





# Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA Bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne - Année 4

## Délimitation des entités hydrogéologiques en région Limousin

Rapport d'étape

**BRGM/RP-57837-FR**  
Mai 2010

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

**T. Jaouen, B. Mauroux, F. Touchard**  
avec la collaboration de V. Mardhel



Vérificateur :

Original signé par : J.J. Seguin

Approbateur :

Original signé par : B. Mauroux

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



**Mots clés** : BDLISA, Référentiel hydrogéologique, Système aquifère, Domaine hydrogéologique, Région Limousin.

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

JAOUEN T., MAUROUX B., TOUCHARD F. avec la collaboration de MARDHEL V. 2010. Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA. Bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne. Année 4. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Limousin. Rapport d'étape. BRGM/RP-57837-FR – 144 p., 45 illus., 7 ann.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

La délimitation des entités hydrogéologiques en région Limousin fait partie intégrante de la construction de la version 2 du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (anciennement BDRHF-V2). Elle concerne les départements de la Haute-Vienne, de la Creuse et de la Corrèze situés dans les bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne.

Une analyse des cartes géologiques harmonisées (échelle 1/50 000) et des logs validés des forages a permis de construire un tableau multi-échelles comprenant et caractérisant :

- **124 entités de niveau local (NV3)** dont 9 à composante sédimentaire, 1 issue du volcanisme et 114 relatives au socle,
- **48 systèmes ou domaines hydrogéologiques du niveau régional (NV2)** dont 5 de type sédimentaire, 1 de type volcanique et 42 de type socle,
- **20 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)** distinguant 5 grands domaines ou grands systèmes sédimentaires et 15 grands domaines du socle du Massif central.

A ces entités, s'ajoutent 6 ensembles d'entités « complémentaires » correspondant aux systèmes alluvionnaires, aux formations du Cénozoïque, aux altérites, aux formations résiduelles et aux formations karstifiées.

Une géodatabase sous Arc Gis (actuellement version 9.31) rassemblant toutes ces entités, leurs limites et les informations associées a été constituée (fournie dans le cdrom joint à ce rapport). Elle est exploitable via un menu général permettant d'effectuer de nombreuses requêtes sur les entités (par niveau, par thème, ...). Des fiches permettant d'analyser les « relations » de chaque entité avec ces voisines et de vérifier ainsi la cohérence de l'assemblage 3D du référentiel ont été éditées (intégrées aussi au cdrom).



## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Caractéristiques du référentiel BDLISA et méthodologie de découpage des entités</b> .....	<b>13</b>
2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION.....	13
2.1.1. Les « thèmes » du référentiel .....	13
2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques.....	13
2.1.3. Les niveaux d'identification .....	15
2.1.4. Codification et dénomination des entités .....	15
2.2. LE MODÈLE DE REPRÉSENTATION DES ENTITÉS.....	16
2.2.1. Principes sous-jacents.....	16
2.2.2. Organisation des entités en 2 ensembles .....	16
2.2.3. Ordre absolu et ordre relatif.....	17
2.3. PRINCIPES ET DÉMARCHE DE DÉLIMITATION .....	17
2.3.1. Principes de base du découpage .....	17
2.3.2. Démarche générale .....	19
2.3.3. Restitution par le modèle de gestion des 3 niveaux de découpage .....	20
2.3.4. Vérification de la topologie .....	20
2.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES .....	22
2.4.1. Caractérisation des entités .....	22
2.4.2. Caractérisation des limites .....	22
<b>3. Mise en œuvre du découpage des entités</b> .....	<b>25</b>
3.1. BRÈVE CARACTÉRISATION GÉOLOGIQUE DU LIMOUSIN.....	25
3.1.1. Socle.....	25
3.1.2. Les formations sédimentaires.....	26
3.2. DONNÉES DE RÉFÉRENCE .....	30
3.3. TABLEAUX MULTI-ÉCHELLES .....	30
3.3.1. Le thème « Socle ».....	30
3.3.2. Le thème « Sédimentaire » et le thème « Volcanisme » .....	31
3.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SOCLE .....	35
3.4.1. Rappel de la méthodologie préconisée dans le guide national .....	35
3.4.2. Difficultés d'application .....	35
3.4.3. Démarche suivie en région Limousin .....	36
3.4.3.2. Entités NV2.....	40
3.4.3.3. Entités NV3.....	44
3.4.4. Le potentiel aquifère du socle du Limousin .....	46
3.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE.....	49

3.5.1. Formations du Paléozoïque (Carbonifère et Permien) et du Trias.....	49
3.5.2. Formations du Jurassique.....	51
3.6. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME VOLCANISME.....	53
3.7. FORMATIONS SUPERFICIELLES.....	56
3.7.1. Les formations alluviales.....	56
3.7.2. Les formations détritiques du Cénozoïque.....	59
3.7.3. Les altérites.....	59
3.7.4. Les formations résiduelles.....	62
3.7.5. Les formations karstifiées.....	62
<b>4. Résultats : géodatabase et fiches d'analyse.....</b>	<b>65</b>
4.1. GÉODATABASE.....	65
4.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS.....	70
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>73</b>
<b>6. Références bibliographiques.....</b>	<b>75</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM.....	10
Illustration 2 – Zone d'étude, partagée entre le bassin Loire-Bretagne et le bassin Adour-Garonne.....	12
Illustration 3 – Types d'entités hydrogéologiques.....	13
Illustration 4 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités.....	18
Illustration 5 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture.....	20
Illustration 6 – Construction d'une entité NV2 à partir des entités NV3.....	20
Illustration 7 - Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.....	21
Illustration 8 - Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes.....	23
Illustration 9 - Géologie simplifiée des formations anté-triasiques formant le socle en région Limousin (d'après la carte au 1/ 250 000 établie dans le cadre du projet SILURES).....	27
Illustration 10 – Simplification de la géologie du socle en région Limousin par regroupement des unités géologiques de l'illustration 9.....	28
Illustration 11 - Schéma structural de la partie sédimentaire de la zone d'étude : Bassin de Brive et Causse de Martel.....	29
Illustration 12 - Log hydrostratigraphique du thème Sédimentaire en région Limousin, établi à partir des correspondances entre les formations sédimentaires en	

région Limousin et les entités identifiées en région Midi-Pyrénées et Aquitaine. ....	33
Illustration 13 – Localisation des forages caractérisés par une valeur de débit spécifique .....	37
Illustration 14 - Tableau récapitulatif des secteurs hydrographiques sélectionnés .....	38
Illustration 15 – Entités du socle de niveau 1 .....	39
Illustration 16 – Entités du socle de niveau 2 .....	41
Illustration 17 – Classement des débits spécifiques d'étiage. ....	42
Illustration 18 - Entités du socle de niveau 2 .....	43
Illustration 19 – Exemple de regroupement de bassins versants pour former une entité NV3 .....	45
Illustration 20 - Entités du socle de niveau 3 .....	45
Illustration 21 – Potentiel aquifère du socle exprimé par 5 classes de favorabilité. ....	46
Illustration 22 – « Potentiel hydrogéologique » des formations de socle du Limousin .....	47
Illustration 23 – Caractérisation des entités NV3 de socle par leur potentiel aquifère (critère « favorabilité » issu du projet SILURES Limousin) .....	48
Illustration 24 – Entité NV3 regroupant les formations du Stéphaniens .....	50
Illustration 25 – Entité NV2 correspondant aux formations permo-triasiques .....	50
Illustration 26 – Entités NV3 du Jurassique .....	51
Illustration 27 – Entité NV3 du Toarcien .....	52
Illustration 28 – Entités NV3 du Dogger .....	54
Illustration 29 – Entités NV3 du thème volcanisme .....	55
Illustration 30 – Alluvions « récentes » .....	57
Illustration 31 – Alluvions anciennes .....	58
Illustration 32 - Formations détritiques du Cénozoïque .....	60
Illustration 33 – Formations altéritiques cartographiées du socle .....	61
Illustration 34 – Formations résiduelles de la région Limousin .....	63
Illustration 35 – Formations karstifiées de la région Limousin .....	63
Illustration 36 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap .....	65
Illustration 37 – Tables non géométriques de la géodatabase .....	66
Illustration 38 – Menu général de la géodatabase .....	66
Illustration 39 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général .....	67
Illustration 40 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs) .....	68
Illustration 41 – Exemple de sélection: entités de niveau 3 et d'ordre2 .....	68
Illustration 42 - Table des limites et des contacts .....	69
Illustration 43 – Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel .....	70
Illustration 44 – Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche) .....	71
Illustration 45 – Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité .....	72

## Liste des annexes

<b>Annexe 1- Tableau multi-échelles du thème socle .....</b>	<b>77</b>
<b>Annexe 2 - Tableau multi-échelles du thème sédimentaire .....</b>	<b>93</b>
<b>Annexe 3 - Carte géologique au 1/ 250 000 simplifiée .....</b>	<b>97</b>
<b>Annexe 4 - Essai de caractérisation hydrogéologique des entités du thème Socle .....</b>	<b>103</b>
<b>Annexe 5 - Méthodologie de délimitation des entités hydrogéologiques en domaine de socle.....</b>	<b>107</b>
<b>Annexe 6 - Lexique de caractérisation des entités et des limites .....</b>	<b>123</b>
<b>Annexe 7 - Le modèle de gestion du référentiel et de la géodatabase des entités .....</b>	<b>127</b>

# 1. Introduction

Le travail délimitation des entités hydrogéologiques en région Limousin s'inscrit dans le projet national de construction de la deuxième version du Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (anciennement appelé BDRHF-V2).

Ce programme national confié en 2006 au BRGM par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) bénéficie du soutien financier des Agences de l'Eau, de l'ONEMA (2008-2009) et, antérieurement à 2008, de celui du MEEDDM. Il est mené sous la direction d'un comité de pilotage, dont le secrétariat est assuré par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du MEEDDM.

La constitution du référentiel a été planifiée sur 4 ans (illustration 1). Elle a débuté en 2006 (2006-2007 étant l'année 1 du projet et 2009-2010 l'année 4). Une année 5 est prévue pour réaliser une harmonisation, au niveau national, de l'ensemble des découpages régionaux.

Un premier travail de type méthodologique (phase 1 de la construction), mené sur la période 2001-2003, avait permis :

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

Les documents produits à l'issue de cette première phase sont listés en bibliographie.

## **Caractéristiques de la version 2 du Référentiel BDLISA**

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

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

Elle tient compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques et s'appuie sur les cartes géologiques départementales harmonisées à l'échelle du 1/50 000 pour celles existantes.

Cette version prévoit un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à 3 niveaux de détail - national (niveau 1), régional (niveau 2) et local (niveau 3) - suivant des règles élaborées dans le cadre d'une méthodologie nationale.

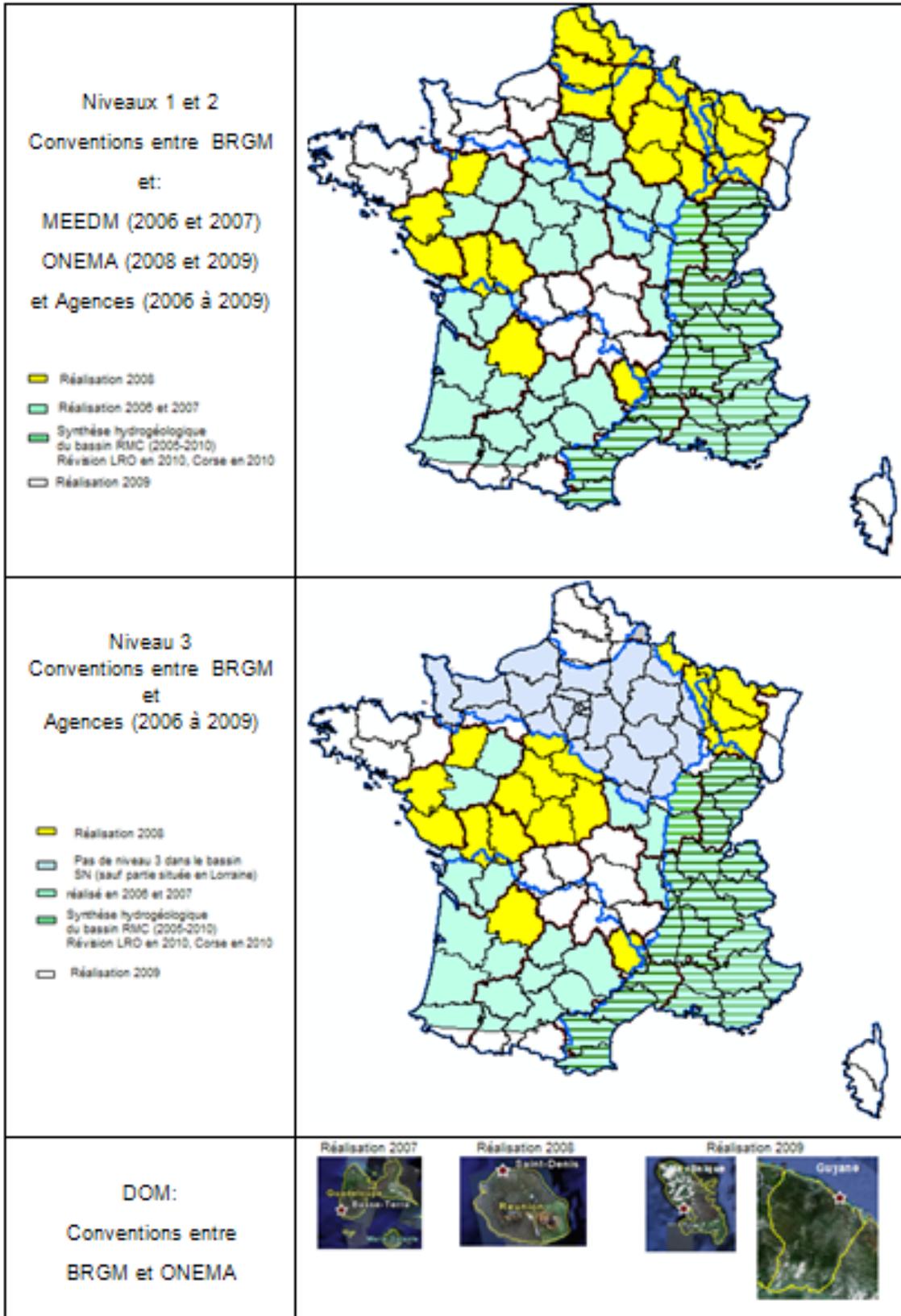


Illustration 1 - Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM

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

- o le sédimentaire (Bassin Aquitain, Bassin Parisien,...),
- o le socle (Massif armoricain, Massif central,...),
- o l'alluvial,
- o le volcanisme,
- o les formations intensément plissées (massifs montagneux).

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

### ***Le référentiel en région Limousin***

Le présent rapport rend compte de la réalisation du référentiel à la fois sur les parties des bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne de la région Limousin (illustration 2). La partie Loire-Bretagne se rattache totalement au Massif central et elle ne comporte que des entités du thème « socle ». La partie située en Adour-Garonne comprend quant à elle, une proportion importante de socle mais aussi, dans sa partie méridionale, les premières formations sédimentaires du Bassin Aquitain. Des constructions volcaniques sont aussi présentes à l'est du département de la Corrèze.

#### • Limites de la zone d'étude

Pour le socle, les contours de la zone d'étude ne correspondent pas aux limites administratives de la région Limousin, les bassins versants s'étendant au-delà de celles-ci (à l'exception de la limite est, où les entités se prolongeant en région Auvergne sont traitées par le Service Géologique Régional (SGR) Auvergne).

#### • Thème « Socle »

Le découpage des entités étant déjà réalisé aux trois niveaux pour les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées, le découpage des entités du thème « Sédimentaire » s'est « calé » sur le travail déjà accompli dans ces régions par les SGR afférant.

Le découpage pour les entités du thème « Socle » a été réalisé en l'état actuel des connaissances hydrogéologiques de la région Limousin et en fonction des données disponibles et exploitables. Pour le découpage des entités nationales (NV1) et régionales (NV2), ce découpage a pu être effectué selon la méthodologie préconisée par le guide méthodologique national (Rapport BRGM/RP-52261-FR). Celui des entités locales NV3, par manque de données, a été réalisé différemment, par subdivision des entités NV2 en bassins versants, chaque bassin étant caractérisée par un ou plusieurs types lithologiques et par une potentialité aquifère. Les avancées du projet SILURES-Limousin permettront ultérieurement de mieux caractériser les entités locales (NV3).

#### • Thème « Sédimentaire »

Le découpage a été réalisé conformément aux recommandations du guide méthodologique national et aux travaux réalisés en région Aquitaine et Midi-Pyrénées. Le tableau multi-échelles produit est le prolongement de ces derniers.



Illustration 2 – Zone d'étude, partagée entre le bassin Loire-Bretagne et le bassin Adour-Garonne

La construction du référentiel de la région Limousin (année 4 du projet national) s'inscrit dans le cadre d'une convention entre le BRGM et l'ONEMA d'une part (niveaux 1 et 2) et entre le BRGM et les Agences de l'Eau Loire-Bretagne et Adour-Garonne d'autre part (niveaux 1, 2 et 3) qui apportent un soutien financier à l'opération.

## 2. Caractéristiques du référentiel BDLISA et méthodologie de découpage des entités

La délimitation des entités hydrogéologiques respecte les grandes lignes de la méthodologie détaillée dans le guide méthodologique national (rapport BRGM RP-52264-FR, 2004). Elle a fait l'objet d'adaptations pour tenir compte :

- o de contextes particuliers non abordés dans le guide méthodologique,
- o d'une conceptualisation plus poussée nécessitée par la mise au point d'un modèle de gestion du référentiel (décrit en annexe 7), actuellement supporté par le logiciel Arc Gis (version 9.31).

Ces ajustements ont été actés par le Comité de pilotage du projet et seront mentionnés dans la version actualisée du guide méthodologique (à paraître en 2010).

Dans ce chapitre, les définitions et les points importants de la méthodologie nationale sont rappelés succinctement.

### 2.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION

#### 2.1.1. Les « thèmes » du référentiel

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

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

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

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

	Aquifère		Peu ou pas aquifère
Niveau National (NV1)	Grand Système Aquifère (GSA)		Grand Domaine Hydrogéologique (GDH)
Niveau Régional (NV2)	Système Aquifère (SA)		Domaine Hydrogéologique (DH)
Niveau Local (NV3)	Unité aquifère (UA)	Unité semi-perméable (USP)	Unité imperméable (UI)

Illustration 3 – Types d'entités hydrogéologiques

• **Le grand système aquifère (NV1)**

Le grand système aquifère est un système physique composé d'un ou plusieurs systèmes aquifères et circonscrit par des limites lithostratigraphiques et/ou structurales.

• **Le grand domaine hydrogéologique (NV1)**

Le grand domaine hydrogéologique est un système physique peu ou pas aquifère. Il peut contenir des formations aquifères mais sans grande extension latérale, et isolées dans la formation peu perméable.

• **Le système aquifère (NV2)**

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 l'un au moins des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

• **Le domaine hydrogéologique (NV2)**

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 l'un au moins des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

• **L'unité aquifère (NV3)**

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

Cette unité intègre trois grands groupes bien distincts dans leur fonctionnement hydrodynamique :

- les aquifères capacitifs et perméables, constituant de bons réservoirs aisément exploitables ;
- les aquifères capacitifs mais peu perméables, constituant des réservoirs à stock d'eau important mais difficilement exploitables (par exemple la craie peu fissurée) ;
- les aquifères peu capacitifs et à forte perméabilité : il s'agit surtout des calcaires au niveau des fractures, où des pompages à fort débit peuvent être possible localement et périodiquement.

• **L'unité semi-perméable (NV3)**

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

• **L'unité imperméable (NV3)**

L'unité imperméable est une formation géologique à très faibles circulations d'eau. Sa perméabilité est considérée comme inférieure à  $10^{-9}$  m/s.

### 2.1.3. Les niveaux d'identification

Trois niveaux d'identification des entités hydrogéologiques ont été retenus dans ce nouveau référentiel. 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, qui est le 1/50 000) mais correspondent à des échelles d'utilisation et de représentation de l'information (ils correspondent aussi à des échelles de visualisation cartographiques différentes). Ainsi, sont distingués :

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques (systèmes et domaines). Il met en évidence leur distribution spatiale et leur importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale. La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre le 1/500 000 et le 1/1 000 000 ;
- le **niveau régional (NV2)** permet une représentation régionale ou par bassin des entités hydrogéologiques (système et domaine) à une échelle de l'ordre du 1/250 000. Il doit permettre une qualification des systèmes aquifères au regard de leur importance en tant que ressource régionale, de leur vulnérabilité (à la sécheresse, aux pollutions) ;
- le **niveau local (NV3)** correspond à la représentation la plus détaillée du référentiel, à une échelle de l'ordre du 1/50 000. Il identifie l'ensemble des entités connues, en s'appuyant sur les deux niveaux précédents et en les complétant, dans certaines zones, par l'identification des unités aquifères locales. Il constitue le support d'études ponctuelles permettant d'améliorer les connaissances hydrogéologiques (carte piézométrique, modélisation,...).

### 2.1.4. Codification et dénomination des entités

Un code, attribué par le SANDRE, sera affecté à chaque entité. Il est construit avec :

- un champ de 3 chiffres pour une entité de niveau national,
- une lettre pour désigner une entité de niveau régional contenue dans une entité de niveau national,
- un champ de 2 chiffres pour désigner une entité de niveau local contenue dans une entité de niveau régional.

Par exemple :

- **098** (entité de niveau national),
- **098A** (entité de niveau régional),
- **098A01, 118C03** (entité de niveau local)

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: *Calcaires oxfordiens du Bassin Parisien.*

**Dans cette phase de construction du référentiel, codification et dénomination des entités sont provisoires. Une harmonisation sera faite au niveau national lorsque tout le territoire sera couvert par le référentiel (année 5 prévue en 2010).**

## 2.2. 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.

### 2.2.1. Principes sous-jacents

Le « modèle de gestion du référentiel » a été développé sous Arc Gis (actuellement version 9.31) et s'appuie sur un modèle conceptuel de données (annexe 7). Ce modèle conceptuel permet d'exploiter de façon optimale la base de données du référentiel sous Arc Gis. La construction du référentiel est guidée par les 5 principes suivants.

#### 1) **Organisation des entités en « Entités principales » et « Entités complémentaires »**

Ces deux ensembles d'entités sont structurés suivant les 3 niveaux de découpage du référentiel : NV1, NV2 et NV3.

Les « *Entités principales* » font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage 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,
- aires karstifiées délimitées par des traçages, ....

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 (§ 2.2.3 et illustration 4 ci-après).

3) **Complétude** : couverture totale de l'espace aux niveaux 1 et 2.

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

### 2.2.2. 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 :

- systèmes alluvionnaires (transverses par rapport aux entités principales),
- formations superficielles, hétérogènes et morcelées, peu épaisses et/ou de faible extension spatiale, qui sont relativement indépendantes, d'un point de vue hydrodynamique, des formations sous-jacentes,
- altérites cartographiées des zones de socle,
- aires karstifiées délimitées par des traçages, ....

Ces entités peuvent se superposer aux 3 niveaux de 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.

### 2.2.3. Ordre absolu et ordre relatif

Dans le tableau multi-échelles, un numéro d'ordre est affecté à chaque entité délimitée (illustration 4a). Cet ordre est dit « absolu » (codé par exemple sous la forme 10, 20, 30, 40,...) et peut correspondre à un âge stratigraphique.

La délimitation des entités conduit à une « pile hydro-stratigraphique » d'entités (le tableau multi-échelles) qui sont ordonnées sur la verticale grâce au numéro d'ordre absolu (illustration 4b).

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer automatiquement du mode de représentation des entités par ordonnancement absolu (illustration 4 b) à un mode de représentation des entités par ordonnancement relatif (illustration 4c), **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.

## 2.3. PRINCIPES ET DÉMARCHE DE DÉLIMITATION

### 2.3.1. Principes de base du découpage

Conformément au guide méthodologique, **l'échelle de travail adoptée pour le découpage des entités est le 1/50000, et ceci quel que soit le niveau d'identification (du local au national)**. Par conséquent, les contours des entités des niveaux 1 et 2 ont la même précision que ceux du niveau 3, à savoir le 1/50 000 (qui est la précision des contours des formations géologiques des cartes géologiques à 1/50 000).

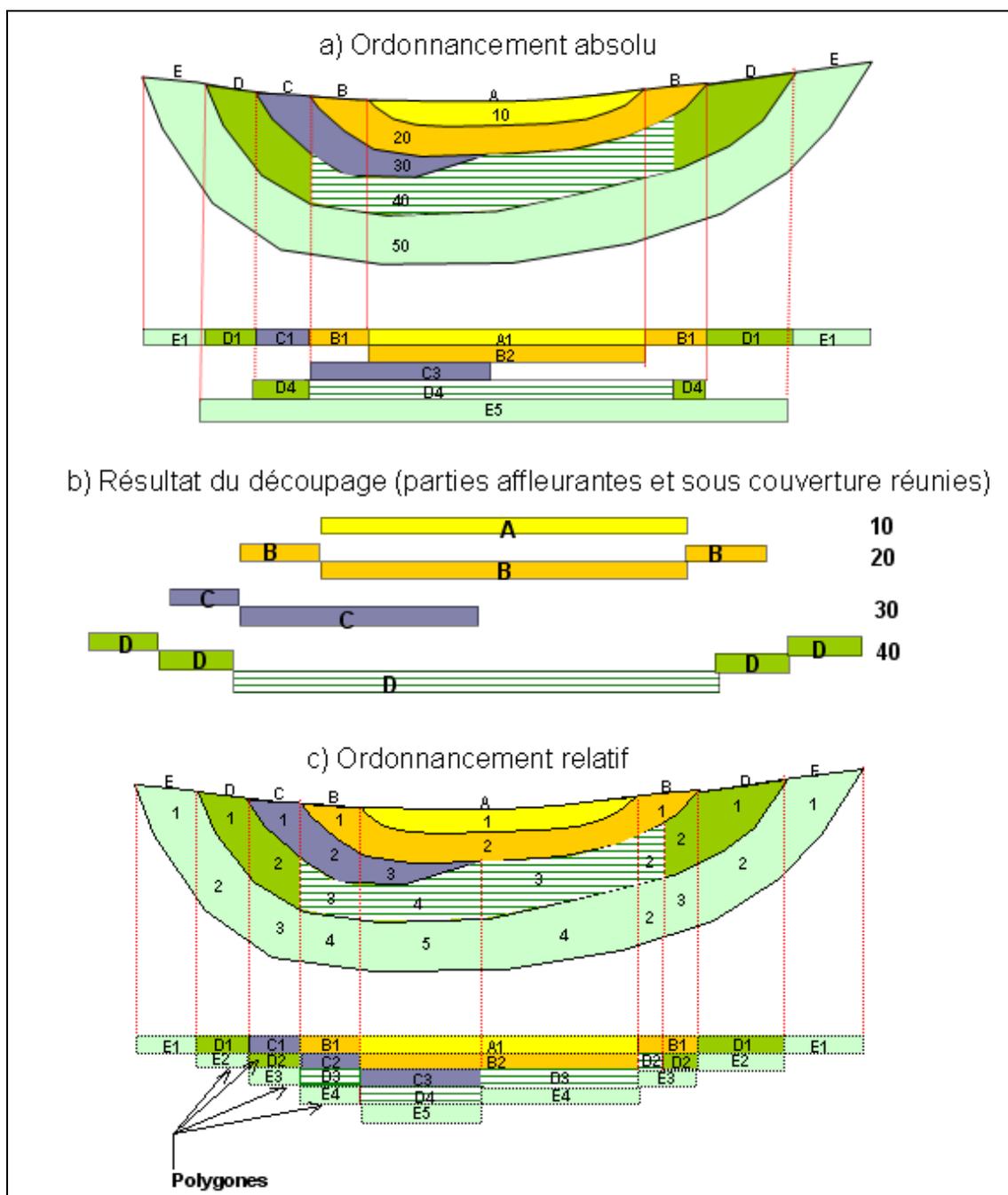


Illustration 4 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

**Remarque:** dans l'exemple présenté par l'illustration 4, les entités sont constituées d'une partie affleurante et d'une partie sous couverture, réunies lors de la phase de délimitation. **Le modèle de gestion restitue automatiquement les parties sous couverture.**

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3 (il peut néanmoins exister des cas où une entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2 appartenant à des thèmes différents, en général passage de « l'intensément plissée » au « Sédimentaire ». Il n'y a donc pas de simplification des contours (lissage) d'un niveau à un autre.

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

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

### 2.3.2. Démarche générale

La démarche de découpage est largement itérative et un travail synchrone sur les niveaux 2 et 3 permet d'optimiser le processus de découpage.

Les principales étapes de la délimitation des entités sont résumées ci-après.

#### • Identification et cadrage hydrogéologique général

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

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

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

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

Dans la phase d'élaboration du TME on recherche une correspondance d'une part entre les formations géologiques des cartes au 1/50000 et les formations géologiques mentionnées dans les logs de forage et d'autre part entre ces formations géologiques ainsi mises en relation (cartes et logs) et les entités hydrogéologiques.

#### • Individualisation de l'alluvial

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

La complexité cartographique des formations alluviales rend difficile les traitements topologiques, appliqués aux autres entités (multiplication des polygones et des « arcs » limites). Les alluvions sont donc intégrées dans le SIG dans une couche particulière désignée surcouche (§ 2.2.3). Elles sont extraites des cartes géologiques au 1/50 000 et sont maintenues inchangées dans leurs contours quel que soit le niveau de détail (NV1, NV2, NV3).

Parallèlement à cette surcouche globale des alluvions, une surcouche contenant les parties alluvionnaires productives peut être constituée (§ 2.2.3).

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

#### • Découpage des entités du sédimentaire

Dans le thème sédimentaire, une entité est constituée de la partie affleurante **et** de la partie sous couverture représentées chacune par un ou plusieurs polygones (illustration 5).

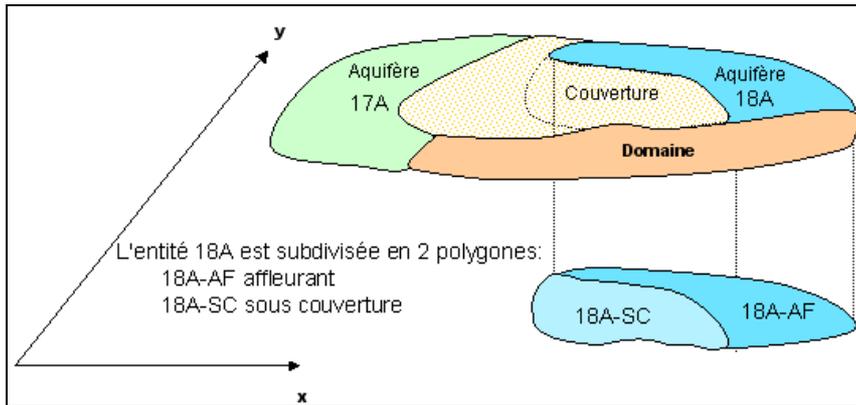


Illustration 5 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture

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

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

### 2.3.3. Restitution par le modèle de gestion des 3 niveaux de découpage

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 6).

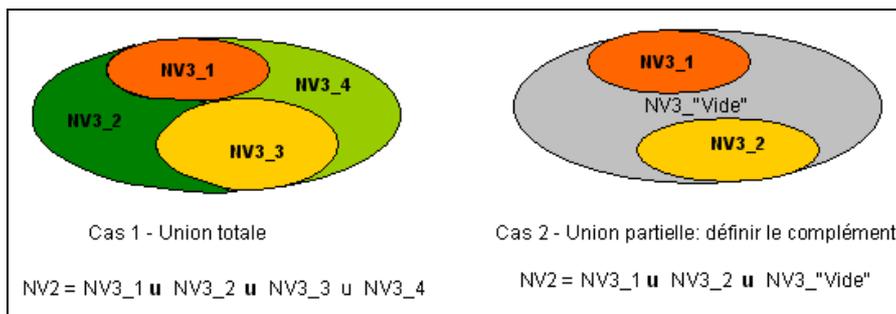


Illustration 6 – Construction d'une entité NV2 à partir des entités NV3

### 2.3.4. Vérification de la topologie

Lorsque toutes les entités sont découpées, il s'agit de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble. Cette vérification est réalisée par le modèle de gestion du référentiel.

Ce modèle est présenté en détail en annexe 7. Entre autres possibilités, il permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif, qui est celui de la représentation des entités dans le SIG et qui correspond à l'ordre

réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel (illustration 4 ci-dessus).

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

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

La démarche générale de délimitation des entités est résumée par l'illustration 7.

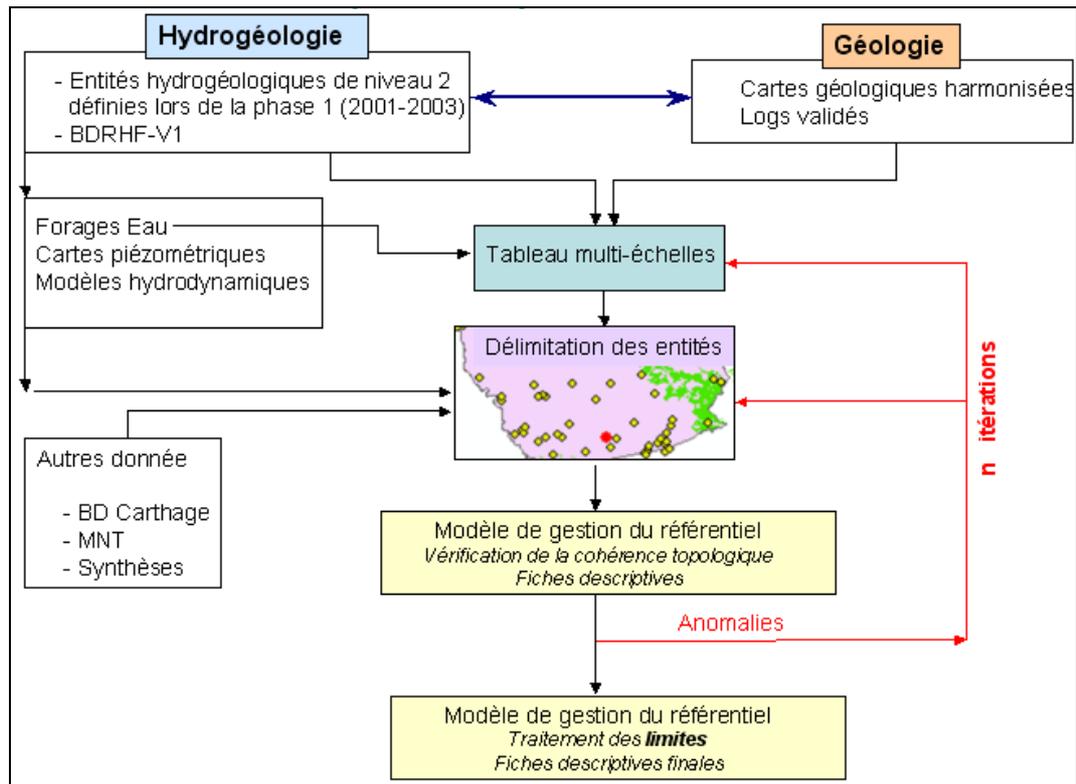


Illustration 7 - Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage

## 2.4. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES

### 2.4.1. Caractérisation des entités

Dans le référentiel une entité est caractérisée (actuellement) par les attributs suivants (cf. annexe 6) :

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

La caractérisation des entités se fait d'abord au niveau 3. Il ne sera pas toujours possible et pertinent de définir 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, ...).

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

### 2.4.2. Caractérisation des limites

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

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

Comme pour la caractérisation des entités, et pour les mêmes raisons, les limites sont identifiées uniquement au niveau 3. Dans cette version du référentiel, elles sont caractérisées uniquement par la nature des contacts entre entités (tableau de l'illustration 8).

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 B) 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 :

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

Ces aspects sont détaillés en annexe 6 (§1.2.4).

Par ailleurs, à une nature de contact, il est possible dans certains cas de rattacher un type de limite (exemples fournis dans le tableau de l'illustration 8).

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 « <b>Limite de recouvrement</b> » (pouvant coïncider avec la limite de captivité). Cela ne préjuge pas du sens d'écoulement.
Domaine sur aquifère	Ligne de débordement continue ou discontinue (cas f)
Domaine/ Domaine	/

Illustration 8 - Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes



## 3. Mise en œuvre du découpage des entités

### 3.1. BRÈVE CARACTÉRISATION GÉOLOGIQUE DU LIMOUSIN

Cette caractérisation est reprise du rapport « SILURES *Limousin - module 1* » (Rapport BRGM RP/57901-FR).

La région Limousin se rattache à 2 grands domaines géologiques : d'une part le Massif central qui représente 93 % de la superficie de la région, avec des formations plutoniques et métamorphiques, et d'autre part le Bassin Aquitain incluant le bassin permo-triasique de Brive (composé de grès, de calcaires et d'argilites) et la bordure corrézienne jurassique (essentiellement calcaire).

#### 3.1.1. Socle

##### 1) Les granitoïdes

Le socle plutonique représente 50 % environ de la superficie du Limousin (illustrations 9 et 10).

Les granitoïdes sont constitués par trois grandes familles : les leucogranites, les granodiorites et les diorites. Les diorites qui sont les plus anciennes, sont des roches grenues composées de plagioclases et souvent ne renfermant pas de quartz. Les granodiorites et monzogranites ont une origine crustale proche du granite. Ils présentent une répartition en complexe notamment au niveau de la Creuse. Ils se sont mis en place au Tournaisien (360 - 350 Ma). Enfin, les leucogranites, âgés le plus souvent du Namuro-Wesphalien (330 - 300 Ma), ont une origine purement crustale.

Les granodiorites et leucogranites se retrouvent sous forme de complexes ou parfois en pointements. Les diorites forment de petits massifs isolés le plus souvent en liaison avec les massifs granitiques.

Les granitoïdes représentent 53,6 % du socle avec 27,8 % pour les granites, 21,6 % pour les leucogranites et 4,2 % pour les autres roches plutoniques.

##### 2) Les roches métamorphiques

Le socle métamorphique représente environ 43 % de la superficie du territoire limousin.

Les formations métamorphiques rencontrées correspondent à des unités lithostratigraphiques charriées les unes sur les autres. Parmi celles-ci, il est distingué :

- un **autochtone relatif** du Dévonien moyen correspondant à des micaschistes dépourvus d'intercalations,
- une « **unité inférieure de gneiss** », datée du Dévonien moyen,
- une « **unité ophiolitique** »,
- une « **unité d'anatexites** » ou **de migmatites** du Dévonien supérieur dérivant des gneiss,
- une « **unité supérieure de gneiss** » d'origine volcano-sédimentaire, sous forme de complexes, en Corrèze et en Haute-Vienne,
- **une unité** dite de « **Thiviers – Payzac** » de paragneiss dérivés de tufs volcanoclastiques.

Les roches métamorphiques composent 46,4 % du socle limousin avec 31,8 % pour les gneiss, 13,1 % pour les migmatites et 1,5 % pour les autres roches métamorphiques.

Dans le cadre du projet SILURES Limousin, une carte géologique à l'échelle du 1/250 000 a été réalisée à partir des cartes géologiques départementales harmonisées à l'échelle du 1/50 000 et de l'apport des interprétations des sondages géologiques et de la géophysique aéroportée (annexe 3). Afin de disposer d'un document plus synthétique mais toutefois représentatif de la géologie régionale, il a été aussi établi, par regroupement de certaines de ces unités, un nouveau fond géologique comprenant 67 unités lithostratigraphiques.

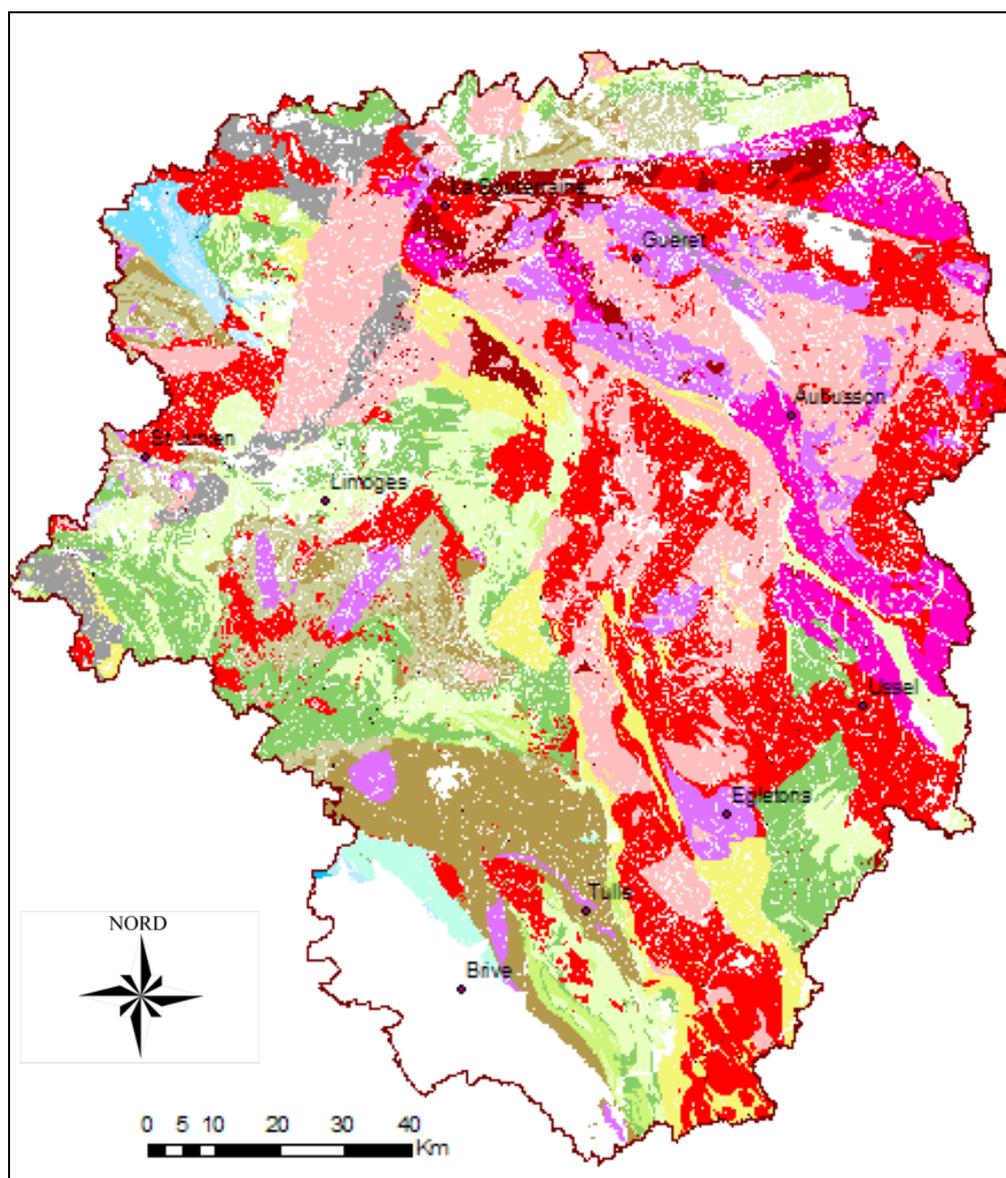
Deux visions encore plus simplifiées de cette géologie sont proposés par l'illustration 9 (regroupement en 18 classes) et l'illustration 10 (regroupement en 8 grands ensembles géologiques des classes de l'illustration 9).

### 3.1.2. Les formations sédimentaires

Les terrains sédimentaires (illustration 11) représentent environ 4 % du territoire limousin. Ils sont regroupés en quelques sous-ensembles :

- le **Bassin de Brive** au sud de la région; il comprend des successions détritiques gréso-conglomératiques à intercalations carbonatées (du Stéphanien au Trias) ;
- le **Causse de Martel**, constitué des grands ensembles sédimentaires carbonatés du Jurassique inférieur (Hettangien) au Jurassique moyen (Bathonien) se poursuivant en Aquitaine et Midi-Pyrénées ;
- le **Bassin tertiaire de Gouzon** ;
- et des **petits bassins houillers** du Stéphanien localisés au niveau des accidents cassants des complexes granitiques.

Il existe aussi des formations plus discontinues comprenant les épandages détritiques du Cénozoïque (qui comblent les bassins d'effondrement et se retrouvent sous la forme de plaquages en domaines de socle et sédimentaire), les altérites et les formations alluviales.



■	ASTROBLEME DE ROCHECHOUART : BRECHES DE DISLOCATION
■	ASTROBLEME DE ROCHECHOUART : BRECHES POLYGENIQUES
■	COMPLEXES VOLCANO-SEDIMENTAIRES
■	GRANITES CALCO-ALCALINS ET ALUMINO-POTASSIQUES
■	GRANODIORITES, TONALITES ET GABBROS
■	LEUCOGRANITES
■	MICROLEUCOGRANITES, GRANITES ET MICROGRANITES EN FILONS, SILLS OU STOCKS
■	UNITE DE GENIS
■	UNITE DE THIVIERS-PAYZAC
■	UNITE INFERIEURE DES GNEISS : ALTERNANCES DE PARAGNEISS PLAGIOCLASIQUES ET DE MICASCHISTES
■	UNITE INFERIEURE DES GNEISS : ECLOGITES ET PERIDOTITES SERPENTINISEES
■	UNITE INFERIEURE DES GNEISS : ORTHOGNEISS OELLES, LEPTYNITES ET FORMATIONS ANATEXITES
■	UNITE METAMORPHIQUE DE LA GARTEMPE : MICASCHISTES
■	UNITE METAMORPHIQUE DE LA GARTEMPE : ORTHOGNEISS ET MIGMATITES
■	UNITE PARAUTOCHTONE DES MICASCHISTES
■	UNITE SUPERIEURE DES GNEISS : ORTHOGNEISS ET COMPLEXES LEPTYNO-AMPHIBOLIQUES ASSOCIES, ANATEXITES
■	UNITE SUPERIEURE DES GNEISS : PARAGNEISS PLAGIOCLASIQUES A DEUX MICAS
■	ANATEXITES

Illustration 9 - Géologie simplifiée des formations anté-triasiques formant le socle en région Limousin (d'après la carte au 1/ 250 000 établie dans le cadre du projet SILURES)

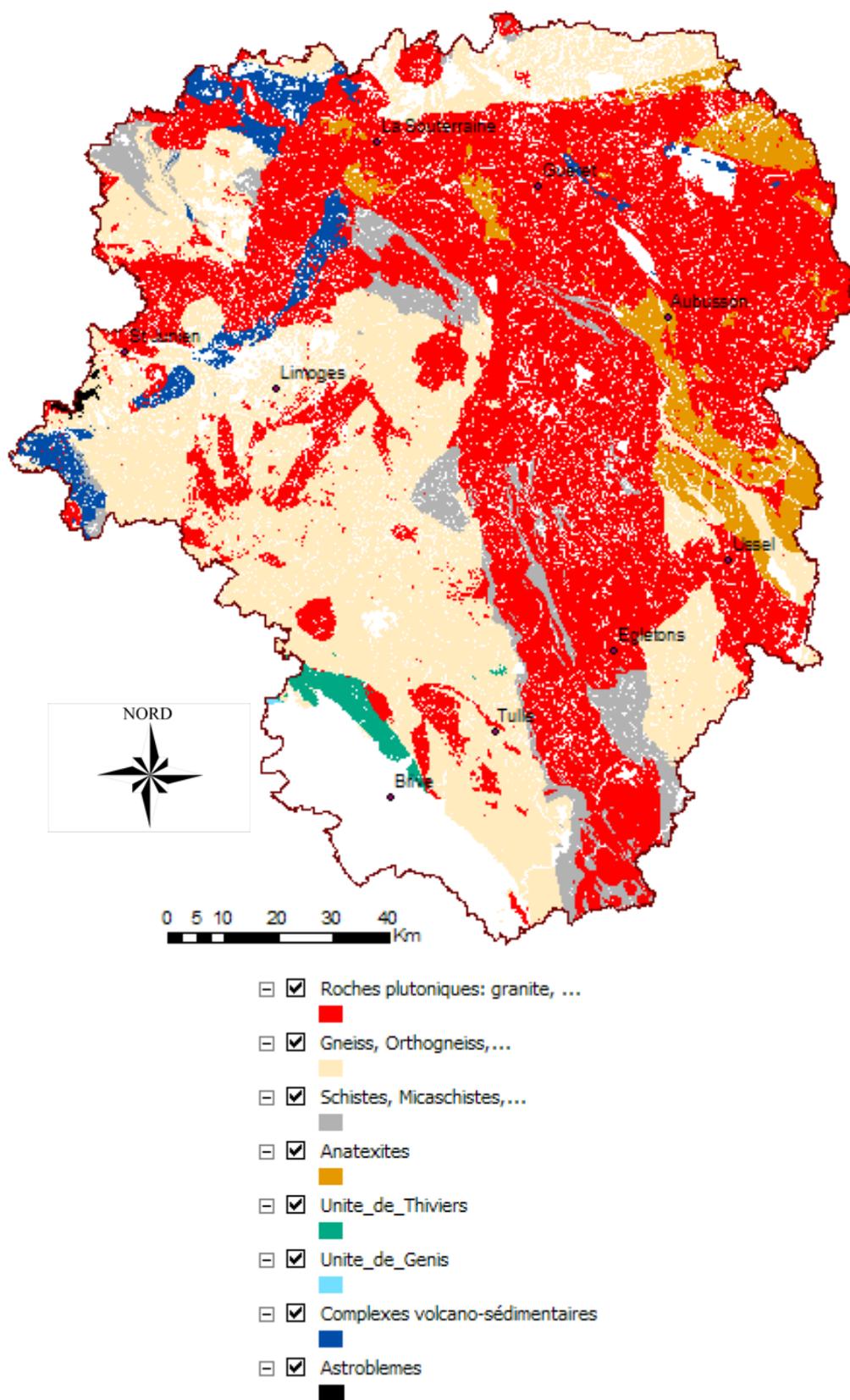


Illustration 10 – Simplification de la géologie du socle en région Limousin par regroupement des unités géologiques de l'illustration 9

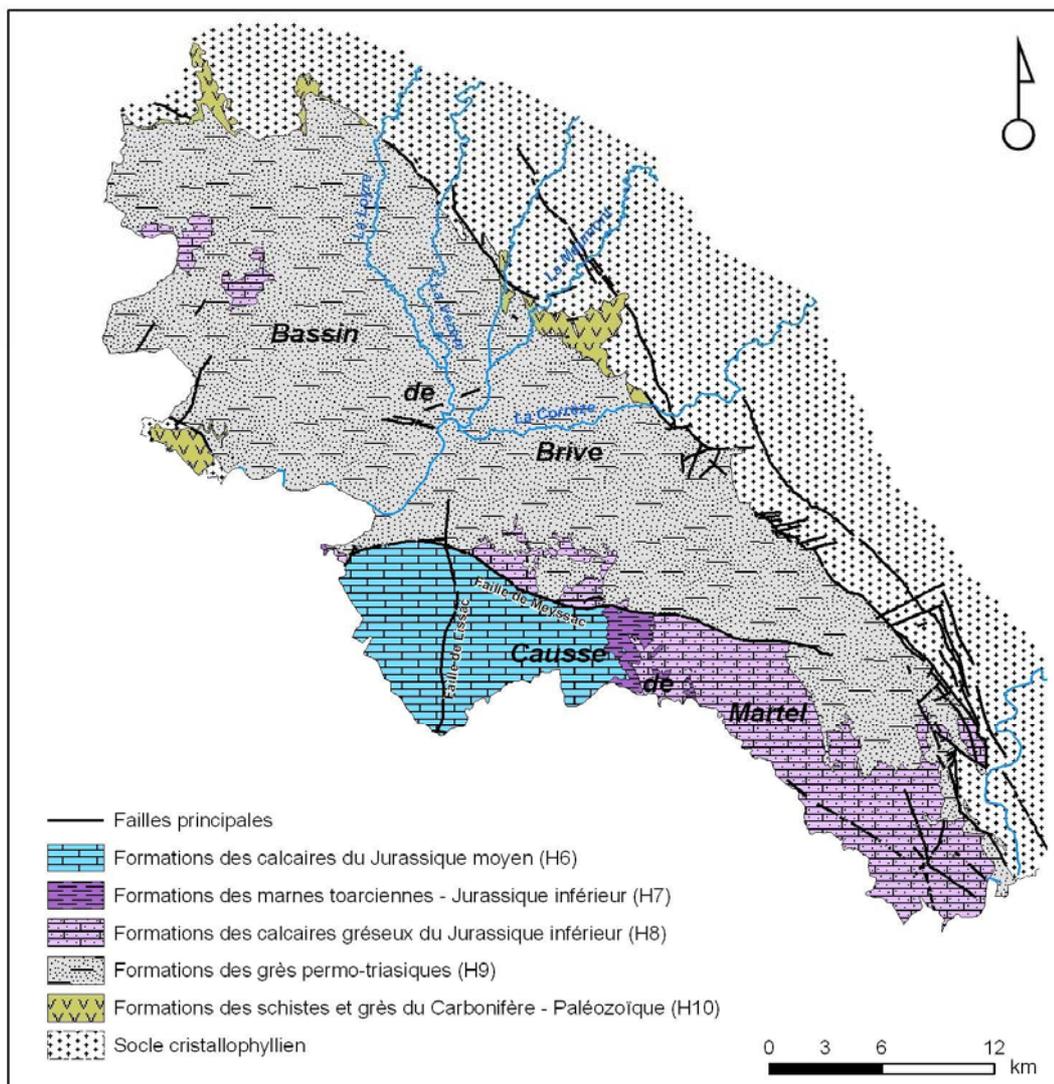


Illustration 11 - Schéma structural de la partie sédimentaire de la zone d'étude : Bassin de Brive et Causse de Martel

### 3.2. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Les données et documents utilisés pour mettre en œuvre le découpage sont les suivants (cf. aussi les Références bibliographiques) :

- Cartes géologiques et leurs notices :
  - Carte géologique à 1/250 000 de la région Limousin ;
  - Carte géologique à 1/250 000 de la région Poitou-Charentes ;
  - Cartes géologiques harmonisées à 1/50 000 de la Haute-Vienne (87), de la Creuse (23) et de la Corrèze (19) pour le Limousin et de l'Indre (36) et du Cher (18) pour la région Centre ;
  - Cartes géologiques vectorisées à 1/50 000 limitrophes ;
- BD Carthage : limites des bassins versants (régions, secteurs, sous-secteurs et zones hydrographiques) sur les bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne. Edition 2008, version du 22/07/08, téléchargée le 01/05/09 sur le site du Sandre.

Ces données ont été utilisées en Lambert II étendu (Systèmes Français - Méridien de Paris).

- BDRHF-V1 : limites des entités de niveau 1 (NV1).
- Les données hydrométriques des stations de mesures de la zone d'étude en domaine cristallophyllien extraites de la « Banque Hydro » au 01/07/2009.
- Les données de forage (coupes géologiques, mesures hydrauliques) extraits de la Banque de données du Sous-Sol inclus dans la zone d'étude.
- Atlas pétrolier du Bassin Aquitain.
- Les informations bibliographiques : rapports et notes du BRGM, rapports d'études externes, thèses (P. Marchet, 1991 et P. Muet, 1985) cités en bibliographie.

### 3.3. TABLEAUX MULTI-ÉCHELLES

Deux tableaux multi-échelles ont été construits, l'un pour le thème « Socle » (annexe 1), l'autre pour le thème « Sédimentaire » (annexe 2).

La construction d'un tableau multi-échelles est un préalable au découpage des entités, mais elle est néanmoins itérative et plusieurs versions se succèdent en général durant la phase de délimitation des entités.

#### 3.3.1. Le thème « Socle »

Les entités des 3 niveaux (NV1, NV2, NV3) résultent d'un découpage en bassins versants (extraits de la BD-Carthage, cf. § 3.4). Le tableau identifie :

**15 entités NV1, 42 entités NV2, 113 entités NV3**

Dans ce tableau multi-échelles, conformément au principe d'ordonnement des formations, toutes les entités ont le même ordre absolu d'apparition (2000), supérieur à l'ordre d'apparition le plus grand du tableau multi-échelles des formations du Sédimentaire, puisque celles-ci reposent sur le socle.

### 3.3.2. Le thème « Sédimentaire » et le thème « Volcanisme »

Le premier travail a consisté à établir une correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques.

Cette correspondance est réalisée en 2 étapes :

- 1) Dans une première étape, établissement de la correspondance stricte entre les entités hydrogéologiques de niveau régional et les formations géologiques régionales de la carte harmonisée de Corrèze à l'échelle 1/50 000.
- 2) Dans une deuxième étape, établissement de la correspondance entre les entités hydrogéologiques de niveau régional et les formations géologiques locales traversées en forages.

Pour les séries sédimentaires paléozoïques et mésozoïques du Bassin Aquitain, il a été tenu compte des travaux effectués en régions Midi-Pyrénées et Aquitaine.

A partir des données recueillies (mentionnées ci-dessus, § 3.1.), de la description des formations de la carte géologique harmonisée de Corrèze à l'échelle du 1/50 000 et des tableaux multi-échelles élaborés en région Midi-Pyrénées et Aquitaine, un log « hydrostratigraphique » synthétique a été construit (Illustration 12). Le tableau multi-échelle du thème Sédimentaire en a été directement déduit (Annexe 2).

#### Remarque :

Hormis les formations superficielles rangées dans la surcouche du référentiel, les formations volcaniques sont considérées comme les plus superficielles de la pile « hydrostratigraphique » (ordre d'apparition absolu le plus petit).



EXTRAIT CARTE GEOLOGIQUE HARMONISEE DE CORREZE 1/50 000			EQUIVALENCES (N°3)			LIBELLE PROVISOIR
CODE	NOTATION	DESCRIPTION	MPY	AGI	LIM	
24	pbSH	Pliocène : basaltes et brèches associées - volcanisme pliocène du Sillon Houllier	N/A	N/A	H5-1	UNITÉ VOLCANIQUES PIOCENE DU SILLON HOULLIER
25	pbolCa	Pliocène : basalte porphyrique riche en olivine - volcanisme pliocène supracantalien	D1A	NA	H5-2	UNITÉ VOLCANIQUES PIOCENES DU CANTAL
26	pb8Ca	Pliocène : basanite mélanocrate de type ankaramite - volcanisme pliocène supracantalien				
27	pb6Ca	Pliocène : basalte et basanite à texture doléritique - volcanisme pliocène supracantalien				
28	pb7olCa	Pliocène : basanite porphyrique à olivine - volcanisme pliocène supracantalien				
30	m5-Ca	Miocène supérieur (7 à 8 Ma) : phonolites de Bort-les-Orgues et brèches associées - volcanisme miocène du Cantal	H28A27	H88A3	H6-1	UNITÉ AQUIFERE DES CALCAIRES MICRITIQUES ET BIOCLASTIQUES DU BATHONIEN SUP
35	j3c	Bathonien supérieur : calcaires fins et bioclastiques	H28A28	H88A4	H6-2	UNITÉ AQUIFERE DES MARNO-CALCAIRES DU BATHONIEN
36	j3b3	Bathonien moyen : calcaires à bancs marneux				
37	j3b2	Bathonien moyen : calcaires en plaquettes et marnes noires				
38	j3b1	Bathonien moyen : calcaires oolithiques et bioclastiques				
39	j3a	Bathonien inférieur : calcaires sublitographiques et marnes noires, laminites plus abondantes au sommet	H28A29	H88A5	H6-3	UNITÉ AQUIFERE DES CALCAIRES BIOCLASTIQUES ET OOLITHIQUES DU BAJOCIEN
40	j2	Bajocien : calcaire oolithique massif				
41	j1	Aalénien : calcaire roux finement bioclastique sur lumachelle à Gryphaea beaumonti (encore toarcienne)	H29A1	H89A1	H7-1	UNITÉ IMPERMÉABLE DES MARNES NOIRES DU TOARCIEN EN ADOUR-GARONNE
42	i4	Toarcien : marnes noires devenant calcaires au sommet	H30A1	H100A3	H6-1	UNITÉ AQUIFERE DES CALCAIRES GRÉSEUX DU DOMÉRIEN SUPÉRIEUR EN ADOUR-GARONNE
43	i3b2	Domérien supérieur : calcaire bioclastique et gréseux roux, Gryphées et Pectens nombreux				
44	i3b1	Domérien inférieur : marnes noires micacées	H30A2	H100A2	H6-2	UNITÉ SEMI-PERMEABLE DES MARNES ET CALCAIRES ARGILEUX DU CARIXIEN ET DOMÉRIEN INFÉRIEUR
45	i3a	Carixien : calcaire gréseux fin ou alternances de calcaires marneux et de marnes				
46	i2a-b	Sinémurien (formations de Planioles et de Cavagnac) : calcaires micritiques à microrhythmes (40-50 m), calcaires gréseux (<5 m)	H30A3	H100A1	H6-3	UNITÉ AQUIFERE DES GRÈS ET CALCAIRES DE L'HETTANGIEN ET SINÉMURIEN EN ADOUR-GARONNE
47	i2b	Sinémurien supérieur : alternance de calcaires oolithiques et de calcaires sublitographiques				
48	i2a	Sinémurien inférieur : alternances de calcaires et de dolomies				
49	i1c-2a	Sinémurien inférieur : calcaires et dolomies (i2a). Hettangien supérieur : dolomies (i1c)				
50	i1c	Hettangien supérieur (Formation de Capdenac) : brèches, cargneules et dolomies argileuses litées (50 m)	H32B1	H102A1	H6-1	UNITÉ SEMI-PERMEABLE DES GRÈS ET CONGLOMÉRATS DU PERMO-TRIAS EN ADOUR-GARONNE
51	i1b	Hettangien inférieur (Formation du Maillet) : argiles vertes et noires et dolomies en dalles (2-20 m)				
52	i1a	Hettangien basal (Formation de la Madeleine) : grès (70 m)				
54	t	Trias : conglomérats et grès blancs				
55	r2-3	Saxono-Thuringien : Grès de Louignac	H33A1 + H33A2	H103A1	H10-1	UNITÉ SEMI-PERMEABLE DES GRÈS, CONGLOMÉRATS ET SCHISTES STÉPHANIENS EN ADOUR-GARONNE
56	r2-3c	Saxono-Thuringien : Grès de la Ramière et Argiles de Stolan				
57	r2-3b	Saxono-Thuringien : Grès de Meyssac et Argiles de la Bitarelle				
58	r2-3a	Saxono-Thuringien : Grès de Grammont				
59	r1	Autunien : Indifférencié				
60	r1GB	Autunien : Grès gris de Brignac				
61	r1GRS	Autunien : Grès rouges de Brive et Grès rouges supérieurs, Grès de Villac				
62	r1C	Autunien : niveau calcaire supérieur				
63	r1GW	Autunien : Grès à Walchia				
64	r1CSA	Autunien : Calcaire de Saint-Antoine				
65	r1GRI	Autunien : Grès de GrandRoche et Grès rouges inférieurs				
66	h5P(?)	Stéphanien (?): Formation non consolidée à blocs arrondis monogéniques de toutes tailles, avec matrice sableuse	H33A1 + H33A2	H103A1	H10-1	UNITÉ SEMI-PERMEABLE DES GRÈS, CONGLOMÉRATS ET SCHISTES STÉPHANIENS EN ADOUR-GARONNE
67	h5	Stéphanien : conglomérats, schistes et grès houillers				
68	h5A	Stéphanien inférieur : arkoses				
69	h5SG	Stéphanien inférieur : schistes et grès				
70	h5P	Stéphanien inférieur : poudingues				
71	h5r	Stéphanien (?): paléovolcanites (trachytes, rhyolites) < 10 mètres				

Illustration 12 - Log hydrostratigraphique du thème Sédimentaire en région Limousin, établi à partir des correspondances entre les formations sédimentaires en région Limousin et les entités identifiées en région Midi-Pyrénées et Aquitaine.



### 3.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SOCLE

#### 3.4.1. Rappel de la méthodologie préconisée dans le guide national

##### Entités NV1

Le découpage est réalisé en suivant les bassins versants des grands cours d'eau. Eventuellement, les petits bassins côtiers peuvent être regroupés en ensemble. L'échelle de découpage doit aboutir à des entités de niveau national NV1 d'une superficie de l'ordre de quelques milliers de km<sup>2</sup> (3 000 à 5 000 km<sup>2</sup> environ).

La délimitation des entités est faite à partir de la BD-Carthage sur la base de la région hydrographique ou du secteur.

##### Entités NV2

Le découpage se fait aussi par bassin versant. La démarche préconisée nécessite des données de débit en nombre suffisant : stations de jaugeages bien réparties, historiques de mesures d'une demi-douzaine d'années au moins. Elle repose sur la notion de débit spécifique d'étiage (QES) qui est le rapport VCN10 / superficie du bassin versant (le VCN10 est la moyenne des débits les plus bas de l'année sur une période de dix jours consécutifs). Quatre étapes sont prévues dans la méthodologie :

- découpage par subdivision des bassins versants NV1, sur la base de critères morphologiques ;
- caractérisation du QES des bassins versants disposant de jaugeages (critère hydraulique) ;
- affectation d'un QES à chaque entité issue de l'étape 1 ci-dessus (critère hydraulique) ;
- regroupement des entités NV2 caractérisées par la même classe de ressource en eau, en visant une taille optimum des entités NV2 (perspective : critère de gestion).

##### Entités NV3

Dans le guide méthodologique, 3 critères principaux sont proposés :

- 1) **l'épaisseur d'altérites et du milieu fracturé** ;
- 2) **la lithologie**, critère indirect de la « qualité » hydrogéologique des altérites et de l'horizon fissuré. C'est le critère le plus susceptible d'être utilisé ;
- 3) **le débit spécifique des forages** ; ce critère suppose qu'il existe suffisamment de forages et de données associées, ce qui n'est pas le cas général.

#### 3.4.2. Difficultés d'application

Cette méthodologie de découpage des niveaux 2 et 3, inspirée du contexte de la Bretagne, n'est pas applicable dans de nombreuses régions :

- peu de données,
- morcellement des formations,
- cartes géologiques non harmonisées ou manquantes.

En particulier, pour le niveau 3, il n'est pas toujours possible d'utiliser le critère « *altérites* », comme déjà mentionné dans le rapport de restitution du travail fait dans les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe (rapport BRGM/RP-56954, Mars 2009, page 65) :

*« Au niveau des entités de niveau NV3, un recouvrement peut exister : quand elles existent, les altérites sont situées au-dessus de l'horizon fissuré des roches de socle (ces deux couches sont potentiellement aquifères). Comme les altérites n'ont été levées que sur certaines cartes géologiques et sur la base de connaissances anciennes hétérogènes, ces formations ne peuvent faire l'objet d'un traitement abouti au niveau NV3. Les placages importants cartographiés sont néanmoins pris en compte dans la partie « sédimentaire » du travail réalisé.*

*Les altérites présentent pourtant un intérêt non négligeable sur le plan hydrogéologique en domaine de socle. L'amélioration de la connaissance de ces formations (levé homogène à l'échelle départemental) permettrait de mettre à jour le référentiel mais aussi de mieux appréhender les ressources en eau souterraine de socle ».*

### Cas du Limousin

Sur l'ensemble de la région Limousin (16 942 km<sup>2</sup>), les informations compilées (données BSS, et documents consultés) n'ont permis de recueillir que 387 valeurs de débit spécifique (illustration 13), soit environ 1 donnée pour 64 km<sup>2</sup>.

En comparaison, en Bretagne, pour le projet « SILLURES Bretagne », l'étude a été menée sur 10 649 valeurs de débits spécifiques, pour une superficie de la région de 28087 km<sup>2</sup>, soit environ 1 donnée pour 2,6 km<sup>2</sup>.

### Alternative de découpage

La méthode, applicable à l'ensemble du territoire pour le découpage de niveau 3, consiste à subdiviser les « entités - bassins versants » de niveau 2 en sous - bassins (sous-secteurs ou Zones-Hydrographiques BD-Carthage), à les caractériser en fonction des données disponibles (lithologie, hydrogéologie) et à les regrouper éventuellement lorsque des bassins voisins présentent une similitude relativement aux descripteurs utilisés pour les caractériser.

### **3.4.3. Démarche suivie en région Limousin**

La première étape du découpage des entités de socle a été d'établir la limite socle – sédimentaire sur le pourtour du secteur d'étude. Ces contours ont été tracés à partir des cartes harmonisées à 1/50 000 disponibles pour les régions Centre et Limousin, des cartes vectorisées à 1/50 000 des départements de la Vienne et de la Dordogne et de la carte géologique vectorisée du Poitou-Charentes à 1/250 000.

Les entités transrégionales ont été prolongées vers les régions Poitou-Charentes, Centre et Auvergne.

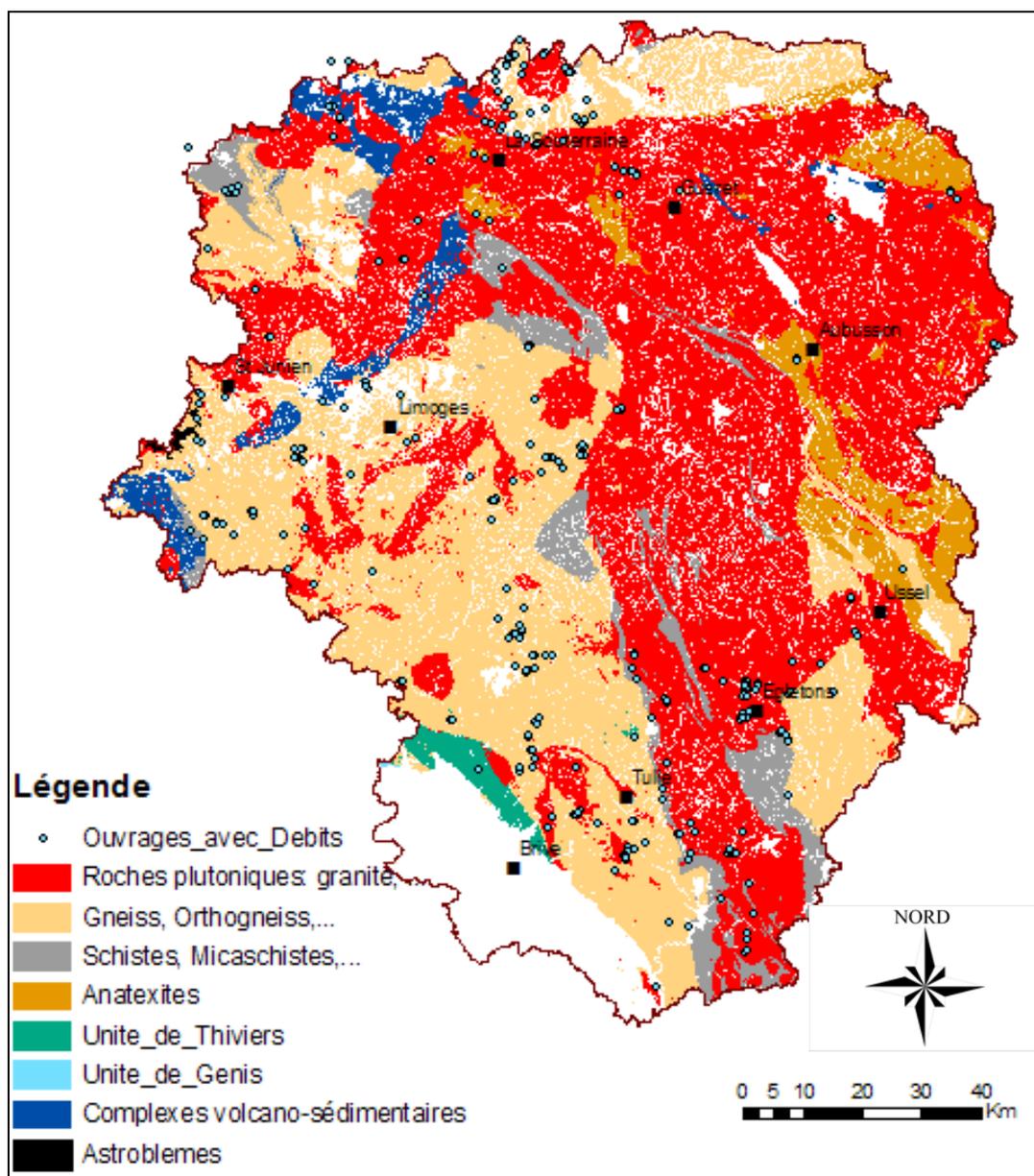


Illustration 13 – Localisation des forages caractérisés par une valeur de débit spécifique (387 forages)

### 3.4.3.1. Entités NV1

Elles ont été constituées à partir des **secteurs hydrographiques** de la BD Carthage pour les bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne (tableau de l'illustration 14).

BASSIN	SECTEUR	LIBELLE
LOIRE-BRETAGNE	K2	<i>l'Allier de sa source à la Dore (nc)</i>
	K3	<i>l'Allier de la Dore (nc) à la Loire (nc)</i>
	K5	<i>le Cher de sa source à l'Arnon (nc)</i>
	K6	<i>le cher de l'Arnon (nc) à la Loire &amp; la Loire du Cher à l'Indre (nc)</i>
	K7	<i>l'Indre de sa source à la Loire &amp; la Loire de l'Indre à la Vienne (nc)</i>
	L0	<i>la Vienne de sa source au Goire (nc)</i>
	L1	<i>la Vienne du Goire (nc) au Clain (nc)</i>
	L2	<i>le Clain &amp; ses affluents</i>
	L4	<i>la Creuse de sa source à la Gartempe (nc)</i>
	L5	<i>la Gartempe &amp; ses affluents</i>
ADOUR-GARONNE	P0	<i>La Dordogne de sa source au confluent de l'Auze</i>
	P1	<i>La Dordogne du confluent de l'Auze (incluse) au confluent de la Cère (incluse)</i>
	P2	<i>La Dordogne du confluent de la Cère au confluent de la Vézère</i>
	P3	<i>La Vézère de sa source au confluent de la Corrèze (incluse)</i>
	P4	<i>La Vézère du confluent de la Corrèze au confluent de la Dordogne</i>
	P6	<i>L'Isle de sa source au confluent de la Dronne</i>
	P7	<i>La Dronne</i>
	R0	<i>La Charente de sa source au confluent de la Tardoire</i>
	R1	<i>La Bonnieure</i>

Illustration 14 - Tableau récapitulatif des secteurs hydrographiques sélectionnés

La limite socle – sédimentaire sur le pourtour de la région (nord, ouest et sud) a été tracée à partir des cartes harmonisées à 1/50 000 disponibles pour les régions Centre et Limousin, des cartes vectorisées à 1/50 000 des départements de la Vienne et de la Dordogne et de la carte géologique vectorisée de Poitou-Charentes à 1/250 000. Les

bassins de la BD Carthage préalablement sélectionnés ont ensuite été découpés selon ce contour.

**Au total, 15 entités NV1 de socle ont été retenues** (Illustration 15), codifiées et renseignées dans le tableau multi-échelles.

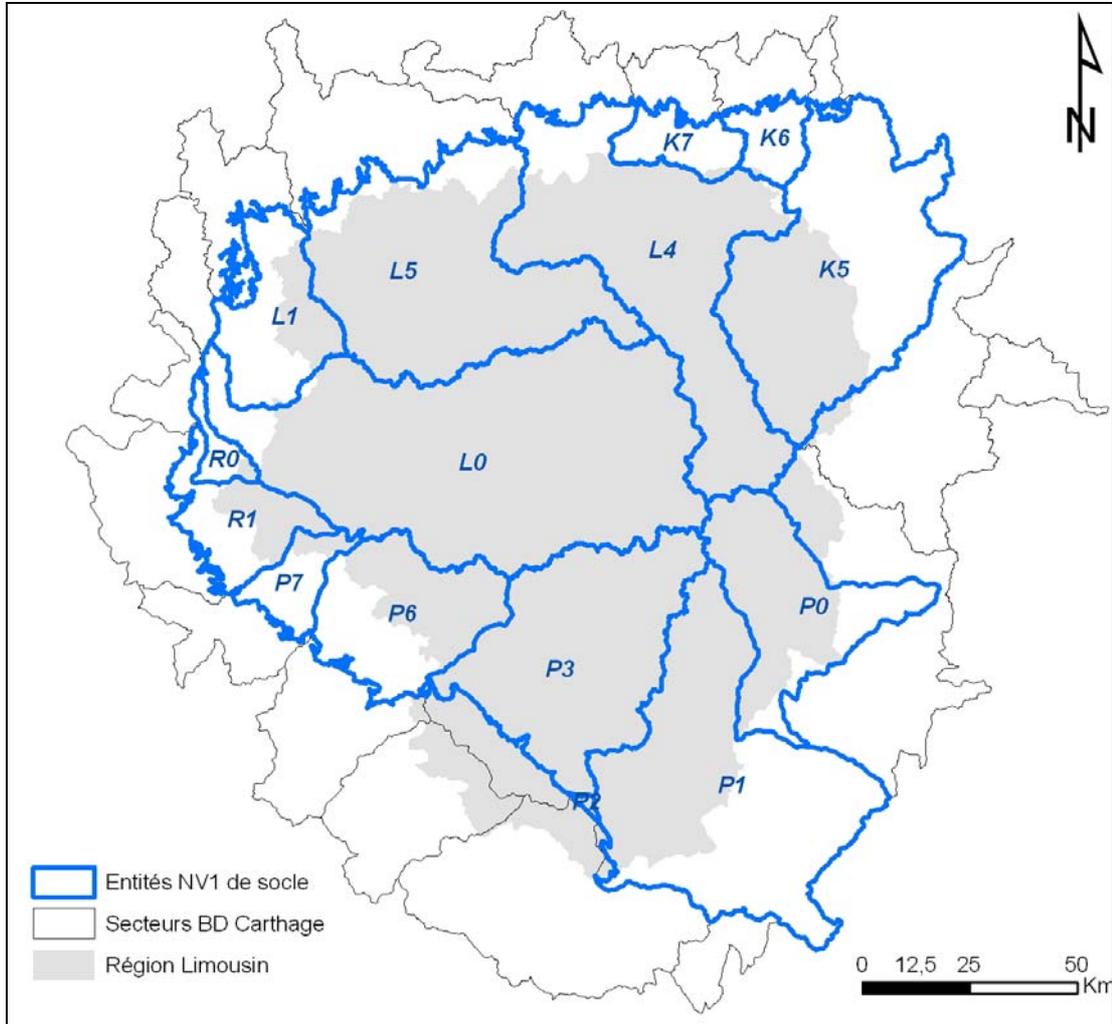


Illustration 15 – Entités du socle de niveau 1

### 3.4.3.2. Entités NV2

La délimitation des entités NV2 a nécessité plusieurs étapes :

- subdivision des entités NV1 selon les contours des sous-secteurs hydrographiques de la BD Carthage ;
- calcul du débit d'étiage spécifique (QES en l/s/km<sup>2</sup>, défini au § 3.4.1 ci-dessus) sur les stations hydrométriques situées le plus à l'aval des cours d'eau et, si possible, avec un historique de données d'au moins 10 ans ;
- regroupement des bassins contigus situés dans la même entité NV1 et de même classe de QES.

Les stations hydrographiques utilisables ne permettant de caractériser que 14 sous-secteurs hydrographiques de la BD Carthage sur les 96 compris dans les entités NV1, il a été décidé d'exploiter également les stations qui renseignaient des bassins versants plus étendus (regroupant plusieurs sous-secteurs) ainsi que les bassins versants de plus petite surface (regroupant une ou plusieurs zones hydrographiques). Ainsi, 57 bassins versants dont beaucoup se recouvrent, ont pu être caractérisés.

Les **débits d'étiage spécifiques** ont été calculés à partir des VCN10 et des superficies des bassins (données DIREN) pour les 57 bassins versants sélectionnés. (illustrations 16 et 17). Pour ce traitement, les stations hydrométriques sélectionnées sont celles situées le plus à l'aval des cours d'eau, et avec au moins 10 années de mesures si possible. Les bassins versants de la BD Carthage ne correspondant généralement pas aux bassins versants des stations de jaugeage, une tolérance a été admise : superficie équivalente à +/- 10 %.

Le tableau de codification des bassins a été complété pour y intégrer les valeurs du débit d'étiage spécifique et le nom de la station ayant permis le calcul.

Pour la détermination des seuils de QES, l'avis d'un expert (Patrick Fayard, DIREN Limousin, SEMA / Cellule hydrométrique) a été pris en compte. Ce dernier a jugé de la pertinence des seuils définissant les quatre classes de QES mais surtout il a écarté les cours d'eau sous influence anthropique (barrages ou prélèvements). Après ce premier tri, seulement 40 stations se sont avérées exploitables. En effet, celles localisées sur le cours de la Dordogne, de la Vézère, de la Vienne, du Taurion, de la Gartempe se sont révélés inutilisables à cause de la gestion anthropique des cours d'eau.

Les regroupements effectués et le découpage final ont été soumis la DIREN Limousin (Patrick Fayard, SEMA / Cellule hydrométrie).

Au total, **42 entités NV2 ont été différenciées** (illustration 18).

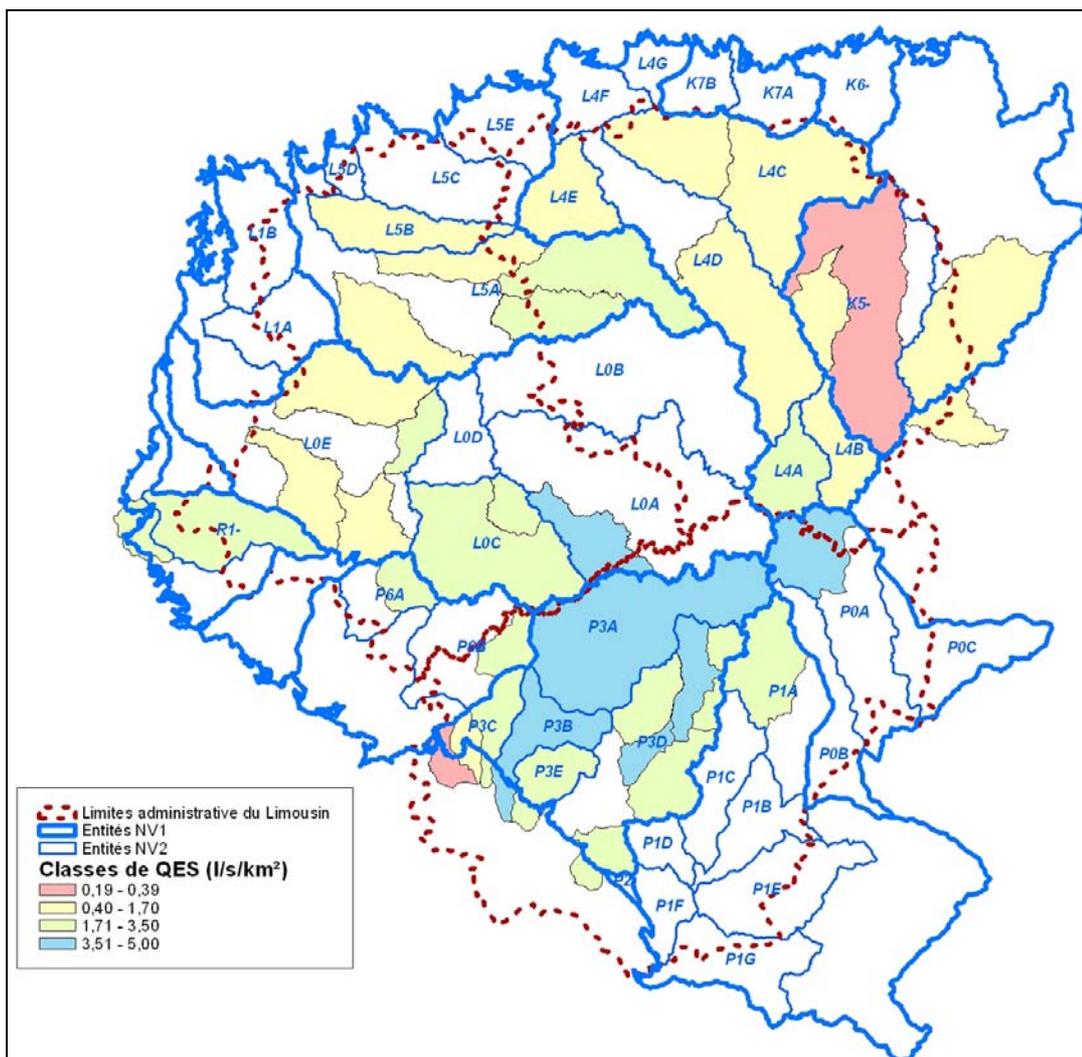


Illustration 16 – Entités du socle de niveau 2

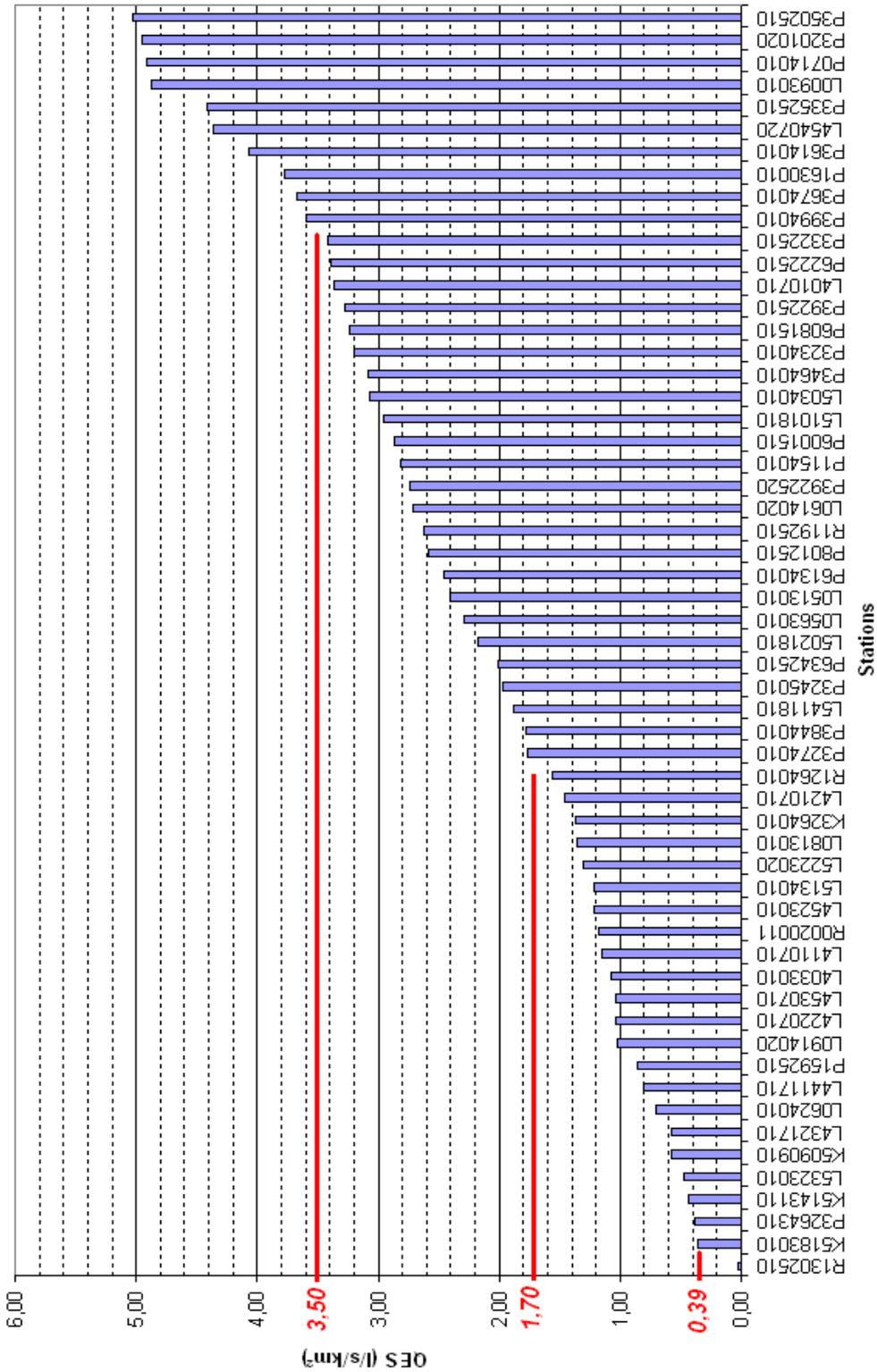


Illustration 17 – Classement des débits spécifiques d'étéage.

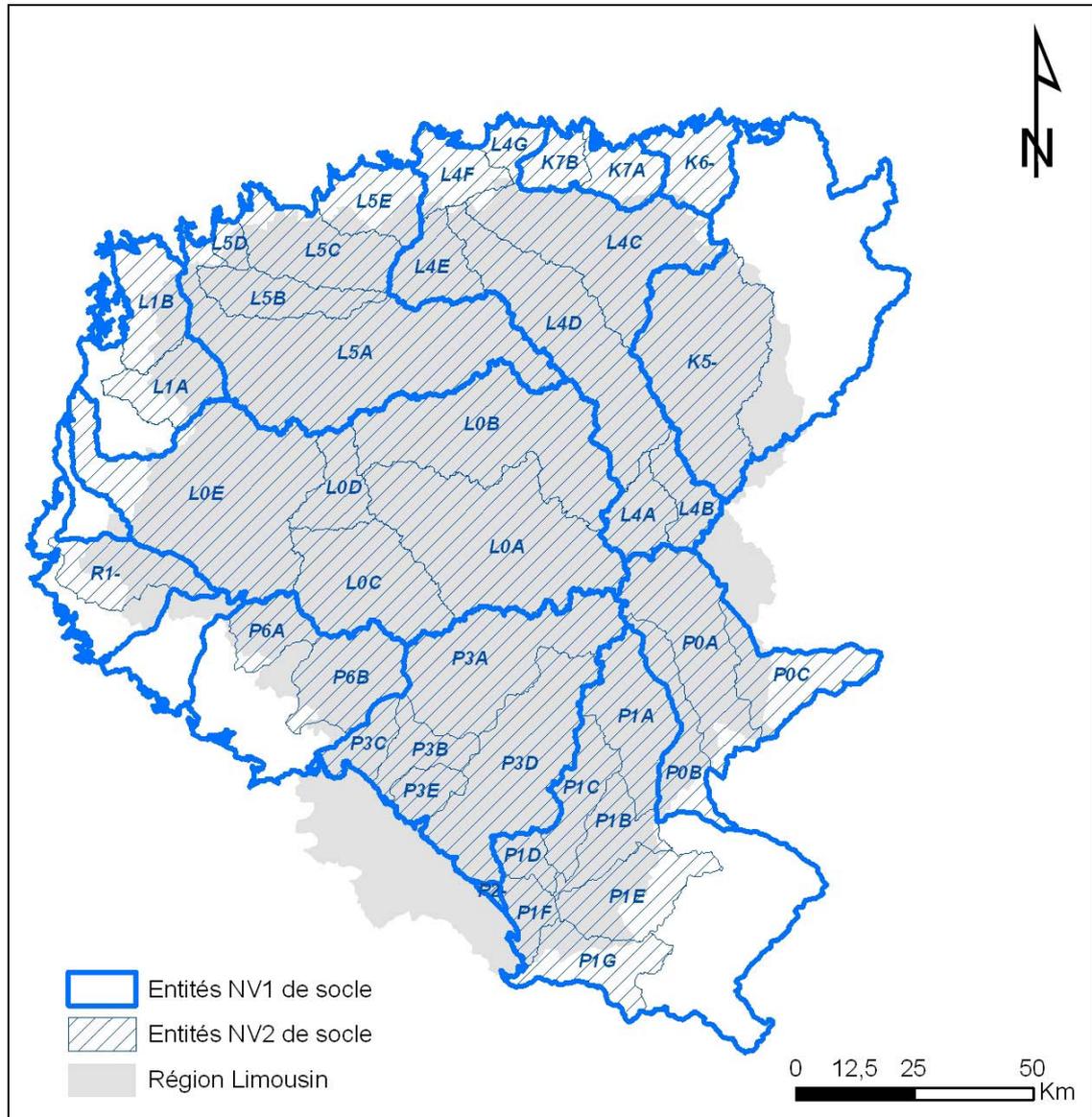


Illustration 18 - Entités du socle de niveau 2

### 3.4.3.3. Entités NV3

La complexité des formations cristallophylliennes du Massif central et le manque de données n'a pas permis d'appliquer la méthodologie initialement préconisée pour le découpage des entités NV3 de socle et appliquée en année 2 du projet dans les départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire.

Comme indiqué au § 3.4.2, le découpage des entités NV3 a donc été réalisé par subdivisions des bassins versants NV2 (BV-NV2) en partant des zones hydrographiques (ZH) de la BD Carthage.

Ces zones hydrographiques ont été regroupées au sein d'une même entité NV2 si, pour deux unités contiguës :

- la lithologie dominante était similaire. Cette lithologie a été établie à partir de la cartographie géologique régionale à l'échelle du 1/250 000 (projet SILURES Limousin) ; deux classes ont été constituées regroupant :
  - les **formations métamorphiques** : schistes, micaschistes, paragneiss, leptynites, orthogneiss, anatectites, amphibolite, ainsi que tous les intermédiaires (complexe leptyno-amphibolique, paragneiss fin, orthogneiss migmatitique, etc.) ;
  - les **formations plutoniques** : leucogranite, granite, granodiorite, monzogranite, syénite, monzonite, diorite ainsi que tous les intermédiaires.
- la morphologie du bassin versant était similaire (taille, allongement, densité du réseau, etc.).

Un exemple de regroupement est présenté par l'illustration 19.

A l'issue de ce traitement, **113 entités NV3 ont pu être délimitées** (illustration 20) avec une superficie comprise entre 6 et 610 km<sup>2</sup>. Lorsque ces entités appartenaient à des unités géomorphologiques particulières du Limousin, celles-ci ont été précisées dans le libellé de l'entité NV3.

#### Remarque

Les formations détritiques du Stéphaniens et du Cénozoïque remplissant les bassins d'effondrement intra-cristallins, bien qu'étant d'origine sédimentaire, sont traitées dans le thème Socle et ont prises en compte dans la caractérisation des entités NV3 (Annexe 1) pour plus de cohérence.

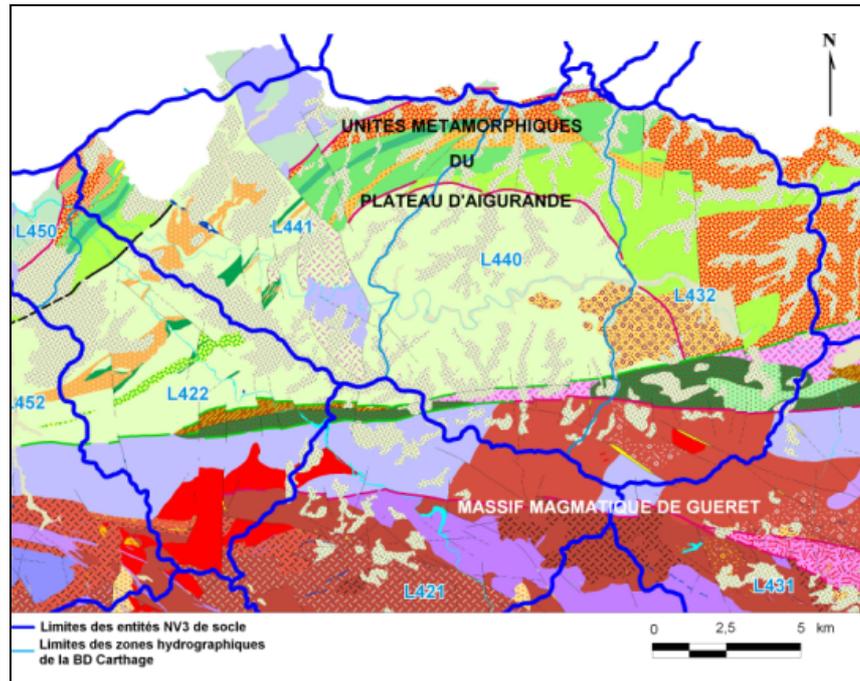


Illustration 19 – Exemple de regroupement de bassins versants pour former une entité NV3

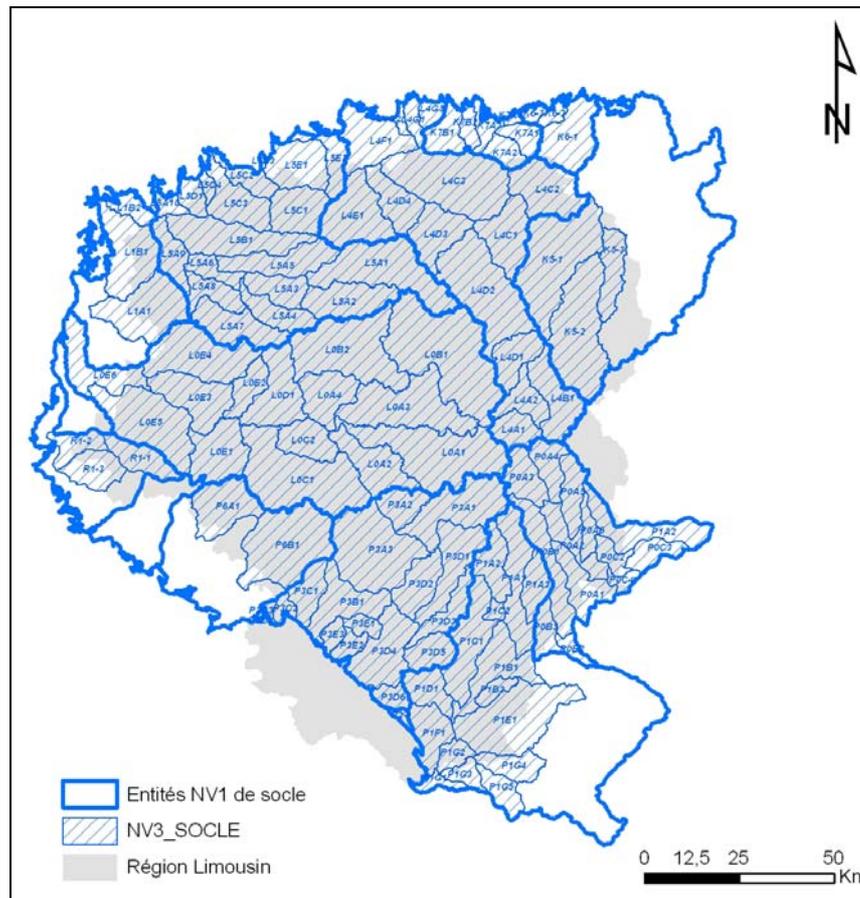


Illustration 20 - Entités du socle de niveau 3

### 3.4.4. Le potentiel aquifère du socle du Limousin

#### 3.4.4.1. Cartographie du potentiel aquifère du Limousin

Les entités NV3 délimitées ont pu être caractérisées en utilisant la carte du « *Potentiel hydrogéologique* » du Limousin réalisée dans le cadre du projet SILURES Limousin module 1 (rapport BRGM RP-57901-FR).

Cette carte des potentialités a été obtenue par croisement entre une carte des potentialités aquifères théoriques (établie d'après des critères pétrographiques) et une carte de l'âge de l'altération des formations.

Les formations sédimentaires (Bassin de Brive, petits bassins carbonifères, alluvions, formations superficielles) ont été exclues de la cartographie; les filons aussi, en raison de leur petite taille.

Pour hiérarchiser les terrains en fonction de leur potentiel aquifère, 5 classes de « favorabilité » ont été définies (tableau de l'illustration 21 et carte de l'illustration 22).

Les formations géologiques situées dans l'emprise des profils d'altération antérieurs au Lias ont été affecté d'un code de favorabilité de 1 (défavorable), quelle que soit leur composition pétrographique.

code	Légende	Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Superficie totale (%)
0	Formations non concernées par la classification (formations sédimentaires, formations superficielles, filons)	2 315	13,5
1	Défavorable	741	4,3
2	Peu favorable	1 399	8,1
3	Favorable	4 547	26,4
4	Très favorable	4 950	28,8
5	Extrêmement favorable	3 252	18,9
<b>total</b>		17 204	100

Illustration 21 – Potentiel aquifère du socle exprimé par 5 classes de favorabilité.

Les formations favorables, très favorables et extrêmement favorables couvrent 12 750 km<sup>2</sup>, soit 74 % de la superficie totale de la région ; les formations très favorables et extrêmement favorables couvrent 8 200 km<sup>2</sup>, soit 48 % de la superficie totale de la région.

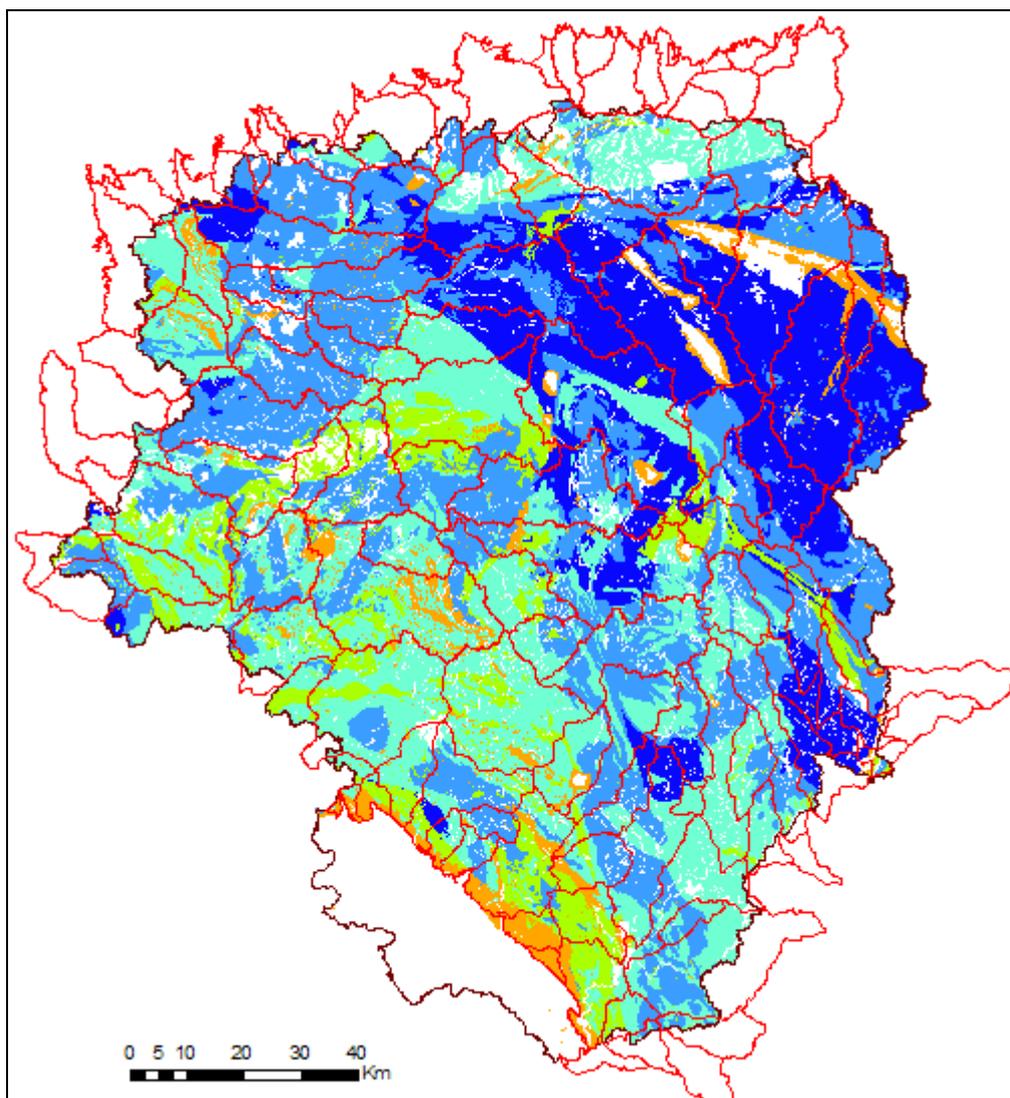


Illustration 22 – « Potentiel hydrogéologique » des formations de socle du Limousin  
(Projet SILURES Limousin, rapport BRGM RP-57901-FR)

#### 3.4.4.2. Caractérisation des entités NV3 par le critère favorabilité

Cette caractérisation a été faite avec Arc Gis par intersection de la carte du « potentiel hydrogéologique » (figure 23) avec la carte des entités NV3. Puis, une suite d'opérations :

- sélections des polygones élémentaires par classe de « favorabilité »,
- « récapitulations » par entité NV3, conduisant à des tables (non géométriques) où chaque entité est caractérisée par un pourcentage de « favorabilité »,
- jointures successives de ces tables avec la table des entités NV3,

permet d'aboutir à une carte et à une table attributaire associée où chaque entité NV3 est caractérisée par un pourcentage de « favorabilité » (illustration 23). Les classes de favorabilité 4 et 5 ont été regroupées, de même que les classes 1 et 2.

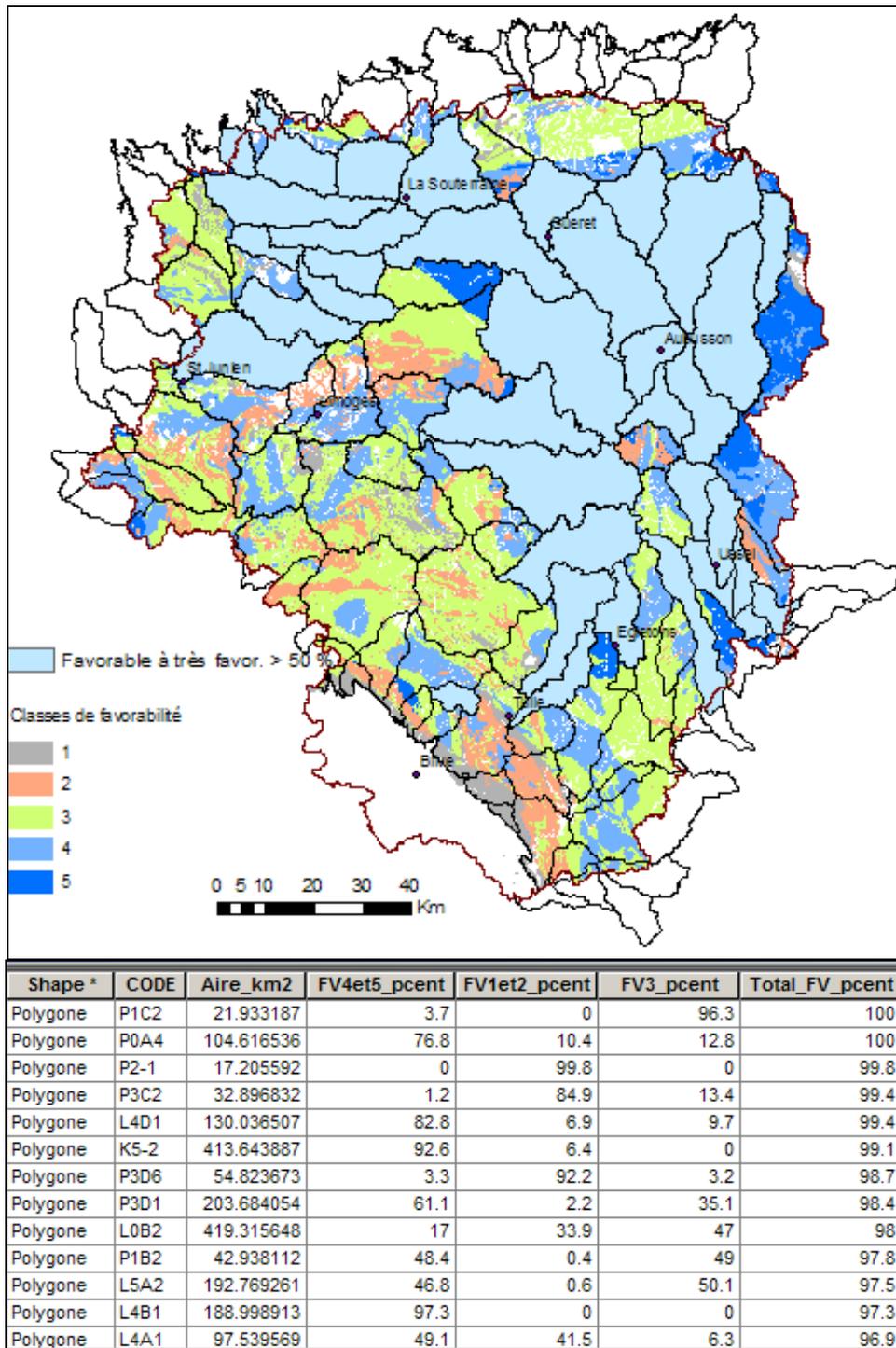


Illustration 23 – Caractérisation des entités NV3 de socle par leur potentiel aquifère (critère « favorabilité » issu du projet SILURES Limousin)

### 3.5. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME SÉDIMENTAIRE

Les parties affleurantes de chaque entité identifiée dans le tableau multi-échelles ont été extraites de la carte géologique harmonisée vectorisée au 1/50 000 de la Corrèze. Ces polygones sont ensuite regroupés dans une couche SIG propre à chaque entité et fusionnés (une entité = 1 table). Le découpage de ces parties affleurantes a parfois nécessité une extension de leurs contours, principalement sous les alluvions récentes, les éboulis, colluvions, .... Le travail de découpage a été réalisé avec Arc Gis.

L'extension latérale des parties sous couvertures a été définie à partir des données des forages extraits de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), de l'atlas pétrolier de la « *Géologie du Bassin Aquitain* », des travaux réalisés dans le cadre du Référentiel Hydrogéologique pour les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine et des thèses de P. Marchet (1991) et P. Muet (1985) traitant plus particulièrement du Causse de Martel. Au sud, les entités ont été découpées par la limite administrative régionale, le relai étant pris par les travaux effectués dans les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées.

#### 3.5.1. Formations du Paléozoïque (Carbonifère et Permien) et du Trias

Ces formations, les plus anciennes en Limousin pour le thème sédimentaire, apparaissent à la faveur de bassins compartimentés par des failles et enclavés dans le socle cristallophyllien ou formant sa bordure. Seules les formations de grande extension, affleurant largement au niveau du Bassin de Brive et se prolongeant sous le Causse de Martel (Corrèze), ont été intégrées dans le thème Sédimentaire.

Remarque : les grabens intra-cristallins ont été rattachés au thème Socle.

##### • Les formations du Carbonifère (Stéphanien)

Les formations du Carbonifère se présentent sous la forme d'épandages volcano-détritiques rhyolitiques ou trachytiques de faible épaisseur (< 10 mètres) surmontés par un conglomérat de base. Il en résulte une importante série de dépôts détritiques schisto-gréseux et arkosiques à intercalations riches en houille.

Une seule entité, classée semi-perméable, a été délimitée au niveau local : **H10-1** (Illustration 24). Aucun forage n'a permis d'établir leur extension latérale sous les formations du Permien.

##### • Les formations du Permo-Trias (Permien et Trias)

Les formations du Permien et du Trias sont largement représentées dans le Bassin de Brive et leur extension est vraisemblable sous le Causse de Martel. Les dépôts détritiques permieniens sont majoritairement représentés par des formations gréseuses lenticulaires au sein desquelles alternent des bancs lenticulaires de grès argileux, de psammites et des niveaux plus calcaires voire bitumineux. Les conglomérats et grès blancs du Trias, constituent avec les formations permieniens sous-jacentes un puissant aquitard.

Une seule unité, classée semi-perméable a été délimitée pour cet ensemble : **H9-1** (Illustration 25).

La faille de Meyssac, délimitant le Bassin de Brive et le Causse de Martel, décale ces formations en profondeur. La continuité et la présence de cette entité sous les formations d'âge Jurassique du Causse de Martel n'est pas avérée. Mais, conformément aux données de l'atlas « *Géologie du Bassin Aquitain* » et au Référentiel Hydrogéologique de la région Midi-Pyrénées, cette entité est supposée continue vers le sud jusqu'à la limite de la zone d'étude.

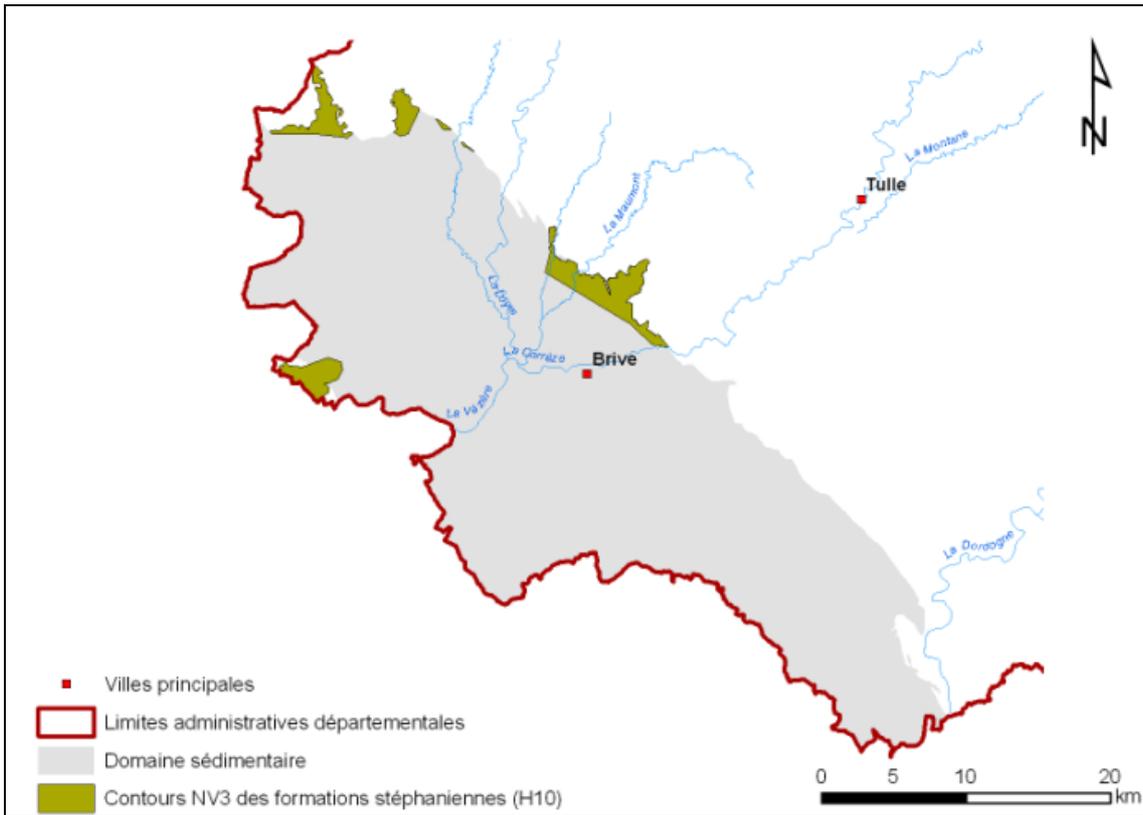


Illustration 24 – Entité NV3 regroupant les formations du Stéphanien

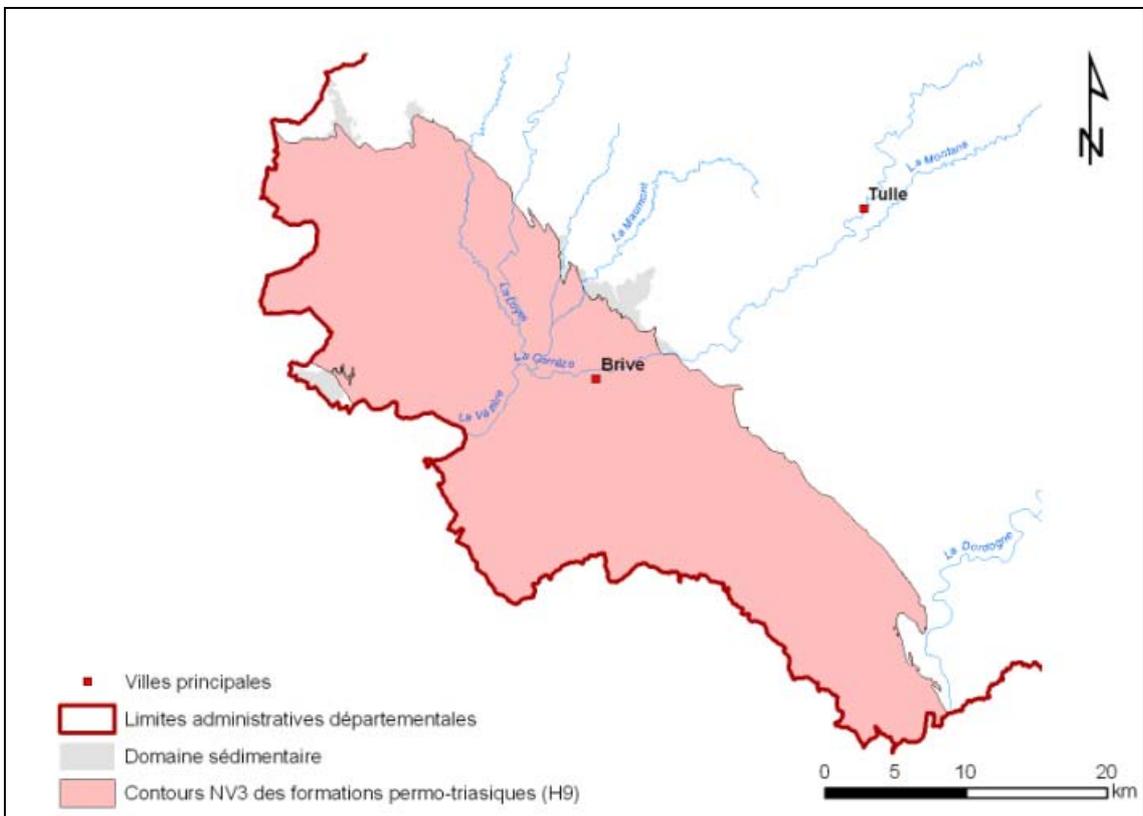


Illustration 25 – Entité NV2 correspondant aux formations permo-triasiques

### 3.5.2. Formations du Jurassique

Les formations du Jurassique occupent l'extrême sud-ouest du département de la Corrèze. Elles recouvrent une petite partie des formations permotriasiennes du Bassin de Brive au nord de la faille de Meyssac et elles s'étendent vers le sud pour former le Causse de Martel qui se prolonge jusqu'à la Dordogne en région Midi-Pyrénées.

Les formations les plus basales, reposant sur l'aquitard permotriastique, s'enfoncent rapidement et profondément dans le Bassin Aquitain, ce qui rend difficile leur délimitation. Le découpage s'est appuyé sur les travaux effectués dans les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine.

#### • Les formations aquifères du Jurassique inférieur (Lias inférieur et moyen)

Les formations aquifères du Lias inférieur à moyen sont décrites comme un ensemble de type multicouche délimité par les unités imperméables ou semi-perméables du Trias, du Pliensbachien (Carixien à Domérien moyen) et du Toarcien. Ce sont les seules formations d'âge Jurassique identifiées au nord de la faille de Meyssac.

La première entité aquifère correspond aux grès et calcaires de l'Hettangien – Sinémurien (**H8-3**) dont le mur semi-perméable est constitué par les formations détritiques du Trias. Les marno-calcaires du Carixien et du Domérien inférieur forment le toit semi-perméable de cette entité (**H8-2**), la séparant de l'entité aquifère des calcaires gréseux du Domérien supérieur (**H8-1**).

Ces deux entités aquifères, délimitées par une entité semi-perméable, ont été discriminées à l'échelle locale (NV3) et regroupées à l'échelle régionale (**H8-**) et nationale (**H8**). Elles apparaissent très largement à l'affleurement, en particulier à la faveur des failles de Meyssac et de Lissac qui les mettent en contact avec les formations aquifères du Jurassique moyen (Illustration 26).

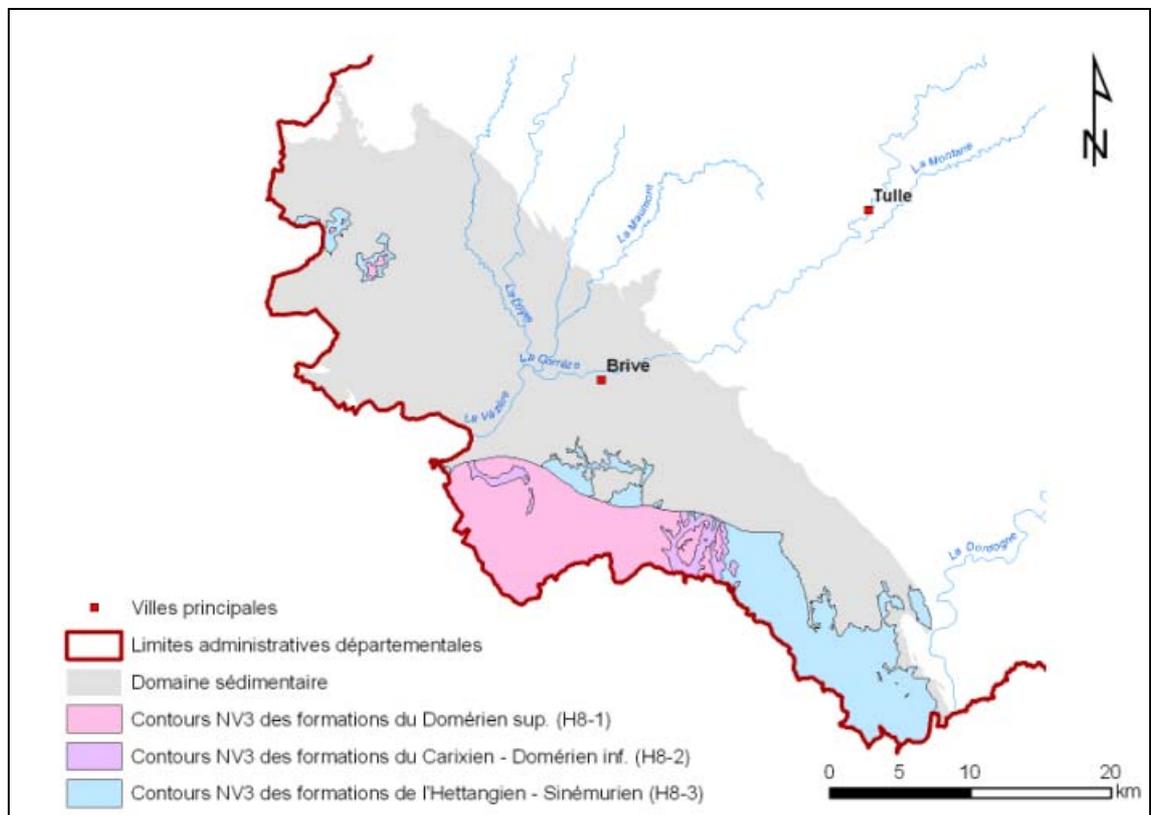


Illustration 26 – Entités NV3 du Jurassique

### • Les formations du Toarcien (Lias supérieur)

Les marnes toarciennes (appelées couramment « *schistes cartons* » à l'affleurement) forment un mur imperméable au sein de l'ensemble Jurassique, majoritairement aquifère. Une seule entité locale a été individualisée : **H7-1**, correspondant aux entités régionales (**H7-**) et nationale (**H7**).

Cette formation sépare l'aquifère du Jurassique inférieur (**H8**) de l'aquifère du Jurassique supérieur (**H6**). Néanmoins, des communications entre ces deux aquifères peuvent se produire à la faveur de la fracturation ou de failles à fort rejet vertical : faille de Meysac et de Lissac (Illustration 27).

Au nord de la région Limousin, des plaquages de marnes toarciennes reposent sur le socle. D'un très faible intérêt hydrogéologique de par leur faible surface (< 500 km<sup>2</sup>), leur caractère fortement discontinu et leur nature argileuse, ces formations n'ont pas été prises en compte dans le thème Sédimentaire mais intégrées au thème Socle.

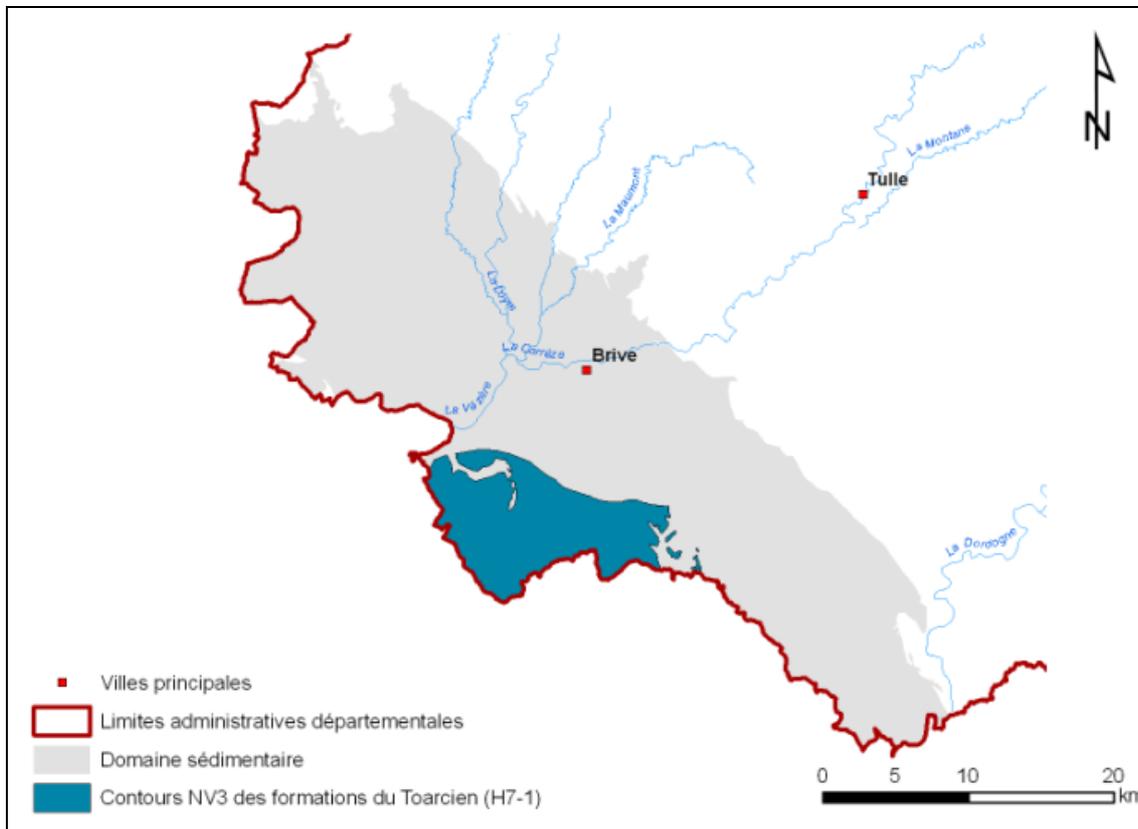


Illustration 27 – Entité NV3 du Toarcien

### • Les formations aquifères du Jurassique moyen (Dogger)

La seconde entité aquifère remarquable correspond aux calcaires du Jurassique moyen (Aalénien, Bajocien et Bathonien) : **H6**. C'est une formation puissante se prolongeant au sud de la région Limousin pour former le Causse de Martel. Aucun compte-rendu de traçage réalisé dans la partie corrézienne de cet ensemble karstifié n'a pu être obtenu.

A l'échelle régionale, trois entités aquifères séparées par des inter-bancs marneux ont été individualisées dans cet ensemble. Les calcaires bioclastiques de l'Aalénien et les calcaires oolithiques du Bajocien (H6-3), sont séparés des calcaires fins du Bathonien

supérieur (**H6-1**) par l'entité aquifère des marno-calcaires du Bathonien moyen et inférieur (**H6-2**). Les marnes constituant le toit et le mur de l'entité **H6-2** forment une barrière hydraulique isolant ces trois entités et formant ainsi un aquifère multicouche (Illustration 28).

Cependant, des communications inter-couches peuvent se produire localement à la faveur de la fracturation ou de la diminution de l'épaisseur de ces faciès peu perméables.

Cette subdivision est un choix qui a été fait pour garder une cohérence dans le découpage interrégional vis-à-vis des régions Midi-Pyrénées et Aquitaine.

### **3.6. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS DU THÈME VOLCANISME**

Des formations volcaniques reposant sur des entités du thème Socle sont présentes à l'est du département de la Corrèze. Aucune source documentaire n'a permis de déterminer la structure de ces édifices volcaniques ni les écoulements souterrains. De part leur superficie restreinte, inférieure à 25 km<sup>2</sup>, leur intérêt hydrogéologique demeure très limité.

Le découpage de ces entités volcaniques est issu des contours de la carte harmonisée et vectorisée du département de la Corrèze à l'échelle 1/50 000. Ces formations ont été regroupées aux niveaux national et régional. Le découpage local distingue, quant à lui, les formations issues du volcanisme Pliocène du Sillon Houiller (**H5-1**) constitué de pointements (> 0,5 km<sup>2</sup>) basaltiques et les systèmes plus développés liés à la dynamique cantalienne composés de phonolites, de basalte et de basanite (**H5-2**) (Illustration 29).

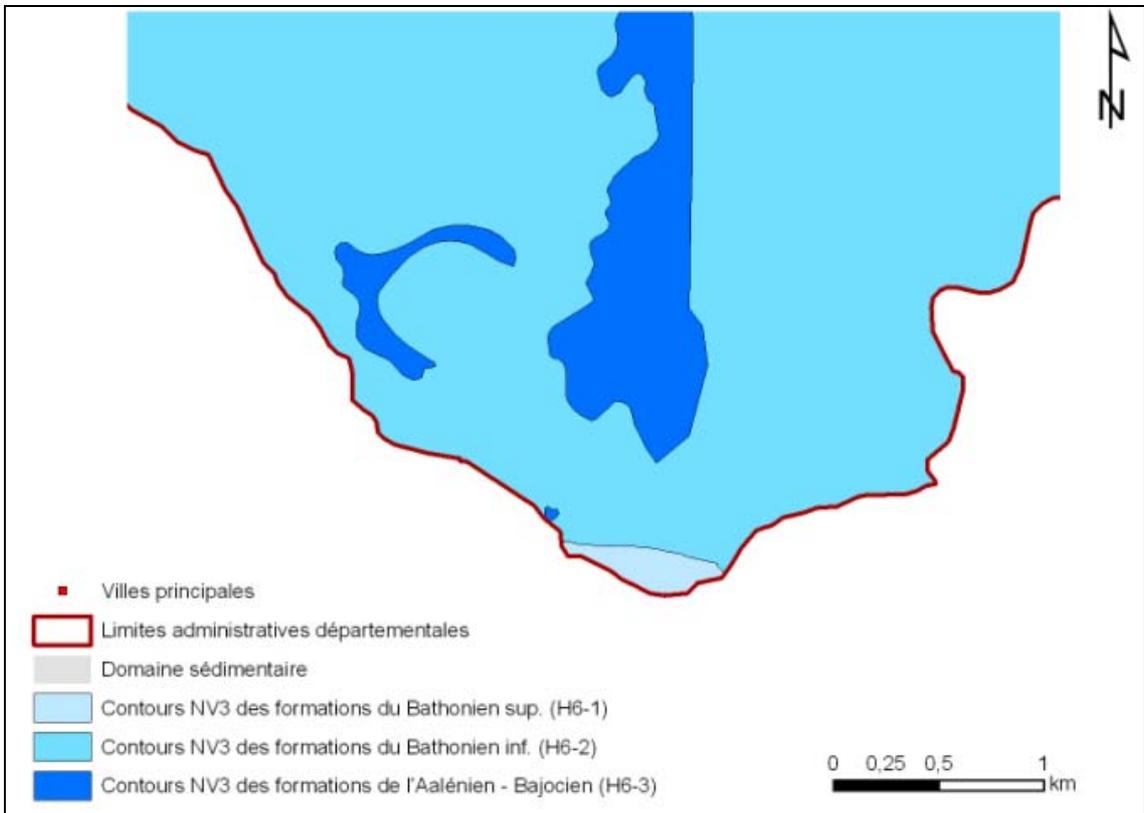
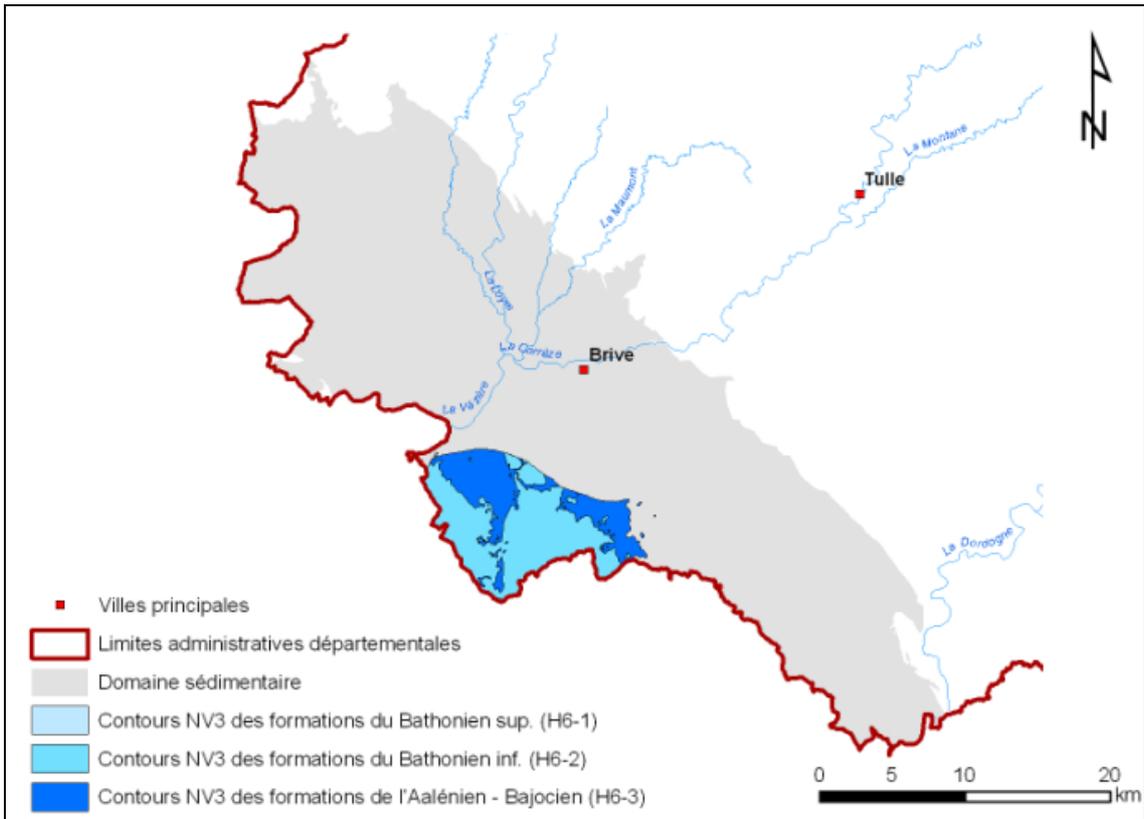


Illustration 28 – Entités NV3 du Dogger

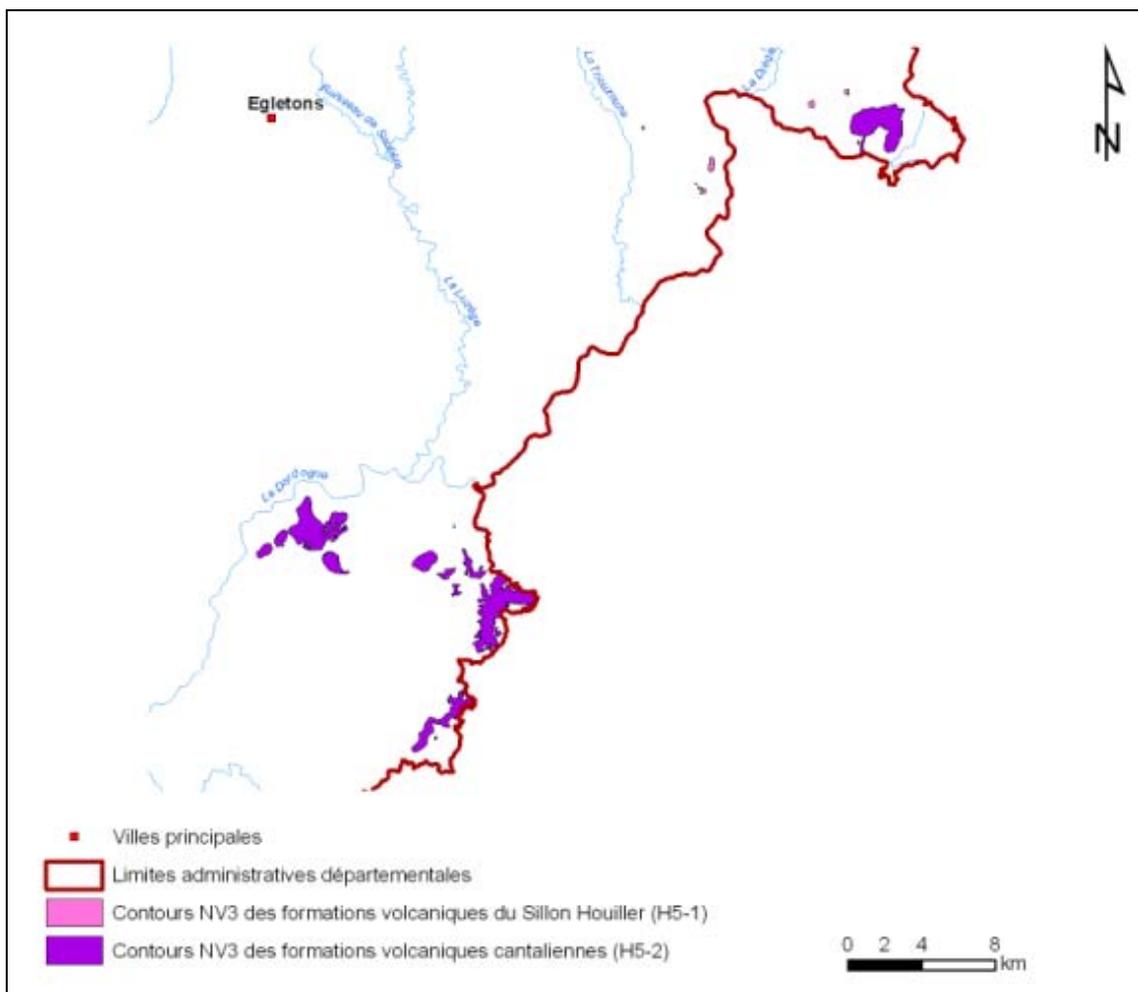


Illustration 29 – Entités NV3 du thème volcanisme

### 3.7. FORMATIONS SUPERFICIELLES

Pour compléter le référentiel, il a été tenu compte des formations superficielles suivantes, qui ont été intégrées dans la surcouche du référentiel :

- les formations alluviales anciennes et récentes,
- les formations résiduelles,
- les formations sédimentaires reconnues comme karstifiées,
- les placages sédimentaires détritiques et les altérites rencontrés en domaine de socle.

#### 3.7.1. Les formations alluviales

Les alluvions ont été scindées en deux ensembles se distinguant par leur comportement hydraulique; elles sont identifiées par les notations usuelles des cartes géologiques harmonisées à l'échelle 1/50 000.

##### • Les formations alluviales récentes (illustration 30)

Ces alluvions aquifères, connectées hydrauliquement au réseau hydrographique correspondent aux basses, moyennes et hautes terrasses. Au sein de cette surcouche, deux entités ont été redéfinies :

- les alluvions récentes de la basse terrasse notées Fz et Fy;
- les alluvions anciennes de la moyenne et de la haute terrasse notées Fx et Fw.

Contrairement au domaine sédimentaire où ces formations alluviales étagées restent connectées hydrauliquement, en domaine de socle, les formations plus anciennes (Fx et Fw) surplombent les formations plus récentes. De plus, les formations alluviales anciennes sont absentes des vallées incisées du centre du Limousin. Seules des formations colluvionnées et des formations alluviales récentes occupent les fonds de ces vallées.

Ces formations alluviales constituent souvent une ressource exploitée tant dans les grandes vallées alluviales que dans celles plus resserrées des massifs (Plateau du Millevaches).

##### • Les formations alluviales anciennes (illustration 31)

Ces alluvions, de très faibles épaisseurs, sont généralement semi-perméables et déconnectées hydrauliquement des alluvions plus récentes. Elles sont donc d'un très faible intérêt hydrogéologique. Elles correspondent aux hautes ou très hautes terrasses notées Fu-Fv.

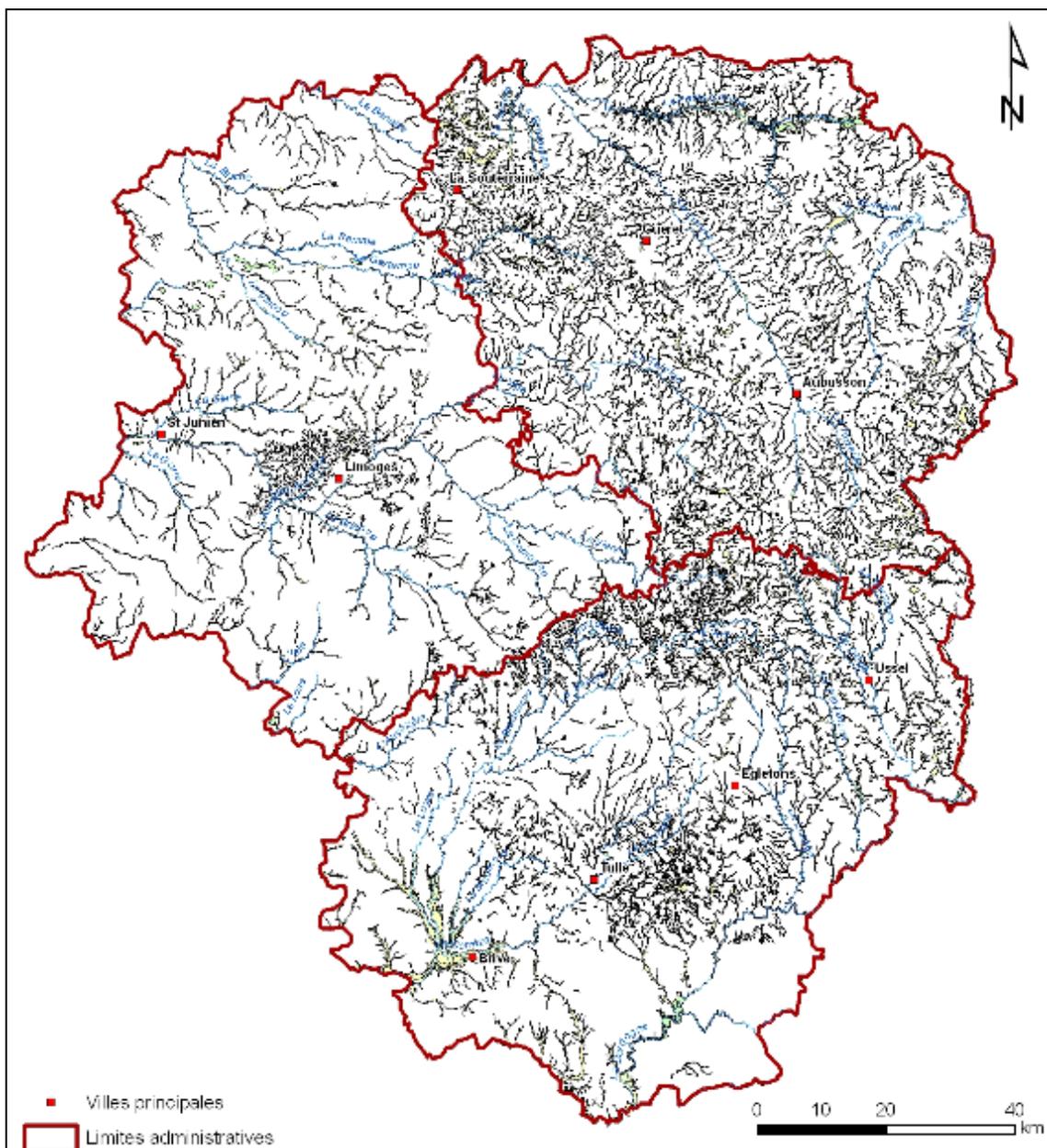


Illustration 30 – Alluvions « récentes »



### 3.7.2. Les formations détritiques du Cénozoïque

Des formations détritiques continentales se retrouvent sur l'ensemble de la région Limousin, tant sur le socle que sur les formations sédimentaires. Ces formations occupent les zones basses situées en bordure des reliefs du Massif central ou au sein de bassins intra-cristallins. Leur intérêt hydrogéologique varié dépend de leur relation hydraulique avec le substratum sur lequel elles reposent et de leur perméabilité. De faible extension et parfois situées au sein du socle, ces formations n'ont pas été rattachées au thème Sédimentaire. Cependant, lorsqu'elles présentaient un intérêt hydrogéologique, elles ont été prises en compte lors du découpage des entités de socle.

Pour conserver cette information, toutes les formations détritiques terrigènes du Cénozoïque (Éocène, Miocène et Pliocène) ont été intégrées à la surcouche du référentiel à partir de l'extraction de leurs contours des cartes géologiques harmonisées et vectorisées de la région Limousin (Illustration 32).

### 3.7.3. Les altérites

Les altérites recouvrant les formations de socle jouent un rôle important dans l'hydrogéologie en domaine de socle en constituant la partie capacitive de ces aquifères. Cependant, les levés géologiques de ces formations superficielles n'ont pas été réalisés de manière homogène sur l'ensemble du Limousin et leurs caractéristiques lithologiques et géométriques sont rarement connues. Les contours des altérites des cartes géologiques harmonisées et vectorisées à l'échelle 1/50 000 de la zone d'étude, pour ceux existants, ont donc été extraits et stockés dans une surcouche « *Formations altéritiques du socle* » de manière à conserver cette information (Illustration 33).



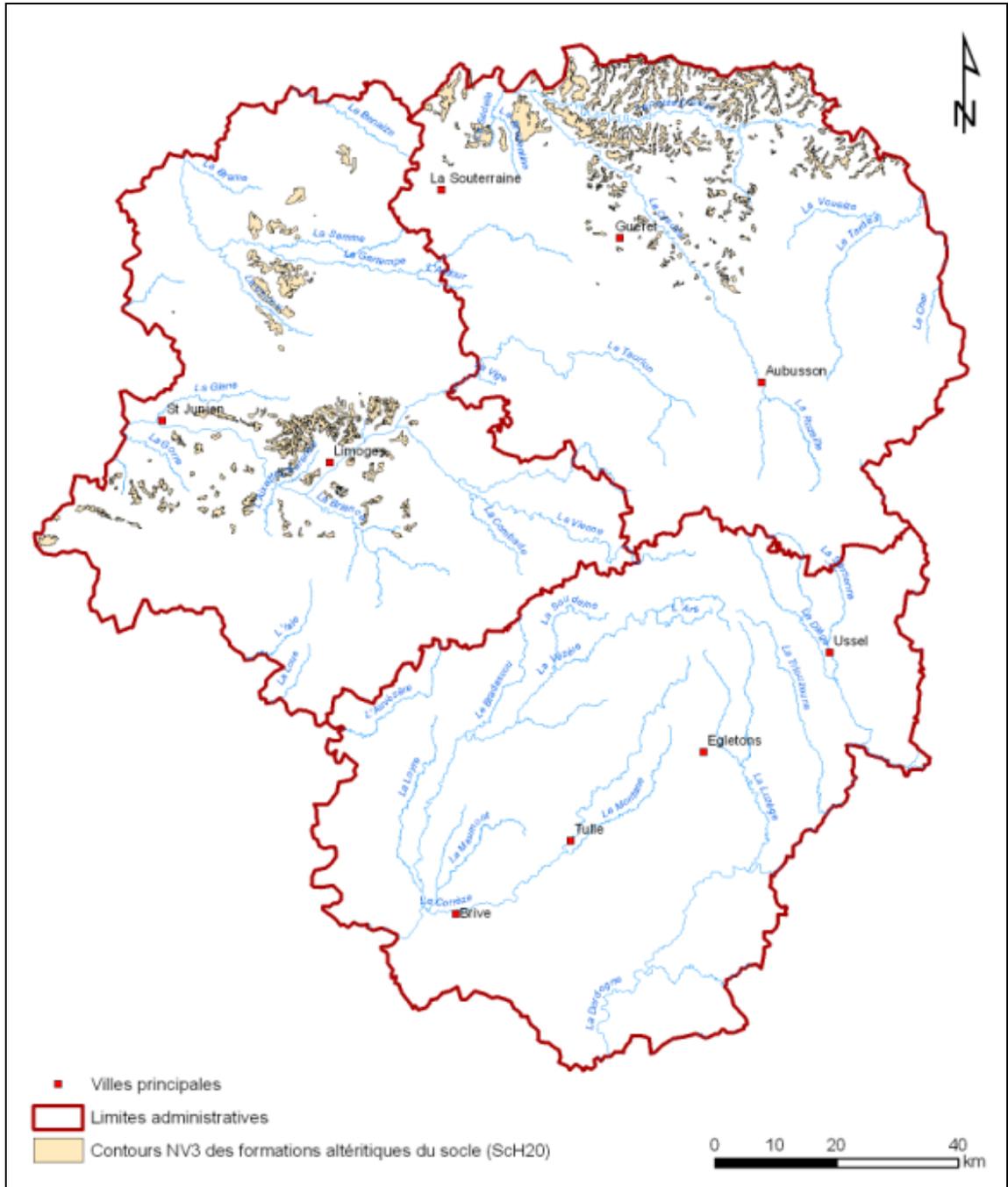


Illustration 33 – Formations altéritiques cartographiées du socle

#### **3.7.4. Les formations résiduelles**

Ces formations isolées sont issues de l'érosion des systèmes sédimentaires déjà identifiés. La multiplication de ces microsystèmes a entraîné leur regroupement dans une même entité afin d'en simplifier la gestion et la représentation (Illustration 34).

En région Limousin, ces buttes témoins sont exclusivement constituées par l'unité des « grès, calcaires et calcaires marneux du Lias », parfois surmontés par une relique de marnes toarciennes. Leurs contours sont extraits de la carte géologique harmonisée et vectorisée du département de la Corrèze au 1/50 000.

#### **3.7.5. Les formations karstifiées**

Les formations sédimentaires du Jurassique du Bassin Aquitain sont souvent karstifiées. Dans la partie méridionale du Bassin de Brive, à partir de la faille de Meyssac, débute le Causse de Martel qui se prolonge vers le sud jusqu'en région Midi-Pyrénées. Le Causse de Martel constitue un système hydrogéologique autonome appartenant aux causses du Quercy. En vue d'une harmonisation à venir, cet ensemble a été considéré comme entité karstique. Il pourra être rattaché aux entités délimitées en région Midi-Pyrénées (Illustration 35).

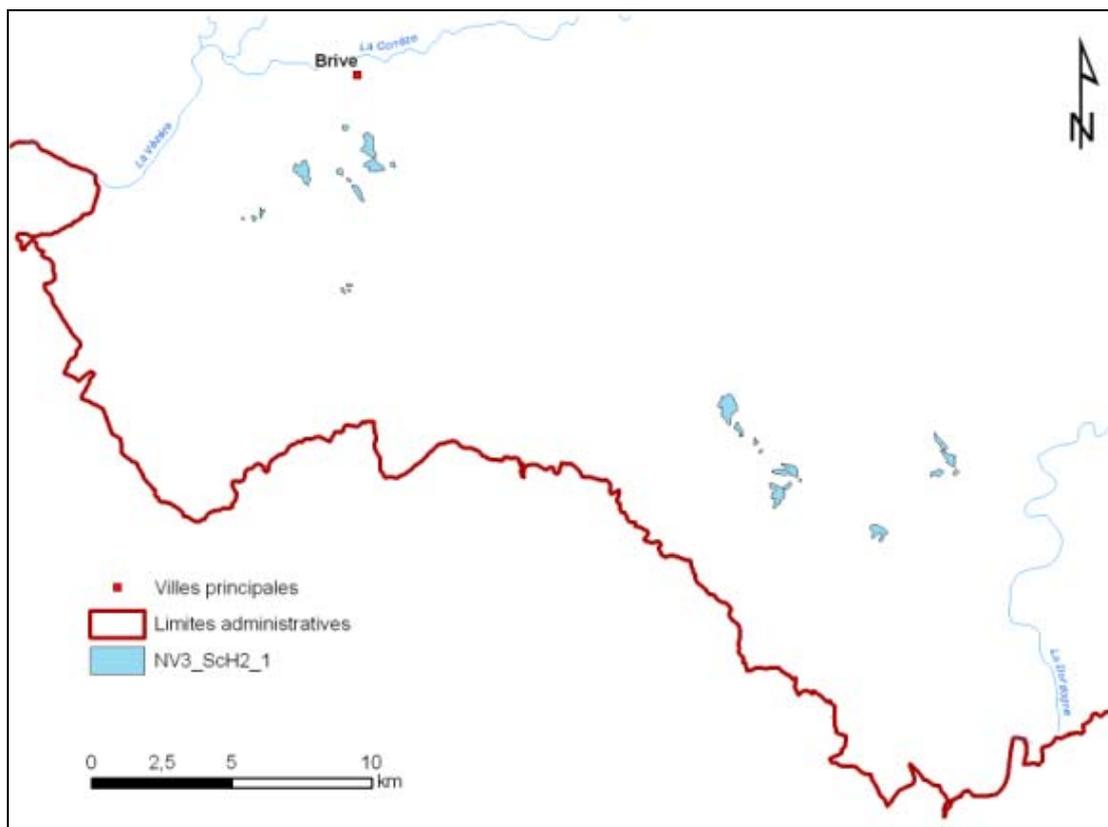


Illustration 34 – Formations résiduelles de la région Limousin

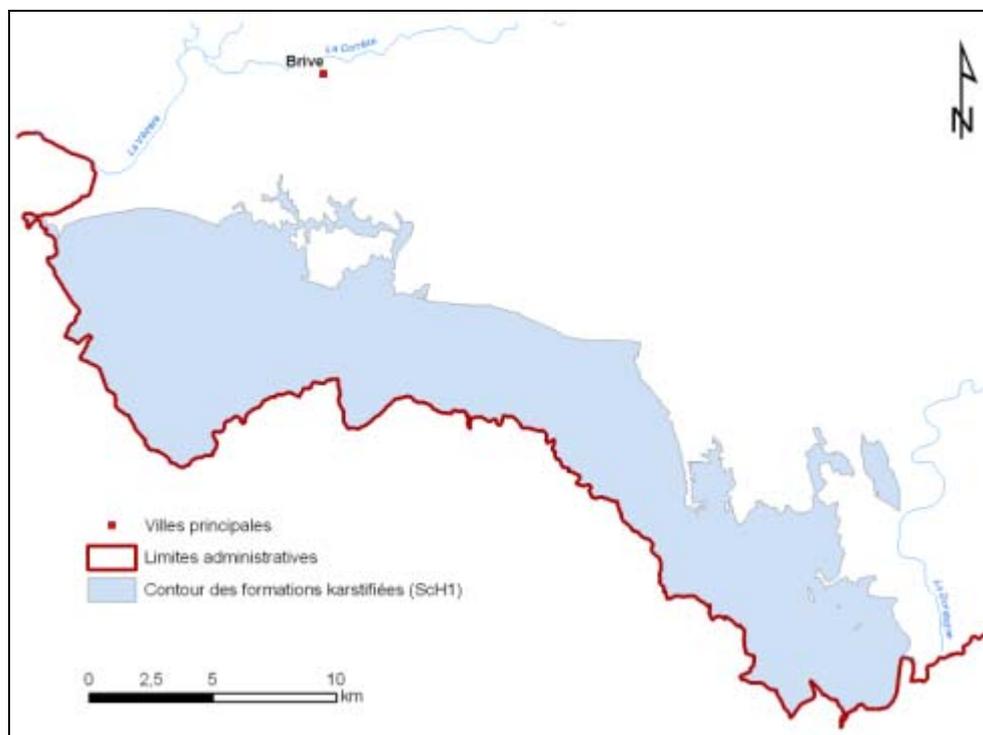


Illustration 35 – Formations karstifiées de la région Limousin.



## 4. Résultats : géodatabase et fiches d'analyse

### 4.1. GÉODATABASE

Il s'agit d'une géodatabase Arc Gis (version 9.31) dont la structure est décrite en détail en annexe 7. Elle contient 3 « Jeux de classes d'entités » (dans le langage Arc Gis), appelées (illustration 19):

- « GEOMETRIE »,
- « ENTITES COMPLEMENTAIRES »,
- « SYSTEMES ALLUVIONNAIRES ».

Dans « GEOMETRIE », se trouve la table des polygones représentant les entités (**RHF\_Polygones\_relatifs**) et la table des polygones (**RHF\_Limites**) afférente aux limites des entités d'ordre 1 (illustration 36).

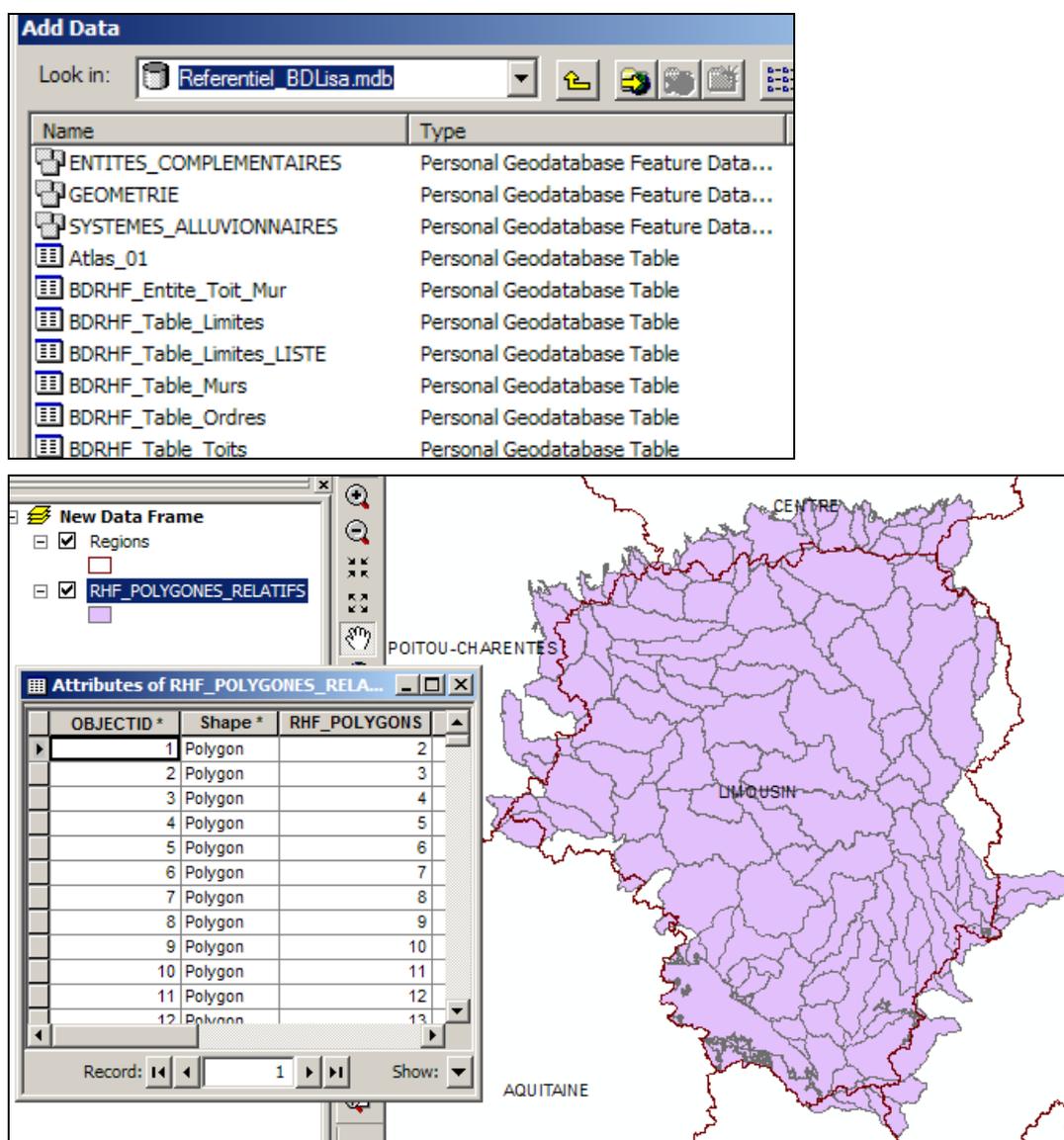


Illustration 36 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcMap

La géodatabase contient aussi d'autres tables, sans géométrie associée (BDRHF\_Table\_Murs, BDRHF\_Table\_Toits, BDRHF\_Table\_Ordres,...illustration 37). Ces tables sont décrites en annexe 7.

	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 37 – 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 38).

Illustration 38 – Menu général de la géodatabase  
 L'icône BDLISA en haut à gauche permet d'appeler le menu

L'illustration 39 présente un exemple de sélection d'entité (H9\_1, « Grès et conglomérats du Permo-Trias ») effectuée à partir du menu ci-dessus (illustration 39, « Représenter l'entité par son emprise »).

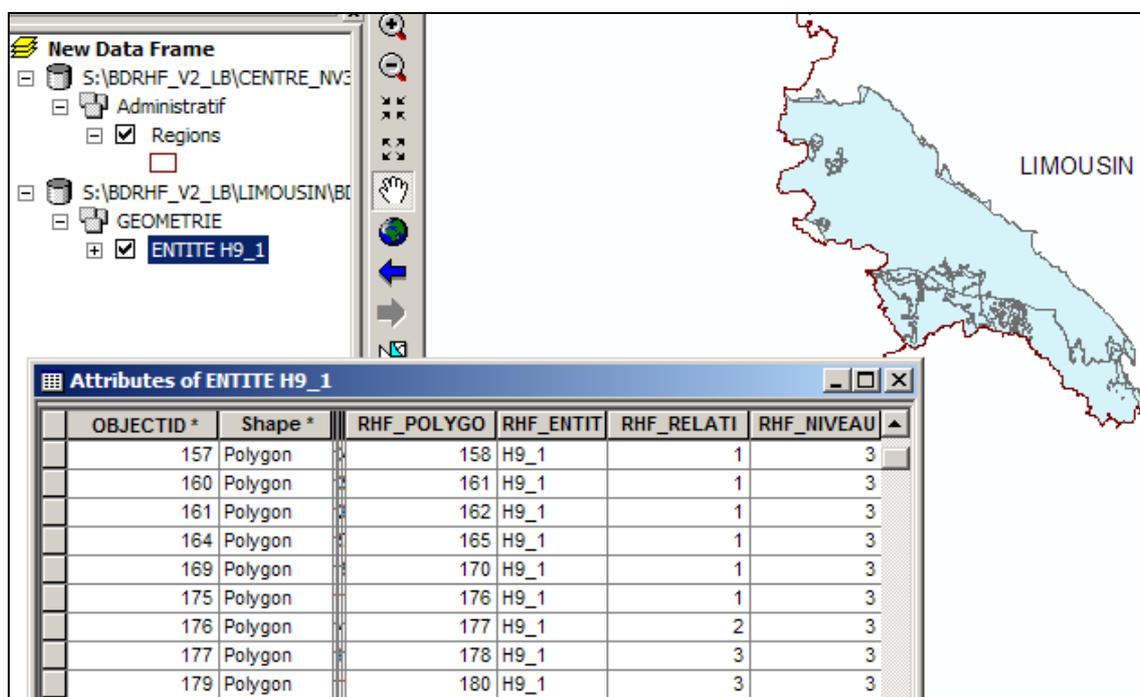


Illustration 39 - Exemple de sélection d'une entité de niveau 3 via le menu général

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 40).

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



L'illustration 41 présente une vue des entités de niveau 3 et d'ordre 1 (une couleur à est affectée à chaque entité).

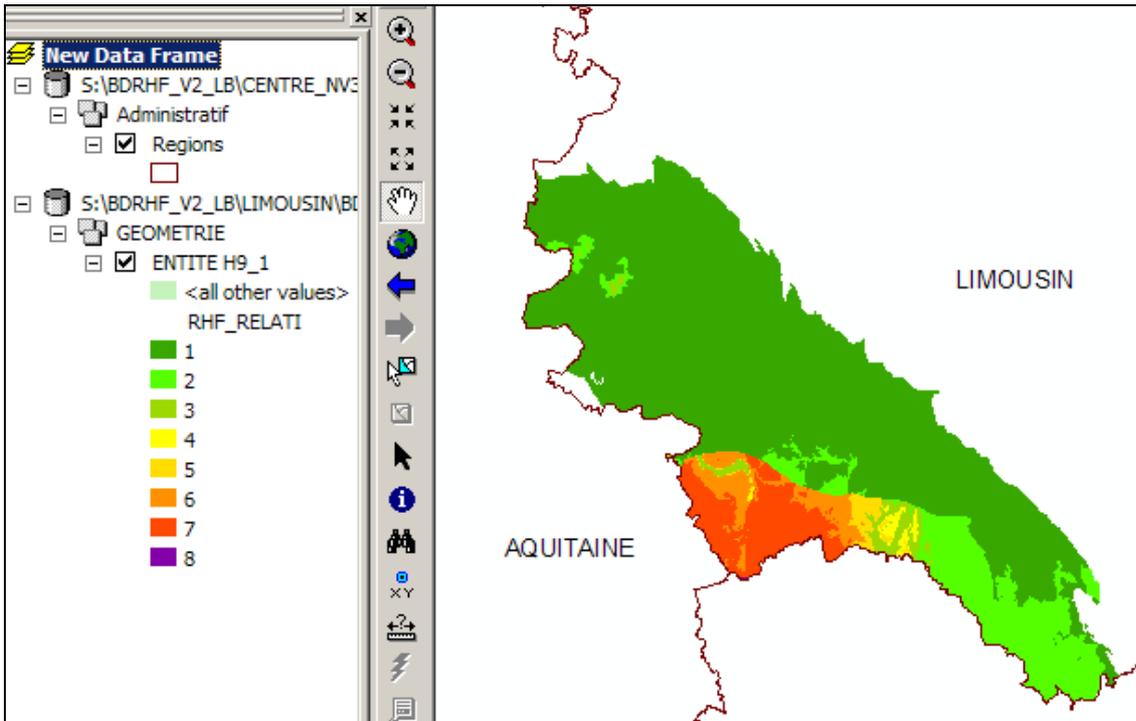


Illustration 40 - Cartographie d'une entité de niveau 3 avec ses ordres de recouvrement (ordres relatifs)

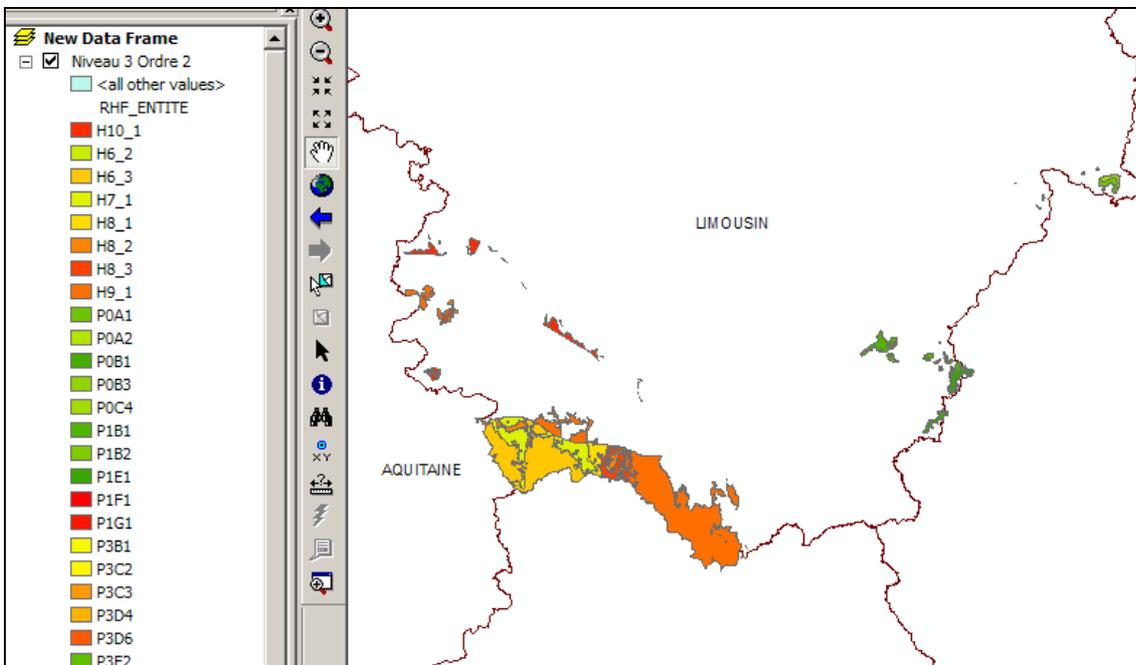


Illustration 41 – Exemple de sélection: entités de niveau 3 et d'ordre2

## Limites et table des limites

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 (illustration 42) contient aussi la nature des contacts entre entités (cf. § 2.4.2.).

The screenshot shows a GIS application window. On the left, a 'New Data Frame' panel lists layers: 'Regions' (checked), 'Limites ENTITE H9\_1' (checked), 'Niveau 3 Ordre 2', 'Niveau 3 Ordre 1', and 'ENTITE H9\_1'. The map area shows the regions of 'AQUITAINE' and 'LIMOUSIN' with various colored boundaries. A 'Zoom Out' button is visible over the map. Below the map, the 'Attributes of Limites ENTITE H9\_1' table is displayed, showing 12 records of limit data.

Shape *	ID_LIMITES	P_GAUCHE	P_DROIT	COUPLE_LOCAL	LOCAL1	LOCAL2	CODE_LOCAL	R
Polyline	372	145	146	[H9_1 MONDE]	H9_1	MONDE	DD	H9
Polyline	376	146	125	[H9_1 P3C2]	H9_1	P3C2	DD	H9
Polyline	377	146	148	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DD	H1
Polyline	382	149	146	[H9_1 MONDE]	H9_1	MONDE	DD	H9
Polyline	401	1	147	[H9_1 MONDE]	H9_1	MONDE	DDDD	H9
Polyline	403	148	151	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DDDD	H1
Polyline	407	157	147	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DDDD	H1
Polyline	411	146	148	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DD	H1
Polyline	412	136	147	[H9_1 P3C3]	H9_1	P3C3	DDDD	H9
Polyline	413	158	136	[H9_1 P3C3]	H9_1	P3C3	DD	H9
Polyline	415	148	161	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DDDD	H1
Polyline	418	148	162	[H10_1 H9_1]	H10_1	H9_1	DDDD	H1

At the bottom of the table window, there are navigation controls: 'Record: 1', 'Show: All Selected', 'Records (0 out of 192 Selected)', and an 'Options' button.

Illustration 42 - Table des limites et des contacts.

## 4.2. FICHES D'ANALYSE DES ENTITÉS

Le modèle de gestion permet d'éditer automatiquement (illustration 44) pour chaque entité une fiche au format pdf permettant d'analyser les « relations » de l'entité avec ses voisines et de vérifier la cohérence de l'assemblage 3D effectué par le modèle de gestion.

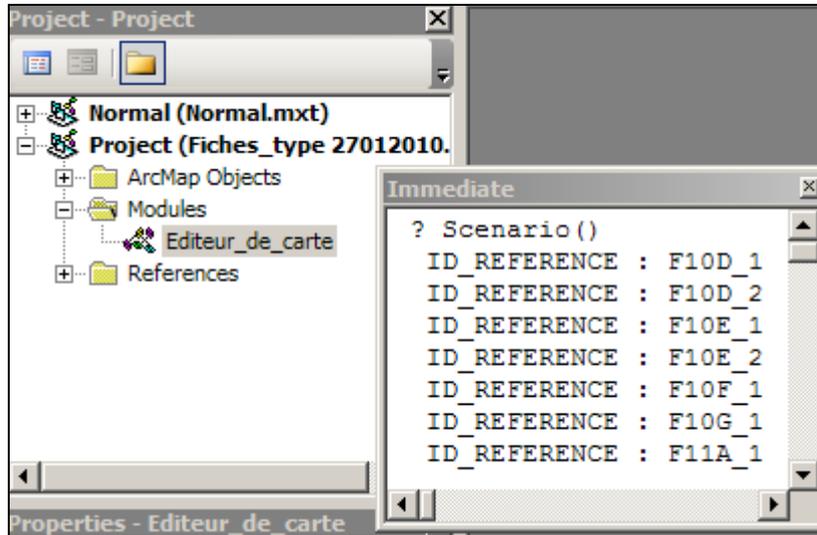


Illustration 43 – Editeur de cartes du modèle de gestion du référentiel

Une fiche d'analyse est constituée de plusieurs blocs d'informations. Les illustrations 28 et 29 fournissent un exemple pour une entité de niveau 3 (« Sables verts de l'Albien inf. », F8HIM\_1).

- Sur la partie gauche de la fiche (illustration 44), 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 de la partie droite de la fiche (illustration 45) 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 (de même pour l'emprise NV1).

La superficie des parties affleurantes (ordre 1) et des parties sous recouvrements (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 (cf. § 2.4.2 et annexe 7) et la longueur (en km) de chaque tronçon de limite partagée.

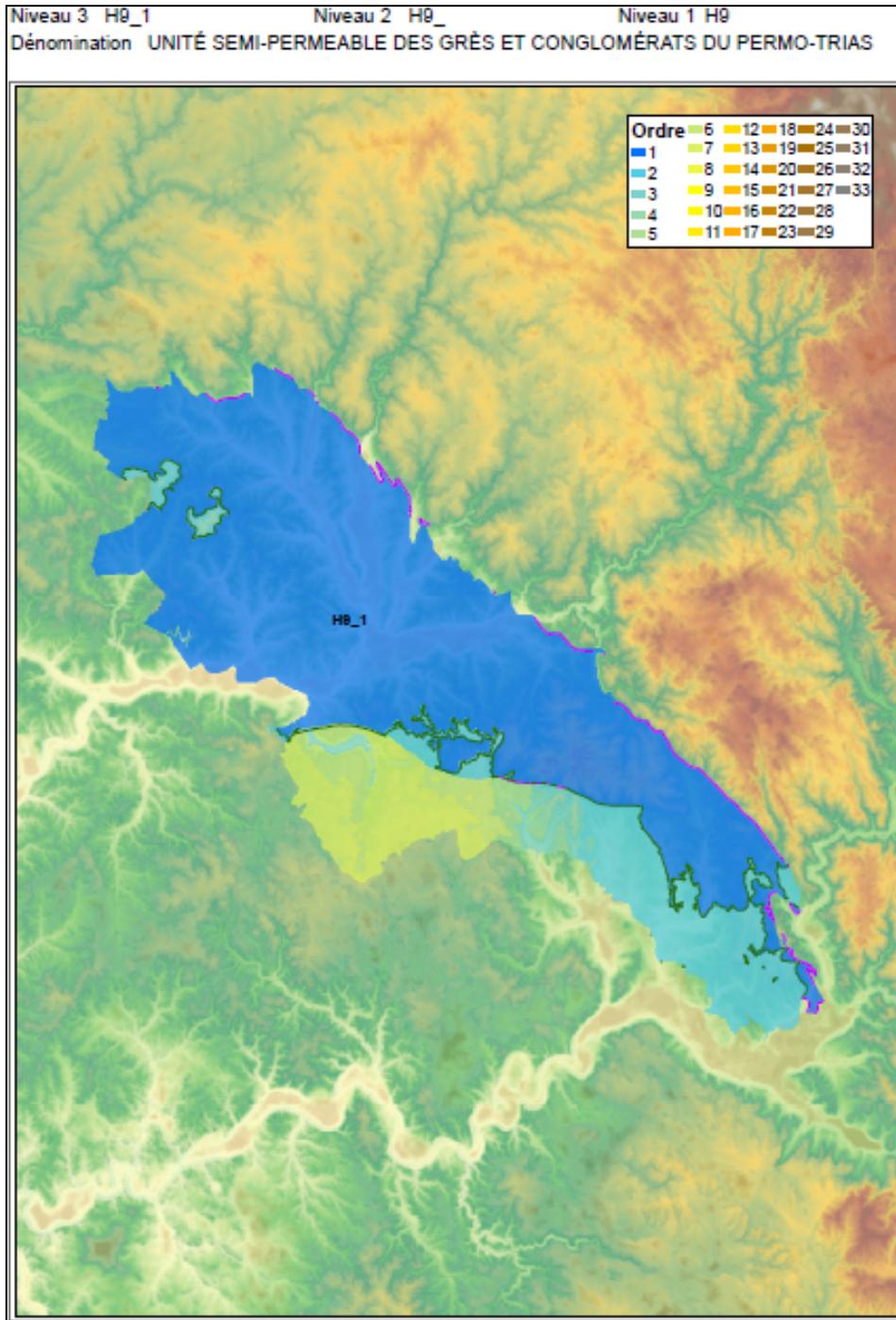


Illustration 44 – Exemple de fiche d'analyse d'une entité (partie gauche)

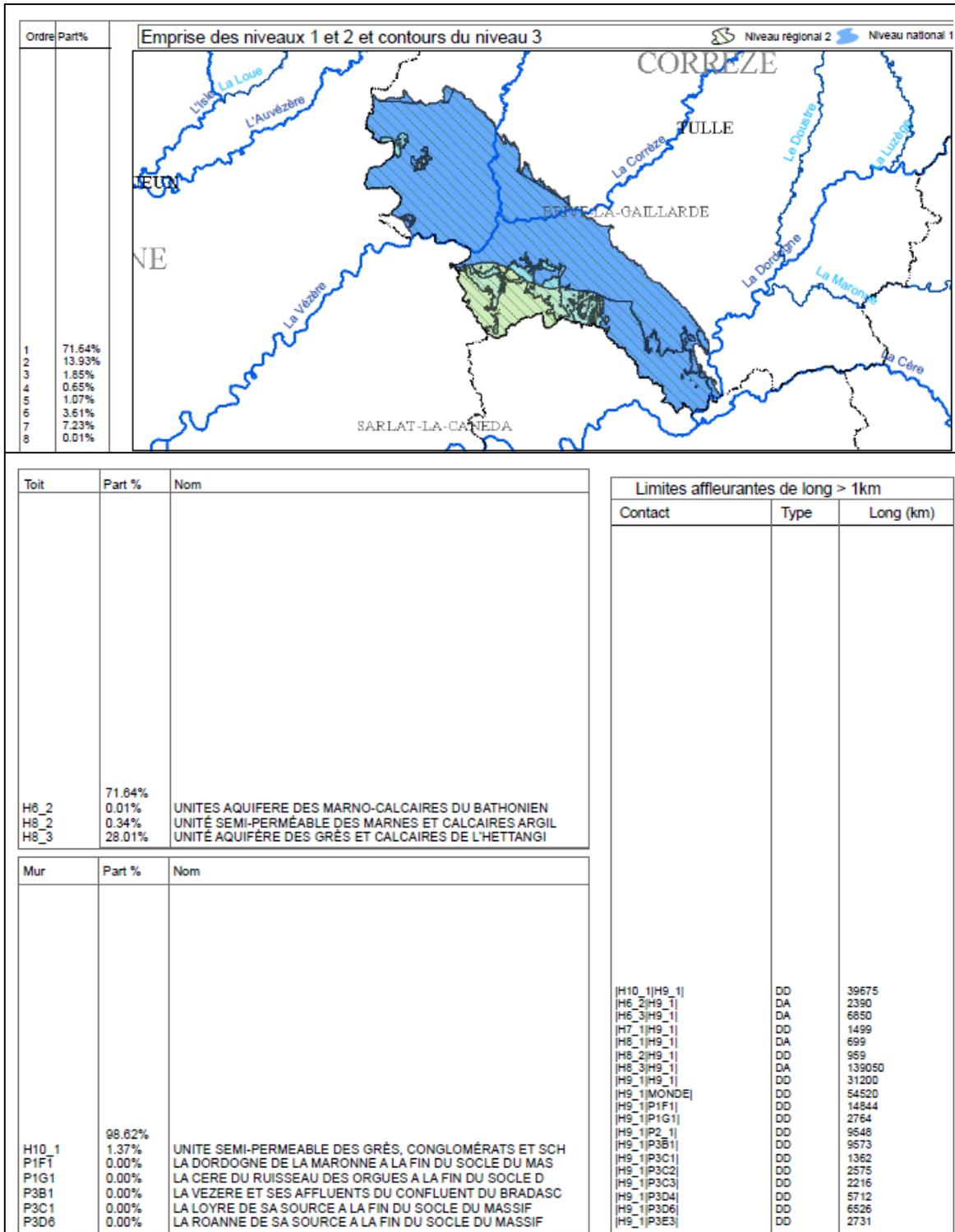


Illustration 45 – Exemple de fiche descriptive (partie droite) d'une entité

## 5. Conclusion

Le référentiel hydrogéologique de la région Limousin, partagée entre les bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne, comprend :

- 9 unités de niveau local (NV3) dans le domaine sédimentaire, 2 dans le domaine volcanique et 114 entités de socle,
- 5 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2) de type sédimentaire, 1 de type volcanique et 42 de type socle,
- 20 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) distinguant 5 entités sédimentaires et 15 entités de socle.

A ces entités dites « principales » s'ajoutent des entités dites « complémentaires » constituant une surcouche du référentiel. Elles regroupent des formations 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. Dans le référentiel de la région Limousin sont notamment rangées dans ce groupe:

- les alluvions récentes et anciennes,
- les formations du Cénozoïque,
- les altérites,
- les formations résiduelles,
- les formations karstifiées.

Les entités NV3 du socle ont pu être caractérisées par une « potentialité aquifère » en utilisant la carte du « *Potentiel hydrogéologique* » du Limousin réalisée dans le cadre du projet Silures-module 1 (rapport BRGM RP-57901-FR).

Cette carte des potentialités a été obtenue par croisement entre une carte des potentialités aquifères théoriques (établie d'après des critères pétrographiques) et une carte de l'âge de l'altération des formations.

Les entités, « principales » et « complémentaires », sont actuellement intégrées dans une « géodatabase » Arc Gis (version 9.31) à laquelle est associée un « modèle de gestion », à la fois outil d'analyse (vérifiant la cohérence topologique 3D de l'ensemble des entités) et outil d'accès aux entités par l'intermédiaire d'un menu permettant d'effectuer de nombreuses requêtes.

A ce « rapport régional » succèdera un rapport de synthèse présentant l'ensemble du référentiel dans le bassin Loire-Bretagne, référentiel dans lequel un code national sera affecté à chaque entité.



## 6. Références bibliographiques

### **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.

### **Cartes géologiques**

Chèvremont Ph., Donsimoni M. 2009 – Carte géologique harmonisée du département de la Corrèze (19). Notice géologique – Rapport BRGM/RP-56816-FR ;

Chèvremont Ph. 2009 – Carte géologique harmonisée du département de la Creuse (23). Notice géologique – Rapport BRGM/RP-57456-FR ;

Chèvremont Ph. 2009 – Carte géologique harmonisée du département de la Haute-Vienne (87). Notice géologique – Rapport BRGM/RP-57447-FR

### **Socle**

Lachassagne P., Wyns R. (2005) Aquifères de socle : nouveaux concepts. Application à la prospection et la gestion de la ressource en eau, Géosciences - La revue du BRGM pour une terre durable, N°2 - pp. 32-37.

Mauroux B., Wyns R., Castagnac C., Prognon C., Zammit C., Martelet G., Lions J., Touchard F. et Karnay G. (2010) - SILURES Limousin. Module 1 « Silures Base de données ». Recueil des données, interprétations et bilans. Rapport BRGM RP/57901-FR.

### **Sédimentaire**

BRGM – Société Elf de Recherche – Société Esso de Recherche et d'exploitation du pétrole – Société Nationale des pétroles d'Aquitaine (1968) – Géologie du Bassin d'Aquitaine.

Marchet P. (1991) - Approche de la structure et de l'évolution des systèmes aquifères karstiques par analyse de leur fonctionnement : application au NW du Causse de martel (Quercy - France) – Thèse, Université Paul Sabatier de Toulouse.

Muet P. (1985) - Structure, fonctionnement et évolution de 2 systèmes aquifères karstiques du Nord du Causse de Martel (Corrèze) – Thèse, Université d'Orléans.

Paloc H., (1972) – Atlas Hydrogéologique du Languedoc-Roussillon - Carte Hydrogéologique de la Région des Grands Causses (Feuille n°2 de la carte hydrogéologique du Languedoc-Roussillon à l'échelle du 1/200 000). Coédition CERGA et BRGM.

## **Annexe 1- Tableau multi-échelles du thème socle**



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TYPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
K510 K511 K512 K513 K514 K515 K516 K517 K518 K519	2000	K5-2	LA TARDES DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA VOUEIZE SUR LES GRANITES CALCO-ALCALINS DU MASSIF DE GUERET	3	6	2	2	2000	K5-	LA TARDES DE SA SOURCE AU CHER	CEN	2000	K5	LE CHER DE SA SOURCE À LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K600 K601 K602	2000	K6-1	L'ARNON ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K6-	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K6	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K603	2000	K6-2	LE PORTEFEUILLE ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K6-	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K6	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K605	2000	K6-3	LA SINAISE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K6-	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K6	L'ARNON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K700	2000	K7A1	L'INDRE DE SA SOURCE AU RAU DES PALLES SUR LES PARAGNEISS DES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE (UIG)	3	6	2	2	2000	K7A	L'INDRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K7	L'INDRE ET LA VAUVRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K701	2000	K7A2	RAU DES PALLES & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE L'INDRE SUR LES MICASCHISTES DES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE (UIG)	3	6	2	2	2000	K7A	L'INDRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K7	L'INDRE ET LA VAUVRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K702	2000	K7A3	L'INDRE DU RAU DES PALLES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K7A	L'INDRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K7	L'INDRE ET LA VAUVRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K703	2000	K7A4	L'INDRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES GNEISS DES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K7A	L'INDRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	K7	L'INDRE ET LA VAUVRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
K711 K712	2000	K7B1	LA VAUVRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K7B	LA VAUVRE DE SA SOURCE AU RAU DE LAZAI (C)	CEN	2000	K7B	LA VAUVRE DE SA SOURCE AU RAU DE LAZAI (C)	CEN
K713	2000	K7B2	LA COUARDE & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	K7B	LA VAUVRE DE SA SOURCE AU RAU DE LAZAI (C)	CEN	2000	K7B	LA VAUVRE DE SA SOURCE AU RAU DE LAZAI (C)	CEN



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
L000	2000	L0A1	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA MAULDE SUR LES UNITES MAGMATIQUES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	L0A	LA VIENNE DE SA SOURCE AU TAURION	N/A	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L001															
L002															
L003															
L004															
L005															
L006															
L010															
L007	2000	L0A2	LA COMBADE DE SA SOURCE A LA VIENNE	3	6	2	2	2000	L0B	LE TAURION DE SA SOURCE A LA VIENNE	N/A	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L008															
L009															
L011	2000	L0A3	LA MAULDE DE SA SOURCE A LA VIENNE	3	6	2	2	2000	L0C	LA BRIANCE DE SA SOURCE A LA VIENNE	N/A	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L012															
L013	2000	L0A4	LA VIENNE DE LA MAULDE AU TAURION	3	6	2	2	2000	L0D	LA VIENNE DU TAURION A LA BRIANCE	N/A	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L014															
L020	2000	L0B1	LE TAURION DE SA SOURCE A LA LEYRENNE SUR LES GRANITOÏDES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L021															
L022															
L023															
L024	2000	L0B2	LE TAURION DE LA LEYRENNE A LA VIENNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L025															
L026															
L027	2000	L0C1	LA BRIANCE DE SA SOURCE A LA VIENNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L050															
L051															
L052															
L053	2000	L0C2	LA ROSELLE DE SA SOURCE A LA BRIANCE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L054															
L040	2000	L0D1	LA VIENNE DU CONFLUENT DU TAURION AU CONFLUENT DE LA BIRANCE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L041															
L042	2000	L0E1	LA VIENNE DU TAURION A L'AIXELLE SUR LES PARAGNEISS ET LES INTRUSIONS MAGMATIQUES DES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L060															
L062	2000	L0E2	L'AURENCE ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA VIENNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L061															
L070	2000	L0E3	LA VIENNE DE L'AIXELLE A LA GLANE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L071															
L080	2000	L0E4	LA GLANE DE SA SOURCE A LA VIENNE SUR LES GRANITES ET LEUCOGRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L081															
L090	2000	L0E6	LA VIENNE DE LA GLANE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L092															
L034	2000	L0E5	LA GRAINE ET SES AFFLUENTS DE LA SOURCE A LA VIENNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L0E	LA VIENNE DE LA BRIANCE A LA GOIRE	POC	2000	L0	LA VIENNE DE SA SOURCE A LA GOIRE	POC
L091															
L093															



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TYPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
L110	2000	L1A1	L'ISSOIRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	L1A	L'ISSOIRE DE SA SOURCE A LA VIENNE	POC	2000	L1	LA VIENNE DE LA GOIRE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	POC
L111		L1B1	LA BLOURDE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES	3	6	2	2	2000	L1B	LA BLOURDE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	POC				
L130 L131	L1B2	LA PETITE BLOURDE ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000					L4A	LA CREUSE DE SA SOURCE A LA ROZEILLE	N/A	
L132	L4A1	LA CREUSE DE SA SOURCE A LA GIONNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2									
L400	2000	L4A2	LA CREUSE DE LA GIONNE A LA ROZEILLE SUR LES UNITES ANATECTIQUES DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	L4B	LA ROZEILLE DE SA SOURCE A LA CREUSE	N/A	2000	L4	LA CREUSE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
L401	L4B1	LA ROZEILLE DE SA SOURCE A LA CREUSE SUR LES GRANITES CALCO-ALCALINS DU PLATEAU DU	3	6	2	2	2000	L4C	LA PETITE CREUSE DE SA SOURCE A LA CREUSE	N/A					
L402 L403	L4C1	LA CREUSE DU CHANTADOUX AU CONFLUENT DE LA SEDELLE SUR LES UNITES MAGMATIQUES DU MASSIF DE GUERET	3	6	2	2									
L431	L4C2	LA PETITE CREUSE DE SA SOURCE AU VERRAUX	3	6	2	2	2000	L4D	LA CREUSE DE LA ROZEILLE A LA SEDELLE	N/A					
L430 L432 L440 L441	L4C3	LA PETITE CREUSE DU VERRAUX A LA CREUSE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2									
L410	2000	L4D1	LA CREUSE DE LA ROZEILLE AU RAU DE TRANLOUP SUR LES UNITES ANATECTIQUES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	L4E	LA SEDELLE DE SA SOURCE A LA CREUSE	N/A				
L411 L420	L4D2	LA CREUSE DU RAU DU TRANLOUP AU RAU DE LA NAUTE SUR LES GRANITES CALCO-ALCALINS DU MILLEVACHES ET LES BASSINS SEDIMENTAIRES	3	6	2	2									
L421	2000	L4D3	LA CREUSE DU RAU DES MAZEUX AU RAU DU PONT DE CHATRE SUR LES UNITES MAGMATIQUES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	L4F	LA CREUSE DE LA SEDELLE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF	CEN				
L422 L450	L4D4	LA CREUSE DU CHANTADOUX AU CONFLUENT DE LA SEDELLE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2									
L451 L452	2000	L4E1	LA SEDELLE DE SA SOURCE A LA CREUSE	3	6	2	2	2000	L4G	LA BOUZANNE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN				
L453 L454	L4F1	LA CREUSE DE LA SEDELLE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	3	6	2	2									
L460	2000	L4G1	LA BOUZANNE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	L4G3	LE GOURDON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	CEN				
L461	2000	L4G2	L'AUZON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								
L462	2000	L4G3	LE GOURDON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
L500 L501 L502	2000	L5A1	LA GARTEMPE DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE L'ARDOUR SUR LES UNITES MAGMATIQUES DU MASSIF DE GUERET	3	6	2	2	2000	L5A	LA GARTEMPE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	L5	LA GARTEMPE & SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
L503	2000	L5A2	L'ARDOUR & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GARTEMPE	3	6	2	2								
L510	2000	L5A3	LA GARTEMPE DU CONFLUENT DE L'ARDOUR AU CONFLUENT DE LA COUZE SUR LES LEUCOGRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L511	2000	L5A4	LA COUZE & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GARTEMPE SUR LES LEUCOGRANITES DU MASSIF DE GUERET	3	6	2	2								
L513	2000	L5A5	LA SEMME & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GARTEMPE	3	6	2	2								
L512	2000	L5A6	LA GARTEMPE DU CONFLUENT DE L'ARDOUR AU CONFLUENT DU VINCOU SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2								
L514	2000	L5A7	LE VINCOU ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GLAYEULLE SUR LES UNITES GRANITTIQUES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L520	2000	L5A7	LE VINCOU ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GLAYEULLE SUR LES UNITES GRANITTIQUES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L521	2000	L5A7	LE VINCOU ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA GLAYEULLE SUR LES UNITES GRANITTIQUES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L522	2000	L5A8	LE VINCOU DU CONFLUENT DE LA GLAYEULLE A LA GARTEMPE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2								
L530	2000	L5A9	LA GARTEMPE DU CONFLUENT DU VINCOU AU CONFLUENT DE LA BRAME SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UNITE DE LA GARTEMPE)	3	6	2	2								
L540	2000	L5A10	LA GARTEMPE DU CONFLUENT DE LA BRAME A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	3	6	2	2	2000	L5B	LA BRAME DE SA SOURCE A LA GARTEMPE	N/A	2000	L5	LA GARTEMPE & SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
L531 L532	2000	L5B1	LA BRAME DE SA SOURCE A LA GARTEMPE	3	6	2	2								
L560	2000	L5C1	LA BENAIZE ET LE GLEVERT DE LA SOURCE AU CONFLUENT SUR LES GRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2	2000	L5C	LA BENAIZE ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN	2000	L5C	LA BENAIZE ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN
L561	2000	L5C1	LA BENAIZE ET LE GLEVERT DE LA SOURCE AU CONFLUENT SUR LES GRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L562 L563	2000	L5C2	LA BENAIZE DU CONFLUENT DU GLEVERT A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	3	6	2	2								
L564	2000	L5C3	L'ASSE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES GRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L565	2000	L5C3	L'ASSE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES GRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L566	2000	L5C4	LE NARABLON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES LEUCOGRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2								
L571	2000	L5D1	LE SALLERON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES LEUCOGRANITES DU MASSIF DE BRAME-SAINT SYLVESTRE	3	6	2	2	2000	L5D	LE SALLERON DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN				
L550	2000	L5E1	L'ANGLIN ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2	2000	L5E	L'ANGLIN ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	CEN				
L551	2000	L5E1	L'ANGLIN ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								
L552	2000	L5E2	L'ABLOUX DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								
L553	2000	L5E2	L'ABLOUX DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								
L555	2000	L5E3	L'ALLEMETTE & SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU PLATEAU D'AIGURANDE	3	6	2	2								



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TYPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
P070 P078 P079	2000	P0A1	LA DORDOGNE DE LA RHUE A LA SUMENE SUR LE GRANITE D'USSEL	3	6	2	2	2000	P0A	LA DIEGE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	AUV	2000	P0	LA DORDOGNE DU CHAVANON A L'AUZE	AUV
P073 P075 P077	2000	P0A2	LA DIEGE DE LA LIEGE A LA DORDOGNE SUR LE GRANITE D'USSEL	3	6	2	2								
P071	2000	P0A3	LA DIEGE DE SA SOURCE A LA LIEGE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES D'USSEL	3	6	2	2								
P072	2000	P0A4	LA LIEGE DE SA SOURCE A LA DIEGE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES D'USSEL	3	6	2	2								
P074	2000	P0A5	LA SARSONNE DE SA SOURCE A LA DIEGE	3	6	2	2								
P076	2000	P0A6	LA GANE DE SA SOURCE A LA DIEGE	3	6	2	2								
P090 P091 P092 P093	2000	P0B1	LA DORDOGNE ET LA TRIOUZOUNE DE LA RHUE A LA TRIOUZOUNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES D'USSEL	3	6	2	2	2000	P0B	LA TRIOUZONE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	AUV				
P095 P096	2000	P0B2	LE LABIOU DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	3	6	2	2								
P097 P098	2000	P0B3	LA DORDOGNE DU LABIOU A L'AUZE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES D'USSEL	3	6	2	2								
P010 P011 P012 P013	2000	P0C1	LA DORDOGNE DU CHAVANON AU DOGNON SUR LES UNITES METAMORPHIQUES D'USSEL	3	6	2	2	2000	P0C	LE DOGNON DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	AUV				
P014 P016 P017	2000	P0C2	LA DORDOGNE DU DOGNON A L'ETOILE SUR LE GRANITE D'USSEL	3	6	2	2								
P015	2000	P0C3	L'ETOILE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	3	6	2	2								
P018	2000	P0C4	LA DORDOGNE DU LYS A LA RHUE	3	6	2	2								
P110 P111 P115 P118 P112 P113 P114	2000	P1A1	LA LUZEGE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	3	6	2	2	2000	P1A	LA LUZEGE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	N/A				
P116 P117	2000	P1A2	LA SOUEILLETTE DE SA SOURCE A LA LUZEGE SUR LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2								
P104 P120 P121 P122 P124 P135 P138	2000	P1A3	LE VIANON DE SA SOURCE A LA LUZEGE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UIG)	3	6	2	2								
P123	2000	P1B1	LA DORDOGNE DE L'AUZE A LA MARONNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES (UPA) ET LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHE	3	6	2	2	2000	P1B	LA DORDOGNE DE L'AUZE A LA MARONNE	AUV				
P130 P132 P133 P134	2000	P1B2	LA GLANE DE SERVIERE DE LA SOURCE A LA DORDOGNE SUR LES LEUCOGRANITES DU MILLEVACHES	3	6	2	2								
P131	2000	P1C1	LE DOUSTRE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE SUR LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	P1C	LE DOUSTRE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	N/A				
P136 P137	2000	P1C2	LE GAGNOUX DE SA SOURCE AU DOUSTRE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UPM)	3	6	2	2								
P150 P151 P152 P153 P154 P155 P156 P157 P158 P159	2000	P1D1	LA SOUVIGNE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UIG)	3	6	2	2	2000	P1D	LA SOUVIGNE DE SA SOURCE A LA DORDOGNE	N/A	2000	P1	LA DORDOGNE DE L'AUZE A LA CERE	AUV
P160 P161 P162 P164 P163	2000	P1E1	LA MARONNE DE L'ETZE A LA DORDOGNE	3	6	2	2								
P164 P136	2000	P1F1	LA DORDOGNE DE LA MARONNE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UIG)	3	6	2	2	2000	P1F	LA DORDOGNE DE LA MARONNE A LA CERE	AUV				
P195	2000	P1G1	LA CERE DU RUISSEAU DES ORGUES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	3	6	2	2								
P194	2000	P1G2	LE RUISSEAU DES ORGUES ET SES AFFLUENTS DE LA SOURCE A LA CERE	3	6	2	2	2000	P1G	LE RAVIN DU CAMADOUX	AUV / MPY				
P190 P191 P192	2000	P1G3	LA CERE DE L'ESCALMELS AU RUISSEAU DES ORGUES	3	6	2	2								
P193	2000	P1G4	LA CERE DU JOUBERT A L'ESCALMELS	3	6	2	2								
P193	2000	P1G5	L'ESCALMELS ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA CERE	3	6	2	2								



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TYPE DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
	2000	P2-1	LES AFFLUENTS DE LA SOURDOIRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU BAS LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	P2-	AFFLUENTS DE LA SOURDOIRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	N/A	2000	P2	AFFLUENTS DE LA SOURDOIRE DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL	N/A
P300 P301 P302 P303 P304 P305 P306 P307 P308 P310 P311 P312 P313 P314 P315 P317 P318 P319 P320 P321 P322 P323	2000	P3A1	LA VEZER DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA SOUDAINE SUR LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2	2000	P3A	LA VEZER DE SA SOURCE AU BRADASCOU	N/A	2000	P3	LA VEZER ET SES AFFLUENTS DE LEURS SOURCES A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A
P305 P306 P307 P308 P310 P311 P312 P313 P314 P315 P317 P318 P319 P320 P321 P322 P323	2000	P3A2	LA SOUDAINE DE SA SOURCE A LA VEZERE	3	6	2	2								
P310 P311 P312 P313 P314 P315 P317 P318 P319 P320 P321 P322 P323	2000	P3A3	LA VEZERE DU CONFLUENT DE LA SOUDAINE AU CONFLUENT DU BRADASCOU SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	P3B	LA VEZERE DU BRADASCOU A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A				
P317 P318 P319 P320 P321 P322 P323	2000	P3B1	LA VEZERE ET SES AFFLUENTS DU CONFLUENT DU BRADASCOU A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (USG)	3	6	2	2	2000	P3C	LA LOYRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A				
P321 P322 P323	2000	P3C1	LA LOYRE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (USG)	3	6	2	2								
P324	2000	P3C2	LE MAINE ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UNITE DE THIVIERS-PAYZAC)	3	6	2	2								
P325	2000	P3C3	L'AMBEAUX DU BASSIN VERSANT DU ROSEIX DE SA SOURCE A LA FIN SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN (UNITE DE THIVIERS-PAYZAC)	3	6	2	2	2000	P3D	LA CORREZE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A				
P330 P331 P332 P333 P334 P335 P336 P340 P341 P342 P343 P344 P360 P361 P362 P350 P351 P352 P353 P354 P355 P370 P371 P372	2000	P3D1	LA CORREZE ET SES AFFLUENTS DE SA SOURCE A LA VINDELLE SUR LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHES	3	6	2	2								
P340 P341 P342 P343 P344 P360 P361 P362 P350 P351 P352 P353 P354 P355 P370 P371 P372	2000	P3D2	LA VIMBELLE DE SA SOURCE A LA CORREZE	3	6	2	2								
P350 P351 P352 P353 P354 P355 P370 P371 P372	2000	P3D3	LA MONTANE DE SA SOURCE A LA COUCHE SUR LES LEUCOGRANITES DU PLATEAU DU MILLEVACHE	3	6	2	2								
P350 P351 P352 P353 P354 P355 P370 P371 P372	2000	P3D4	LA CORREZE ET SES AFFLUENTS DU CONFLUENT DE LA VIMBELLE A LA FIN SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2	2000	P3E	LE MAUMONT BLANC DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A				
P383 P384 P390 P364 P365 P366 P367 P380 P382 P381	2000	P3D5	LA SAINT BONNETTE DE SA SOURCE A LA CORREZE	3	6	2	2								
P383 P384 P390 P364 P365 P366 P367 P380 P382 P381	2000	P3D6	LA ROANNE DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	3	6	2	2	2000	P3E	LE MAUMONT BLANC DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE)	N/A				
P393	2000	P3E1	LE MAUMONT BLANC DE SA SOURCE AU RAU DE CHAUVIGNAC SUR LES INTRUSIONS GRANITOÏDIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2								
P394 P395	2000	P3E2	LE MAUMONT BLANC DU CONFLUENT DU RAU DE CHAUVIGNAC A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2								
P396	2000	P3E3	LE CLAN DE SA SOURCE A LA FIN DU SOCLE DU MASSIF CENTRAL (BASSIN DE BRIVE) SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN	3	6	2	2								



CODE CARTHAGE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE				THEME	NATURE	ETAT	TYPÉ DE MILIEU	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE		PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE ABSOLU	CODE ENTITE	LIBELLE PROVISOIRE ENTITE		PRESENCE INTER-REGIONALE
	2000	P6B1	L'AUYEZERE DE SA SOURCE AU RUISSEAU DES BELLES DAMES SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN				3	6	2	2	2000	P6B	L'AUYEZERE DE SA SOURCE AU RUISSEAU DES BELLES DAMES		AGI	2000	P6	L'ISLE ET L'AUYEZER DE LEURS SOURCES		AGI
R100 R101 R102	2000	R1-1	LA TARDOIRE ET LA COLLE DE LEURS SOURCES AU CONFLUENT SUR LES UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN				3	6	2	2	2000	R1-	LA TARDOIRE DE SA SOURCE AU CONFLUENT DU TRIEUX		AGI / POC	2000	R1	LA TARDOIRE DE SA SOURCE AU CONFLUENT DU TRIEUX		AGI / POC
R103	2000	R1-2	LA TARDOIRE DU CONFLUENT DE LA COLLE AU CONFLUENT DU TRIEUX SUR LES LEUCOGRANITES ET UNITES METAMORPHIQUES DU LIMOUSIN				3	6	2	2										
R104 R105 R106	2000	R1-3	LE TRIEUX DE SA SOURCE AU CONFLUENT DE LA TARDOIRE SUR LES LEUCOGRANITES DU LIMOUSIN				3	6	2	2										



## **Annexe 2 - Tableau multi-échelles du thème sédimentaire**

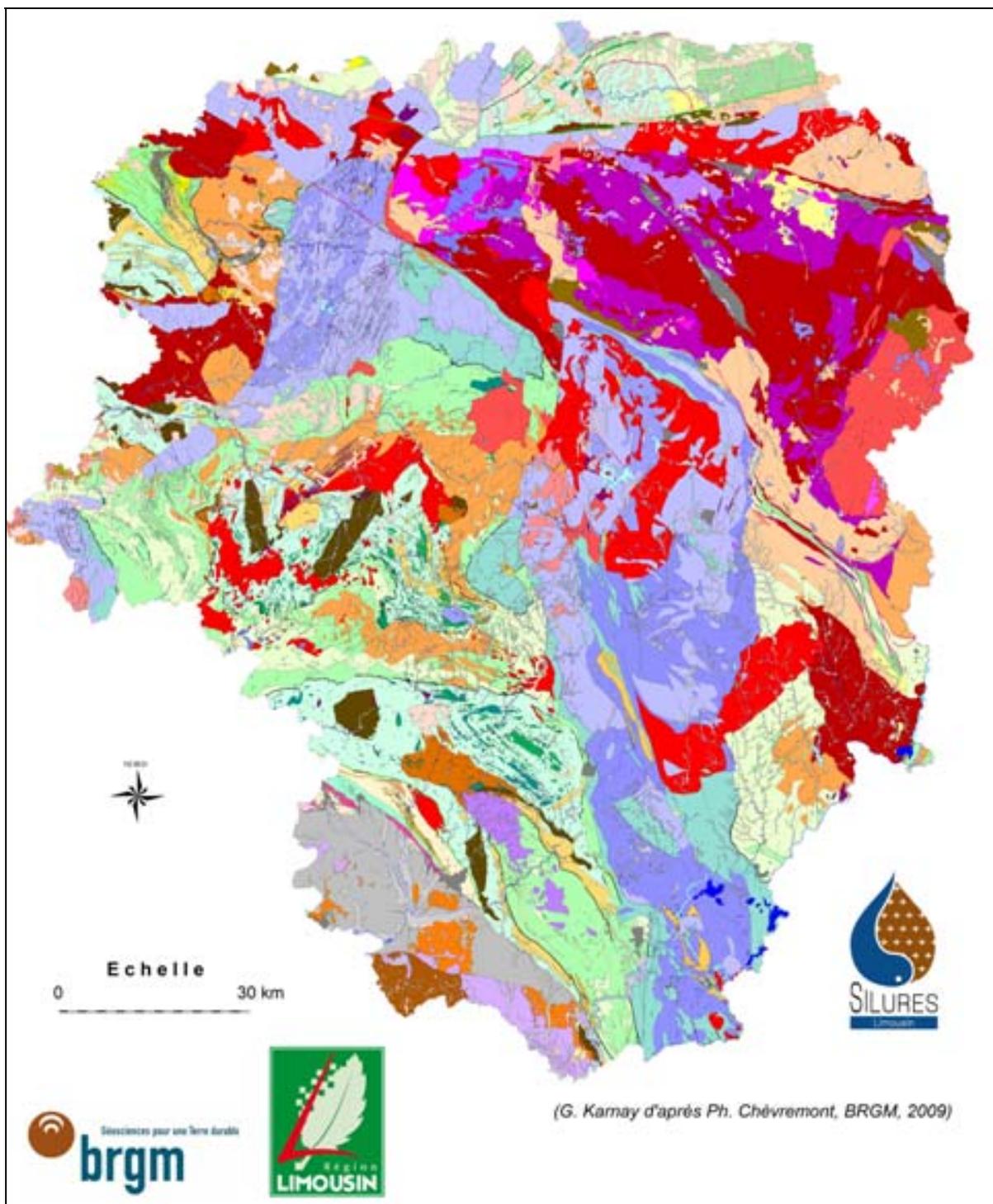


NV3								NV2				NV1			
ORDRE	CODE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	THEME	NATURE	ETAT	TYPE DE MILIEU	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE	CODE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE	ORDRE	CODE	LIBELLE PROVISoire ENTITE	PRESENCE INTER-REGIONALE
200	H5-1	UNITES SEMI-PERMEABLE DES FORMATIONS VOLCANIQUES PLIOCÈNES DU SILLON HOULLER	5	6	2	0	MPY / AUV	200	H5-	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS VOLCANIQUES DU MASSIF CENTRAL	MPY / AUV	200	H5	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS VOLCANIQUES DU MASSIF CENTRAL	MPY / AUV
300	H5-2	UNITES SEMI-PERMEABLE DES FORMATIONS VOLCANIQUES PLIOCÈNES CANTALIENNES	5	6	2	0	MPY / AUV								
400	H6-1	UNITES AQUIFERE DES CALCAIRES MICRITIQUES ET BIOCLASTIQUES DU BATHONIEN SUP	2	5	2	4	AQI / POC / MPY	400	H6-	SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES DE L'AALENIEN AU BATHONIEN SUPERIEUR	AQI / POC / MPY	400	H6	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES CALCAIRES ET DOLOMIES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR	AQI / POC / MPY
500	H6-2	UNITES AQUIFERE DES MARNO-CALCAIRES DU BATHONIEN	2	5	2	4	AQI / POC / MPY								
600	H6-3	UNITE AQUIFERE DES CALCAIRES BIOCLASTIQUES ET OOLITHIQUES DE L'AALENIEN - BAJOCIEN	2	5	2	4	AQI / POC / MPY								
700	H7-1	UNITÉ IMPERMÉABLE DES MARNES NOIRES DU TOARCIEN	2	7	4	4	AQI / POC / MPY	700	H7-	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES NOIRES DU LIAS SUPERIEUR	AQI / POC / MPY	700	H7	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES MARNES NOIRES DU LIAS SUPERIEUR	AQI / POC / MPY
800	H8-1	UNITÉ AQUIFÈRE DES CALCAIRES GRÉSEUX DU DOMÉRIEN SUPÉRIEUR	2	5	4	4	AQI / POC / MPY	800	H8-	SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES ET CALCAIRES MARNEUX DU LIAS	AQI / POC / MPY	800	H8	GRAND SYSTEME AQUIFERE DES GRES, CALCAIRES ET CALCAIRES MARNEUX DU LIAS	AQI / POC / MPY
900	H8-2	UNITÉ SEMI-PERMÉABLE DES MARNES ET CALCAIRES ARGILEUX DU CARIXIEN ET DOMÉRIEN INFÉRIEUR	2	6	4	4	AQI / POC / MPY								
1000	H8-3	UNITÉ AQUIFÈRE DES GRÈS ET CALCAIRES DE L'HETTANGIEN ET SINÉMURIEN	2	5	4	4	AQI / POC / MPY								
1100	H9-1	UNITÉ SEMI-PERMEABLE DES GRÈS ET CONGLOMÉRATS DU PERMO-TRIAS	2	6	4	4	AQI / MPY	1100	H9-	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS	AQI / MPY	1100	H9	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRES ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS	AQI / MPY
1200	H10-1	UNITE SEMI-PERMEABLE DES GRÈS, CONGLOMÉRATS ET SCHISTES STEPHANIENS	2	6	4	4	AQI / POC / MPY	1200	H10-	DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRÈS, CONGLOMÉRATS ET SCHISTES STEPHANIENS	AQI / POC / MPY	1200	H10	GRAND DOMAINE HYDROGEOLOGIQUE DES GRÈS, CONGLOMÉRATS ET SCHISTES DU CARBONIFÈRE	AQI / POC / MPY



## **Annexe 3 - Carte géologique au 1/ 250 000 simplifiée**





Carte géologique simplifiée du Limousin à l'échelle du 1 / 250 000

## Légende des unités lithostructurales du Limousin

	Formations superficielles : colluvions, éboulis, dépôts de pente et de fond de doline, altérites
	Dépôts sédimentaires : Alluvions et nappes fluviales
	Dépôts sédimentaires : Tertiaire
	Dépôts sédimentaires : Jurassique moyen
	Dépôts sédimentaires : Jurassique inférieur
	Dépôts sédimentaires : Trias
	Astroblème de Rochechouart : brèches de retombée
	Astroblème de Rochechouart : brèches de dislocation
	Dépôts sédimentaires : Permien
	Dépôts sédimentaires : Carbonifère
	Volcanisme Mio-Pliocène à basanite et phonolite et éboulis associés
	Volcanisme Dévono-Carbonifère et Carbonifère supérieur : rhyolites, tufs rhyo-dacites, trachy-andésites, andésites
	Filons variés
	Filons de quartz
	Leucogranites : Namurien-Westphalien
	Leucogranites : Namurien
	Leucogranites : Viséen supérieur-Namurien
	Leucogranites : Viséen
	Leucogranites : Tournaisien-Viséen
	Leucomonzogranites et Granitoïdes leucocrates : Dévonien supérieur-Tournaisien
	Granites, granodiorites : Namurien-Westphalien
	Granites, monzogranites : Viséen supérieur - Namurien
	Granites, monzogranites : Tournaisien supérieur-Viséen inférieur
	Granites, granodiorite, monzogranites : Famenien-Tournaisien
	Granites-granodiorites en petits corps et filons : Frasnien-Faménien (Dévonien supérieur)
	Granodiorite à monzodiorite : Viséen moyen-Namurien
	Monzogranite-granodiorite : Dévonien supérieur-Tournaisien
	Granodiorite : Tournaisien supérieur-Viséen inférieur
	Tonalite : Tournaisien supérieur
	Granodiorites-tonalites, diorites quartzifères-tonalites : Dévonien supérieur-Tournaisien
	Diorites quartzifères-tonalites : Stéphalien-Autunien
	Diorites et gabbros mésocrates à mélanocrates, diorites et monzodiorites quartzifères, hornblendites, tonalites - Ligne Tonalitique du Limousin : Dévonien supérieur
	Diorites et gabbros mésocrates : Dévonien supérieur

### Légende des unités lithostructurales du Limousin (suite et fin)

	Unité épizonale de Génis (UG) : porphyroïdes roses à flammes
	Unité Anatectique d'Aubusson (UAA)
	Unité Anatectique du Chavanon (UAC)
	Unité épi- à mésozonale de Thiviers-Payzac (UTP) : schistes et gneiss
	Unité épi- à mésozonale de Thiviers-Payzac (UTP) : quartzites de Payzac, leptynites et Grès de Thiviers (= métatufs rhyodacitiques, métagrauwackes)
	Unité épi- à mésozonale de Thiviers-Payzac (UTP) : prasinites et amphibolites dérivant de tufs basiques, dolérites, basaltes, dacites
	Unité épi- à mésozonale de Thiviers-Payzac (UTP) : amphibolites intercalées dans les Quartzites de Payzac
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : micaschistes quartzo-micaschistes et schistes
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : métatufs andésitiques mésocrates
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : orthogneiss
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : quartzites et quartzo-leptynites
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : migmatites résultant d'une anatexie intense des orthogneiss
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : amphibolites plagioclasiques dérivant de basaltes, de gabbros ou de microgabbros
	Unité métamorphique de la Gartempe (UMG) : Péridotites serpentinisées
	Unité Para-autochtone des micaschistes (UPM) : marbres et gneiss carbonatés
	Unité Para-autochtone des micaschistes (UPM) : micaschistes, paragneiss et gneiss
	Unité Para-autochtone des micaschistes (UPM) : orthogneiss anatectiques, gneiss leptynitiques et kinzigitique
	Unité Para-autochtone des micaschistes (UPM) : métatexites-diatexites, migmatites
	Unité Para-autochtone des micaschistes (UPM) : amphibolites
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : paragneiss
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : Orthogneiss leptynitiques et Complexe leptyno-amphibolique
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : Quartzites feldspathiques
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : métatexites, diatexites et migmatites
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : amphibolites
	Unité Supérieure des Gneiss (USG) : pyroxénites, péridotites, élogites
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : schistes, micaschistes et paragneiss
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : gneiss
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : gneiss et orthogneiss leptynitiques, orthogneiss oeilés
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : quartzites
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : métatexites, diatexites, migmatites et granitoïdes d'anatexie
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : amphibolites
	Unité Inférieure des Gneiss (UIG) : élogites plus ou moins amphibolitisées, péridotites serpentinisées, gabbros



## **Annexe 4 - Essai de caractérisation hydrogéologique des entités du thème Socle**



Pour déterminer l'intérêt hydrogéologique des formations de socle, un indice défini par le produit de deux paramètres est souvent utilisé (cf. par exemple le rapport BRGM/RP-55001-FR) :

- le pourcentage de forages ayant fourni un débit instantané au moins égal à 10 m<sup>3</sup>/h (critère considéré comme une image des probabilités de succès),
- le débit moyen du quartile supérieur (ou moyenne des débits des 25 % « meilleurs forages »). Ce paramètre est représentatif de la perméabilité des axes de drainage souterrain.

Suivant les valeurs prises par cet indice (appelé « indice global »), il est possible d'apprécier la nature aquifère (ou pas) des formations de socle (exemple fourni dans le tableau ci-dessous établi pour les formations de socle des départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire).

	Classes	Indice global	Nature entité
	1	≥ 10	Unité aquifère
	2	7.5 à 10	Unité aquifère
	3	5 à 7.5	Unité semi-perméable
	4	2.5 à 5	Unité semi-perméable
	5	< 2.5	Unité imperméable

Préalablement au calcul de cet indice, un regroupement des formations géologiques des cartes harmonisées au 1/50 000 à partir de la carte géologique à 1/250 000 du Limousin a été réalisé. En procédant ainsi, une carte géologique simplifiée a été élaborée comprenant 16 types lithologiques cristallophylliens et 2 formations superficielles. Ces formations superficielles ont été conservées étant donné qu'elles participent aux débits instantanés mesurés. 381 débits instantanés ont pu être extraits de la base de données hydrodynamiques réalisée pour le projet SILURES (données issues de la Banque de données du Sous-Sol).

Néanmoins, le nombre de forage demeure le caractère limitant de cette approche statistique :

- 11 types lithologiques sur les 18 sont renseignées par moins de 10 forages (sur 27% de la surface de socle du Limousin) et ne peuvent donc être statistiquement traités ;
- 7 types lithologiques sont renseignés dont :
  - 2 pour lesquels l'indice global est supérieur à 5 (semi-perméable : vert ou aquifère : bleu) mais pour lesquels moins de 20 forages sont disponibles ;
  - 5 autres types (imperméables ou semi-perméables) pour lesquels on possède en moyenne 1 forage pour 30 km<sup>2</sup>.

A titre de comparaison, ce même travail, réalisé en région Pays-de-la-Loire, a mobilisé 1 801 forages pour les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe. 1 896 forages complémentaires de la région Bretagne ont permis d'affiner cette approche statistique. Compte tenu du nombre restreint de forages disponibles et du contexte géologique régional complexe, il est hasardeux d'essayer d'établir un lien entre la lithologie et les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol. C'est pourquoi, une autre voie a été recherchée en réalisant une analyse statistique englobant davantage de paramètres pour déterminer lesquels déterminent les grandes caractéristiques hydrogéologiques.

GEOLOGIE SIMPLIFIEE			STATISTIQUES							
CODE	DESCRIPTIONS	SUPERFICIE UNITE (KM²)	NOMBRE FORAGE	KM²/FORAGE	INDICE DE PRODUCTIVITE MOYEN (M3/H/M)	NOMBRE FORAGES > 10 m3/h	%FORAGES > 10 m3/h	MEILLEUR QUARTILE	DEBIT MOYEN DU MEILLEUR QUARTILE (M3/H)	INDICE GLOBAL
3	Dépôts sédimentaires : Alluvions et nappes fluviales	645,39	2	322,69	0,96	2,00	100,00%	N/A	N/A	N/A
20	Dépôts sédimentaires : Tertiaire	97,06	3	32,35	0,29	1,00	33,33%	N/A	N/A	N/A
120	Leucogranites	3258,87	88	37,03	0,14	16,00	18,18%	6,98	14,48	2,63
148	Leucomonzogranites et Granitoïdes leucocrates : Dévonien supérieur-Tournaisien	135,50	19	7,13	0,46	9,00	47,37%	19,35	44,44	21,05
204	Granites, monzogranites : Tournaisien supérieur-Viséen inférieur	1423,78	38	37,47	0,21	9,00	23,68%	8,13	15,96	3,78
208	Granites, granodiorite, monzogranites : Famenien-Tournaisien	1591,05	6	265,18	0,09	0,00	0,00%	N/A	N/A	N/A
254	Monzogranite-granodiorite : Dévonien supérieur-Tournaisien	709,97	4	177,49	0,10	0,00	0,00%	N/A	N/A	N/A
259	Granodiorite : Tournaisien supérieur-Viséen inférieur	131,29	1	131,29	0,00	0,00	0,00%	N/A	N/A	N/A
272	Granodiorites-tonalites, diorites quartzifères-tonalites : Dévonien supérieur-Tournaisien	81,18	1	81,18	0,03	0,00	0,00%	N/A	N/A	N/A
280	Diorites et gabbros - Ligne Tonalitique du Limousin : Dévonien supérieur	220,17	2	110,09	0,20	1,00	50,00%	N/A	N/A	N/A
310	Unité Anatactique d'Aubusson (UAA)	711,66	11	64,70	0,16	4,00	36,36%	15,00	17,43	6,34
334	Unités métamorphiques du Limousin : unité de Thiviers-Payzac	85,04	3	28,35	0,02	0,00	0,00%	N/A	N/A	N/A
350	Unités métamorphiques du Limousin : schistes, micaschistes et paragneiss	3198,30	106	30,17	0,21	27,00	25,47%	9,75	19,17	4,88
360	Unités métamorphiques du Limousin : amphibolite	101,20	2	50,60	1,08	2,00	100,00%	N/A	N/A	N/A
382	Unités métamorphiques du Limousin : métaxites, diatexites, migmatites et granitoïdes d'anatexis	927,03	53	17,49	0,10	7,00	13,21%	6,80	11,92	1,57
404	Unités métamorphiques du Limousin : orthogneiss leptynitiques et complexe leptyno-amphibolique	207,86	6	34,64	0,06	1,00	16,67%	N/A	N/A	N/A
454	Unités métamorphiques du Limousin : gneiss	192,00	2	96,00	0,33	2,00	100,00%	N/A	N/A	N/A
464	Unités métamorphiques du Limousin : gneiss et orthogneiss leptynitiques, orthogneiss cellés	1094,27	34	32,18	0,17	6,00	17,65%	7,81	13,13	2,32

Illustration 1 - Résultats de l'approche statistique après regroupement des formations géologiques (381 forages)

## **Annexe 5 - Méthodologie de délimitation des entités hydrogéologiques en domaine de socle**



La méthodologie de délimitation des entités en domaine de socle, exposée dans le guide méthodologique (Rapport BRGM-RP-52261-FR - 2003) n'est pas applicable dans toutes les régions: peu de données, morcellement des formations, cartes non harmonisées ou manquantes. Pour pallier ces difficultés, une méthode a été proposée. Elle permet aussi d'avoir une homogénéité du découpage au niveau national.

Cette méthode, décrite au § 3.4 de cette annexe, peut être appliquée sur l'ensemble du territoire. Elle consiste à subdiviser les BV-Entités de niveau 2 en sous bassins (sous-secteurs ou Zones-Hydro BD-Carthage) et à les caractériser en fonction des données disponibles (lithologie, hydrogéologie). Proposée pour les régions Limousin et Auvergne, elle peut être reprise sans difficulté (et rapidement) pour les régions qui ont suivi (ou suivent) la méthodologie générale (Pays de Loire, Bretagne, Normandie), sans perdre le bénéfice du travail déjà réalisé. Elle est applicable aussi pour les régions MPY (entités NV3 constituées sur une base lithologique), en Alsace et en Lorraine.

D'abord, les grandes lignes de la méthodologie (rapport BRGM-RP-52261-FR 2003) sont rappelées et son application à deux départements de la région Pays-de-la-Loire (49 et 72). Le travail fait en Midi-Pyrénées est présenté.

## 1. Entités NV1

D'après le guide méthodologique :

*« Le découpage est réalisé en suivant les bassins versants des grands cours d'eau. On regroupera éventuellement les petits bassins côtiers en ensembles. L'échelle de découpage doit aboutir à des entités de niveau national NV1 d'une superficie de l'ordre de quelques milliers de km<sup>2</sup> (3 000 à 5 000 km<sup>2</sup> environ).*

*Délimiter les bassins versants à partir de la BD-Carthage sur la base de la région hydrographique ou du secteur ».*

## 2. Entités NV2

D'après le guide méthodologique :

*« Quatre étapes sont prévues dans la méthodologie... Elles nécessitent des données de débit en nombre suffisant (stations de jaugeages bien réparties, historiques de mesures d'une demi-douzaine d'années au moins) et un état des connaissances hydrologiques permettant de savoir si la relation débit d'étiage - état des ressources est valide :*

- *découpage en NV2 par subdivision du découpage national NV1, sur la base de critères morphologiques ;*
- *caractérisation du QES des bassins versants disposant de jaugeages (critère hydraulique) ;*
- *affectation d'un QES à chaque entité issue de l'étape 1 ci-dessus (critère hydraulique) ;*
- *regroupement des entités NV2 caractérisées par la même classe de ressource en eau, en visant une taille optimum des entités NV2 (perspective : critère de gestion) ».*

En fait, souvent, le premier critère seul sera applicable, faute de données.

## • Application en Pays-de-la-Loire (RP 56954, Mars 2009)

### Etape 1: première sélection

Les sous-bassins hydrologiques situés dans les bassins NV1 (sous-secteurs hydrographiques BD-Carthage) ont été sélectionnés.

Ces sous-bassins ont fait l'objet de regroupements selon des critères de superficie (exemple : la Vaudelle et l'Orthe forment l'entité K5C) et de cours d'eau identiques (exemples : Sèvre Nantaise, Loir, Loire, Mayenne, Sarthe).

**38 bassins NV2 de socle ont ainsi été obtenus (superficie de 87 à 2 165 km<sup>2</sup>).**

### Etape 2: prise en compte des débits spécifiques

Les débits d'étiage spécifiques (QES) ont été calculés à partir des VCN10 et des superficies des bassins.

Pour la détermination des seuils de QES, l'avis d'expert (J. RAFFY, DIREN Bretagne) a été pris en compte. Celui-ci a jugé de la pertinence des seuils définissant les quatre classes de QES, le premier seuil de QES étant fixé 0.7 l/s/km<sup>2</sup> pour isoler les bassins schisteux et/ou gréseux.

### Etape 3: affectation d'un QES aux bassins

**Un QES a pu être affecté aux 37 (sur 38) bassins NV2 renseignés:** 29 stations situées vers l'exutoire caractérisent correctement les bassins versants, le reste correspondant à des stations situées au milieu du BV).

**Les bassins ont ainsi été classés selon 4 classes de QES** (<0.7, (0.7-1.75), (1.75-4), >4 l/s/km<sup>2</sup>).

### Etape 4: regroupement suivant QES

Les bassins contigus (avec limite géographique en commun) se situant dans la même classe et dans le même bassin NV1 ont été rassemblés.

**17 entités NV2 de socle ont ainsi été obtenues** (illustrations 1 et 2).

## 3. Entités NV3

### 3.1. Critères du guide méthodologique

Dans le guide méthodologique (RP 52261- 2003, page 34) :

1) Premier critère de découpage des NV3 : **l'épaisseur d'altérites et du milieu fracturé.**

*« Au niveau des entités de niveau NV3, un recouvrement peut exister : quand elles existent, les altérites sont situées au-dessus de l'horizon fissuré des roches de socle (ces deux couches sont potentiellement aquifères). Comme les altérites n'ont été levées que sur certaines cartes géologiques et sur la base de connaissances anciennes hétérogènes, ces formations ne peuvent faire l'objet d'un traitement abouti au niveau NV3. Les placages importants cartographiés sont néanmoins pris en compte dans la partie « sédimentaire » du travail réalisé à ce stade de la BDRHF V2.*

*Les altérites présentent pourtant un intérêt non négligeable sur le plan hydrogéologique en domaine de socle. L'amélioration de la connaissance de ces formations (levé homogène à l'échelle départemental) permettrait de mettre à jour de la BD RHF V2 mais aussi de mieux appréhender les ressources en eau souterraine de socle ».*

**Ce n'est pas toujours possible**, comme mentionné par exemple dans le rapport de restitution du travail fait dans les départements 49 et 72 (BRGM-RP-56954-FR, mars 2009, page 65).

Les altérites, lorsqu'elles sont cartographiées, seront extraites des cartes géologiques et intégrées comme « entités complémentaires » dans la surcouche du référentiel.

2) 2<sup>ème</sup> critère de découpage: **les grandes classes lithologiques**

Critères indirects d'altération et de qualité hydrogéologique des altérites et de l'horizon fissuré. C'est le critère le plus susceptible d'être utilisé.

3) 5<sup>ème</sup> critère : **le débit spécifique des forages**

Si les données sont en nombre suffisants pour faire une étude statistique.

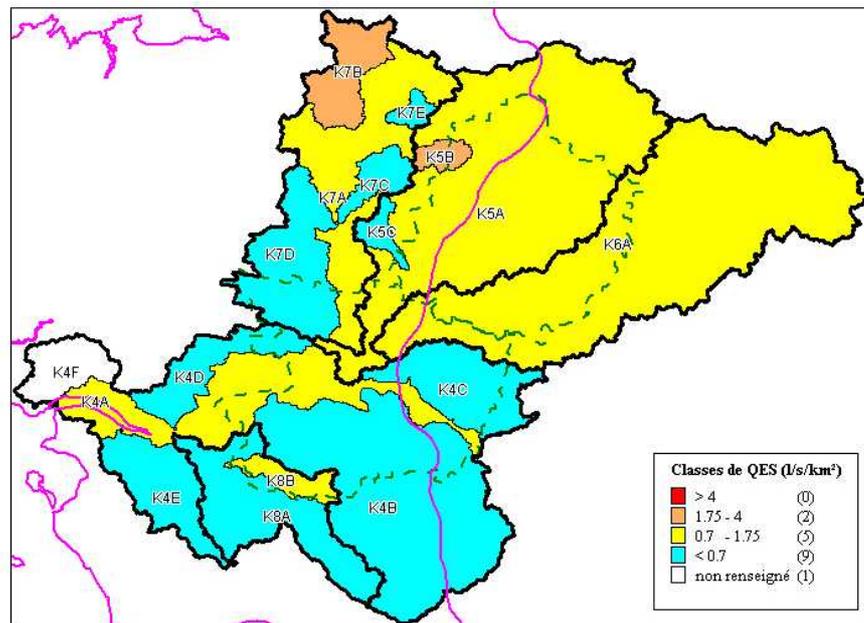


Illustration 1 - Classement des entités selon les valeurs de QES  
(17 entités NV2 après assemblage)

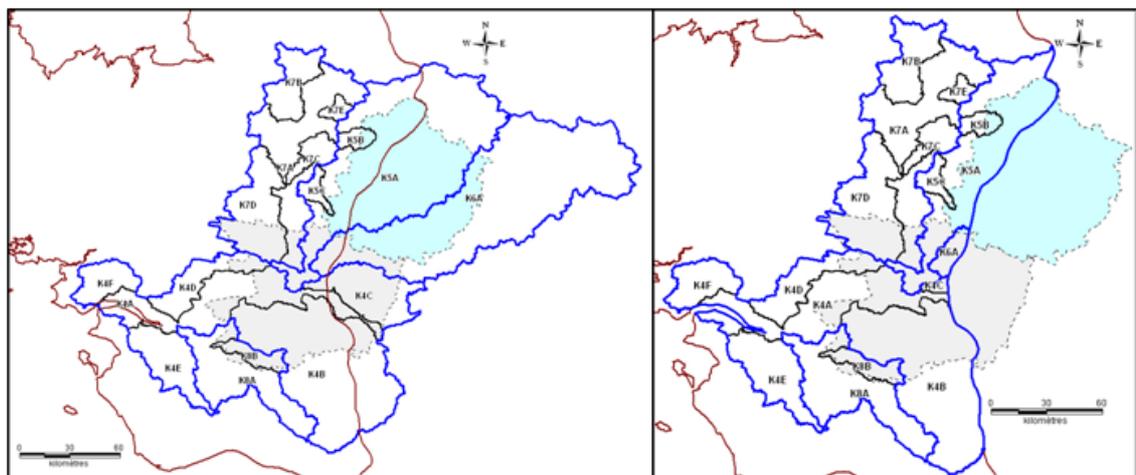


Illustration 2 - Entités de Socle de niveau NV2  
(avant et après découpage grossier avec la limite des formations sédimentaires)

### 3.2. Exemple en Pays-de-la-Loire (RP 56954, Mars 2009)

#### 1) Recensement et caractérisation des formations géologiques (cartes au 1/250 000)

Ont été recensées 70 formations géologiques appartenant à 21 ensembles lithostratigraphiques et tectono-métamorphiques.

Sur la base d'une **analyse statistique du débit des forages**, 34 entités géologiques (au 1/250 000) ont été retenues, caractérisées par leur nature aquifère ou pas.

#### 2) Cartographie au 1/50 000 de ces entités géologiques

Les traitements précédents ont utilisé les contours géologiques au 1/250 000. « *En effet, seule cette carte synthétique permet d'avoir des formations géologiques interrégionales* »...

« *Or, les entités hydrogéologiques de niveau NV3 devant être réalisées au 1/50 000, une correspondance entre les cartes géologiques (harmonisées au 1/50 000 et synthétique au 1/250 000) a dû être établie....*

De ce traitement résultent 34 entités géologiques à 1/50 000 » (illustration 3).

#### 3) Délimitation des entités NV3

Par intersection des 34 entités géologiques à 1/50 000 et des 12 bassins versants issus des entités NV2 (illustration 4).

### 3.3. Exemple en Midi-Pyrénées (rapport BRGM-RP-56952-FR, page 47)

Il n'est pas toujours possible de suivre la méthodologie décrite ci-dessus et appliquée en Pays-de-la-Loire, faute de données et/ou de cartes harmonisées. En MPY, les entités ont été définies uniquement sur des critères lithologiques. La démarche suivie est décrite ci-dessous.

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

- *distinction de trois classes lithologiques au sein des formations de socle,*
- *inventaire des formations géologiques appartenant à ces trois grands ensembles constituant le système à découper,*
- *extraction des polygones correspondant aux formations affleurantes des trois ensembles lithologiques,*
- *regroupement et fusion des polygones constitutifs de chaque entité,*
- *redécoupage des systèmes par les bassins versants NV2 (**sous secteurs de la BD Carthage**), aboutissant à 21 entités NV3.*

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

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

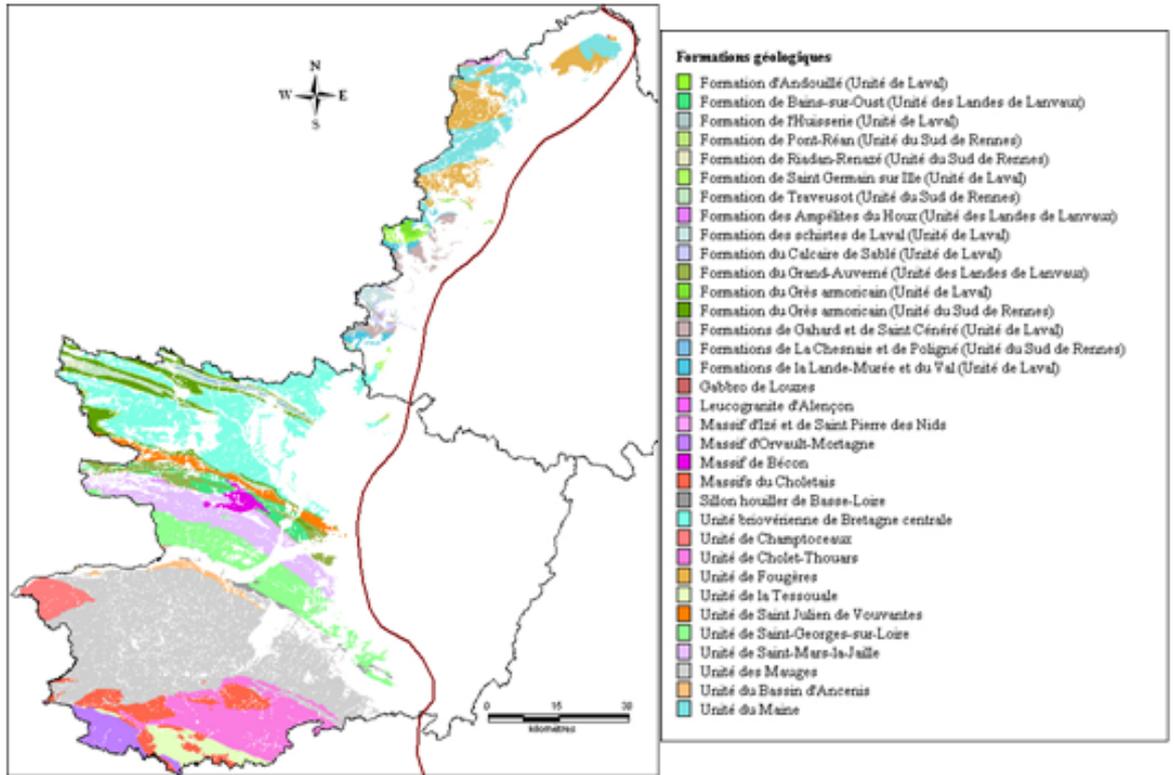


Illustration 3 – 34 entités géologiques au 1/50 000 dans les départements 49 et 72

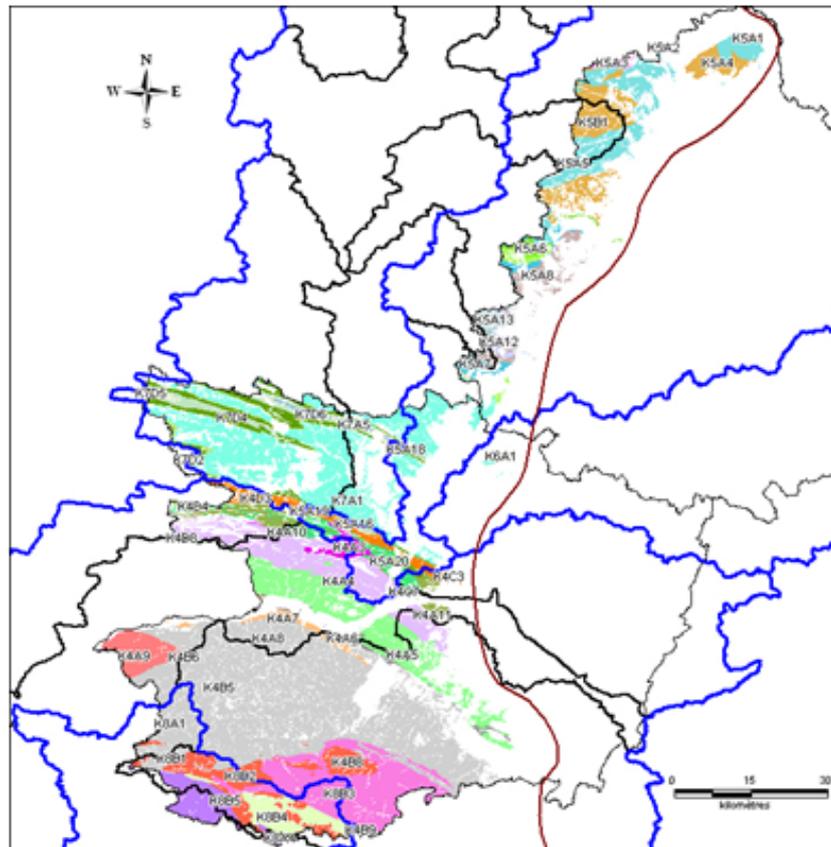


Illustration 4 – 91 entités hydrogéologiques NV3 dans les départements 49 et 72  
 (intersection entités géologiques ci-dessus) par BV NV2)

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

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

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

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

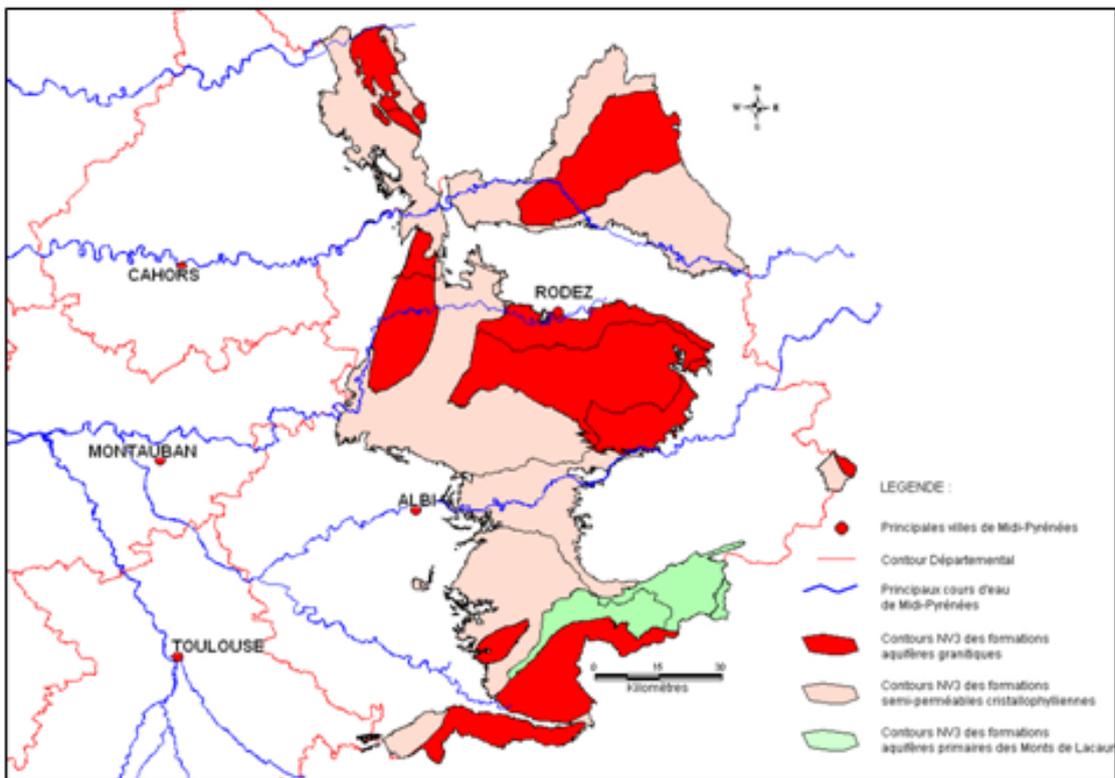


Illustration 5 – Entités NV3 de socle en MPY

### 3.4. Démarche proposée pour aboutir à un découpage du socle (relativement) homogène à l'échelle du territoire.

Proposition: découper en bassins versants Carthage (sous-secteurs ou zones hydrographiques et injecter l'information hydrogéologique dans les bassins (En général des « sous-secteurs » de la BD-Carthage).

#### Démarche

Après analyse lithologique (ou hydrogéologique si les données sont suffisantes) et regroupement en classes lithologiques (ou de perméabilité, type 5, 6 ou 7 du guide méthodologique), on peut procéder comme suit :

- 1) Intersection des regroupements avec (**selon les cas**) les zones hydrographiques (ZH) ou sous-secteurs (SSH) BD Carthage (illustration 6). Utilisation de l'outil « Intersecter » des « Tools » Arc Gis (« Analysis tools ») ;
- 2) sélection d'une classe de perméabilité (ou d'une lithologie) dans la table précédente (illustration 7) :
  - imperméable (code 7),
  - semi-perméable (code 6),
  - perméable (code 5) ;
- 3) opération de « récapitulation » par zone hydrographique (puisque plusieurs polygones par zone). On obtient ainsi une table (non géométrique) par classe de perméabilité (ex: nature\_7, nature\_6, nature\_5) ;
- 4) jointures successives de ces tables avec les zones hydrographiques pour récupérer les contours. On obtient ainsi une table (géométrique) comme celle présentée par l'illustration 10 (« Entités\_BV\_nature »), avec dans chaque bassin le % des types de perméabilité (des polygones étant non renseignés, on n'atteint pas toujours les 100%).

Comme le montre l'illustration 8, il est possible de regrouper certains BV ZH (dans l'exemple, les BV ZH contigus ayant plus de 55% du socle classés en « imperméable »).

Quand il n'y a pas possibilité d'avoir des données hydro permettant de caractériser le degré de perméabilité des formations de socle, on pourra définir des grands ensembles lithologiques comme en MPY : roches plutoniques, roches métamorphiques, ... (à particulariser suivant le contexte local).

#### Remarque

La table attributaire de l'étape 2 (après intersection) peut être conservée et le code entité NV3 (illustration 7) y introduire.

L'intérêt de cette table attributaire réside dans le fait que toute l'information de détail y est présente. Elle peut être intégrée au référentiel comme table dérivée.

Voir les illustrations 8, 9 et 10.

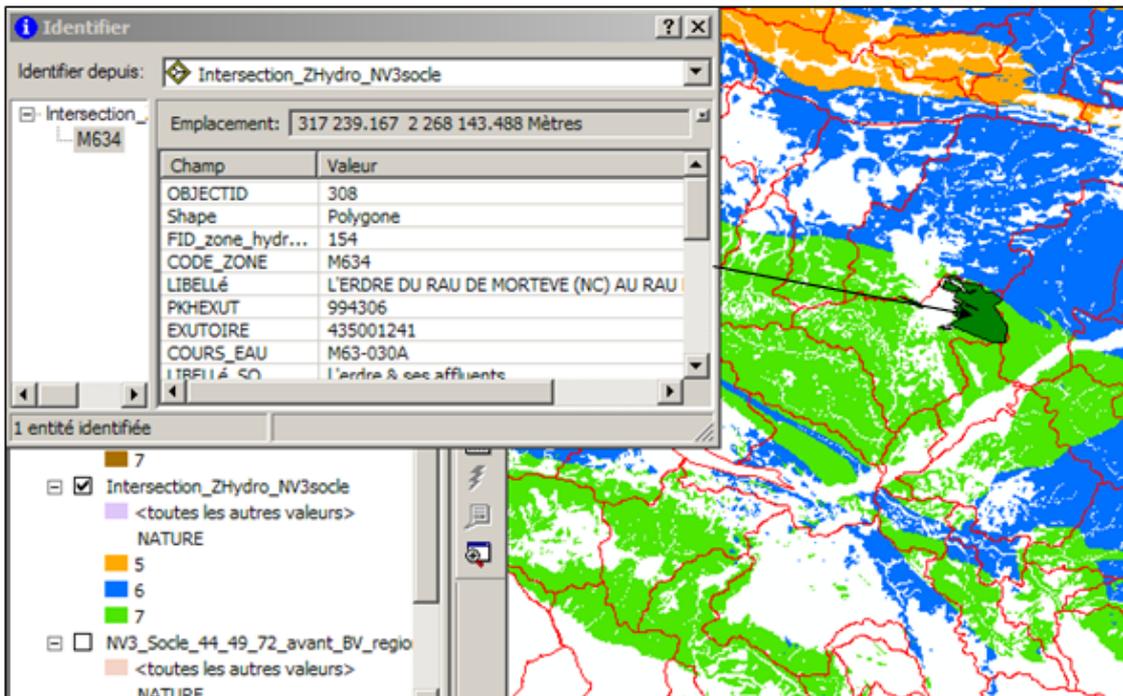


Illustration 6 - Intersection zones hydrographiques BD Carthage avec entités définies suivant méthodologie générale (exemple départements 49 et 72)

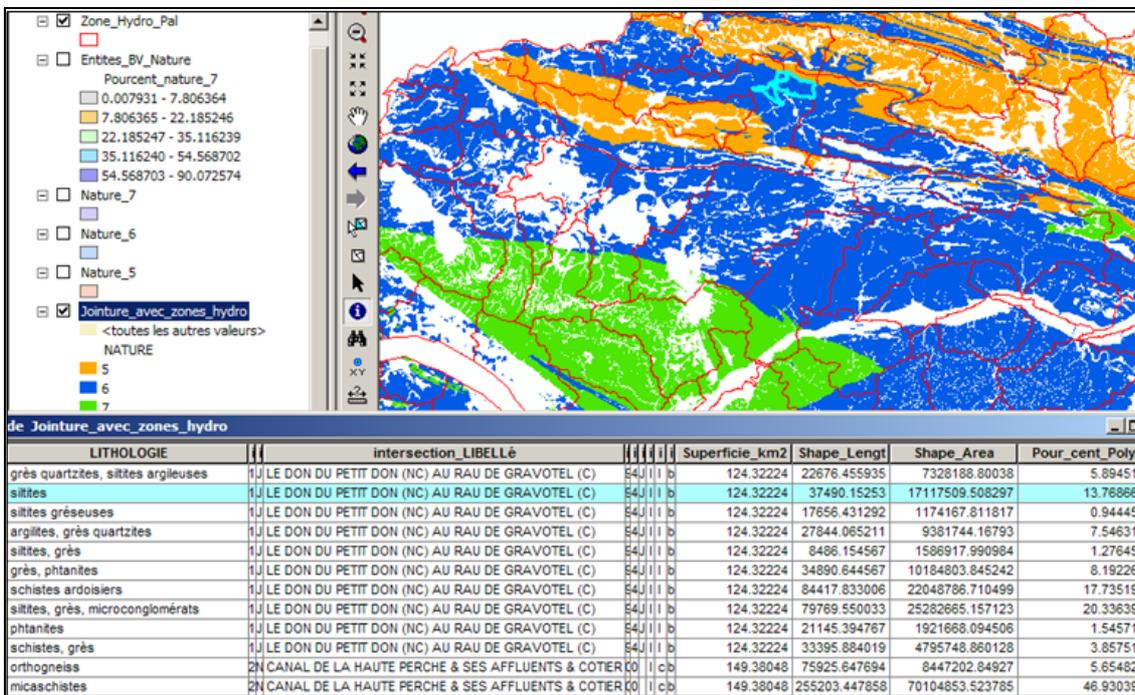


Illustration 7 - Calcul du pourcent d'occupation des types de lithologie dans chaque polygone élémentaire des zones hydrographiques

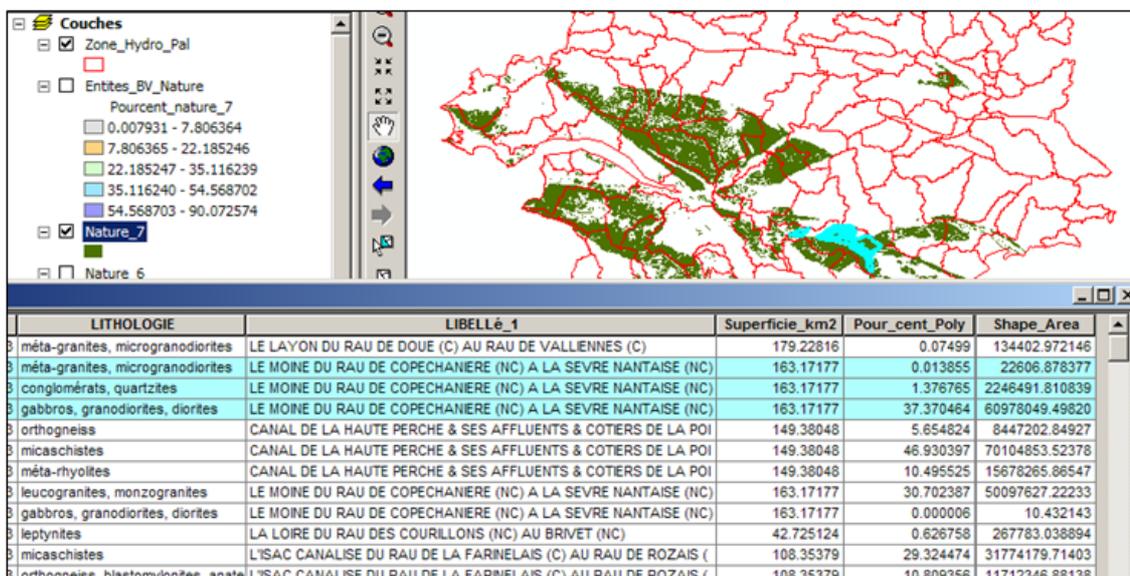


Illustration 8 – Sélection d'une classe de perméabilités

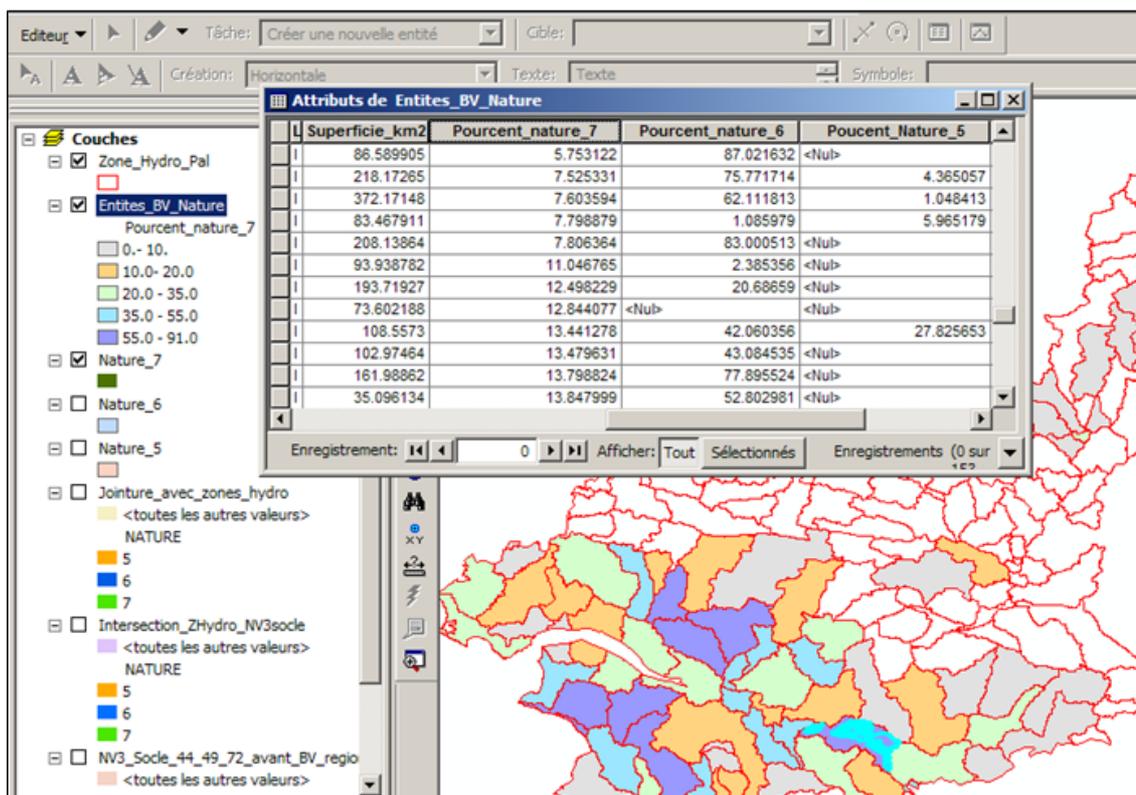


Illustration 9 – Table après étape 4

Attributs de Jointure_avec_zones_hydro					
OBJECTID_12	OBJECTID	Shape *	FID_zone_hydro	CODE_ZONE	LIBE
1	1	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
2	2	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
3	3	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
4	4	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
5	5	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
6	6	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
7	7	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
8	8	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
9	9	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
10	10	Polygone	3	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL (C)
11	11	Polygone	4	N001	CANAL DE LA HAUTE PERCHE & SES AFFLUENTS & COTIERS D
12	12	Polygone	4	N001	CANAL DE LA HAUTE PERCHE & SES AFFLUENTS & COTIERS D
13	13	Polygone	4	N001	CANAL DE LA HAUTE PERCHE & SES AFFLUENTS & COTIERS D
14	14	Polygone	5	M511	LE LAYON DU RAU DE DOUE (C) AU RAU DE VALLIENNES (C)
15	15	Polygone	5	M511	LE LAYON DU RAU DE DOUE (C) AU RAU DE VALLIENNES (C)
16	16	Polygone	5	M511	LE LAYON DU RAU DE DOUE (C) AU RAU DE VALLIENNES (C)

Attributs de Jointure_avec_zones_hydro							
THEME	NATURE	ETAT	MILIEU	NIVEAU	LITHOLOGIE	intersection_CODE_ZONE	CODE_ENTITE
3	6	2	2	3	siltites, grès	J792	100A01
3	6	2	2	3	grès, phtanites	J792	100A01
3	6	2	2	3	schistes ardoisiers	J792	100A01
3	5	2	2	3	siltites, grès, microconglomérats	J792	100A01
3	6	2	2	3	phtanites	J792	100A01
3	6	2	2	3	schistes, grès	J792	100A01
3	7	2	2	3	orthogneiss	N001	100A01
3	7	2	2	3	micaschistes	N001	100A01
3	7	2	2	3	méta-rhyolites	N001	100A02
3	7	2	2	3	méta-granites, microgranodiorites	M511	100A02
3	6	2	2	3	argilites schisteuses, schistes, grès	M511	100A02
3	6	2	2	3	argilites schisteuses, siltites gréseuses	M511	100A02
3	6	2	2	3	micaschistes, schistes, amphibolites	M511	100A02

Illustration 10 - Introduction d'un code entité après regroupements BV Carthage (ici regroupement des BV J792 et N001, pour donner l'entité 100A1)

Remarque: il s'agit ici juste d'un exemple indépendant de la lithologie

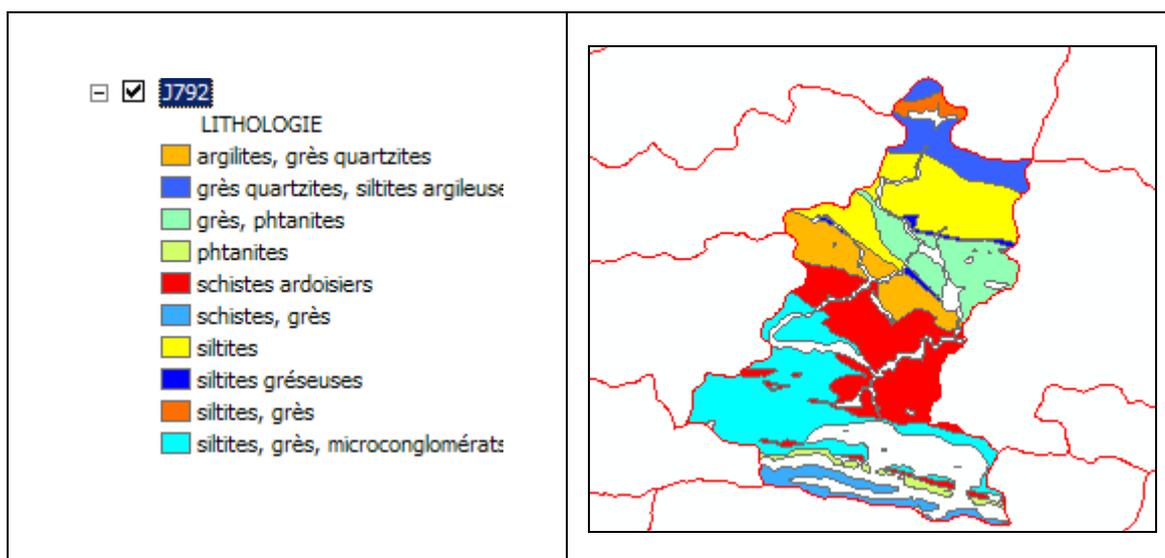


Illustration 11 – Exemple d'un BV-Entité caractérisé par une lithologie  
 (sélection dans la table attributaire issue de l'étape d'intersection)  
 (en blanc les polygones non renseignés)

La lithologie est ici bien détaillée mais peut aussi être réduite à quelques grandes classes

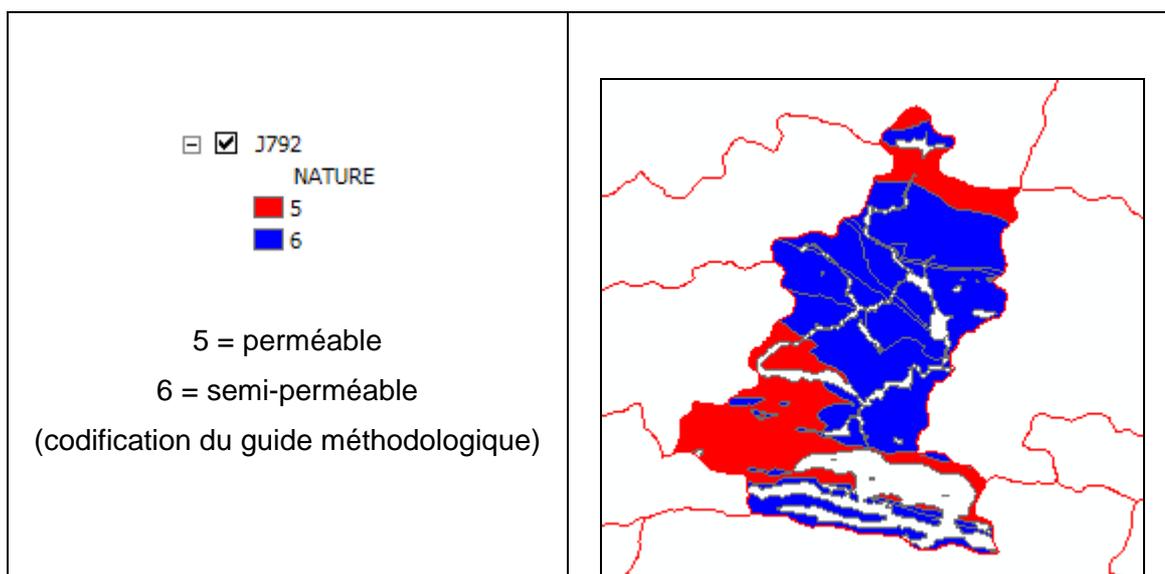


Illustration 12 – Exemple d'un BV-Entité caractérisé par une classe de perméabilité  
 (sélection dans la table attributaire issue de l'étape 2)  
 (en blanc les polygones non renseignés)

THEME	NATURE	ETAT	MILIEU	NIVEAU	LITHOLOGIE	CODE_ZONE	LIBELLÉ_1	Superficie	Pour_cent_Lithol
3	5	2	2	3	grès quartzites, siltites argileuses	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	5.89451
3	6	2	2	3	siltites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	13.7687
3	6	2	2	3	siltites gréseuses	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	0.944455
3	6	2	2	3	argilites, grès quartzites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	7.54631
3	6	2	2	3	siltites, grès	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	1.27646
3	6	2	2	3	grès, phtanites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	8.19226
3	6	2	2	3	schistes ardoisiers	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	17.735201
3	5	2	2	3	siltites, grès, microconglomérats	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	20.336399
3	6	2	2	3	phtanites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	1.54572
3	6	2	2	3	schistes, grès	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	3.85752

Illustration 13 – Extrait table attributaire du BV-Entité J792

### 3.5. Autre exemple

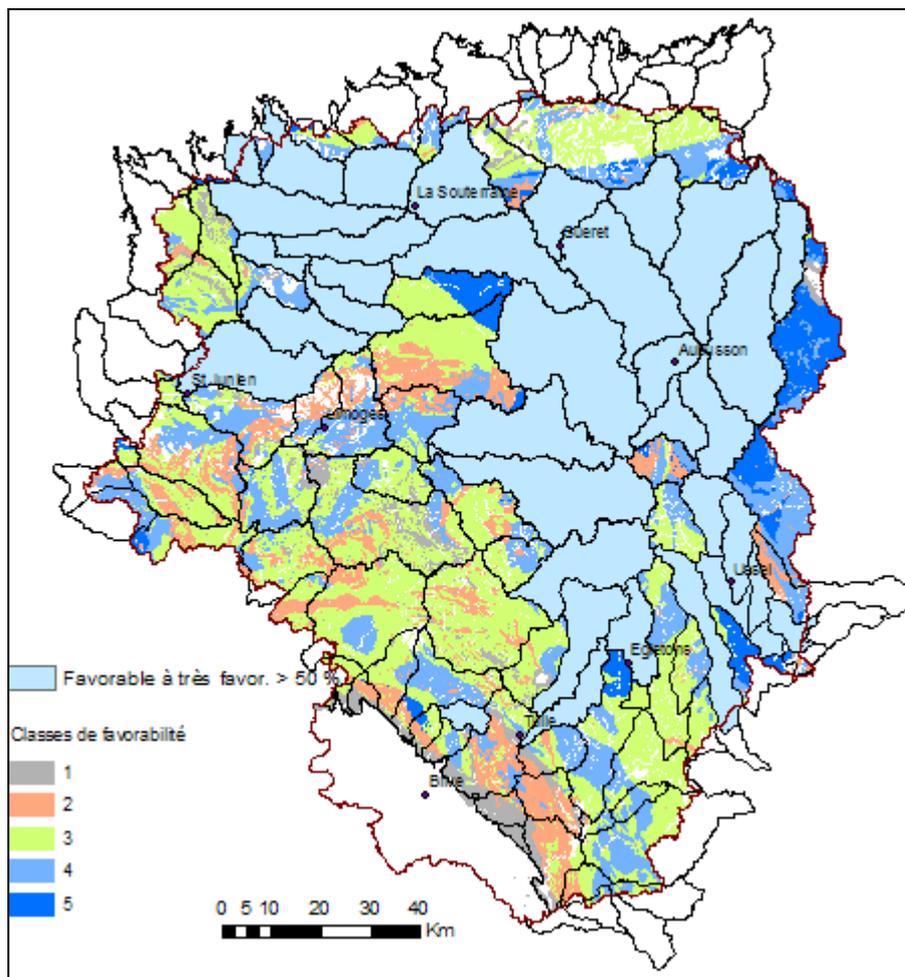
Cet exemple est relatif au socle en région Limousin où les entités NV3 ont pu être caractérisées par un critère « favorabilité » (potentiel aquifère).

Cette caractérisation a été faite avec Arc Gis par intersection de la carte du « potentiel aquifère » avec la carte des entités BV-NV3.

Puis, une suite d'opérations :

- sélections des polygones élémentaires par classe de « favorabilité »,
- « récapitulations » par entité NV3, conduisant à des tables (non géométriques) où chaque entité est caractérisée par un pourcentage de « favorabilité »,
- jointures successives de ces tables avec la table des entités NV3

permet d'aboutir à une carte et à une table attributaire associée où chaque entité NV3 est caractérisée par un pourcentage de « favorabilité » (illustration 15). Les classes de favorabilité 4 et 5 ont été regroupées (favorable à très favorable, équivalent de « nature = 5 » du guide méthodologique), de même que les classes 1 et 2 (défavorable à peu favorable, équivalent de "nature=7). La classe de favorabilité 3 (moyennement favorable) peut correspondre quant à elle à « nature = 6 ».



Shape *	CODE	Aire_km2	FV4et5_pcent	FV1et2_pcent	FV3_pcent	Total_FV_pcent
Polygone	P1C2	21.933187	3.7	0	96.3	100
Polygone	P0A4	104.616536	76.8	10.4	12.8	100
Polygone	P2-1	17.205592	0	99.8	0	99.8
Polygone	P3C2	32.896832	1.2	84.9	13.4	99.4
Polygone	L4D1	130.036507	82.8	6.9	9.7	99.4
Polygone	K5-2	413.643887	92.6	6.4	0	99.1
Polygone	P3D6	54.823673	3.3	92.2	3.2	98.7
Polygone	P3D1	203.684054	61.1	2.2	35.1	98.4
Polygone	L0B2	419.315648	17	33.9	47	98
Polygone	P1B2	42.938112	48.4	0.4	49	97.8
Polygone	L5A2	192.769261	46.8	0.6	50.1	97.5
Polygone	L4B1	188.998913	97.3	0	0	97.3
Polygone	L4A1	97.539569	49.1	41.5	6.3	96.9

Illustration 15 – Caractérisation des entités de socle par une potentialité aquifère

**En résumé:**

**1) Une table attributive ainsi construite** (qui permet de faire des requêtes du type :

Code_Entité	Thème	Etat	Milieu	Nature-5 (%)	Nature-6 (%)	Nature-7 (%)	Litho-1 (%)	Litho-2 (%)	..	Litho-5 (%)
E1	3	2	2	55	30	10	<nul>	<nul>		<nul>
E2										

Il n'est pas possible d'arriver à 100 % compte tenu des formations de recouvrement.

Lexique Nature

Nature-5 = aquifère (correspondance avec unité aquifère du guide, code 5) ;  
Nature-6 = peu aquifère (correspondance avec unité aquifère du guide, code 6) ;  
Nature-7 = non aquifère (correspondance avec unité aquifère du guide, code 7).

Opérations possibles:

- 1) sélection des entités où les formations perméables (nature\_5) occupent plus de 50 % de la superficie de l'entité (illustration 15),
- 2) ou bien caractérisation des entités par le % d'un type de nature (illustration10).

**S'il n'est pas possible** de caractériser le champ nature, on remplit les champs lithologie.

Code Entité	Thème	Etat	Milieu	Nature-5 (%)	Nature-6 (%)	Nature-7 (%)	Litho-1 (%)	Litho-2 (%)	..	Litho-5 (%)
E1	3	2	2	<nul>	<nul>	<nul>	45	30		10
E2										

Lexique lithologique. Exemple

- Litho-1= Roches plutoniques fracturées
- Litho-2= Roches métamorphiques fracturées
- Litho-3= Roches métamorphiques compactes
- Litho\_4 = Sédimentaire ancien
- Litho\_5= ...

C'est évidemment moins précis que la caractérisation par classe de perméabilité (car dans le plutonique, il peut y avoir du plus ou moins perméable) mais cela apporte quand même une information.

Mêmes opérations possibles que celles ci-dessus.

**2) une table plus détaillée**

Exemple: l'entité est décomposée en plusieurs polygones en fonction de la lithologie présente cf. aussi illustration 14).

THEME	NATURE	ETAT	MILIEU	NIVEAU	LITHOLOGIE	CODE_ZONE	LIBELLÉ_1	Superficie	Pour_cent_Lithol
3	5	2	2	3	grès quartzites, siltites argileuses	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	5.89451
3	6	2	2	3	siltites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	13.7687
3	6	2	2	3	siltites gréseuses	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	0.944455
3	6	2	2	3	argilites, grès quartzites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	7.54631
3	6	2	2	3	siltites, grès	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	1.27646
3	6	2	2	3	grès, phtanites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	8.19226
3	6	2	2	3	schistes ardoisiers	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	17.735201
3	5	2	2	3	siltites, grès, microconglomérats	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	20.336399
3	6	2	2	3	phtanites	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	1.54572
3	6	2	2	3	schistes, grès	J792	LE DON DU PETIT DON (NC) AU RAU DE GRAVOTEL	124.322	3.85752

Par rapport à la table globale, les différentes zones lithologiques ou des classes de perméabilité sont localisées.

## **Annexe 6 - Lexique de caractérisation des entités et des limites**



## 1. Caractérisation des entités

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

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

Nouveau code ALL SED SOC IPM VOL	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>
	1	Alluvial
	2	Sédimentaire
	3	Socle
	4	Intensément plissés de montagne
	5	Volcanisme

### Thème de rattachement des entités à une formation géologique

Nouveau code GSA GDH SA DH UA USP UIP	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>
	1	Grand système aquifère
	2	Grand Domaine hydrogéologique
	3	Système aquifère
	4	Domaine hydrogéologique
	5	Unité aquifère
	6	Unité semi-perméable
	7	Unité impeméable

### Nature des entités

Nouveau code INC PM PF PK  DP	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>
	0	Inconnu
	1	Milieu poreux
	2	Milieu fissuré
	3	Milieu karstique
4	Double porosité	

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

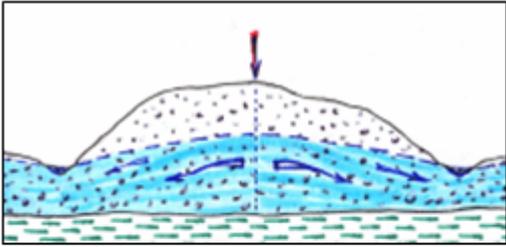
### Type de milieu (porosité)

Nouveau code C L LC ALC	<b>Code</b>	<b>Libellé</b>
	1	Nappe captive
	2	Nappe libre
	3	Libre et captive
	4	Alternativement libre puis captive

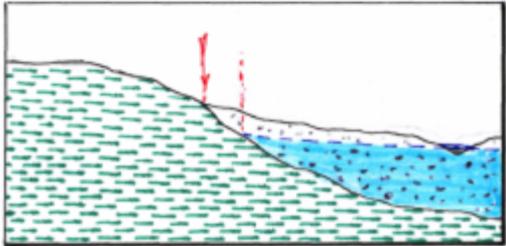
### Etat de la nappe

## 2. Types de limites

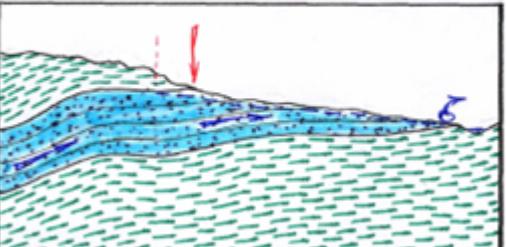
12 types (schémas page suivante) sont définis dans le guide méthodologique



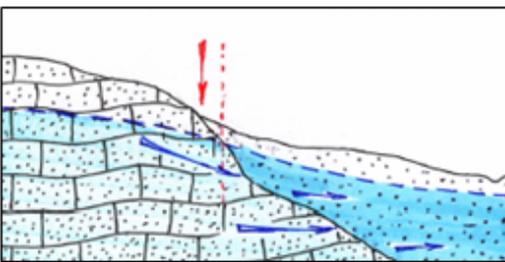
a) Ligne de partage des eaux souterraines



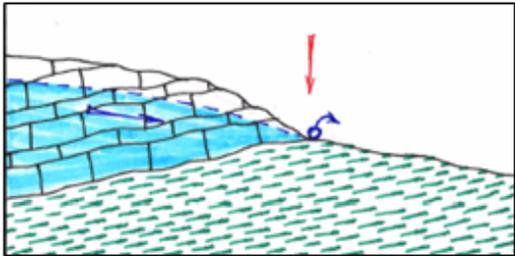
b) Limite étanche



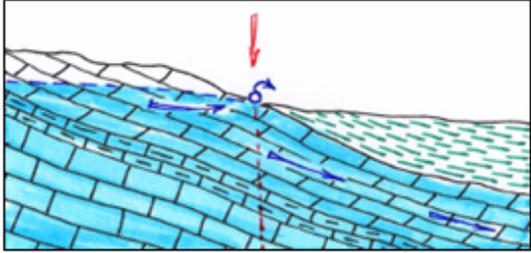
c) Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre



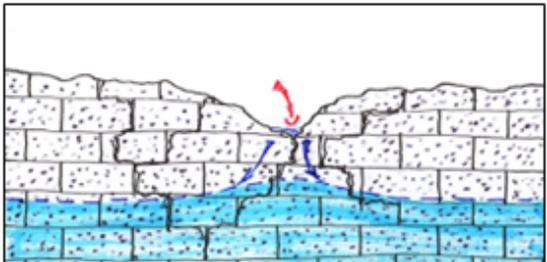
d) Ligne d'affluence des eaux de formations perméables /semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille.



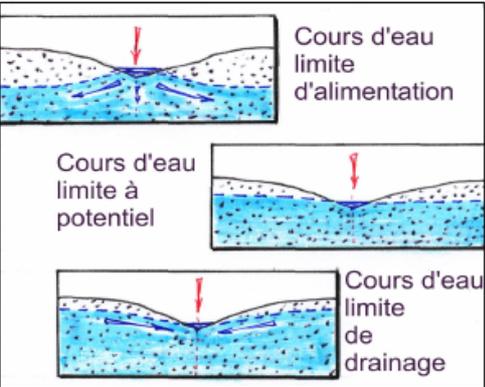
e) Ligne de sources de déversement



f) Ligne de débordement continue ou discontinue



g) Cours d'eau perché



h,i,j) Relations avec les cours d'eau

+ k) limite administrative  
 + l) limite inconnue

## **Annexe 7 - Le modèle de gestion du référentiel et de la géodatabase des entités**



# 1. Le modèle de gestion

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

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

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

A l'issue des traitements une géodatabase Arc Gis (version 9.31), associée au modèle, est produite: elle contient l'ensemble des entités délimitée, aux trois niveaux de détail du référentiel (NV1, NV2 et NV3). Des outils associés permettent d'effectuer des requêtes, de réaliser des coupes verticales, d'extraire des limites.

Outre son rôle important dans le traitement topologique des entités, le modèle de gestion permet :

- 1) d'archiver dans un réservoir de données unique l'ensemble des informations relatives aux entités: leur géométrie et leur caractérisation ;
- 2) de restituer ces informations, à savoir :
  - le niveau de regroupement des entités (NV1, NV2, NV3),
  - le code, le nom des entités,
  - la nature des entités,
  - le thème des entités,
  - le type de milieu des entités,
  - l'état des entités.
  - la position relative des entités les unes par rapport aux autres :
    - en deux dimensions (X, Y),
    - en trois dimensions (X, Y et ordre de recouvrement ou ordre absolu),
  - la nature et le type de contact composant les limites entre les entités.

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

## 1.1. FONCTIONNALITÉS DU MODÈLE

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

### 1.1.1. Phase d'élaboration du référentiel

Le modèle de gestion permet :

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

### 1.1.2. Phase d'exploitation du référentiel

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

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

## 1.2. ORGANISATION ET PRINCIPES DE BASE DU MODÈLE

### 1.2.1. Organisation des entités en « Entités principales » et « Entités complémentaires »

Ces deux ensembles d'entités sont structurés suivant les 3 niveaux de découpage du référentiel: NV1, NV2 et NV3.

Les « *Entités principales* » font l'objet d'un traitement topologique qui garantit la cohérence de leur assemblage 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,
- aires karstifiées délimitées par des traçages, ....

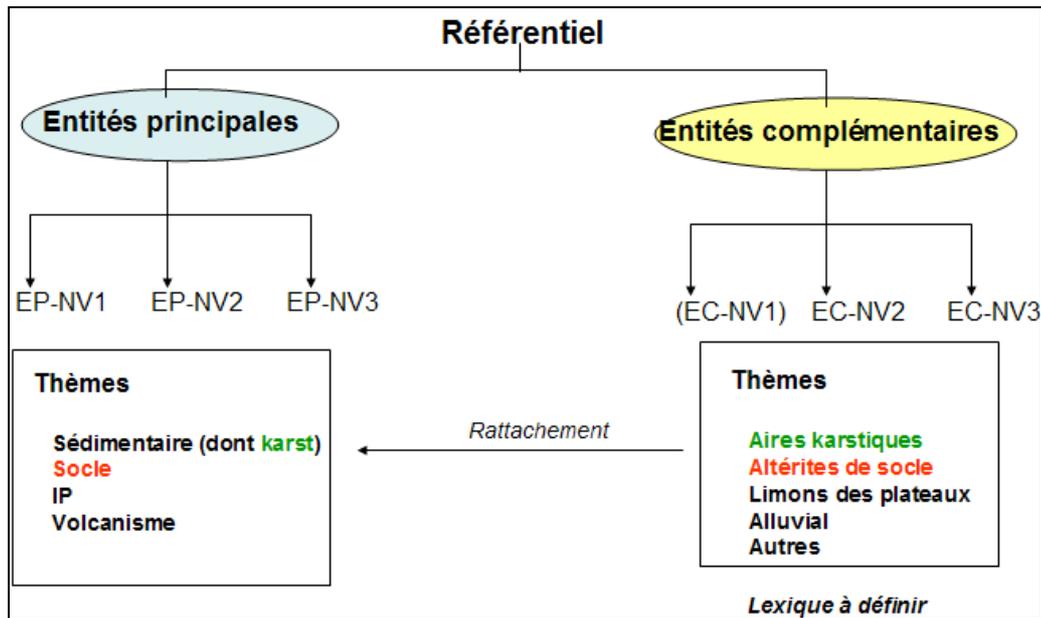


Illustration A1 – Organisation générale du référentiel

### 1.2.2. Ordonnement vertical

Le modèle permet de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (correspondant à l'ordre dans lequel toutes les entités identifiées se succèdent sur la verticale, en général un ordre correspondant à un âge stratigraphique) à un ordonnancement relatif, qui est celui de la représentation des entités dans le SIG et qui correspond à l'ordre réel de superposition des entités dans une coupe verticale qui pourrait être réalisée dans le référentiel (illustrations A2 et A3). Cet ordonnancement correspond à une classification topographique sous contrainte chronologique.

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

Numérisation de chaque entité	Définition de l'ordre absolu	Fichier global des entités délimitées à traiter
	Entité : X Ordre absolu : 52	
	Entité : Y Ordre absolu : 88	
	Entité : Z Ordre absolu : 90	

Illustration A2 – Ordonnement des entités par un âge absolu

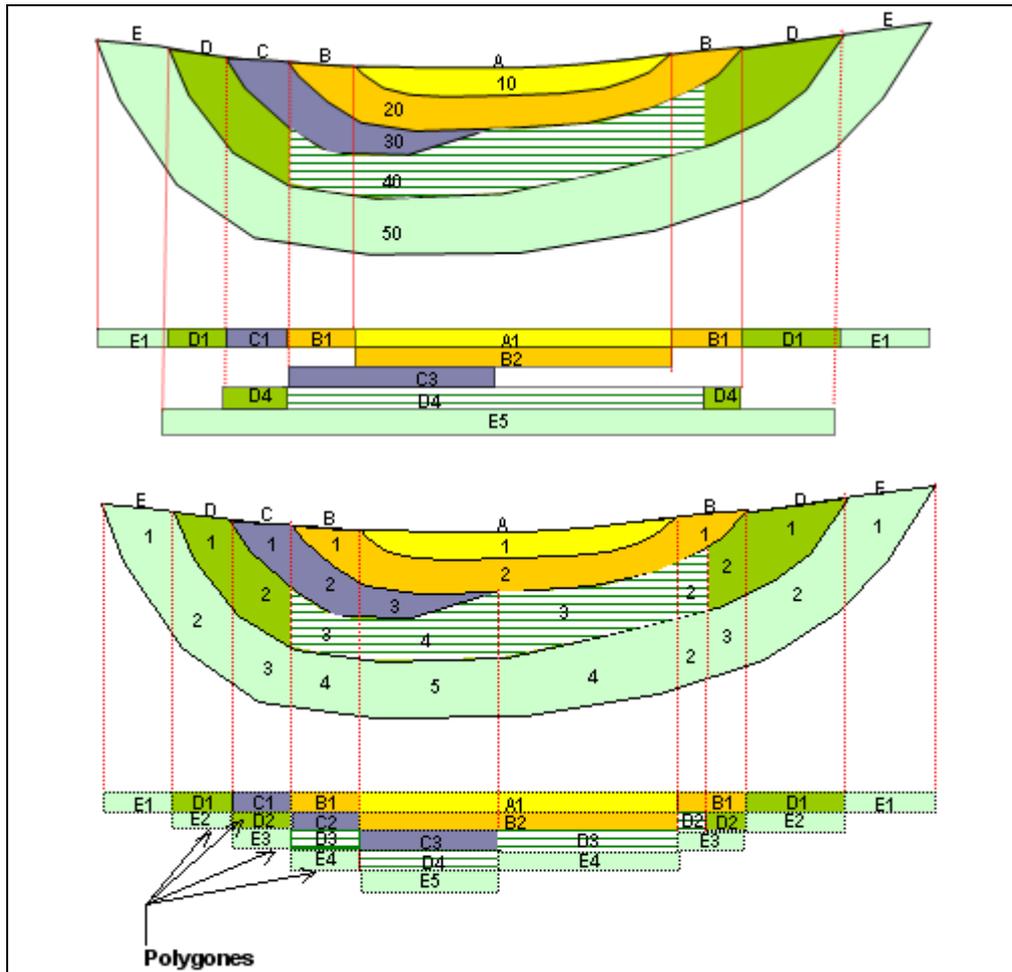


Illustration A3 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif.

### 1.2.3. Complétude

Toutes les couches sont spatialement complètes (couverture totale du territoire modélisé). Lorsque les entités de niveau 3 délimitées dans un niveau 2 ne permettent pas de reconstituer en totalité ce niveau 2 (seules des entités d'intérêt ont été délimitées), le complément « NV2-ΣNV3 » est ajouté (en général un domaine).

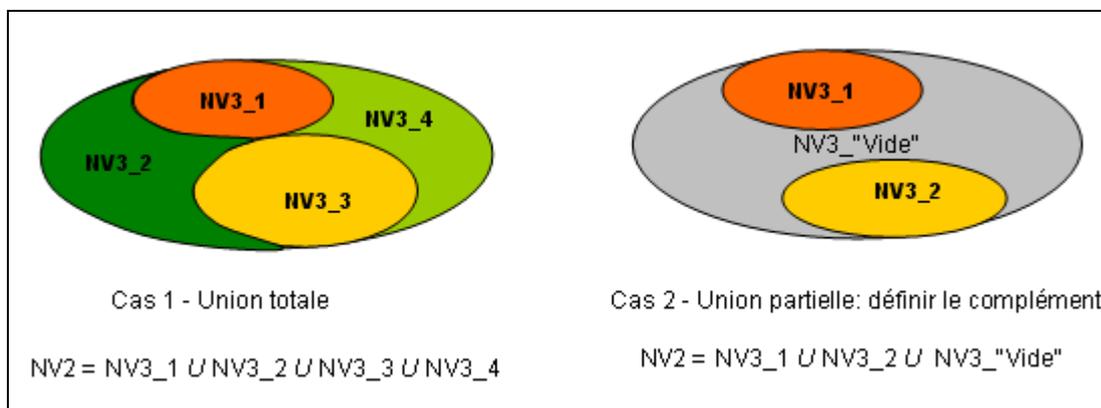


Illustration A4 - Reconstitution d'une entité de niveau 2 à par d'entités de niveau 3.

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

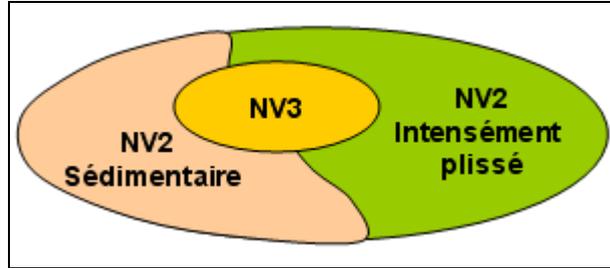


Illustration A5 – Entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2

#### 1.2.4. Héritage des limites

##### • Limites

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

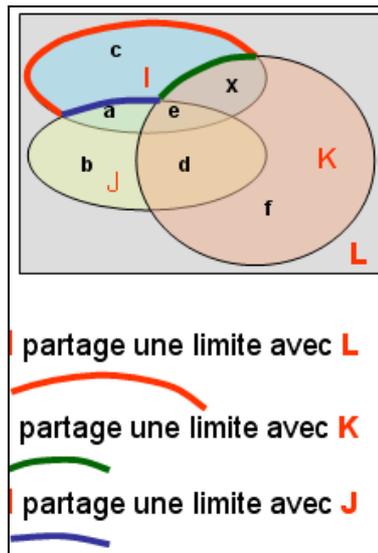


Illustration A6 – Restitution des limites des entités à partir de la table des polygones

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

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

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

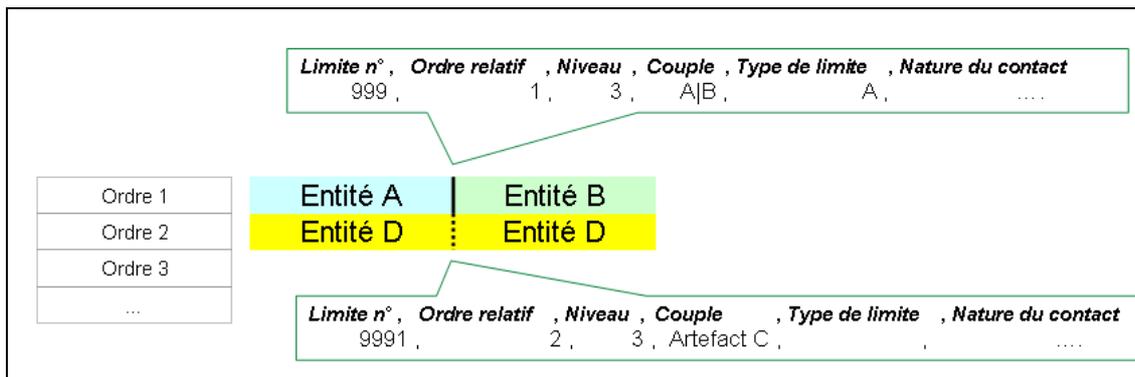


Illustration A7 – Exemple de contacts entre entités

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

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

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

Illustration A8 – Nature des contacts possibles entre entités

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

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

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

Illustration A9 – Types de limites

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

Illustration A9 (suite) – Types de limites

## 2. Géodatabase associée au modèle de gestion

### 2.1. MODÈLE CONCEPTUEL DES DONNÉES

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

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

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

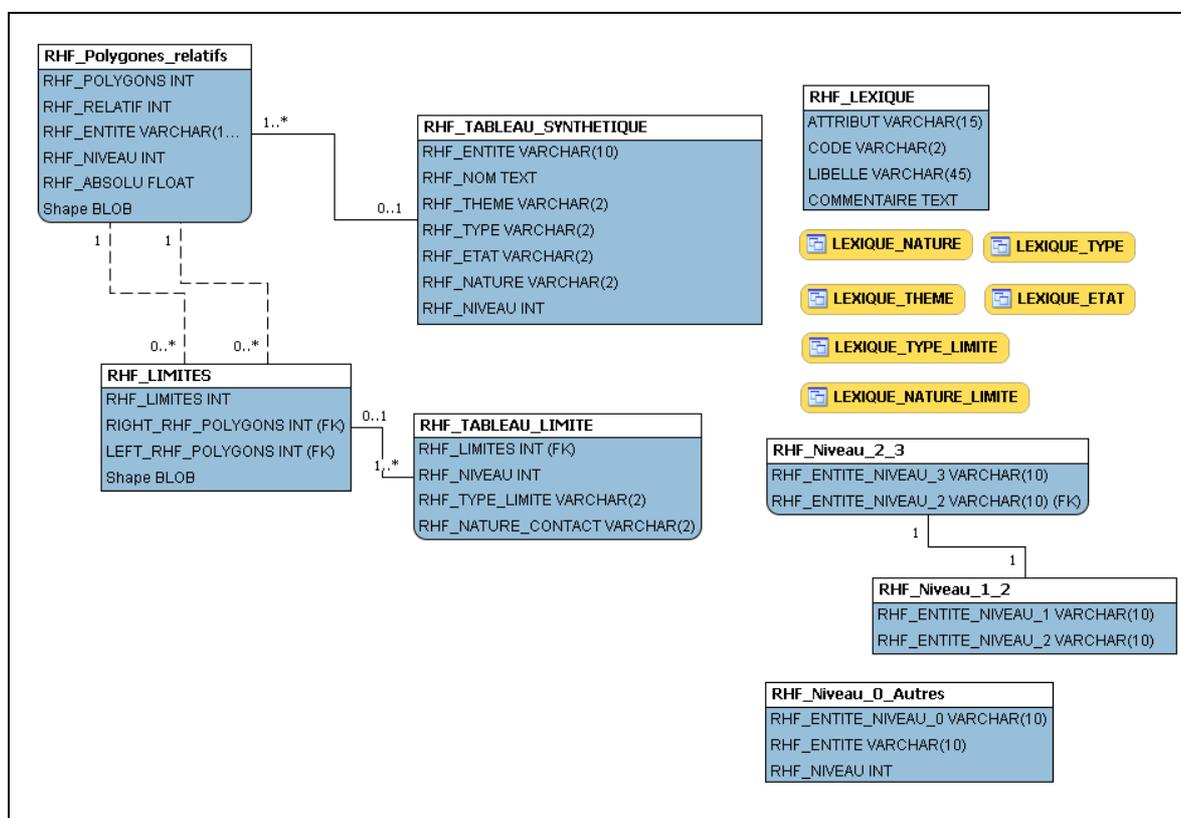
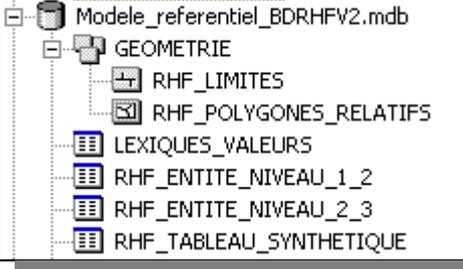


Illustration A10 – Modèle conceptuel de la géodatabase

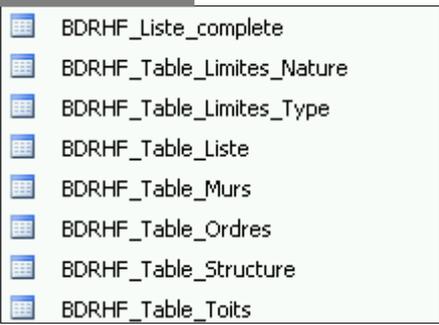
**Remarque** : par convention, les tables de données composant le fonds documentaire minimal de la géodatabase sont notées avec le préfixe **RHF\_**. Les tables qui résultent de requêtes complexes dont le résultat est « figé » pour en faciliter la lecture sont préfixées avec **BDRHF\_**.

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



*Liste des requêtes définies dans la géodatabase*





*Liste des tables créées par les requêtes précédentes*

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

## 2.2. PRINCIPALES TABLES

### 2.2.1. Table des « RHF\_Polygones relatifs »

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

### 2.2.2. Table RHF\_Tableau\_Synthétique

La table RHF\_Tableau\_Synthétique est la transcription au format MSACCESS du tableau multi-échelles (illustration A12).

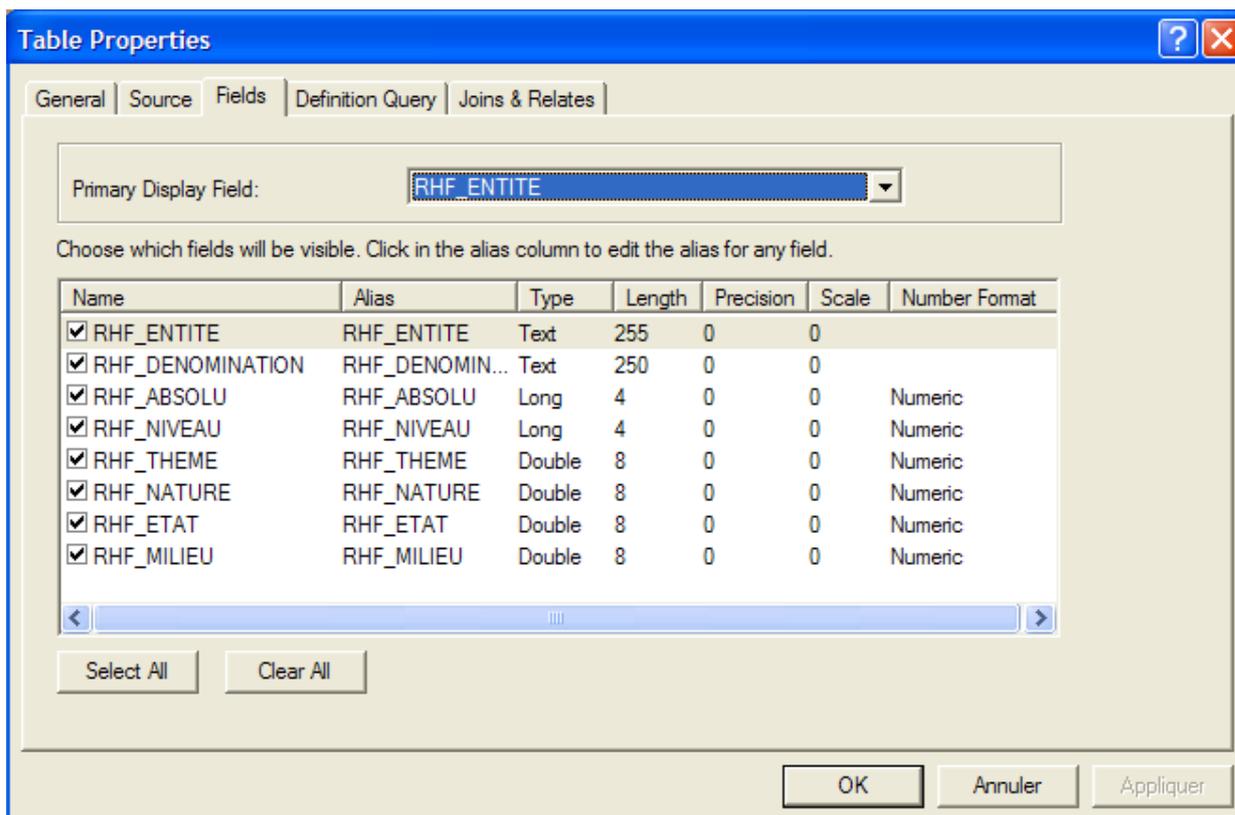


Illustration A12 - Table RHF\_Tableau\_Synthetique

### 2.2.3. Table des limites

La seconde couche vecteur correspondant à la table des limites (illustration A13), appelée « RHF\_ **Limites** » (limites des entités d'ordre 1 et plus).

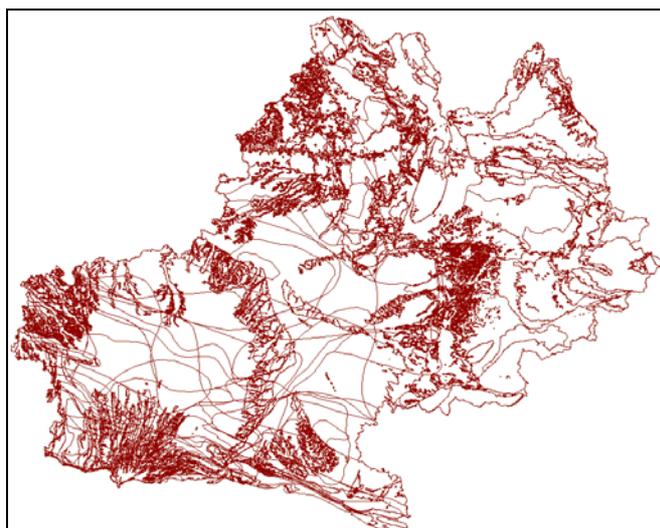


Illustration A13 – Table des limites des entités d'ordre 1  
 (exemple de la région Midi-Pyrénées)

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

## 2.2.4. Table RHF\_Limites\_nature

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

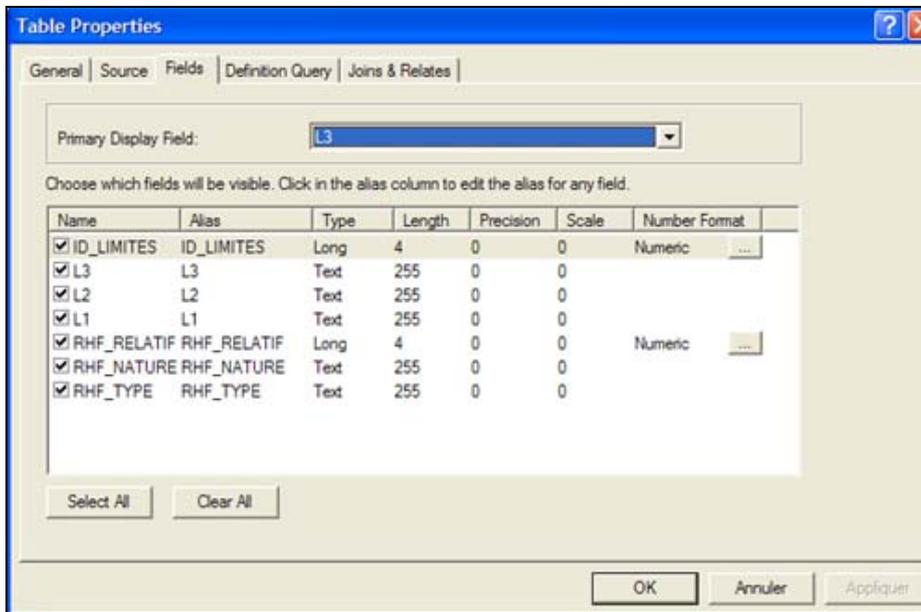


Illustration A18 – Table de la nature des limites

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

par exemple : |F10G1|F11T1|.

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

par exemple : |F10G1|Monde|.

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

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

par exemple : |F10G|F11T|.

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

par exemple : |F10G|Monde|.

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

composent les limites de niveau 2 définies comme « Artefact » à l'exception des limites au contact d'entités de niveau 2 distinctes.

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

par exemple : |F10|F11|.

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

par exemple : |F10|Monde|.

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

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

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

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

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

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

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

Illustration A14 – Lexique de la nature des contacts

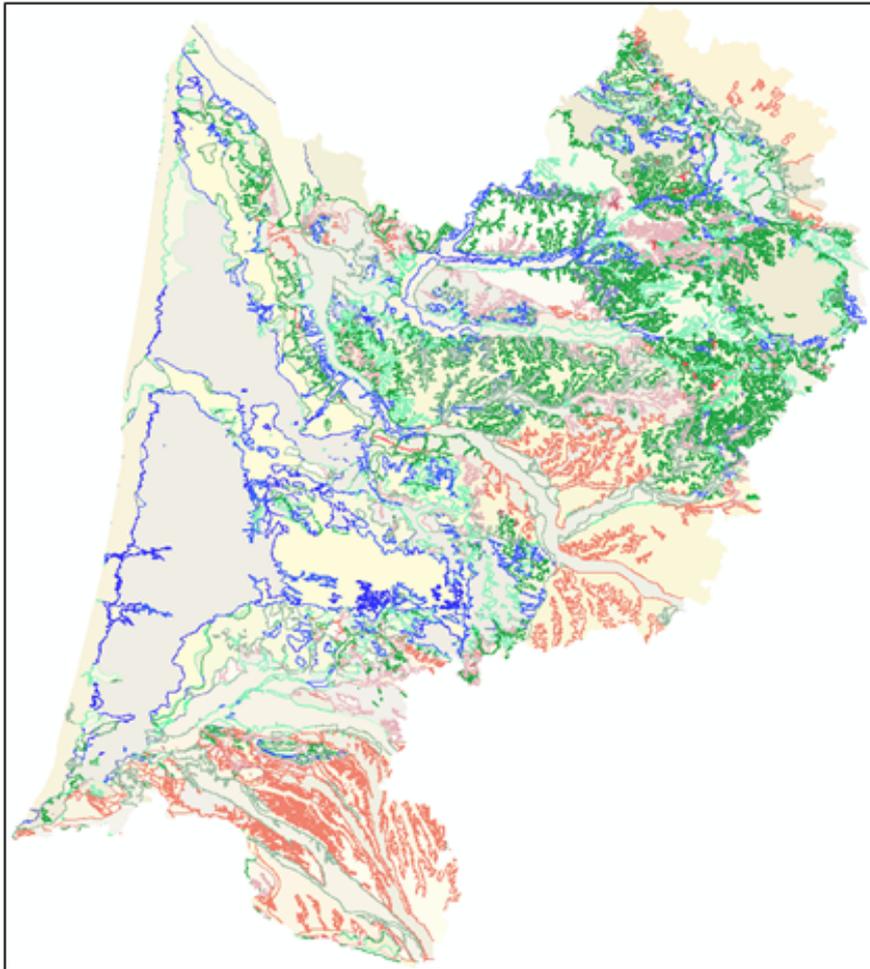


Illustration A15 – Exemple de représentation des limites en fonction de la nature des contacts (référentiel de l'Aquitaine)

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

#### Requêtes Toits et murs

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

Dans l'illustration suivante,

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

A	b	i	i	k
e	A	b	i	i
	e	A	c	i
		f	A	c
			f	A
				f

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

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

RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	TOIT	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Part_Toits	SToits	Surface	RHF_NIVEAU
10A	100	Toit	1B	Domaine aquifè	10	0.5628394038	711758480	48054244348	2
10A	100	Toit	7B	Système aquifè	70	0.0017709860	2239563	2529170755.2	2
10A	100	Toit	8B	Domaine imperi	80	0.0742439338	93887793	11381268398	2
10A1	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.9297574797	17265823	37140487.444	3
10A2	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.0004950633	57642	116433589.51	3
10A2	100	Toit	1B4	Domaine aquifè	10	0.8677559751	101035943	465734358.05	3
10A3	100	Toit	1B7	Domaine aquifè	10	0.649815871	151132818	1395467467.8	3
10A3	100	Toit	7B41	Unité aquifère d	70	0.0096293022	2239563	465155822.59	3
10A4	100	Toit	1B5	Domaine aquifè	10	0.2818628625	89605078	317903100.79	3
10A4	100	Toit	1B6	Domaine aquifè	10	0.4512132491	143442091	317903100.79	3
10A5	100	Toit	1B3	Domaine aquifè	10	0.4961843609	119449097	2648088433.8	3
10A6	100	Toit	1B2	Domaine aquifè	10	0.5742847963	82878229	1010208883.7	3
10A6	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.0132702258	1915100	144315554.81	3
10A7	100	Toit	1B8	Domaine aquifè	10	0.0052030419	324017	124549065.16	3
10A7	100	Toit	8B5	Domaine imperi	80	0.1076240756	6702239	124549065.16	3
10A8	100	Toit	1B1	Domaine aquifè	10	0.0488406366	6667743	262375308.14	3

Illustration A16 – Table des toits (exemple de la région Aquitaine)

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

Illustration A17 – Table des toits (exemple de la région Poitou-Charentes)

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

RHF_ENTITE	RHF_ABSOLU	Position	MURS	LIBELLE	ORDRE_ABSO	Smurs	Aire	Part_Mur	Surface	RHF_NIVEAU
1	10	Mur	10	Grand système	100	847686972	1974761781.9	0.4292603694	88864280188	1
1	10	Mur	11	Grand domaine	110	40936870	1974761781.9	0.0207300295	63192377022	1
1	10	Mur	12	Grand système	120	75500861	1974761781.9	0.0382328956	37520473857	1
1	10	Mur	21	Grand système	20	114308450	1974761781.9	0.0578846781	51343806331	1
1	10	Mur	3	Grand domaine	30	116647627	1974761781.9	0.0590692144	1.007129E+11	1
1	10	Mur	4	Grand système	40	43530245	1974761781.9	0.0220432892	19747617819	1
1	10	Mur	4	Grand système	41	7878785	1974761781.9	0.0039897395	13823332474	1
1	10	Mur	4	Grand système	42	375791	1974761781.9	0.0001902969	3949523563.9	1
1	10	Mur	5	Grand système	60	104651691	1974761781.9	0.0529945900	78990471278	1
1	10	Mur	5	Grand système	65	33115719	1974761781.9	0.0167694753	1974761781.9	1
1	10	Mur	51	Grand domaine	50	60766447	1974761781.9	0.0307715328	61217615240	1
1	10	Mur	7	Grand Système	70	290111334	1974761781.9	0.1469095344	98738089097	1
1	10	Mur	9	Grand Système	90	27446597	1974761781.9	0.0138986876	9873808909.7	1
1	10	Mur	9	Grand Système	91	113210525	1974761781.9	0.0573286996	35545712075	1
10	100	Mur	11	Grand domaine	110	16576785913	16584901422	0.9995106689	2.063162E+13	1
10	100	Mur	12	Grand système	120	7555244	16584901422	0.0004616394	66339605687	1

Illustration 18 – Table des murs (exemple de la région Poitou-Charente)

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

Illustration A19 – Table des murs (exemple de la région Aquitaine)

### 2.2.6. Table des ordres

Il s'agit d'une table (illustration A25) dans laquelle les entités (champ « RHF\_ENTITE ») sont « décomposées » suivant leur ordre relatif de recouvrement (champ « RHF\_RELATIF »), chaque partie étant caractérisée par la superficie qu'elle occupe (Champ « Parts »).

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

Illustration A20 - Table des ordres





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

**Service géologique régional Limousin**  
1, avenue d'ESTER  
ESTER – BP 6932  
87069 – Limoges Cedex 3 - France  
Tél. : 05 55 35 27 86