-Trias du massif de Igonze	63110400	3	2	5	2	4	402A20	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A21	Formation du Paléozoïque supérieur du massif de Igonze	63110600	3	2	5	2	4	402A21	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A22	Calcaires du Paléozoïque supérieur du massif de Igonze	63110800	3	2	6	2	4	402A22	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A23	Schistes et calcaires du Paléozoïque inférieur du massif de Igonze	63110900	3	2	6	2	4	402A23	Messif de la chaîne pyrénéenne	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A24	Roches cristallines du massif de Itrava	63130000	3	2	6	2	4	402A24	Messif de Itrava	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A25	Gra et conglomérats du Permio-Trias du massif d'Esteregnibel	63140000	3	2	5	1	4	402A25	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A26	Calcaires et Gra du Paléozoïque supérieur du massif d'Esteregnibel	63140200	3	2	5	2	4	402A26	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A27	Schistes du Paléozoïque inférieur du massif d'Esteregnibel	63140400	3	2	6	2	4	402A27	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A28	Schistes du Paléozoïque supérieur du massif de Mendibelza	63140600	3	2	6	2	4	402A28	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A29	Calcaires du Paléozoïque supérieur du massif de Mendibelza	63140800	3	2	5	2	4	402A29	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A30	Schistes du Paléozoïque inférieur du massif de Mendibelza	63141000	3	2	6	2	4	402A30	Messif de Mendibelza - Esteregnibel	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A31	Flyschs du C'étac du massif des Aldudes	63180000	3	2	6	2	4	402A31	Messif des Aldudes	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A32	Gra et conglomérats du Permio-Trias du massif des Aldudes	63180200	3	2	5	1	4	402A32	Messif des Aldudes	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A33	Calcaires du Paléozoïque inférieur du massif des Aldudes	63180400	3	2	6	2	4	402A33	Messif des Aldudes	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A34	Schistes du Paléozoïque inférieur du massif des Aldudes	63180600	3	2	6	2	4	402A34	Messif des Aldudes	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A35	Gra et conglomérats du Permio-Trias du massif de Cincovillas	63190000	3	X	7	1	4	402A35	Messif de Cincovillas	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A36	Calcaires du Permio-Trias du massif de Cincovillas	63190200	3	2	6	2	4	402A36	Messif de Cincovillas	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A37	Schistes du Paléozoïque du massif de Cincovillas	63190400	3	2	6	2	4	402A37	Messif de Cincovillas	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A38	Schistes du Paléozoïque inférieur du massif de Cincovillas	63190600	3	2	6	2	4	402A38	Messif de Cincovillas	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A39	Roches cristallines du massif de Cincovillas	63190800	3	2	6	2	4	402A39	Messif de Cincovillas	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A40	Calcaires du Cébrac supérieur de la haute chaîne	63210200	3	2	5	2	4	402A40	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A41	Formations du Secondaire des pics Bergeon, de la Valère et de Tacha de la haute chaîne	63210400	3	2	5	5	4	402A41	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A42	Formations imperméables du secondaire de la haute chaîne	63210600	3	X	7	1	4	402A42	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A43	Schistes du Paléozoïque supérieur de la haute chaîne	63210800	3	2	6	2	4	402A43	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A44	Calcaires du Paléozoïque supérieur de la haute chaîne	63211000	3	2	5	2	4	402A44	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A45	Schistes du Paléozoïque inférieur de la haute chaîne	63211200	3	X	7	1	4	402A45	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A46	Schistes du Paléozoïque inférieur de la haute chaîne	63211400	3	X	7	1	4	402A46	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A47	Schistes du Paléozoïque inférieur de la haute chaîne	63211600	3	X	7	1	4	402A47	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A48	Ensemble volcanique Permien de la haute chaîne (Ossau-Pic d'Alet)	63211800	3	X	7	2	4	402A48	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2
402A49	Granitoides du Grand Arroubert et pluton occidental et oriental de Caubert	63212000	3	2	5	2	4	402A49	Messif pyrénéen central	3	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	4	404	Messif solé la chaîne pyrénéenne	2

Annexe 3 - Lexique de caractérisation des entités et des limites

. Caractérisation des entités

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

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

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

Notation Nature	Code	Libellé	Définition
SA	3	Système aquifère	Un système aquifère est une entité hydrogéologique aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand système aquifère ou d'un grand domaine hydrogéologique. La subdivision s'effectue sur, au moins l'un des critères suivants : - lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique – hydraulique. La constitution des systèmes est issue de la connaissance à un instant donné du milieu souterrain. Le système aquifère est une entité de second niveau.
DH	4	Domaine hydrogéologique	Un domaine hydrogéologique est une entité hydrogéologique peu aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand domaine hydrogéologique ou d'un grand système. La subdivision s'effectue sur, au moins l'un des critères suivants : -lithologie, - structurale - stratigraphie - piézométrie - géochimique – hydraulique. Le domaine hydrogéologique est une entité du second niveau.
SA DH UA	5	Unité aquifère	L'unité aquifère est un système physique élémentaire présentant des conditions hydrodynamiques homogènes, suffisamment conductrices pour permettre la circulation de l'eau souterraine. Une unité aquifère est une entité hydrogéologique de niveau d'utilisation local présentant une perméabilité moyenne réputée supérieure à 10 ⁻⁶ m/s présentant des ressources en eau suffisante pour être exploitée. L'unité aquifère est une entité du 3ème niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologiques et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).

USP	6	Unité semi-perméable	<p>Une unité semi-perméable est une entité hydrogéologique de niveau d'utilisation local présentant une perméabilité moyenne réputée comprise entre 10⁻⁹ m/s et 10⁻⁶ m/s et/ou présentant des ressources en eau mais de productivité insuffisante pour être exploitées. L'unité semi-perméable est une entité du 3^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologique et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).</p>
UIP	7	Unité imperméable	<p>L'unité imperméable est un système physique élémentaire présentant des faibles circulations d'eau. Une unité imperméable est une entité hydrogéologique présentant une perméabilité moyenne réputée inférieure à 10⁻⁹ m/s. « Qualifie un milieu théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide et en pratique ne laissant passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique donné" » [Dictionnaire Hydrogéologique Français] L'unité imperméable est une entité du 3^{ème} niveau et elle correspond à la description la plus fine des entités hydrogéologiques pour le référentiel national. Ce concept résulte du découpage des domaines hydrogéologiques et des systèmes aquifères (éventuellement directement des grands domaines et des grands systèmes aquifères).</p>

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

DP	5	Double porosité : Karstique /fissures	Milieu caractérisé à la fois par un réseau karstique et par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	6	Double porosité : de fractures et/ou de fissures	Milieu caractérisé à la fois par un réseau de fractures et/ou par un réseau de fissures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	7	Double porosité : matricielle et de fractures	Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de fractures ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.
DP	8	Double porosité : matricielle et karstique	Milieu caractérisé à la fois par une matrice poreuse et par un réseau de karstique ayant tous deux un rôle hydrodynamique important.

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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Service Géologique Régional Aquitaine
Parc Technologique Europarc
24, Avenue Léonard de Vinci
33600 – Pessac - France
Tél. : 05 57 26 52 70