

Document public



Référentiel Hydrogéologique Français - BDRHF Version 2 Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Bourgogne et Franche-Comté

Rapport d'étape

BRGM/RP-56054-FR
Décembre 2007



Document public

Référentiel Hydrogéologique Français - BDRHF Version2 Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en régions Bourgogne et Franche-Comté Rapport d'étape

BRGM/RP-56054-FR

Décembre 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 06EAU13

D. Jauffret, C. Legrand

avec la collaboration de **J.J. Seguin et V. Mardhel**

Vérificateur :

Original signé par : J. Nicolas

Approbateur :

Original signé par : T. Pointet

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



Mots clés : Référentiel hydrogéologique, système aquifère, domaine hydrogéologique, Bourgogne, Franche-Comté.

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

D. Jauffret, C. Legrand - 2007 – Référentiel Hydrogéologique Français - BD RHF Version 2 – Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Délimitation des entités hydrogéologiques en régions Bourgogne et Franche-Comté. BRGM/RP-56054-FR

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Rappels sur la méthodologie nationale	11
2.1. TERMINOLOGIE	11
2.1.1. Les "thèmes" du référentiel	11
2.1.2. Les différents types d'entité hydrogéologique	11
2.1.3. Les niveaux d'identification	13
2.2. PRINCIPES ET DÉMARCHE	13
2.2.1. Principes de base du découpage	13
2.2.2. Démarche générale	14
2.2.3. Vérification de la topologie	15
3. Entités de Bourgogne (RMC) et Franche-Comté	17
3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	17
3.2. TABLEAU MULTI-ÉCHELLES	17
3.3. INTÉGRATION DES ENTITÉS DANS LE MODÈLE DE GESTION DU RÉFÉRENTIEL	22
4. Résultats	23
4.1. LA BASE DE DONNÉES DU RÉFÉRENTIEL	23
4.1.1. Les entités de niveaux 1 et 2	23
4.1.2. La surcouche des alluvions	28
4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS	30
5. Bref descriptif des entités hydrogéologiques	35
5.1. BOURGOGNE	35
5.1.1. Bourgogne calcaire (code provisoire : BOU77)	35
5.1.2. Fossé bressan (code provisoire : BOU76)	36
5.1.3. Autres entités de niveau 1	36
5.2. FRANCHE-COMTÉ	37
5.2.1. Contexte géologique	37
5.2.2. Entités de niveau 1	38
6. Conclusion	41

Liste des illustrations

Illustration 1 – Zone d'étude dans le bassin RMC	9
Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques	12
Illustration 3 – Liste des entités de niveau 1 et 2 identifiées en Franche Comté	18
Illustration 4 - Liste des entités de niveau 1 et 2 identifiées en Bourgogne	19
Illustration 5 – Distribution spatiale des entités de niveau 1	20
Illustration 6 - Distribution spatiale des entités de niveau 2 affleurant	21
Illustration 7 - Contenu de la base de données du référentiel dans ArcGis.....	23
Illustration 8 – Extrait du lexique associé aux entités de niveau 2	24
Illustration 9 – Couche avec l' ensemble des polygones de niveau 2 et table associée.....	25
Illustration 10 - Couche de polygones des entités de niveau 2 et table associée où les entités sont rangées suivant leur ordre relatif d'apparition	26
Illustration 11 – Couche des polygones et table associée.	27
Illustration 12 - Liste des entités alluviales délimitées en Franche comté et Bourgogne (RMC).....	28
Illustration 13 - Localisation des entités alluviales délimitées au sein des formations alluvionnaires	29
Illustration 14 - Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 1.....	31
Illustration 15 - Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2.....	32
Illustration 16 – Informations reportées sur les fiches descriptives des entités	33
Illustration 17 – Caractérisation des entités hydrogéologiques.....	34

Liste des annexes

Annexe 1 – Le modèle de gestion du référentiel

Annexe 2 – Typologie des limites établie dans le guide méthodologique

Annexe 3 – Carte géologique simplifiée du secteur d'étude

...

1. Introduction

La deuxième version du référentiel hydrogéologique français, nommée BDRHF-V2 (*Base de Données du Référentiel Hydrogéologique Français – Version 2*), est en cours de réalisation.

Ce travail a été confié au BRGM par le Ministère de l'Ecologie du Développement et de l'Aménagement Durables qui apporte, avec les Agences de l'Eau, un soutien financier à l'opération. Il est mené sous la direction d'un comité de pilotage, dont le secrétariat est assuré par la Direction de l'Eau du MEDAD.

La construction du référentiel a débuté en 2006 (année 1 du projet) et se poursuivra jusqu'en 2009 suivant un calendrier de réalisation établi par le comité de pilotage. Elle s'appuie sur un premier travail de type méthodologique, mené sur la période 2001-2003, qui a permis :

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

Les documents produits à l'issue de cette première phase sont listés en "*Références bibliographiques*".

En 2004 le programme de construction du référentiel a été différé et remplacé par la délimitation des masses d'eau souterraine, conformément à la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE).

Objectif de la version 2

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

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

Elle doit tenir compte aussi de l'évolution des connaissances géologiques et hydrogéologiques. L'harmonisation des cartes géologiques au 1/50 000 sera bientôt achevée sur tout le territoire et les points de vue sur la délimitation des entités hydrogéologiques se sont affinés, conduisant à une nécessaire révision des premières délimitations.

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

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

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

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

Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

Le travail engagé dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (RMC) en année 1 du projet national porte sur le découpage au niveau national (NV1) et au niveau régional (NV2) des entités hydrogéologiques de la région Franche-Comté, de la partie de la Bourgogne située dans le bassin et de la partie nord du bassin au-delà de ces deux régions (illustration1).

L'emprise de la zone d'étude représente une superficie totale d'environ 24 800 km² (dont 16 300 km² pour la région Franche-Comté et 8 500 km² pour Bourgogne-RMC).

Ce découpage au niveau national et au niveau régional a été réalisé dans le cadre d'une convention signée en 2006 entre le BRGM et la Direction de l'Eau du MEDAD.

Le découpage au niveau local (NV3) est effectué quant à lui dans le cadre de la synthèse hydrogéologique du bassin RMC avec la participation financière de l'Agence de l'Eau RMC. Pour les régions Bourgogne et FRC, il a fait l'objet d'une validation par un ensemble d'acteurs locaux (DIREN, DDASS, DDAF, Université, Bureaux d'études, Agence de l'Eau RMC) lors de réunions organisées à l'échelle départementale de Juillet à Octobre 2007. L'assemblage final est en cours de réalisation, intégrant aussi la région Rhône-Alpes (achèvement fin Mars 2008).

Le présent rapport est donc un **rapport d'étape** dans la construction du référentiel: les entités de niveau 3, dont les contours n'étaient pas disponibles en totalité lors de la phase de travail sur les niveaux 1 et 2, doivent être intégrées dans le modèle de gestion du référentiel et la cohérence topologique de l'ensemble des entités aux 3 niveaux doit être vérifiée. Des modifications de contours sont donc encore possibles.

...

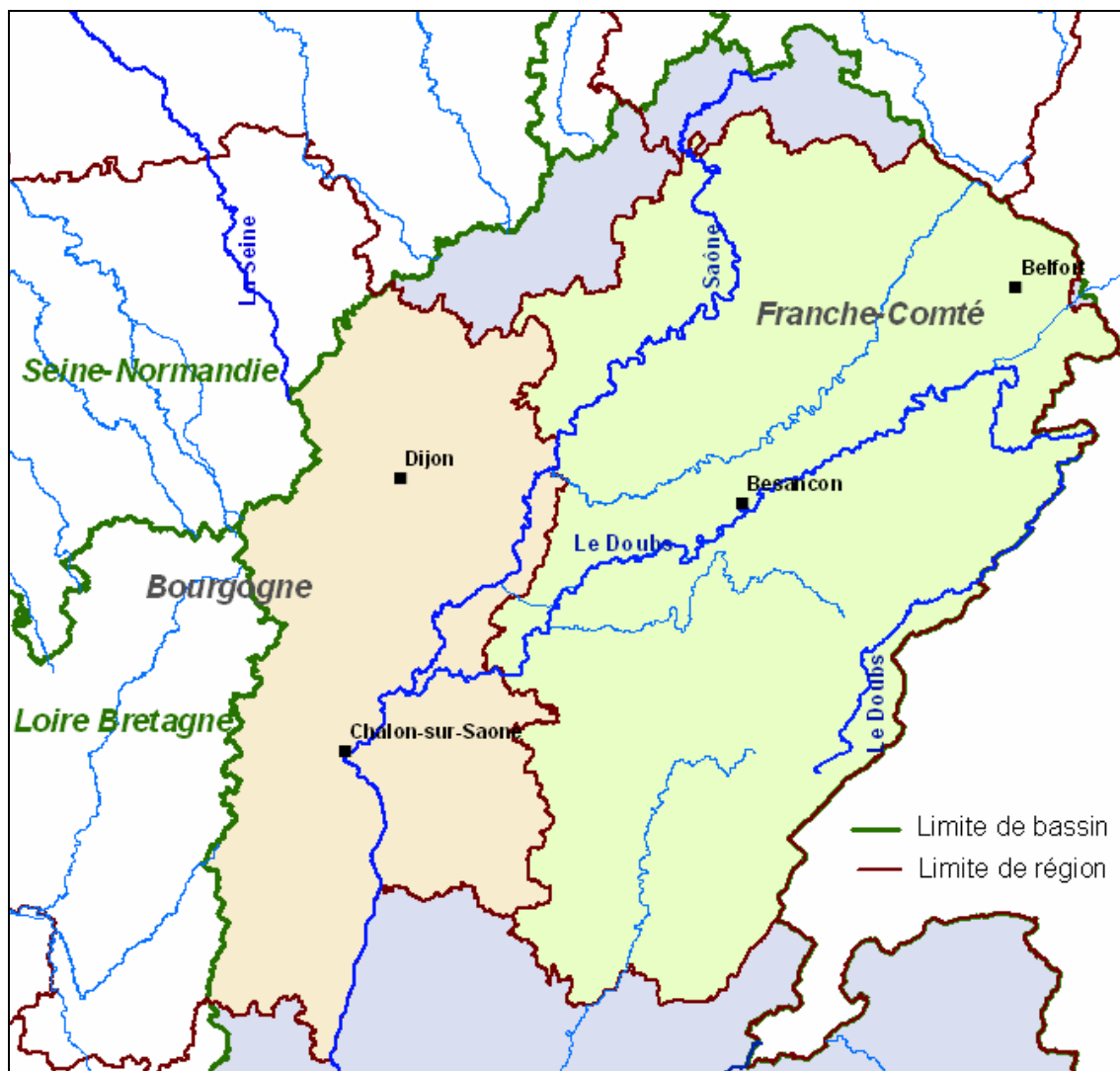


Illustration 1 – Zone d'étude dans le bassin RMC
(Bourgogne-RMC, Franche-Comté et extension jusqu'à la limite nord du bassin)

2. Rappels sur la méthodologie nationale

La délimitation des entités de niveau 1 et 2 décrite dans ce rapport a été effectuée conformément aux recommandations du guide méthodologique national de découpage des entités édité en 2003 par le BRGM (rapport BRGM RP-52264-FR) et aux propositions faites en 2007 au comité de pilotage du Référentiel pour l'actualisation de ce guide.

A la différence de la synthèse hydrogéologique menée dans le bassin RMC, les alluvions ne sont pas considérées comme des entités de même "statut" que les autres entités: elles sont représentées dans le SIG par une couche qui leur est propre (une surcouche) et les entités sous-jacentes apparaissent donc comme affleurantes (sachant que les alluvions restent bien sûr superposables). De plus, le modèle de gestion du référentiel impose qu'une entité de niveau 3 ne soit pas transverse à une entité de niveau 2 (et de même pour une entité de niveau 2 par rapport à une entité de niveau 1).

L'assemblage des entités et la vérification de sa cohérence (dans un plan horizontal et sur la verticale) sont assurés par le modèle de gestion du référentiel, mis au point en 2007 (annexe 1).

2.1. TERMINOLOGIE

On rappelle succinctement les définitions et les points importants de la méthodologie nationale repris dans cette étude.

Bien que dans cette étude le découpage n'ait pas concerné le niveau 3 du Référentiel, on y fait néanmoins état pour mémoire.

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 :

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

2.1.2. Les différents types d'entité hydrogéologique

Une entité hydrogéologique est définie comme 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 (illustration 2 ci-après).

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

Illustration 2 – Types d'entités hydrogéologiques

- **Le grand système aquifère**

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

- **Le grand domaine hydrogéologique**

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**

Un système aquifère est une entité hydrogéologique aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand système aquifère ou d'un grand domaine hydrogéologique. La subdivision s'effectue sur, au moins l'un des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

- **Le domaine hydrogéologique**

Un domaine hydrogéologique est une entité hydrogéologique peu aquifère issue d'une subdivision verticale ou horizontale d'un grand domaine hydrogéologique ou d'un grand système. La subdivision s'effectue sur, au moins l'un des critères suivants : lithologique, structural, stratigraphique, piézométrique, géochimique, hydraulique.

- **L'unité aquifère**

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

- **L'unité semi-perméable**

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 exploitée.

- **L'unité imperméable**

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 cette nouvelle version du référentiel. Ils correspondent à des échelles de visualisation cartographiques différentes et à des objectifs propres de gestion :

- 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,...).

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

2.2. PRINCIPES ET DÉMARCHE

2.2.1. Principes de base du découpage

Conformément au guide méthodologique, l'échelle de travail adoptée pour le découpage des entités est le 1/50 000, 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 (précision des contours des formations géologiques des cartes géologiques au 1/50 000).

Les entités du niveau 1 résultent de l'assemblage de celles du niveau 2, ces dernières résultant elles-mêmes d'un regroupement des entités du niveau 3. Il n'y a donc pas de simplification des contours (pas de lissage) d'un niveau à un autre. Le modèle de gestion du référentiel impose que cette règle doit être respectée.

Les entités hydrogéologiques de chaque niveau d'identification sont représentées par un ou plusieurs polygones correspondant aux parties affleurantes et sous couvertures. L'identification des parties sous couvertures est réalisée automatiquement par le modèle de gestion du référentiel.

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

2.2.2. Démarche générale

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

Les principales étapes de la délimitation des entités sont les suivantes.

• 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 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 d'en avoir une extension territoriale indicative.

• Elaboration du tableau multi-échelles

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

La difficulté de cette étape est l'établissement d'une correspondance stricte entre entités hydrogéologiques et formations géologiques des cartes au 1/50 000 (après harmonisation) d'une part et entre formations géologiques des cartes et formations géologiques mentionnées dans les logs de forage d'autre part.

• Individualisation de l'alluvial (intégration dans une "sur-couche" du SIG)

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 qui sont appliqués aux autres entités (multiplication des polygones et des "arcs" limites). Les alluvions sont donc intégrées dans le SIG dans une couche particulière (une "sur-couche"); elles sont extraites des cartes géologiques au 1/50 000 et sont maintenues inchangées dans leurs contours quel que soit le niveau (NV1, NV2, NV3).

Les entités sous recouvrement alluvionnaire apparaissent donc, dans le SIG, comme "affleurantes".

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

• Découpage des formations sédimentaires

Le thème "sédimentaire" regroupe les grands ensembles sédimentaires identifiés, les formations superficielles continentales quaternaires correspondant à des moraines, des alluvions anciennes déconnectées hydrauliquement du cours d'eau ou des dépôts sableux éoliens.

Les contours des parties affleurantes des entités correspondent aux contours des formations des cartes géologiques au 1/50 000.

Les limites des entités sous couvertures sont établies ou précisées à partir des logs géologiques extraits de la BSS (Banque de données du Sous-Sol) et des connaissances géologiques et hydrogéologiques acquises à l'occasion d'études effectuées dans le secteur. En profondeur, de nombreuses limites seront à considérer comme des limites d'interprétation, modifiables en fonction de la progression des connaissances.

2.2.3. Vérification de la topologie

Lorsque toutes les entités sont découpées, il s'agit de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble. Cette vérification est assurée par le modèle de gestion du référentiel mis au point dans le cadre du projet. Ce modèle de gestion, supporté par le logiciel SIG ArcGIS, est présenté en annexe 1.

...

3. Entités de Bourgogne (RMC) et Franche-Comté

3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Pour la mise en œuvre du découpage les sources d'informations suivantes ont été utilisées:

- les cartes géologiques vectorisées des deux régions à l'échelle du 1/50 000;
- les logs validés des forages extraits de la Banque de données du Sous-Sol;
- les polygones des entités issus du découpage indicatif effectué aux niveaux 1 et 2 lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel;
- les informations et cartes issues de différents rapports d'études (cf références bibliographiques).

Les points de vue et connaissances de nombreux hydrogéologues (DIREN, université, bureaux d'études) des deux régions ont aussi été mis à profit dans la définition des entités à prendre en compte et dans leur délimitation.

3.2. TABLEAU MULTI-ÉCHELLES

Le tableau multi-échelles pour la Bourgogne (RMC) et la Franche-Comté est reporté en annexe.

Au total, ont été identifiées suite aux réunions de validation :

En Franche-Comté (illustration 3):

- **31 entités de niveau régional** dont 18 systèmes aquifères et 13 domaines,
- **12 entités de niveau national** dont 7 grands systèmes aquifères (GSA) et 5 grands domaines hydrogéologiques (GDH).

En Bourgogne (illustration 4):

- **18 entités de niveau régional** dont 11 systèmes aquifères et 7 domaines,
- **3 entités de niveau national** dont 2 grands systèmes aquifères (GSA) et 1 grand domaine hydrogéologique (GDH).

Les illustrations 5 et 6 précisent la délimitation des entités de niveau 1 et 2 à l'affleurement.

Entités alluvionnaires

Aux entités ci-dessus, s'ajoutent des entités alluvionnaires délimitées au sein de l'ensemble des formations alluvionnaires des 2 régions (cf § 4.1.2) :

- 17 entités alluviales pour la région Franche-Comté,
- 13 entités alluviales pour la région Bourgogne en RMC.

Dans le référentiel, il n'y a pas pour les alluvions de différenciation d'échelle (NV1, NV2, NV3). L'ensemble des formations alluvionnaires extraites des cartes géologiques au 1/50 000 est intégré dans une couche particulière du SIG (une surcouche). Par contre, des sous-ensembles particuliers, intéressants par leur capacité aquifère, peuvent y être délimités, telles les entités alluviales ci-dessus.

Remarque : les codes des entités sont provisoires. Les codes définitifs seront conformes à la méthodologie de codification définie dans le guide méthodologique de découpage (Rapport BRGM RP-52261-FR).

NV1	NV2		Dénomination
	Code	Nature	
85		GSA	Formations triasiques du bassin Nord de la Saône
	85A	SA	Formations variées du Muschelkalk supérieur et Lettenkohle Nord Franche-Comté
	85B	SA	Grès du Trias inférieur Nord Franche-Comté
	85C	DH	Domaine marneux du Muschelkalk moyen Nord Franche-Comté
93		GSA	Calcaires jurassiques du Jura centre
	93A	SA	Calcaires jurassiques du plateau d'Ornans
	93B	SA	Calcaires jurassiques Quingey
94		GSA	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura
	94A	SA	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut Bugey, Valromey, Valserine
	94C	DH	Formations glaciaires et para-glaciaires quaternaires de la Combe d'Ain
	94D	SA	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute-Chaîne
	94F	SA	Calcaires jurassiques du plateau de Levier
	94G	SA	Calcaires jurassiques du plateau de Champagnole
	94I	SA	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Doubs
	94J	SA	Calcaires jurassiques secteur de Jougne-Mont de l'Herba
95		GDH	Formations du premier plateau du Jura et vignoble
	95A	SA	Calcaires du Jurassique moyen du premier plateau du Jura
	95B	SA	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur du Revermont et de la Petite Montagne
	95C	DH	Calcaires et marnes du Trias et Jurassique inférieur du Vignoble
96		GSA	Formations de la zone préjurassienne et Avants-Monts
	96A	SA	Calcaires jurassiques du Jura septentrional
	96B	DH	Socle primaire, marnes triasiques et liasiques du massif de la Serre
	96D	SA	Calcaires jurassiques de la zone préjurassienne et avants-monts
	96E	DH	Marnes triasiques et liasiques des Avants-Monts
97		GSA	Formations secondaires et tertiaires de Haute-Saône
	97A	SA	Calcaires du Jurassique entre Saône et Ognon
	97C	DH	Marnes triasiques et liasiques des Avants-Monts du Jura-Ognon rive gauche
	97D	DH	Formations variées du Crétacé et Tertiaire du fossé de Gy
	97E	SA	Calcaires du Jurassique moyen et supérieur plateau Haute-Saône
103		GSA	Plio-Quaternaire Chauv
	103A	SA	Cailloutis pliocènes de la Forêt de Chauv
173		GSA	Formations tertiaires du fossé rhénan , versant franc-comtois
	173A	SA	Cailloutis pliocènes du Sundgau franc-comtois
	173B	DH	Conglomérats, marnes et calcaires tertiaires du Golfe de Montbéliard
320		GDH	Formations quaternaires
	320Z	DH	Alluvions anciennes de l'Ognon
500		GDH	Formations du Trias supérieur et Lias du bassin Nord de la Saône
	500A	DH	Domaine marneux du Trias supérieur et Lias inférieur du bassin Nord de la Saône
	500B	DH	Domaine marneux du Lias moyen et supérieur du bassin Nord de la Saône
537		GDH	Formations primaires de la bordure sud des Vosges
	537A	DH	Formations sédimentaires et volcano-sédim. primaires de la bordure sud des Vosges
601		GDH	Socle du massif vosgien sud
	601B	DH	Socle du massif vosgien sud

Illustration 3 – Liste des entités de niveau 1 et 2 identifiées en Franche Comté
 (G)SA=(Grand) Système aquifère (G)DH = (Grand)Domaine hydrogéologique

NV1	NV2		Dénomination
Code	Code	Nature	
BOU75	GDH		Socle du Massif central en RMC (nom provisoire)
	BOU75Z	DH	Socle granitique et métamorphique du Charollais
BOU76	GSA		Fossé bressan
	BOU76A	SA	Graviers sous couverture argileuse du "Saint-Côme" du Pléistocène du Val de Saône
	BOU76B	DH	Ensemble argilo-marneux à sableux fin du Plio-pléistocène du fossé bressan et du Val de Saône
	BOU76C	SA	Graviers affleurants du Pliocène de Dijon-Sud
	BOU76D	SA	Graviers profonds du Pliocène de Dijon-Sud
	BOU76E	SA	Graviers profonds du Pliocène de la Tille
	BOU76F	SA	Cailloutis de Chaux du Pliocène moyen au Sud de la Loue
	BOU76G	SA	Graviers et calcaires lacustres profonds du Plio-quatenaire du Meuzin et de la plaine de Nuits
	BOU76H	SA	Graviers et calcaires lacustres profonds du Plio-quatenaire de Vignoles
	BOU76I	SA	Sable et molasse du Miocène du fossé bressan
	BOU76J	DH	Marnes et calcaires lacustres de l'Oligocène et de l'Eocène du fossé bressan
	BOU76K	DH	Craie, sables et argiles du Crétacé affleurants du Nord du fossé bressan
	BOU76L	SA	Karst du Jurassique sous couverture du remplissage du fossé bressan
BOU77	GSA		Bourgogne calcaire
	BOU77A	DH	Calcaires, marnes et grès du Jurassique et du Trias de la Côte mâonnaise
	BOU77B	DH	Calcaires, marnes et grès du Jurassique et du Trias de la Côte chalonnaise
	BOU77C	DH	Marnes du Lias du Pays d'Arnay-le-Duc
	BOU77D	SA	Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise
	BOU77E	SA	Calcaires jurassique entre Ouche et Vingeanne

Illustration 4 - Liste des entités de niveau 1 et 2 identifiées en Bourgogne

(G)SA=(Grand) Système aquifère (G)DH = (Grand)Domaine hydrogéologique

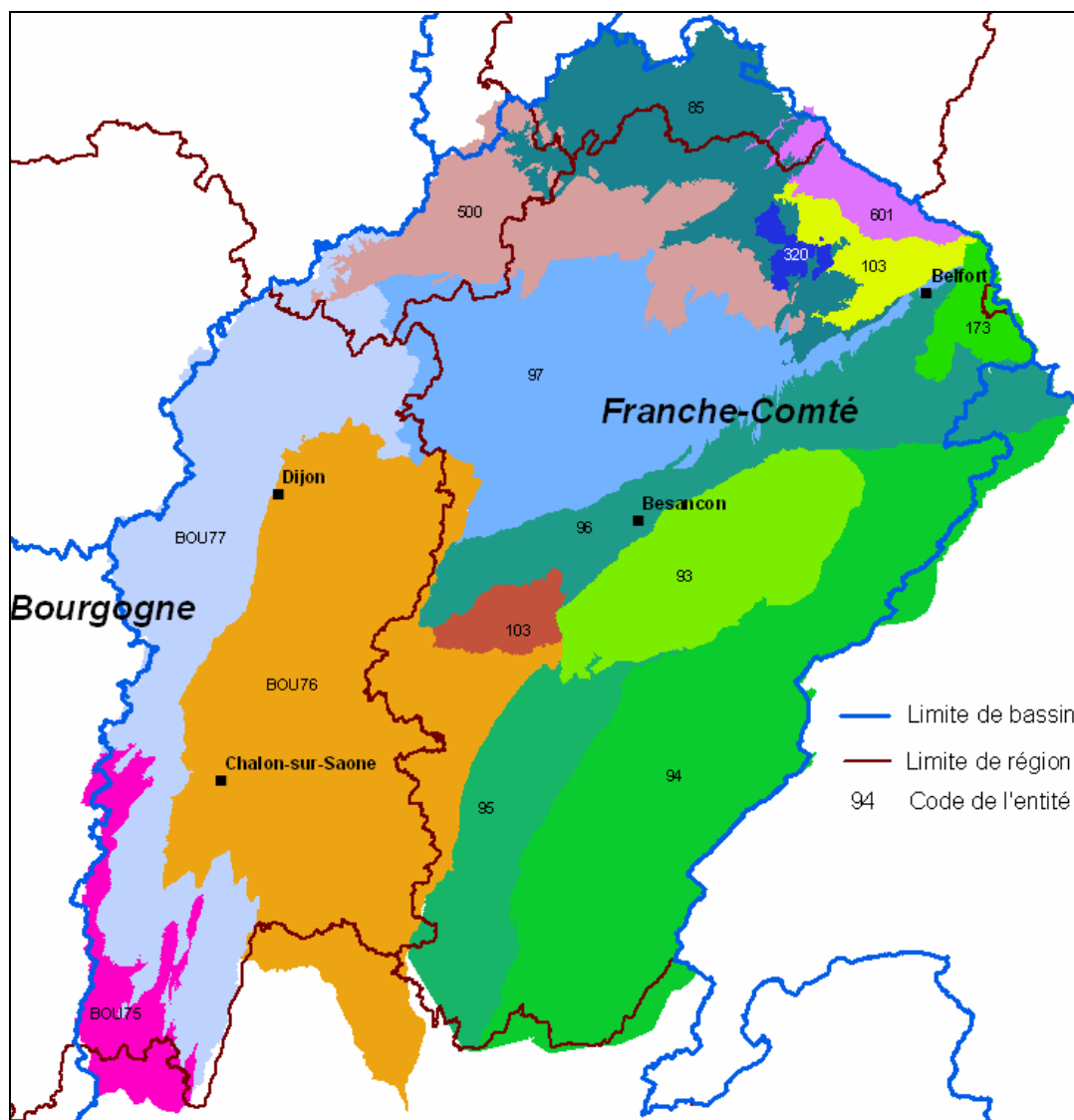


Illustration 5 – Distribution spatiale des entités de niveau 1
(15 entités)

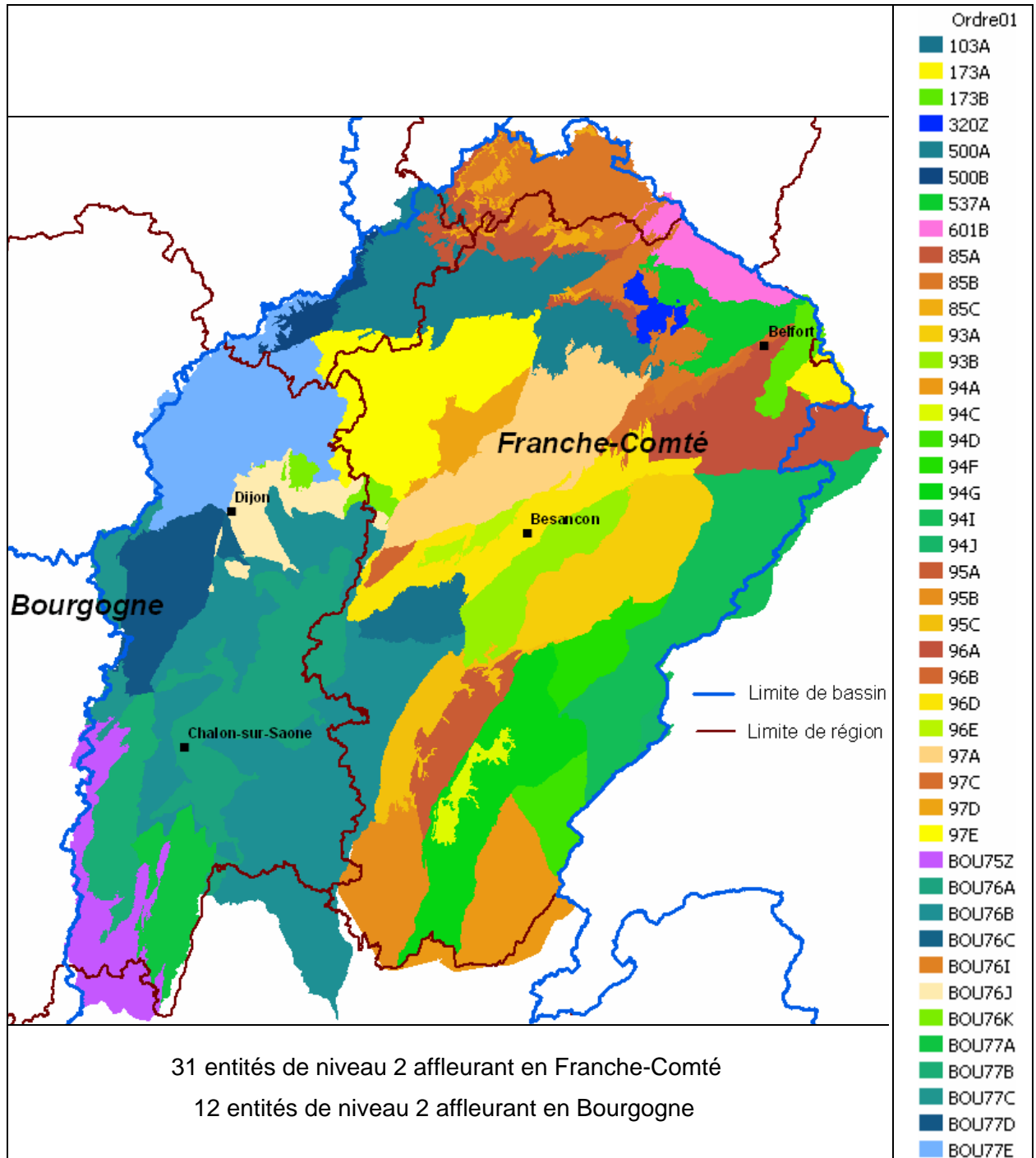


Illustration 6 - Distribution spatiale des entités de niveau 2 affleurantes
 (ou sous couverture alluvionnaire)

3.3. INTÉGRATION DES ENTITÉS DANS LE MODÈLE DE GESTION DU RÉFÉRENTIEL

En Bourgogne et Franche-Comté, les entités hydrogéologiques ont d'abord été délimitées sur calques, puis les contours ont été numérisés (à la différence des autres régions, où la délimitation est faite sur écran à l'aide de toutes les données numérisées disponibles).

Après la phase de numérisation, les entités ont été intégrées dans le modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (cf annexe 1). Le modèle de gestion se charge d'identifier automatiquement les parties sous couvertures d'après l'ordre de superposition des entités mentionné dans le tableau multi-échelles (correspondant à un ordre stratigraphique et appelé numéro d'ordre "absolu").

A l'aide des fonctionnalités topologiques d'ArcGis, le modèle de gestion du référentiel permet de repérer des anomalies de découpage, des lacunes de couvertures inter-entités,... Il permet ensuite d'éliminer tous les polygones qui résultent d'artefacts de découpage (après vérification d'une absence de réalité géologique) et tous ceux dont la superficie est trop faible pour représenter un intérêt au niveau régional ou national.

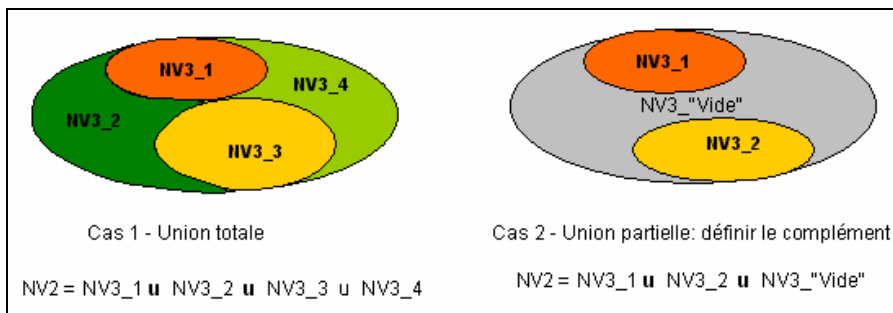
Le modèle de gestion du référentiel permet de passer de la superposition stratigraphique des entités, définie dans le tableau multi-échelles par le numéro d'ordre "absolu", à une superposition définie par un numéro d'ordre dit "relatif", superposition qui identifie totalement les différents niveaux de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

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

Ces concepts d'ordonnement absolu et d'ordonnement relatif sont décrits en annexe 1.

A partir du découpage des entités effectué au niveau local (NV2) et du tableau multi-échelles faisant apparaître les 2 niveaux de découpage (NV2 et NV1) le modèle de gestion du référentiel permet de constituer automatiquement le niveau national par agrégation des entités de niveau régional.

Cela impose qu'une entité de niveau 2 (ou de niveau 1) doit être, en totalité, constituée par la réunion d'entités de niveau 3 (respectivement de niveau 2), en définissant éventuellement un "complément" comme illustré par le schéma ci-dessous).



4. Résultats

4.1. LA BASE DE DONNÉES DU RÉFÉRENTIEL

La base de données du référentiel est supportée par le logiciel ArcGIS. Il s'agit d'une "géodatabase" contenant (illustration 7):

- 1) la couche des entités de niveau 1: *Entités_NV1*,
- 2) la couche des entités de niveau 2: *Entités_NV2*,
- 3) la couche des alluvions: *Sur_couche_Alluvions*,
- 4) les lexiques utilisés pour caractériser les entités: *LEXIQUE_NV1* et *LEXIQUE_NV2*

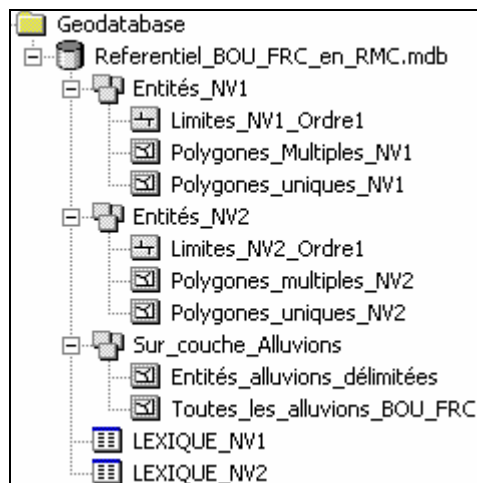


Illustration 7 - Contenu de la base de données du référentiel dans ArcGis

4.1.1. Les entités de niveaux 1 et 2

La géodatabase est structurée en 3 "jeux de classes d'entités" (dans le langage ArcGis):

- 1) *Entités_NV1*, contenant 2 couches de polygones constituant les entités de niveau 1:
Polygones_multiples_NV1
Polygones_uniques_NV1
et une couche de polygones (*Limites_NV1_Ordre1*) correspondant à leurs limites.
Les tables attributaires associées aux deux couches de polygones diffèrent par le mode d'association des polygones (cf § 4.1.1.1 et § 4.1.1.2. ci-dessous).
- 2) *Entités_NV2*, contenant 2 couches de polygones constituant les entités de niveau 2:
Polygones_multiples_NV2
Polygones_uniques_NV2
et une couche de polygones (*Limites_NV2_Ordre1*) correspondant à leurs limites.

Comme pour les entités de niveau 1, les tables attributaires associées à ces deux couches diffèrent par le mode d'association des polygones.

- 3) *Sur_couche_Alluvions*, contenant les polygones correspondant aux alluvions.

La base contient aussi 2 lexiques *LEXIQUE_NV1* et *LEXIQUE_NV2* contenant les caractéristiques des entités (thème, nature, état, type) codifiées par le guide méthodologique national (illustration 8).

ENTITE	NV1	NV2	GEOL_DESCR	THEME_HYD	NATURE_HYD	ETAT_HYD	TYPE_HYD
85B	85	85B	Grès du Trias inférieur Nord Franche-Comté	Sédimentaire	SA	libre et captif	poreux
85C	85	85C	Domaine mameux du Muschelkalk moyen Nord Franche-Comté	Sédimentaire	DH	libre et captif	poreux
93A	93	93A	Calcaires jurassiques du plateau d'Ormans	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
93B	93	93B	Calcaires jurassiques Quingey	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94A	94	94A	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut Bugey, Valromey, Valserine	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94C	94	94C	Formations glaciaires et para-glaciaires quaternaires de la Combe d'Ain	Sédimentaire	DH	libre et captif	poreux
94D	94	94D	Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute-Chaîne	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94F	94	94F	Calcaires jurassiques du plateau de Levier	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94G	94	94G	Calcaires jurassiques du plateau de Champagnole	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94I	94	94I	Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Doubs	Sédim. karstique	SA	libre	karstique
94J	94	94J	Calcaires jurassiques secteur de Jougne-Mont de l'Herba	Sédim. karstique	SA	libre	karstique

Illustration 8 – Extrait du lexique associé aux entités de niveau 2

4.1.1.1 Polygones Multiples NV1 et NV2

Il s'agit des couches de niveau 1 et 2 contenant l'ensemble des polygones issus des opérations d'intersection des entités les unes avec les autres.

Les tables attributaires de ces couches sont constituées de plusieurs champs dont:

- le numéro du polygone : *Numero_Polygone* ,
- le code de l'entité: *Entite* ,
- l'ordre relatif d'apparition sur une verticale (calculé par le modèle de gestion du référentiel): *Ordre_Relatif* ,
- l'ordre absolu d'apparition: *Ordre_Absolu*, conforme à l'ordre stratigraphique;

Un exemple de structure de la table des entités de niveau 2, assorti de la visualisation de la couche correspondante des polygones, est fourni par l'illustration 9.

4.1.1.2. Polygones Uniques

Il s'agit des couches de niveau 1 et 2 où les polygones d'intersection sont décrits par les entités intersectantes rangées suivant leur ordre relatif d'apparition (illustration 10). Il est ainsi possible de visualiser facilement l'ensemble des entités rattachées à un même ordre relatif d'apparition.

4.1.1.3. Limites Ordre 1

Cette couche contient l'ensemble des limites issues de l'intersection des polygones les uns avec les autres (illustration 11).

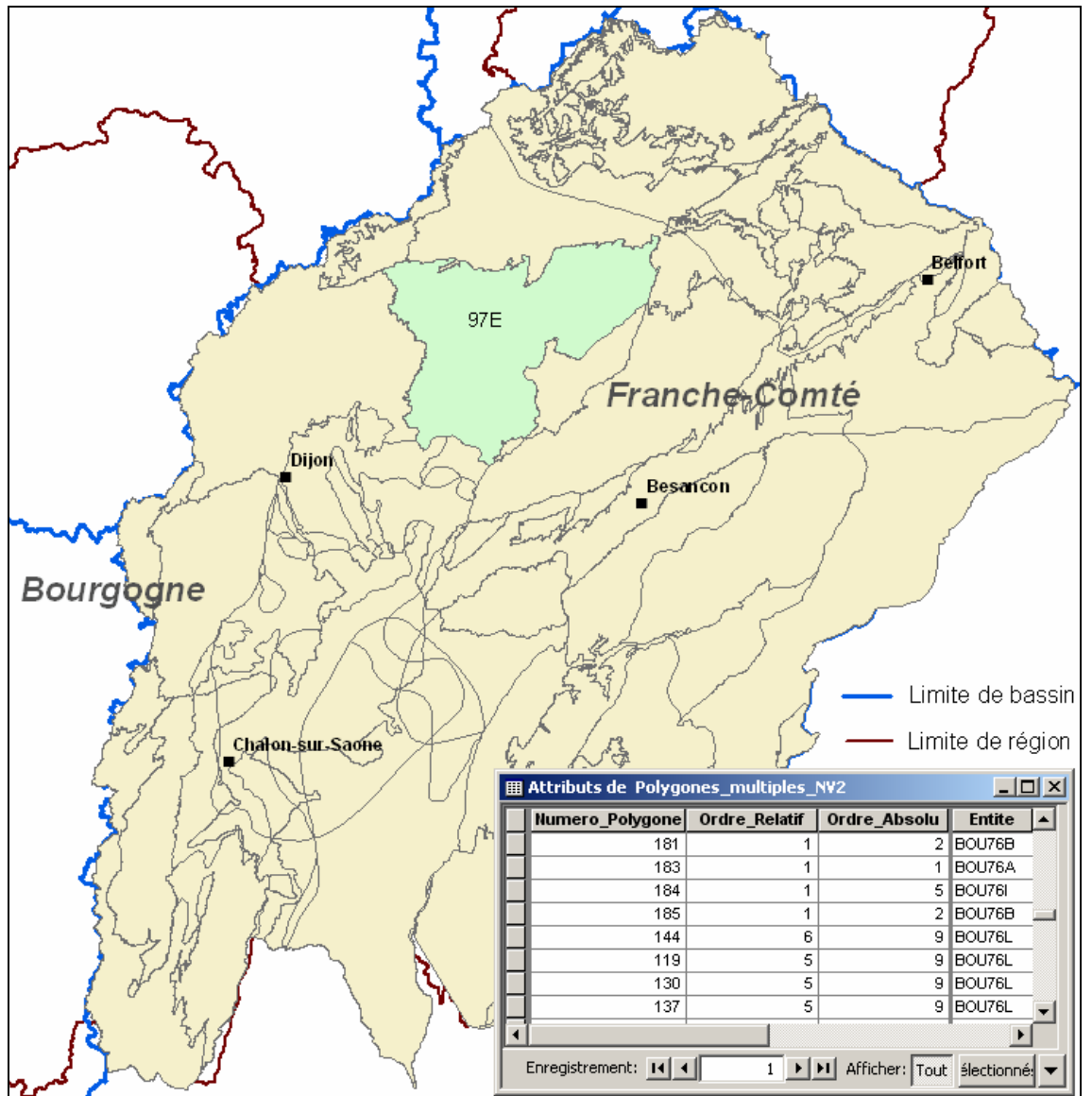


Illustration 9 – Couche avec l'ensemble des polygones de niveau 2 et table associée

La couche "polygones_multiples" contient tous les polygones issus du traitement topologique (polygones résultant de l'intersection des entités les unes avec les autres). Sur la figure ci-dessus, l'entité 97 E a été sélectionnée.

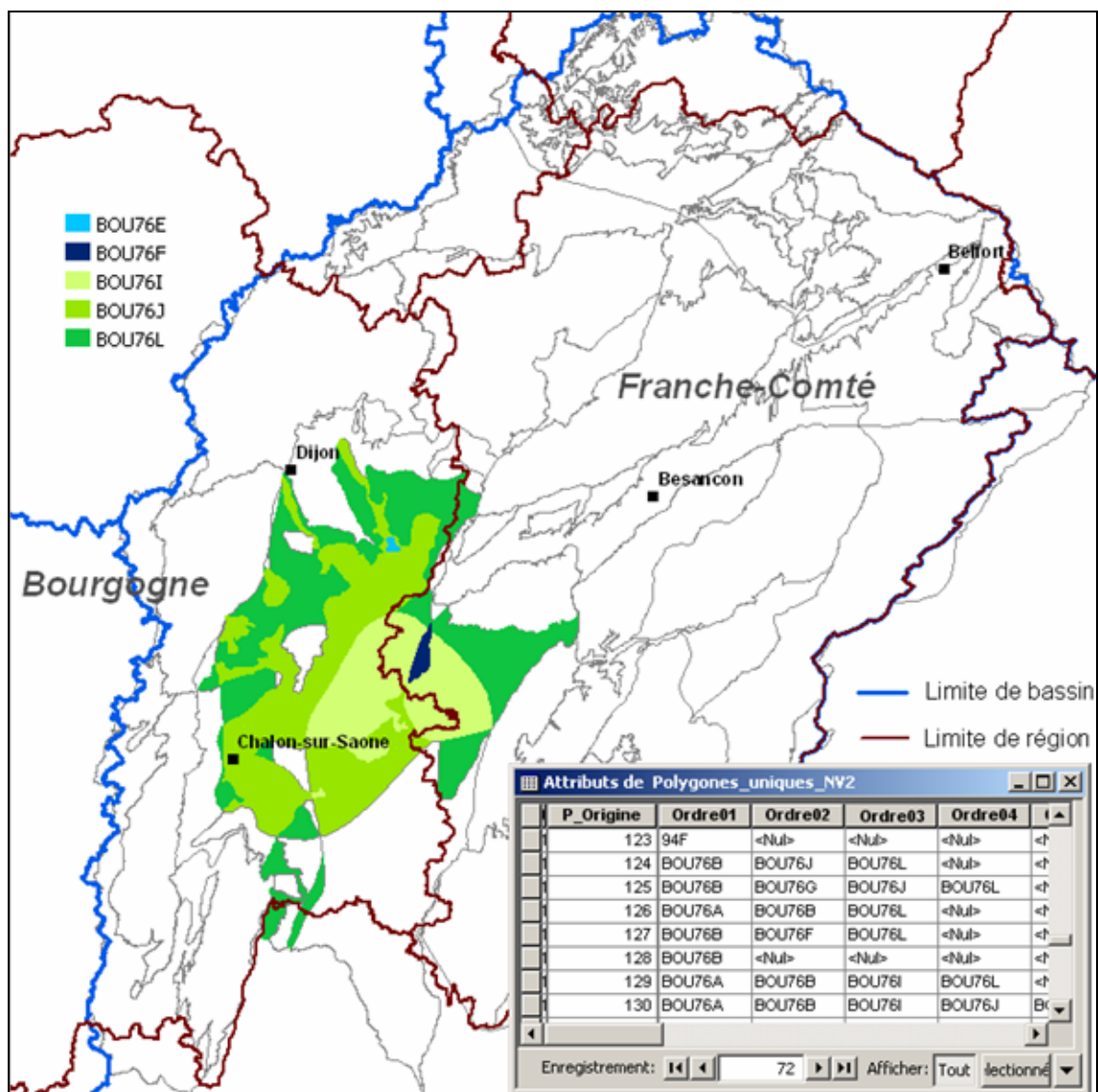


Illustration 10 - Couche de polygones des entités de niveau 2 et table associée où les entités sont rangées suivant leur ordre relatif d'apparition

Sur cette figure, les polygones d'ordre relatif 3 (donc sous couverture d'entités d'ordre 1, affleurantes, et d'entités d'ordre 2) ont été sélectionnés. Ils correspondent aux entités BOU76E, BOU76F, BOU 76 I, BOU76 J et BOU76L.

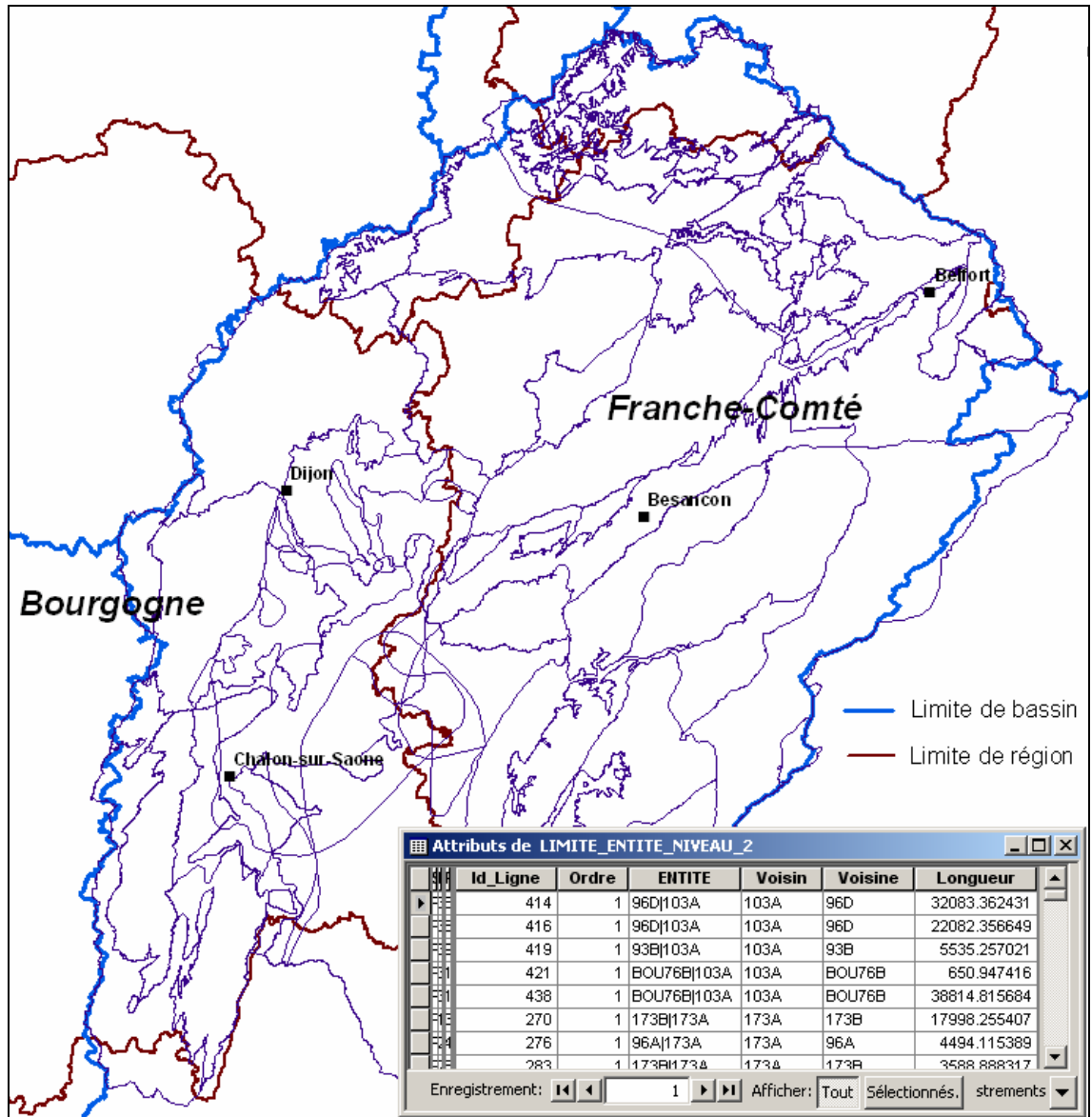


Illustration 11 – Couche des polygones et table associée.

4.1.2. La surcouche des alluvions

Les alluvions ont été extraites de la carte géologique harmonisée et intégrées dans une couche particulière du SIG (sur-couche, correspondant à un "jeu de classes d'entités" dans le langage ArcGis).

Rappelons que dans le référentiel, il n'y a pas pour les alluvions de différenciation d'échelle (NV1, NV2, NV3). L'ensemble des formations alluvionnaires extraites des cartes géologiques au 1/50 000 est intégrée dans une couche particulière du SIG (une surcouche).

Par contre, des sous-ensembles particuliers, intéressants par leur capacité aquifère, peuvent y être délimités, telles les entités alluviales listées dans le tableau ci-dessous en Bourgogne (au nombre de 13) et en Franche-Comté (au nombre de 17).

Code	Dénomination de l'entité
10A	Alluvions récentes de la Loue, de Quingey à Arc-et-Senans
10B	Alluvions récentes de la Loue, d'Arc-et-Senans à la confluence avec le Doubs
10C	Alluvions récentes du Doubs, de la confluence de la Loue à la confluence avec la Saône
14A	Alluvions récentes de la Lanterne et de ses affluents
17A	Alluvions récentes de la vallée du Doubs
17A1	Alluvions récentes de la plaine de Morteau
19A	Alluvions récentes de la Saône, de la confluence de l'Amance à la confluence avec l'Ognon
20A	Alluvions récentes de la Vingeanne
30A1	Alluvions récentes de la Bienne aval
320A	Alluvions récentes de l'Ognon, en amont du Rahin
320B	Alluvions récentes de l'Ognon, de la confluence du Rahin à la confluence avec la Saône
322A	Alluvions récentes de l'Allan et la Savoureuse
322A1	Alluvions récentes du Saint Nicolas
50A	Alluvions récentes + glaciaire du Drugeon et de l'Arlier
60A	Alluvions récentes du Rahin
87E	Formations alluviales et fluvio-glaciaires de la plaine de Bletterans
87F	Alluvions récentes de la Vallière et de la Sorne
BOU19C	Alluvions de la Saône entre l'Ognon et le Doubs
BOU19D	Alluvions de la Saône du confluent du Doubs au seuil calcaire de Tournus
BOU19E	Alluvions de la Saône du seuil calcaire de Tournus à Massonnay (Saint-Symphorien-d'Ancelle)
BOU21A	Alluvions de la Tille aval
BOU22A	Alluvion de l'Ignon
BOU23A	Alluvion de l'Ouche à l'amont de Dijon
BOU23B	Alluvions de l'Ouche à l'aval de Dijon
BOU24A	Alluvions de la Vouge
BOU25A	Alluvions du Meuzin
BOU26A	Alluvions de la Dheune
BOU27A	Alluvions de la Grosne
BOU28A	Alluvions de la Guye
BOU29A	Alluvions de la Seille à Louhans et à l'aval

Illustration 12- Liste des entités alluviales délimitées en Franche comté et Bourgogne (RMC)

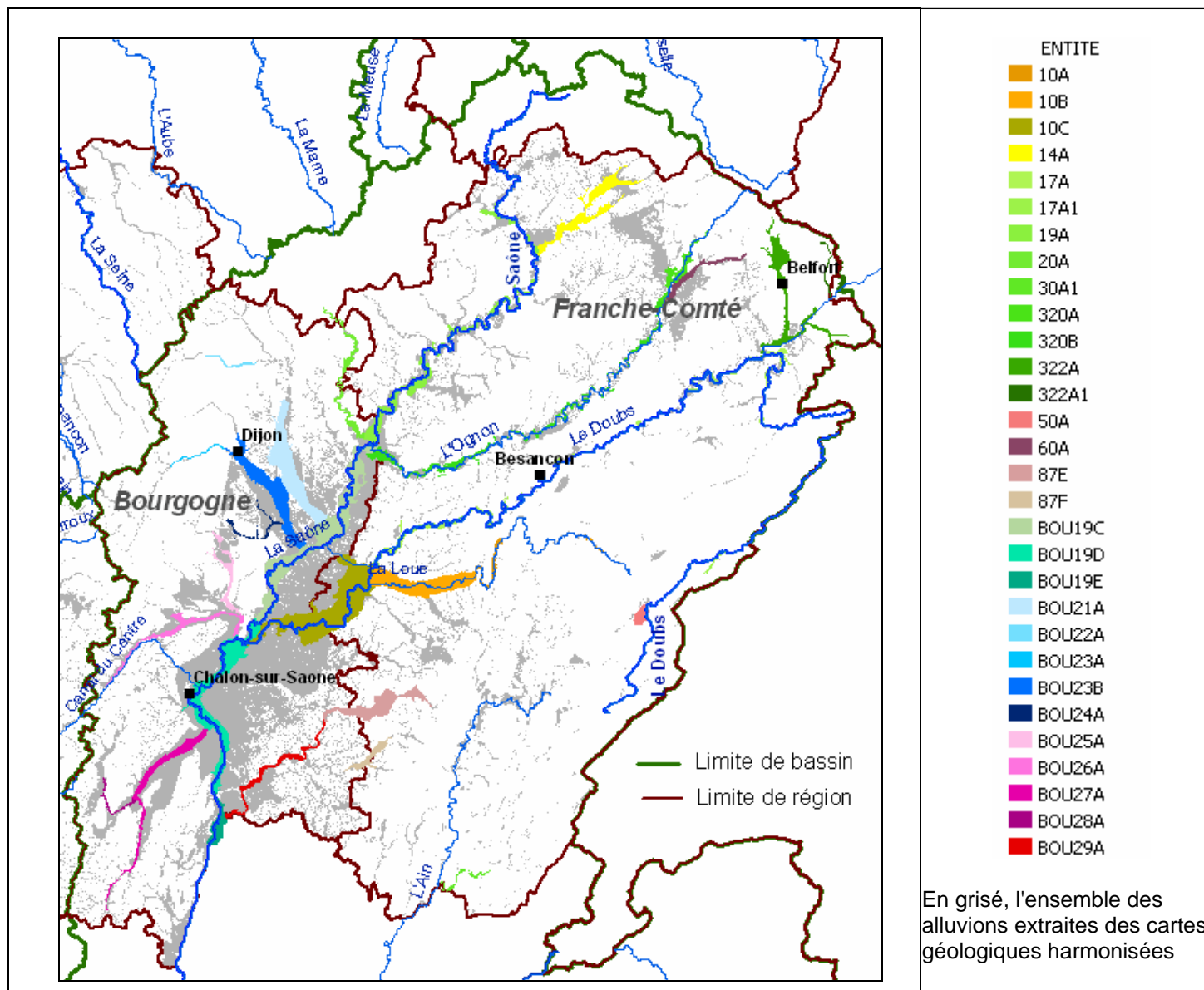


Illustration 13- Localisation des entités alluviales délimitées au sein des formations alluvionnaires

4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS

Le modèle de gestion du référentiel (sous ArcGis) permet d'éditer automatiquement une fiche descriptive par entité (illustrations 14 et 15). Ces fiches sont fournies dans le CD annexé au rapport.

Une fiche est constituée de 2 parties:

1) la carte de la partie gauche (avec en "fond" le Modèle Numérique de Terrain) positionne l'entité dans le contexte régional et permet de la repérer verticalement dans la succession des couches qui la recouvrent grâce à une codification par nuances de couleur correspondant aux numéros d'ordre relatif associés à l'entité: par exemple le polygone d'ordre 1 est à l'affleurement, celui d'ordre 2 est recouvert d'une autre entité, etc...

2) La partie droite de la fiche regroupe différentes informations (illustration 16). Elle précise :

- **l'ordre d'apparition absolu** de l'entité, qui est l'ordre du tableau multi-échelles;
- **la nature** de l'entité, parmi 7 possibilités (illustration 17);
- **le thème d'appartenance de l'entité**, parmi 5 possibilités (illustration 17);
- **le type de milieu caractérisant l'entité**: poreux, fissuré, karstique;
- **l'état hydrodynamique de la nappe** contenue dans le réservoir: libre, captive, libre et captive.

Elle mentionne aussi:

- les toits et murs de l'entité

De plus, sur cette partie, sont listées les entités situées au dessus de l'entité considérée (les "toits") ainsi que les entités situées au dessous (les "murs"), avec en vis-à-vis les superficies des zones de recouvrements exprimées en %.

Cette information sur les superficies des zones de recouvrements est particulièrement intéressante dans le processus de vérification de la cohérence du découpage. Elle permet en effet de détecter d'éventuelles anomalies de découpage: une superficie de 0,02 % par exemple n'est peut être qu'un artefact de découpage qui devra être corrigé.

- Les limites partagées avec les entités voisines (à l'affleurement: limites d'ordre 1).

Les limites latérales partagées par l'entité avec ses voisines sont caractérisées par leur nature et la fraction de la longueur totale partagée (en %). En vis-à-vis une carte permet de repérer les entités adjacentes.

- Les entités de niveau 2 constituant une entité de niveau 1 sont précisées sur les fiches de niveau 1.

...

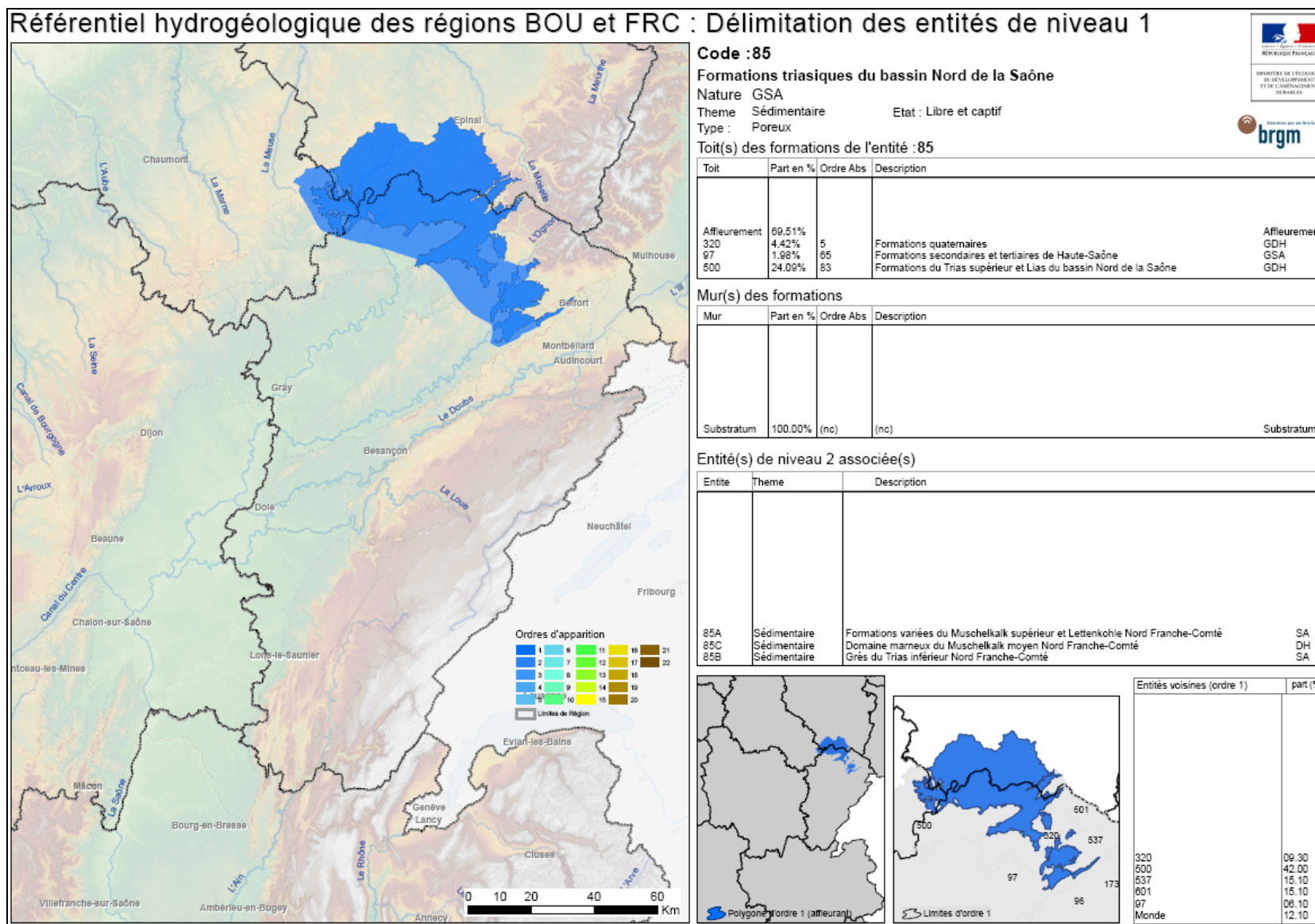


Illustration 14- Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 1

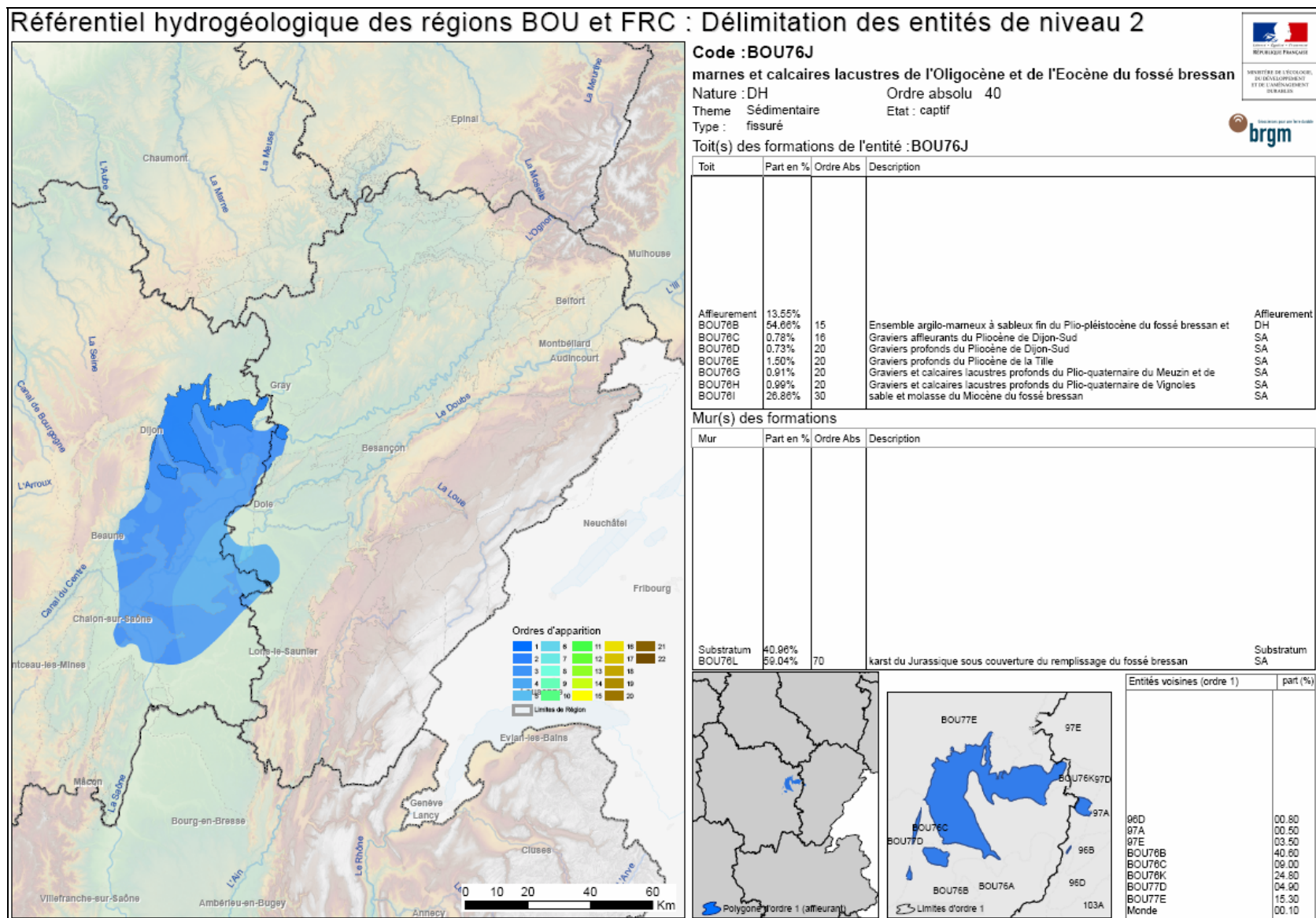



Illustration 15 - Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2

Délimitation des entités de niveau 2

Code : BOU76J
marnes et calcaires lacustres de l'Oligocène et de l'Eocène du fossé bressan
 Nature : DH Ordre absolu 40
 Theme Sédimentaire Etat : captif
 Type : fissuré


Toit(s) des formations de l'entité : BOU76J

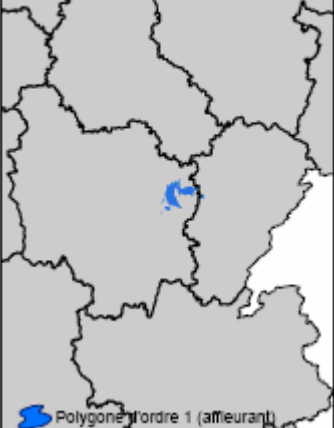
Toit	Part en %	Ordre Abs	Description
Affileurement	13.55%		
BOU76B	54.66%	15	Ensemble argilo-marneux à sableux fin du Plio-pléistocène du fossé bressan et Gravier affleurants du Pliocène de Dijon-Sud Gravier profonds du Pliocène de Dijon-Sud Gravier profonds du Pliocène de la Tille Gravier et calcaires lacustres profonds du Plio-quatenaire du Meuzin et de Gravier et calcaires lacustres profonds du Plio-quatenaire de Vignoles sable et molasse du Mioène du fossé bressan
BOU76C	0.78%	16	
BOU76D	0.73%	20	
BOU76E	1.50%	20	
BOU76G	0.91%	20	
BOU76H	0.99%	20	
BOU76I	26.86%	30	



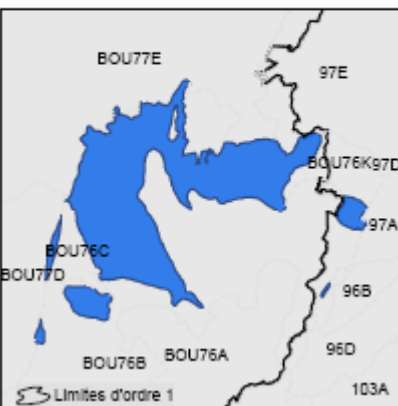
Mur(s) des formations

Mur	Part en %	Ordre Abs	Description
Substratum	40.96%		
BOU76L	59.04%	70	karst du Jurassique sous couverture du remplissage du fossé bressan





Polygone d'ordre 1 (affleurement)



Limites d'ordre 1

Entités voisines (ordre 1)	part (%)
96D	00.80
97A	00.50
97E	03.50
BOU76B	40.60
BOU76C	09.00
BOU76K	24.60
BOU77D	04.90
BOU77E	15.30
Monde	00.10

Illustration 16 – Informations reportées sur les fiches descriptives des entités

Code	Libellé
1	Grand système aquifère
2	Grand Domaine hydrogéologique
3	Système aquifère
4	Domaine hydrogéologique
5	Unité aquifère
6	Unité semi-peméable
7	Unité imperméable

a) 7 types d'entité (nature)

Code	Libellé
1	Alluvial
2	Sédimentaire
3	Socle
4	Intensément plissés de montagne
5	Volcanisme

b) 5 thèmes de rattachement des entités à une formation géologique

Code	Libellé
1	Nappe captive
2	Nappe libre
3	Libre et captive
4	Alternativement libre puis captive

c) 4 possibilités d'état de la nappe associés à une entité aquifère

Code	Libellé
0	Inconnu
1	Milieu poreux
2	Milieu fissuré
3	Milieu karstique

d) Types de porosité possibles

*Illustration 17 – Caractérisation des entités hydrogéologiques
 (Selon le guide méthodologique national)*

5. Bref descriptif des entités hydrogéologiques

5.1. BOURGOGNE

La partie de la Bourgogne située dans le bassin RMC a été découpée en trois unités de niveau 1 :

- la Bourgogne calcaire,
- le fossé bressan,
- le socle du massif Central (socle granitique et métamorphique du Charollais).

Ces 3 entités de niveau 1 sont juxtaposées et non pas superposées.

Par ailleurs, quelques entités, peu étendues en Bourgogne RMC, sont rattachées à des entités de niveau 1 développées essentiellement sur les régions voisines, Franche Comté au Nord-Est et Rhône-Alpes au Sud-Ouest.

Inversement, l'entité de niveau 1, "*fossé bressan*", s'étend sur la bordure Ouest de la région de Franche Comté et l'extrémité Nord de la région Rhône-Alpes.

Une carte géologique simplifiée, en annexe 3, permet de repérer les grandes unités de niveau 1 décrites dans ce qui suit.

5.1.1. Bourgogne calcaire (code provisoire : BOU77)

L'entité de niveau 1 "*Bourgogne calcaire*" est délimitée comme suit :

- à l'Ouest, par la limite du bassin versant de la Saône, ligne de partage des eaux avec la Seine puis avec la Loire ;
- au Nord, d'abord par le contact des calcaires du Dogger avec les marnes du Lias tout le long de la cuesta du pays de Langres (il s'agit d'une limite de déversement: des calcaires du Dogger vers les marnes du Lias), puis par le système de failles de Chalencey-Belmont-Arbecey d'orientation Ouest-Est. Ce système met en contact les plateaux calcaires de cette entité (Jurassique moyen et Jurassique supérieur) avec, au Nord, des formations essentiellement marneuses du Lias et du Trias supérieur qui s'étendent en Franche Comté ("*Formations du Trias supérieur et Lias du bassin Nord de la Saône*" entité codée 500), en Champagne-Ardennes et en Lorraine ; cette limite est donc, globalement, une limite "étanche" (l'aquifère coté Sud, l'imperméable côté Nord).
- au Nord-Est, par le cours de la Vingeanne, affluent rive droite de la Saône ; cette limite est globalement une limite de drainage; à l'Est de ce cours d'eau, débute une entité de niveau 1 développée essentiellement en Franche Comté et nommée "*Formations secondaires et tertiaires de Haute-Saône*" (entité codée 97)
- à l'Est, par le contact avec les formations de remplissage du fossé bressan (formations plio-quadernaires, tertiaires et créacées) qui sont globalement peu perméables ; cette limite, sur la plus grande partie de son tracé, correspond aux

grandes failles limitant le fossé bressan, d'un rejet total proche du millier de mètres ; localement, notamment dans la partie Nord de ce contact, l'enneigement des formations calcaires jurassiques sous les formations bressanes se fait par enfouissement progressif, sans failles ou par failles de faibles rejets ; du point de vue hydraulique, ce contact est, globalement, une limite de débordement (des aquifères calcaires, au niveau du contact avec les formations peu perméables du fossé bressan) ;

- au Sud-Ouest, par le contact avec le socle cristallin du Charollais et du Beaujolais ; cette zone de socle est rattachée à l'entité de niveau 1 "*Socle du Massif central en RMC*", développée essentiellement sur la région Rhône-Alpes.

L'entité "*Bourgogne calcaire*" ainsi délimitée, est constituée des formations sédimentaires du Trias au Jurassique supérieur déposées sur le socle cristallin. L'essentiel de la masse sédimentaire et des affleurements est constitué de calcaires jurassiques et l'entité est essentiellement de nature karstique.

5.1.2. Fossé bressan (code provisoire : BOU76)

L'entité de niveau 1 "*Fossé bressan*" est délimitée comme suit :

- à l'Ouest et au Nord, par la limite Est de l'entité "*Bourgogne calcaire*" décrite ci-dessus ;
- au Nord-Est, du confluent de la Vingeanne avec la Saône jusqu'au Doubs, par une limite difficile à définir du fait de l'important développement des formations superficielles dans toute cette zone ; les formations calcaires développées à l'Est, en Franche Comté, s'enneigent, soit progressivement, soit par failles, sous les formations tertiaires du fossé bressan ;
- à l'Est, depuis le cours du Doubs jusqu'à la région Rhône-Alpes, d'abord par le cours de la Loue (limite de drainage) puis par le chevauchement des formations du Jura sur les formations tertiaires de la Bresse ; cette limite Est, comme la précédente, est difficile à définir mais est assimilable, soit à une limite de débordement (débordement des formations du Jura sur les formations peu perméables de la Bresse), soit à une limite d'affluence des eaux de formations perméables/semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille ;
- au Sud, par une limite à définir en région Rhône-Alpes.

L'entité "*Fossé bressan*" ainsi délimitée est constituée des formations de remplissage allant du Quaternaire ancien au Jurassique.

5.1.3. Autres entités de niveau 1

Comme indiqué ci-dessus, la Bourgogne est aussi concernée par des entités de niveau 1 s'étendant sur les régions voisines:

- 1) le socle du Charollais, au Sud-Ouest de la Bourgogne, est à rattacher à une entité de niveau 1 dépendant de la région Rhône-Alpes, "*Socle du Massif central en RMC*", codée ici BOU75.
- 2) l'entité de niveau 1 "*Formations du Trias supérieur et du Lias du bassin nord de la Saône*" (entité codée 500 en FRC); cette entité est limitée:
 - au Nord et à l'Ouest, par la ligne de partage des eaux entre d'une part la Saône et d'autres part la Seine, la Meuse et la Moselle,
 - au Sud par le système de failles déjà évoqué de Chalencey-Belmont-Arbecey, d'orientation Ouest-Est (comme limite Nord de l'entité "*Bourgogne calcaire*")
 - au Nord-Est par les affleurements du socle vosgien ; elle se développe surtout sur les régions de Champagne-Ardenne, de Lorraine et de Franche Comté ;
- 3) l'entité de niveau 1 "*Formations secondaires et tertiaires de Haute-Saône*" (entité codée 97 en FRC). Cette entité, constituée essentiellement de calcaires jurassiques, est limitée, à l'Ouest par le cours de la Vingeanne (limite avec l'entité "*Bourgogne calcaire*") et au Nord par le système de failles cité ci-dessus ; elle s'étend essentiellement sur la région Franche Comté.

5.2. FRANCHE-COMTÉ

5.2.1. Contexte géologique

La structure géologique de la Franche-Comté peut être résumée en considérant la succession des grands ensembles suivants :

- à la base, un soubassement de roches primaires souvent recoupé par des roches volcaniques ou granitiques. Ce soubassement correspond au socle qui affleure dans les Vosges saônoises, à l'extrémité nord de la Franche-Comté ainsi que dans le massif de la Serre en position plus centrale ;
- une couverture secondaire calcaire et marneuse à structure monoclinale dans les plateaux situés en position centrale de la région, et plissée dans la haute chaîne et les faisceaux. Ces formations couvrent la majeure partie de la Franche-Comté, depuis les plateaux de Haute-Saône au Nord, en passant par les avants-monts et le premier plateau du Jura, jusqu'à la haute chaîne marquant la limite avec la Suisse ;
- un bassin d'effondrement à la bordure occidentale du Jura, le long du Vignoble et du Revermont. Ce bassin est rempli par les formations argileuses et sableuses de la Bresse, à structure horizontale et dont la limite avec le Jura est marquée par une zone de chevauchement de structure complexe ;
- un bassin d'effondrement, à l'extrémité nord-est de la Franche-Comté, correspondant à la bordure du fossé rhénan, à remplissage détritique plio-quadernaire ;

- les entailles creusées par les glaciers ou les eaux courantes et comblées par les dépôts morainiques en zone montagneuse et les dépôts alluviaux le long des principaux cours d'eau (Saône, Doubs, Ognon).

Du point de vue hydrogéologique, la Franche-Comté est marquée par l'importance des aquifères de type fissuré et karstique qui se développent dans les calcaires et qui occupent près des trois quarts de la superficie de la région.

Les aquifères à porosité d'interstices sont constitués par les grès du Trias inférieur au Nord, par les cailloutis plio-quadernaires du Sundgau et de la Forêt de Chaux, par les formations glaciaires, fluvio-glaciaires et alluviales.

En raison de la tectonisation des formations géologiques de la région, les entités ont été principalement découpées selon la méthodologie proposée pour le thème "intensément plissé " définie dans le guide méthodologique national.

5.2.2. Entités de niveau 1

Les entités de niveau 1 reprennent globalement la structure de la région. Elles ont été découpées en croisant les critères "litho-stratigraphie" et "bassin versant".

Onze entités ont ainsi été découpées, du Nord au Sud :

- **Socle du massif vosgien (601)** : correspond à un domaine constitué par le socle cristallin vosgien, se prolongeant au Nord sur le versant lorrain. Il est limité au sud-ouest par les formations volcano-sédimentaires du Permo-Carbonifère.
- **Formations primaires de la bordure sud des Vosges (537)** : domaine complexe situé en bordure sud du socle vosgien et constitué d'un ensemble de grès, grauwackes, marnes et pélites du Lias, Trias, Permien, Houiller et Dévon-Dinantien.
- **Formations triasiques du Nord franc-comtois (85)** : système à structure monoclinale faillée regroupant les niveaux marneux du Muschelkalk, les calcaires coquilliers de la Lettenkohle et les grès du Trias inférieur. Limité au Nord-est par les formations primaires et au Sud et Ouest par les formations du Trias supérieur et Lias.
- **Formations du Trias supérieur et Lias du Nord franc-comtois (500)** : domaine à structure monoclinale faillée comprenant les niveaux marneux liasiques dans lesquels s'intercalent les niveaux gréseux du Rhétien et calcaire du Sinémurien.
- **Formations tertiaires du fossé rhénan, versant franc-comtois (173)** : système situé à l'extrémité nord-est de la Franche-Comté, correspondant au remplissage du fossé rhénan par des cailloutis et graviers, fréquemment recouverts de loess et alluvions. Limité au Sud et à l'Ouest par le contact avec les calcaires jurassiques et au Nord-Ouest par le Permien et Trias.
- **Formations secondaires et tertiaires de Haute-Saône (97)** : système majoritairement karstique à structure monoclinale faillée, constitué de calcaires jurassiques et marnes liasiques au Sud, recouverts localement de formations

crétacés et tertiaires peu aquifères. Limité au Nord et au Sud par le contact Lias-Dogger, à l'Ouest par la Vingeanne.

- **Formations de la zone préjurassienne et avants-monts (96)** : système hétérogène faillé, comprenant le socle primaire du massif de la Serre à l'Ouest, les marnes liasiques ainsi que les calcaires karstiques du Jurassique moyen et supérieur intercalés d'un niveau marneux. Limité au Sud par le chevauchement du faisceau bisontin et à l'Ouest par le fossé d'effondrement bressan.
- **Formations plio-quadernaires de Chaux (103)** : système regroupant les cailloutis pliocènes de la forêt de Chaux (dont l'extension vers la Bresse au Sud est inconnue) et les alluvions de la Loue. Limité au Nord par les calcaires jurassiques, en continuité hydraulique avec les cailloutis.
- **Calcaires jurassiques du Jura centre (93)** : système karstique à structure plissée faillée, constitué de calcaires du Jurassique moyen séparés par les marnes oxfordo-argoviennes. Limité au Nord par le chevauchement des faisceaux bisontin et du Lomont, à l'Ouest par le fossé d'effondrement bressan, au Sud en contact par faille marquant la ligne de partage des eaux souterraines.
- **Premier plateau du Jura et Vignoble (95)** : système constitué d'un faisceau de calcaires et marnes du Trias et Jurassique inférieur chevauché par les calcaires karstiques du Jurassique moyen et supérieur du premier plateau du Jura, localement sous couverture de terrains crétacés ou glaciaires. Limité à l'Ouest par le fossé bressan, au Nord par le faisceau salinois et à l'Est par la faille subméridienne mettant en contact le plateau et le Jura plissé à l'Est.
- **Calcaires jurassiques et crétacés du Haut-Jura (94)** : système plissé et compartimenté, constitué de calcaires karstiques jurassiques à crétacés. Limité au Nord par des axes anticlinaux, à l'Est par la frontière suisse, à l'Ouest par la chaîne de l'Heute puis par le fossé bressan plus au sud.

...

6. Conclusion

Cette étape de la construction du référentiel hydrogéologique dans le bassin RMC a été consacrée à la délimitation des entités hydrogéologiques de niveau 1 et 2 de la Franche-Comté et de la partie de la Bourgogne située dans le bassin (une partie des départements de la Côte d'Or et de la Saône et Loire). Elle a permis de délimiter et d'intégrer dans un SIG (ArcGis version 9.2):

En Franche-Comté :

- **31 entités de niveau régional** dont 18 systèmes aquifères et 13 domaines,
- **12 entités de niveau national** dont 7 grands systèmes aquifères (GSA) et 5 grands domaines hydrogéologiques (GDH).

En Bourgogne :

- **18 entités de niveau régional** dont 11 systèmes aquifères et 7 domaines,
- **3 entités de niveau national** dont 2 grands systèmes aquifères (GSA) et 1 grand domaine hydrogéologique (GDH).

A ces entités s'ajoutent des entités alluvionnaires délimitées au sein de l'ensemble des formations alluvionnaires des 2 régions :

- 17 entités alluviales pour la région Franche-Comté,
- 13 entités alluviales pour la région Bourgogne en RMC.

La base de données (couches graphiques et tables associées) est gérée par un modèle de gestion mis au point en 2007, fonctionnant avec ArcGIS (version 9.2) et permettant:

- de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble des entités,
- de faciliter les mises à jour,
- d'éditer automatiquement une fiche descriptive de chaque entité à partir des données de la base.

Parallèlement, dans le cadre de la synthèse hydrogéologique du bassin RMC, un découpage au niveau 3 a été réalisé dans ces 2 régions. Il a été validé par un ensemble d'acteurs locaux (DIREN, DDASS, DDAF, Université, Bureaux d'études, Agence de l'Eau RMC) lors de réunions organisées à l'échelle départementale de Juillet à Octobre 2007. L'assemblage final est en cours de réalisation, intégrant aussi la région Rhône-Alpes (achèvement fin Mars 2008).

Le présent rapport est donc un **rapport d'étape** dans la construction du référentiel: les entités de niveau 3, dont les contours n'étaient pas disponibles en totalité lors de la phase de travail sur les niveaux 1 et 2, doivent être intégrées dans le modèle de gestion du référentiel et **la cohérence topologique de l'ensemble des entités aux 3 niveaux doit être vérifiée**. Des modifications de contours sont donc encore possibles.

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

Janjou D., Pinson S., Rampoux N., Legendre D., Chêne F., Petit V. – 2004 BDRHF_V2 - Organisation de la chaîne de production cartographique.

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

Sandre - Description des données sur le référentiel hydrogéologique
Version 08 du 03/05/2004.

...

Annexe 1

Le modèle de gestion du référentiel

1. Propriétés du modèle

Ce modèle de gestion, mis au point sous ArcGis, est indispensable non seulement dans la phase d'élaboration du référentiel (en tant qu'outil de travail aux fonctionnalités puissantes), mais aussi par les possibilités d'exploitation qu'il offre (réalisations de coupes verticales, visualisation 3D, ...). Il permet :

1) de passer automatiquement d'un ordonnancement absolu des entités (celui du tableau multi-échelles) à un ordonnancement relatif, qui est celui de la représentation des entités dans le SIG (illustration A1-1);

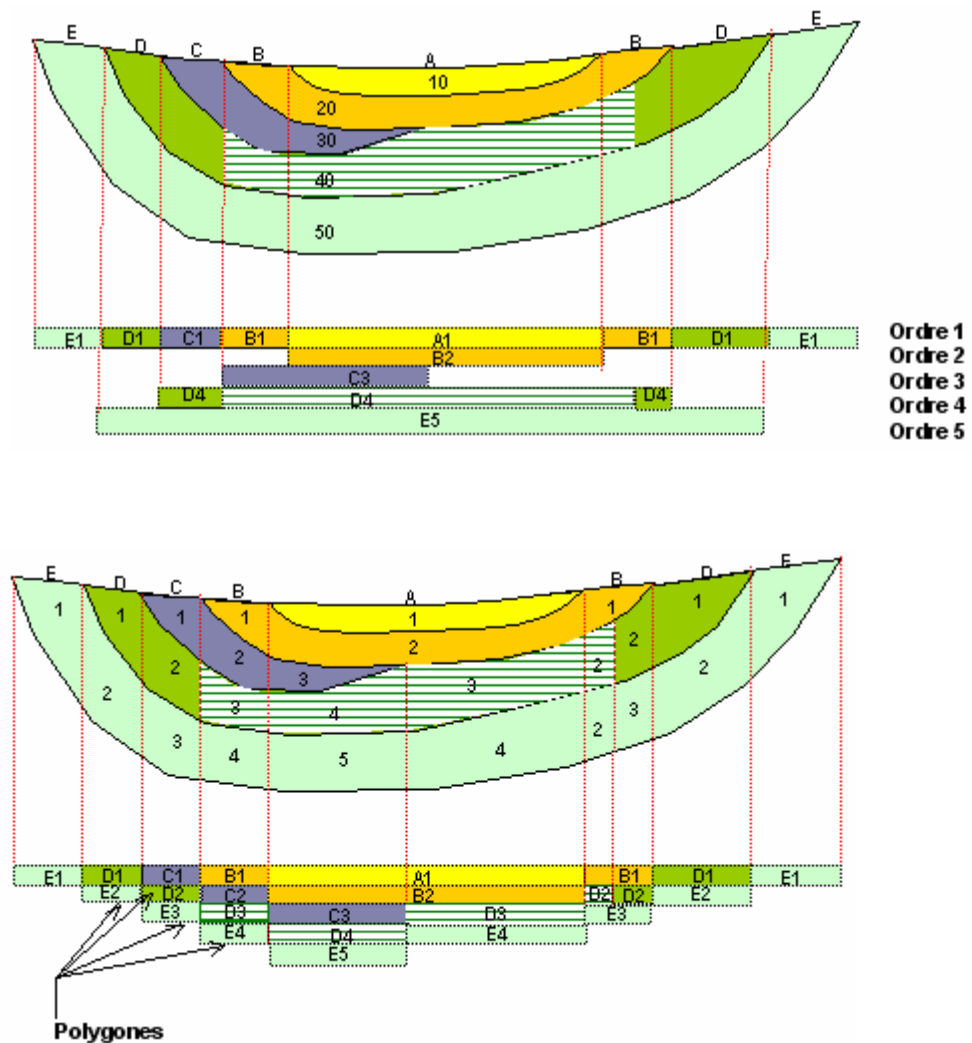


Illustration A1-1 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

- 2) d'assurer une totale cohérence topologique de l'ensemble des entités aux 3 niveaux NV1, NV2 et NV3 (utilisation des fonctions topologiques d'ArcGis);
- 3) de détecter les anomalies de découpage des entités;
- 4) d'automatiser les mises à jour à partir du niveau 3 (illustration A1-2): les modifications sont faites sur les entités de plus bas niveau (NV3) et répercutées automatiquement sur les entités des niveaux supérieurs (NV1 et NV2);

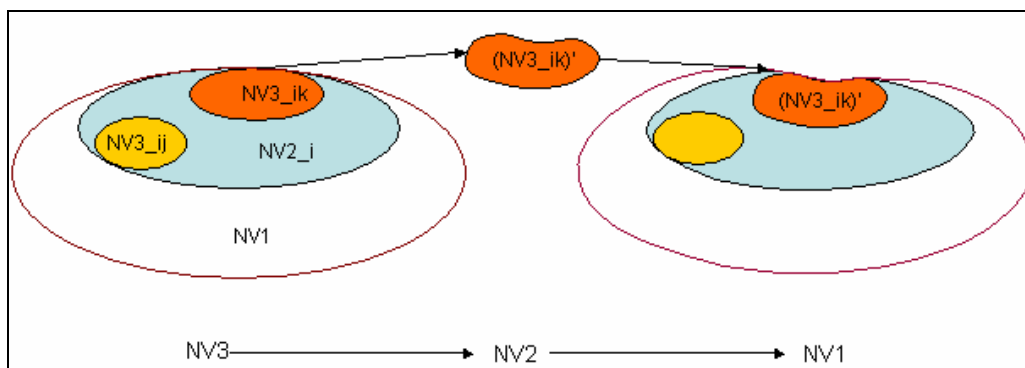


Illustration A1-2 – Mise à jour des niveaux 1 et 2 à partir du niveau 3

- 5) d'éditer automatiquement des fiches descriptives par entité. Ces fiches précisent notamment les ordres d'apparition de l'entité (affleurante, sous couverture d'ordre1, sous couverture d'ordre 2, ...), la liste des entités sus-jacentes et sous-jacentes avec mention des superficies concernées;
- 6) de réaliser des coupes verticales suivant des directions quelconques.

2. Règles à respecter

L'application de ce modèle nécessite de respecter quelques règles:

- 1) Une entité de niveau 2 doit être, en totalité, constituée par la réunion d'entités de niveau 3, comme l'illustre le schéma ci-dessous :

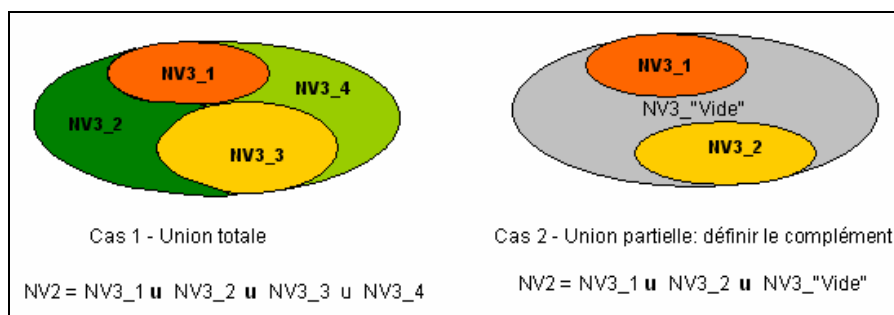
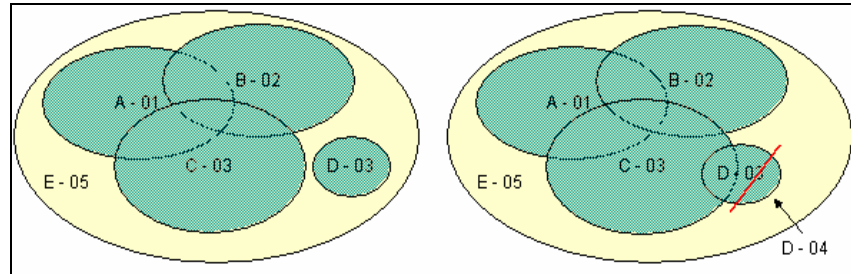


Illustration A1-3 - Une entité de niveau 2 résulte de l'assemblage d'entités de niveau 3 totalement contenue dans l'entité de niveau 2

2) Deux entités de codes différents mais d'ordres absolus identiques ne peuvent pas se superposer (schéma ci-dessous).



3) Le couple "code d'entité – numéro d'ordre absolu" est unique et impose donc de créer autant de polygones qu'il existe de superpositions verticales, d'où la solution de découpage ci-dessous (illustration A1-4) pour le cas d'entités aquifères superposées incluses dans un domaine (cas de la molasse en Aquitaine).

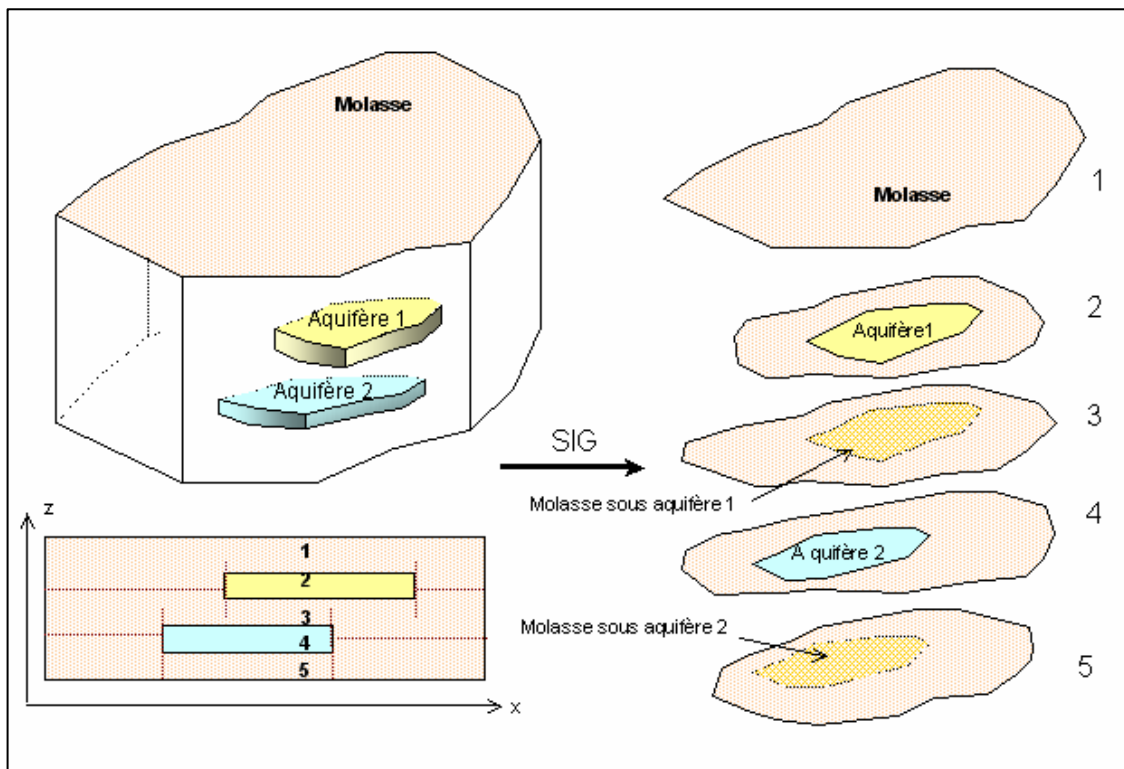


Illustration A1-4 – Solution retenue pour le découpage d'entités aquifères superposées incluses dans un même domaine

Le modèle conceptuel simplifié de la base est présenté par l'illustration ci-dessous.

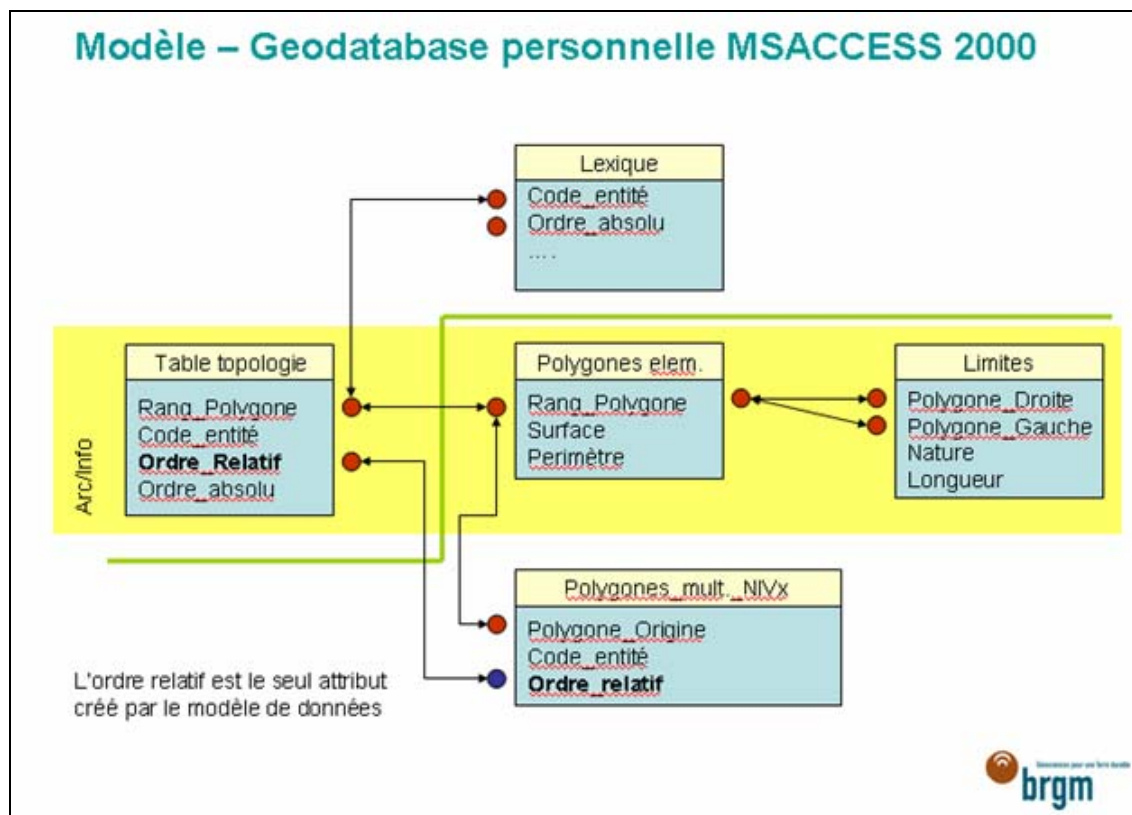


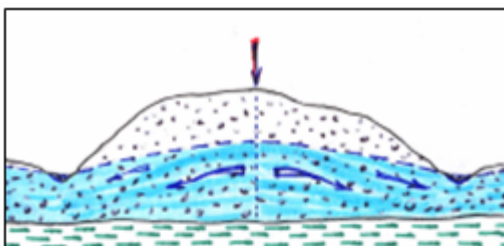
Illustration A1-5 - Modèle conceptuel simplifié de la géodatabase

...

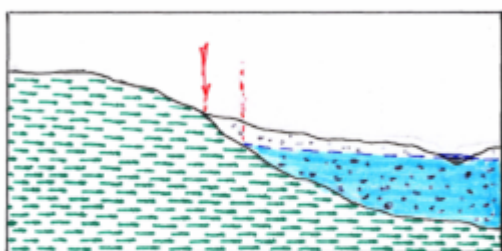
Annexe 2

Typologie des limites établie dans le guide méthodologique

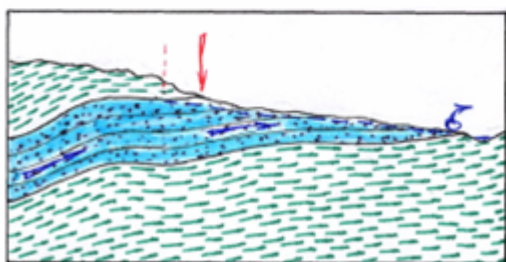
(Rapport BRGM RP-52261-FR)



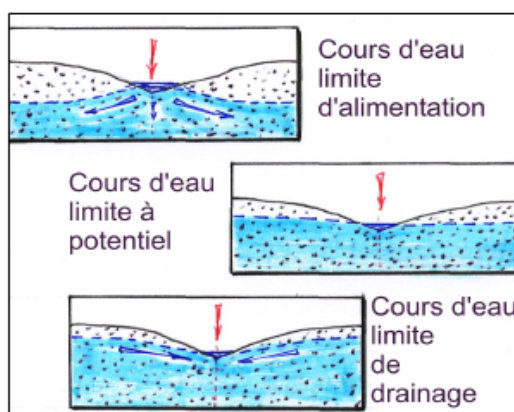
a) Ligne de partage des eaux souterraines



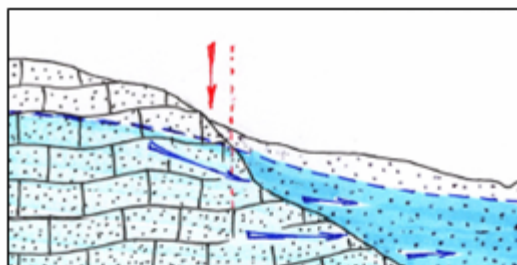
b) Limite étanche



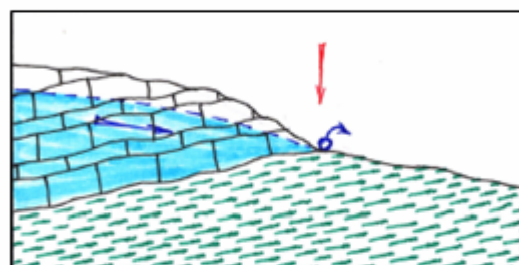
c) Ligne d'affluence d'un aquifère captif à un aquifère libre



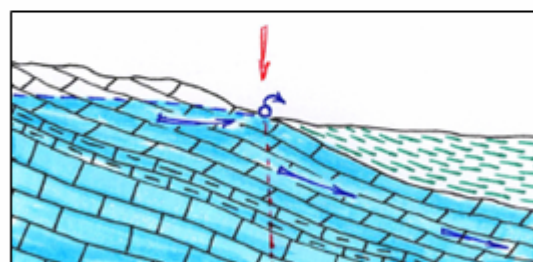
h,i,j) Relations avec les cours d'eau



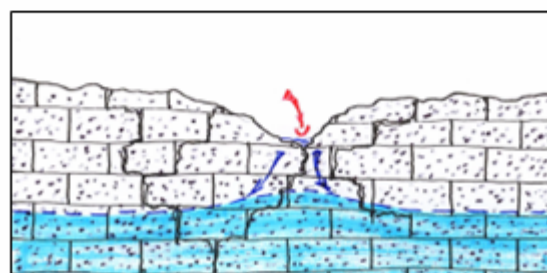
d) Ligne d'affluence des eaux de formations perméables /semi-perméables à un aquifère libre emboîté ou à un autre aquifère en contact par faille.



e) Ligne de sources de déversement



f) Ligne de débordement continue ou discontinue



g) Cours d'eau perché

+ k) limite administrative

+ l) limite inconnue

Annexe 3

Carte géologique simplifiée du secteur d'étude

