

Document public



Document public

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF-Version2 Bassin Seine-Normandie. Année 2

Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Île-de-France

Rapport d'étape

BRGM/RP-56948-FR

Mars 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 07EAU108

F. Asfirane, A. Wuilleumier

avec la collaboration de M. Donsimoni, J-F. Vernoux et V. Mardhel

Vérificateur :

Original signé par : J.J. Seguin

Approbateur :

Original signé par : T. Pointet

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



Mots clés : BDRHF-V2, Référentiel hydrogéologique, Système aquifère, Domaine hydrogéologique, Région Île-de-France.

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

F. Asfirane, A. Wuilleumier - 2009 – Référentiel Hydrogéologique Français - BD RHF Version 2. Bassin Seine-Normandie. Année 2. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Île-de-France. BRGM/RP-56948-FR.

© BRGM, 2009, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la construction de la version 2 du Référentiel Hydrogéologique Français (BDRHF-V2). Elle concerne la région Île-de-France. Le travail a porté sur la délimitation des entités hydrogéologiques au niveau régional (NV2) et au niveau national (NV1).

Les entités hydrogéologiques suivantes ont été identifiées et leurs contours numérisés:

- **30 systèmes aquifères ou domaines hydrogéologiques du niveau régional (NV2),**
- **11 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**

A ces entités, s'ajoute **la sur-couche des alluvions** identique pour les 2 échelles de travail.

Une géodatabase sous (ArcGis, version 9.2) rassemblant toutes ces entités, leurs limites et les informations associées a été constituée (disponible sur le cdrom joint à ce rapport). Des fiches descriptives des entités ont été éditées (intégrées aussi au cdrom).

...

Sommaire

1. Introduction	5
2. Méthodologie de découpage des entités	10
2.1. TERMINOLOGIE	10
2.1.1. Les "thèmes" du référentiel	10
2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques.....	10
2.1.3. Les niveaux d'identification.....	11
2.2. PRINCIPES ET DÉMARCHE	12
2.2.1. Principes de base du découpage	12
2.2.2. Démarche générale	12
2.2.3. Vérification de la topologie	14
3. Mise en œuvre du découpage des entités	17
3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE	17
3.1.1. Carte géologique harmonisée	17
3.1.2. Logs géologiques	19
3.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES	19
3.2.1. Etapes de construction	19
3.2.2. Critères de sélection.....	25
3.3. SURCOUCHE DES FORMATIONS ALLUVIONNAIRES	29
3.3.1. Définition d'une surcouche	29
3.3.2. Constitution de la surcouche	29
3.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES.....	31
3.5. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET CONTROLES.....	34
3.5.1. Restitution des polygones sous couvertures par le modèle de gestion....	34
3.5.2. Identification et cartographie des entités au niveau national.....	34
3.6. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES	35
3.6.1. Caractérisation des entités	35
3.6.2. Caractérisation des limites	35

4. Résultats: géodatabase et fiches descriptives	37
4.1. GÉODATABASE	37
4.1.1. Table des polygones relatifs	39
4.1.2. Table des limites	43
4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS	44
5. Conclusion.....	47
6. Références bibliographiques	49

Liste des illustrations

Illustration 1- Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM.....	6
Illustration 2 – La région Île de France (bassin Seine-Normandie)	8
Illustration 3 –Types d'entités hydrogéologiques.....	10
Illustration 4 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture ...	14
Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités	15
Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.	16
Illustration 7 – Affleurements de la craie en IDF d'après la carte géologique harmonisée (visualisation sous ArcGis)	18
Illustration 8 – Affleurements du Crétacé et du Jurassique.....	18
Illustration 9 - Visualisation de la base de données géologiques (carte et forages) sous ArcGis20	
Illustration 10 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.	21
Illustration 11 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.	22
Illustration 12 - Liste des systèmes aquifères et des domaines hydrogéologiques de niveaux NV1 et NV2.....	23
Illustration 13 - Coupe schématique des Sables du Crétacé inférieur	27
Illustration 14 – Sillon marneux séparant la formation du Callovien-Barthonien en 2 réservoirs calcaires aquifères.....	28
Illustration 15 – Surcouche des alluvions (Visualisation sous ArcGis).....	30
Illustration 16 – Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée : les sables et calcaires du Bartonien	32
Illustration 17- Délimitation d'une entité à partir du report de forages ayant traversé la formation : cas du Bartonien.....	32
Illustration 18 - Extension du Néocomien	33
Illustration 19 - Construction d'une entité par fusion des parties à l'affleurement.....	33
Illustration 20 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3.....	34
Illustration 21- Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes	36

Illustration 22 – Les géodatabases du référentiel IDF	37
Illustration 23 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcView.....	38
Illustration 24 – Table des polygones constituant les entités.....	39
Illustration 25 – Exemple de sélection: entités d'ordre 1.....	41
Illustration 26 – Exemple de jointure (table "Sélection_NV3" avec " BDRHF_Table_Liste"	42
Illustration 27 - Table des limites	43
Illustration 28 – Table des natures de contacts entre entités	43
Illustration 29 – Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2 (H006B).....	45

Liste des annexes

Annexe 1 - Carte géologique de l'Île-de-France au 1 / 1 000 000.....	51
Annexe 2 - Echelle stratigraphique du bassin de Paris , Région Ile de France.....	55
Annexe 3 - Utilisation du modèle des formations tertiaires du Bassin de Paris	63
Annexe 4 - Correspondances entre les formations de la carte géologique harmonisée et les entités hydrogéologiques de BDRHF-V2.....	71
Annexe 5 - Correspondances entre les formations rencontrées dans les logs géologiques validés et les entités hydrogéologiques de BDRHF-V2	75
Annexe 6 - Caractérisation des entités et des limites.....	83
Annexe 7 – Le modèle de gestion du référentiel.....	87

...

1. Introduction

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

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

La construction du référentiel s'appuie sur un premier travail de type méthodologique, mené sur la période 2001-2003, qui a permis¹:

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

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

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

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

¹ Références bibliographiques :

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

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

Sandre - Description des données sur le référentiel hydrogéologique

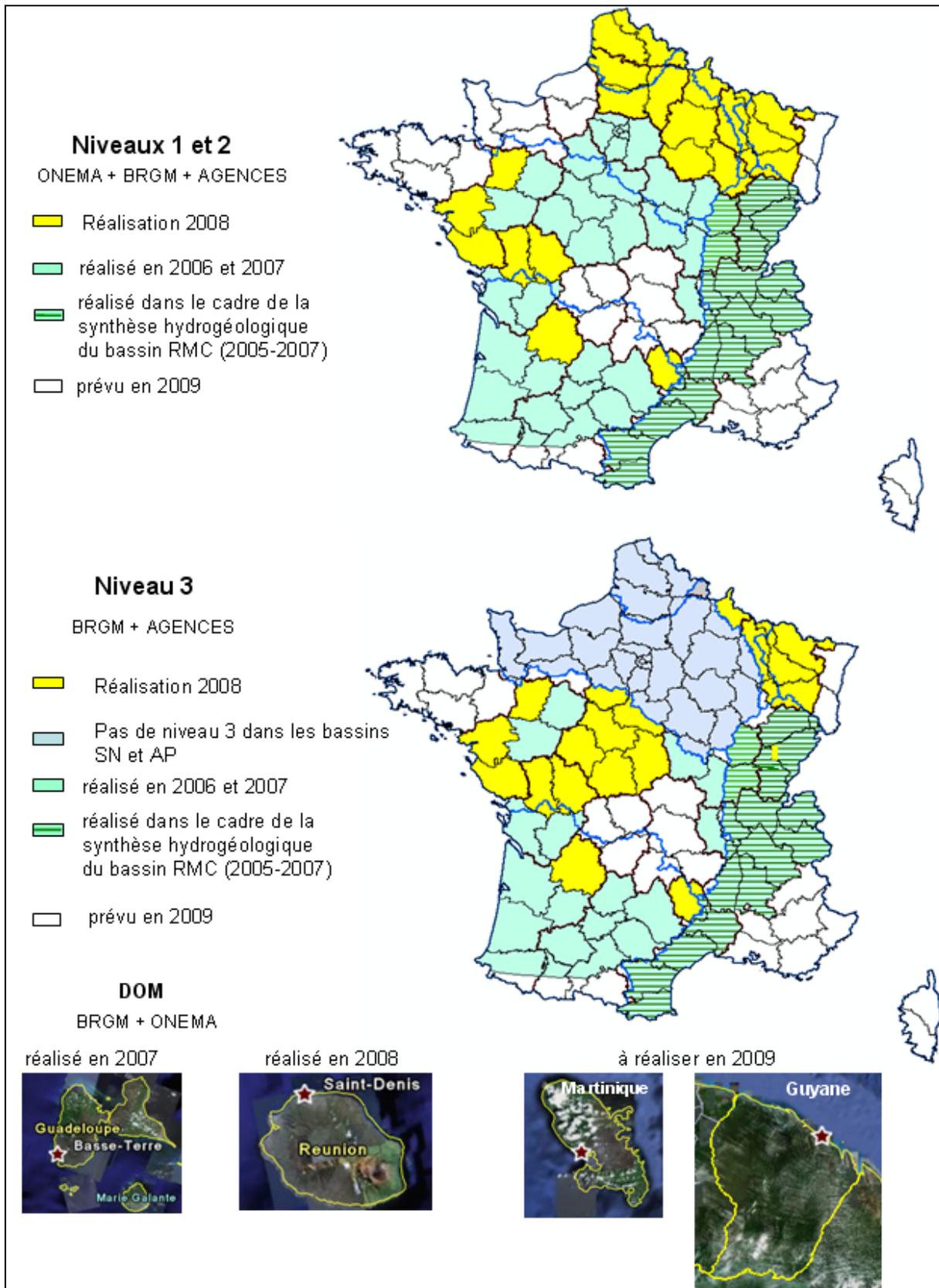


Illustration 1- Progression du référentiel sur le territoire métropolitain et dans les DOM

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 Seine-Normandie – Année 2

Le travail engagé dans le bassin Seine-Normandie en année 2 du programme de construction national du Référentiel concerne les régions Île de France et la partie de la région Bourgogne située dans le bassin.

Ce rapport rend compte du découpage réalisé en Île-de-France (d'une superficie d'environ 12000 km²), découpage qui a porté sur les formations sédimentaires allant du Quaternaire au Trias et qui a été réalisé aux niveaux national et régional (NV1 et NV2).

Les couches sédimentaires du Bassin Parisien forment un empilement plus ou moins régulier qui s'appuie sur les terrains anciens du Massif Central. Dans la région Île-de-France, cœur du bassin parisien, ces terrains présentent un empilement "en assiettes", les formations les plus récentes (hors formations superficielles du type colluvions, alluvions...) se situant au sommet des buttes. Au sein de cet ensemble sédimentaire de nombreuses couches géologiques renferment des réservoirs aquifères dont certains, d'importance régionale, sont très sollicités pour l'AEP et l'irrigation.

La délimitation des entités aux niveaux 1 et 2 s'inscrit dans le cadre d'une convention entre le BRGM et le MEEDDAT (année 2 du programme de construction national du référentiel). Le projet reçoit un soutien financier du MEEDDAT et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

...

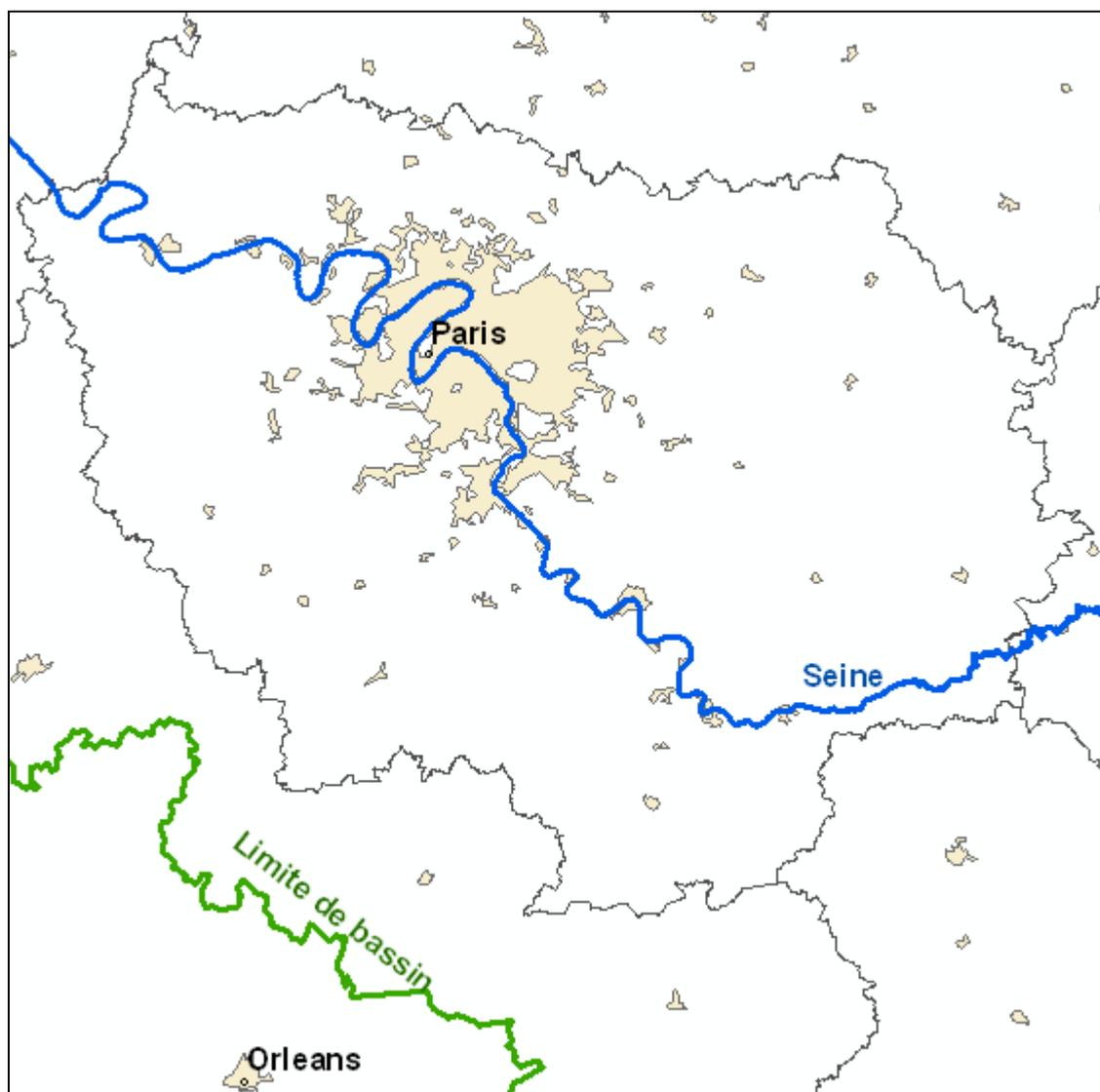


Illustration 2 – La région Île de France (bassin Seine-Normandie)

2. Méthodologie de découpage des entités

Le travail a été effectué 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 dans le cadre de l'actualisation de ce guide demandée par le comité de pilotage du Référentiel.

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

2.1. TERMINOLOGIE

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

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.

Dans cette étude ne sont concernés que les thèmes sédimentaires et alluviaux.

2.1.2. Les différents types d'entités hydrogéologiques

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 3).

	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 3 – 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 objets hydrogéologiques ont été retenus dans cette nouvelle version de la BD RHF. Ils correspondent à des échelles de visualisation cartographiques différentes :

- le **niveau national (NV1)** fournit une représentation nationale des grands ensembles hydrogéologiques (systèmes et domaines). Il met en évidence leur distribution spatiale et leur importance en tant que ressource quantitative. C'est le support d'études d'orientation à l'échelle nationale.

La gamme d'échelle d'utilisation cartographique est comprise entre 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).

Très généralement, 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 d'un niveau à un autre. Mais le cas d'une entité de niveau 3 s'étendant sur deux entités de niveau 2 peut se rencontrer.

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

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

2.2.2. Démarche générale

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**", cf §3.3.1) ; 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 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.

Dans le thème sédimentaire, une entité est constituée de la partie affleurante **et** de la partie sous couverture représentées chacune par un ou plusieurs polygones (illustration 4).

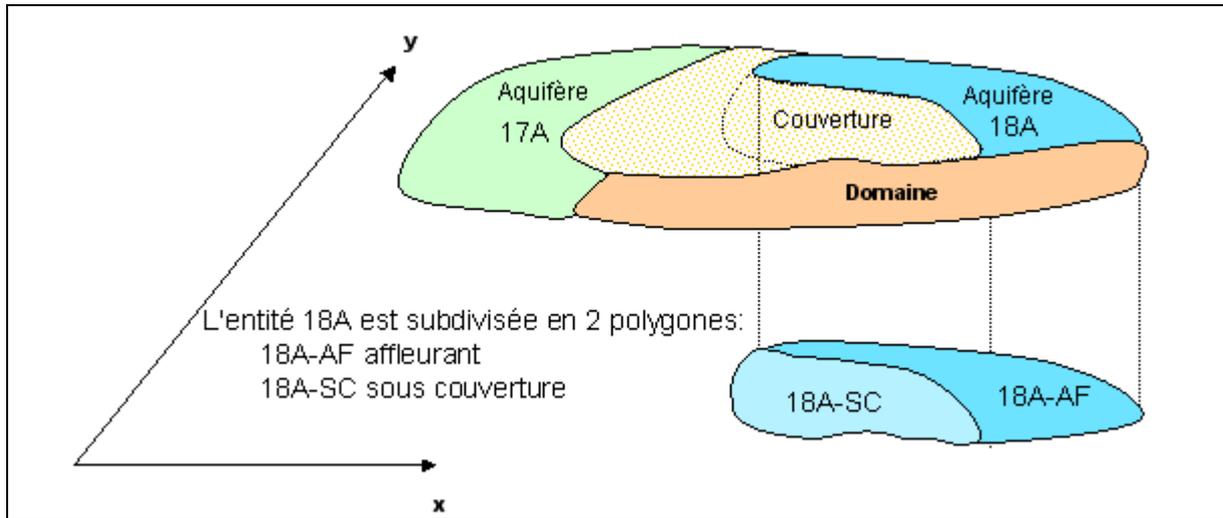


Illustration 4 - Représentation d'une entité hydrogéologique affleurante et sous couverture

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

Les 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 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.

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

2.2.3. Vérification de la topologie

Lorsque toutes les entités sont découpées, il s'agit de vérifier la cohérence topologique de l'ensemble. Cette vérification est assurée par le modèle de gestion du référentiel mis au point dans le cadre du projet. Ce modèle de gestion, développé sous ArcGIS, (version 9.2) est présenté en annexe 7.

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 (illustration 5).

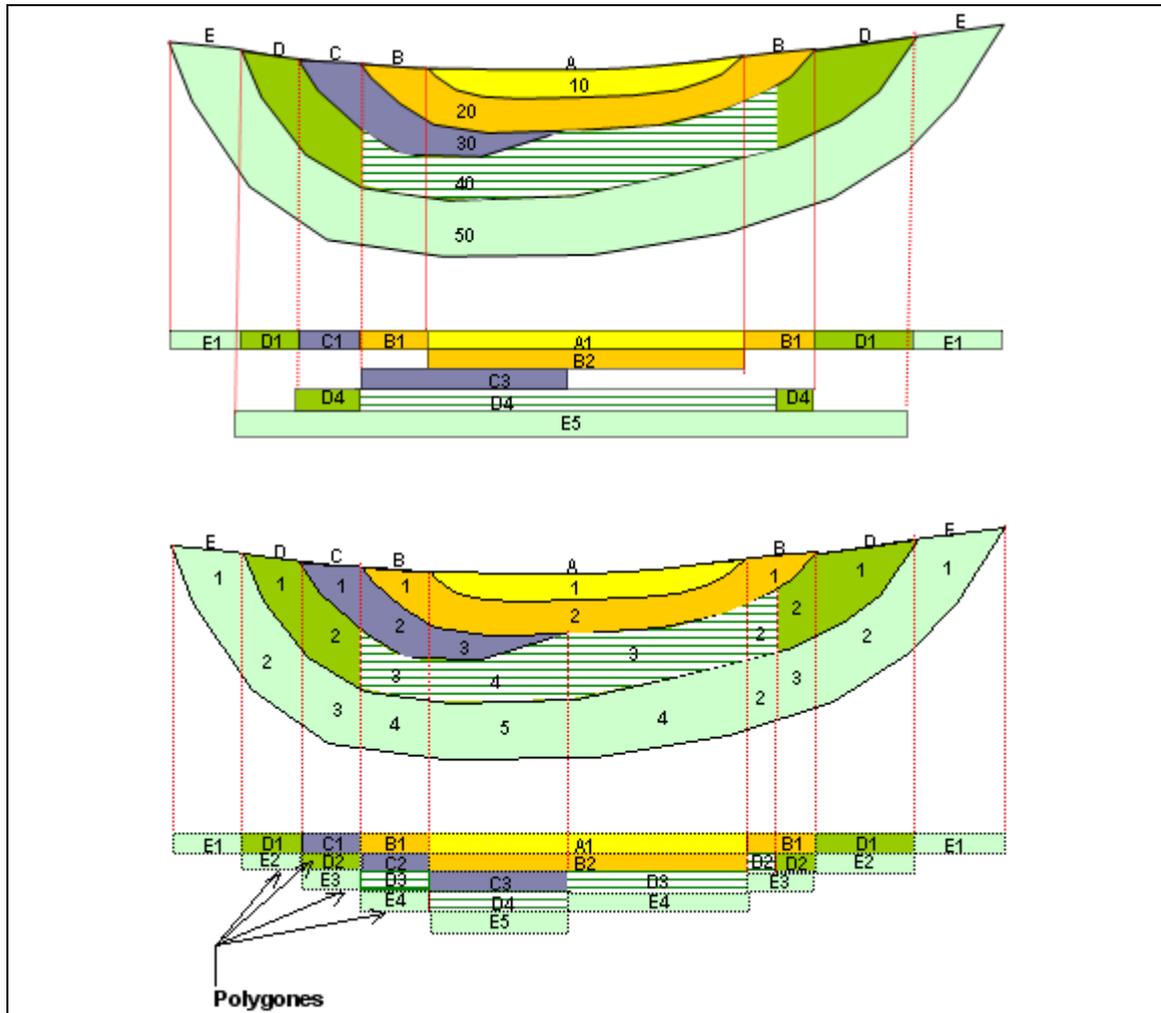


Illustration 5 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif dans la succession verticale des entités

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 6 ci-après.

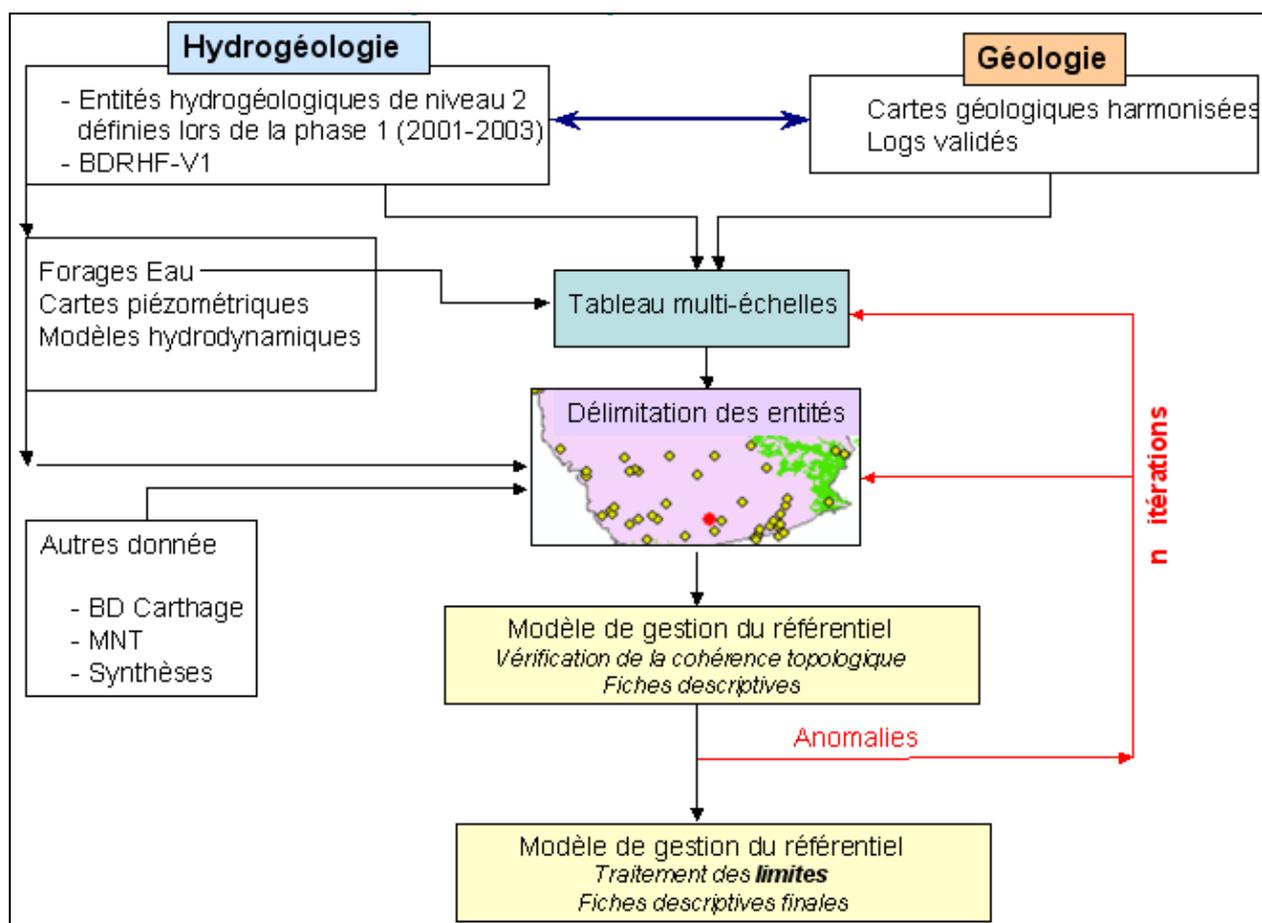


Illustration 6 – Processus de délimitation des entités hydrogéologiques et de contrôle de la cohérence 3D de l'assemblage.

3. Mise en œuvre du découpage des entités

3.1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE

Pour la mise en œuvre du découpage ont été utilisés:

- les cartes géologiques vectorisées et harmonisées de la région Île-de-France 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 ;
- le modèle géologique 3D du Tertiaire du bassin de Paris couvrant l'Île-de-France (modèle réalisé par le BRGM). L'utilisation des couches de ce modèle fait l'objet d'une discussion particulière présentée en annexe 3. De façon générale, on retiendra qu'une utilisation directe des délimitations fournies par le modèle n'a généralement pas pu être effectuée, soit pour une question de cohérence des découpages des unités, soit pour une question d'échelle (le modèle présente une maille de 100 m de côté tandis que l'échelle du référentiel est le 1/50000^{ème}) ;
- les informations et cartes issues de différents rapports d'études, notamment la synthèse géologique du bassin de Paris publiée aux éditions du BRGM par Claude Mégrien (cf. références bibliographiques) ;
- le Modèle Numérique de Terrain au pas de 50 m de l'IGN. Ce MNT a été utilisé pour fermer des polygones d'entités présentes à l'affleurement et dont le tracé était interrompu sur de courtes distances par des formations superficielles (colluvions, éboulis, limons).

3.1.1. Carte géologique harmonisée

La carte géologique harmonisée de la région Île-de-France identifie **91 formations géologiques** au travers d'environ 8500 polygones. Ces formations se répartissent de la façon suivante :

- 2 correspondent aux remblais et au tracé du réseau hydrographique ;
- 23 appartiennent au thème alluvial ou éolien ;
- 66 appartiennent au thème sédimentaire, dont :
 - 61 pour le Tertiaire
 - 5 pour le Crétacé

La formation la plus ancienne à l'affleurement en Île-de-France est une craie turonienne (d'après la carte géologique harmonisée, illustration 7). Le Crétacé affleure très peu en Ile-de-France et le Jurassique ne se rencontre pas du tout à l'affleurement (illustration 8).

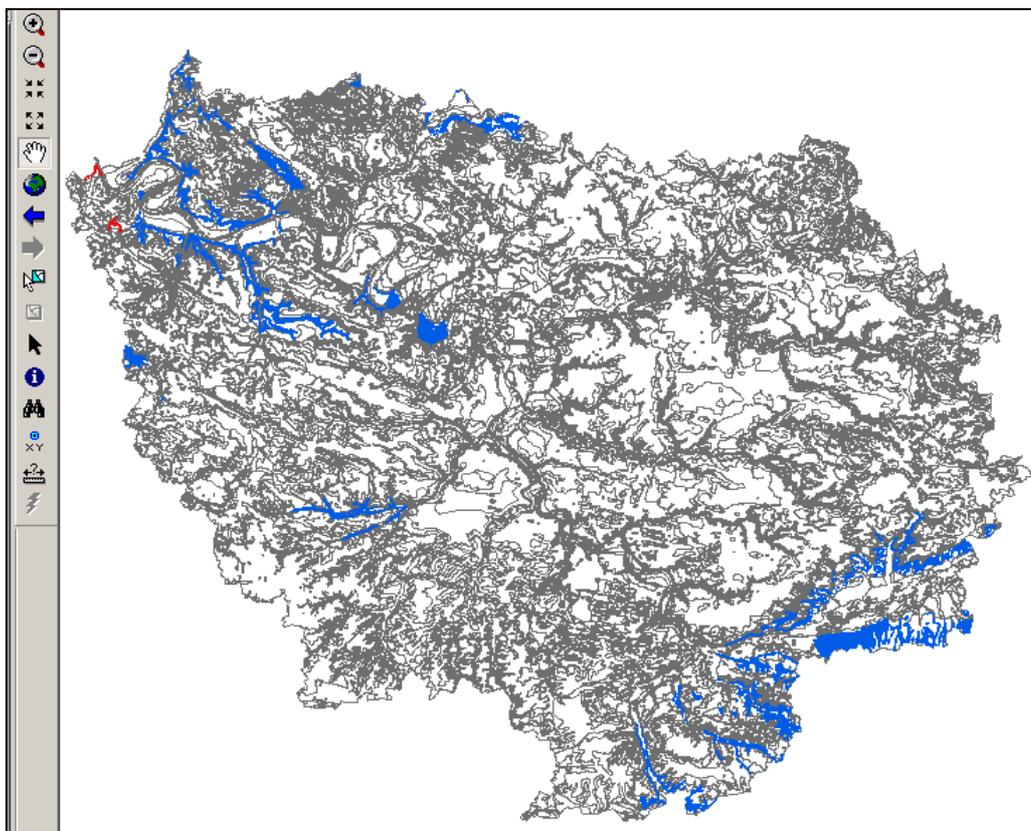


Illustration 7 – Affleurements de la craie en IDF d'après la carte géologique harmonisée (visualisation sous ArcGis)

En rouge, à l'extrême Ouest du département: affleurements restreints de craie marneuse du Turonien.

En bleu, affleurements de craie blanche à Belemnitella du Campanien.

En arrière plan grisé, les contours des autres formations géologiques

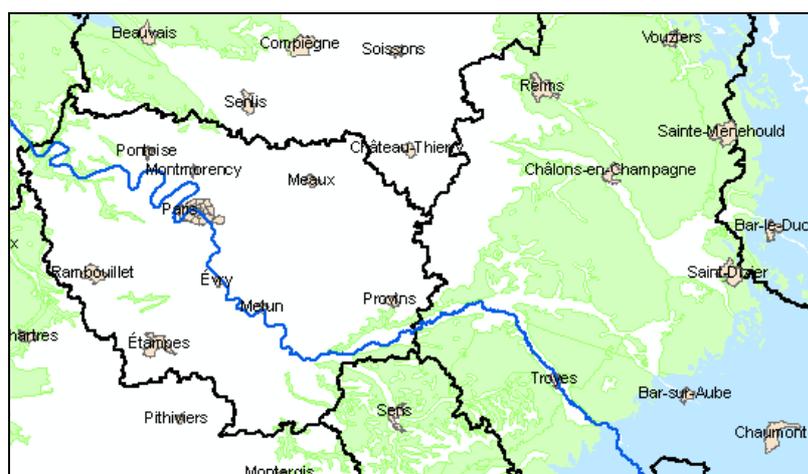


Illustration 8 – Affleurements du Crétacé et du Jurassique
(extraction de la carte géologique de la France au 1 M)
En vert: le Crétacé, en bleu: le Jurassique

3.1.2. Logs géologiques

De la Banque de Données du Sous-Sol, **17719 forages** ont été extraits, sur une superficie couvrant l'Île-de-France et une zone tampon de 25 km autour de l'Île-de-France afin de s'affranchir des effets de bordure (illustration 9). Ces forages totalisent **171430 passes lithologiques** décrites et validées.

Ces passes lithologiques sont rattachées à **394 formations géologiques** différentes, **dont 312 sont présentes en Île-de-France** :

- 3 de remblais, sol, dépôts anthropiques ;
- 34 alluviales, colluviales ou éoliennes ;
- 159 du Tertiaire ;
- 47 du Crétacé ;
- 49 du Jurassique ;
- 20 du Trias.

3.2. ÉLABORATION DU TABLEAU MULTI-ÉCHELLES

3.2.1. Etapes de construction

Le tableau multi-échelles qui a été construit comprend:

- **32 entités de niveau régional** dont 19 systèmes aquifères et 14 domaines. On peut noter que ces 32 entités se répartissent en 29 ordres absolus (cf. suite), des ordres absolus identiques ayant été attribués :
 - aux calcaires de Champigny et aux masses et marnes du gypse (variation latérale de faciès) ;
 - aux sables du Cénomaniens et à la craie du Cénomaniens (variation latérale de faciès) ;
 - aux calcaires du Bathoniens et du Callovien inférieur, et au sillon marneux du Jurassique moyen (variation latérale de faciès).
- **11 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1)**

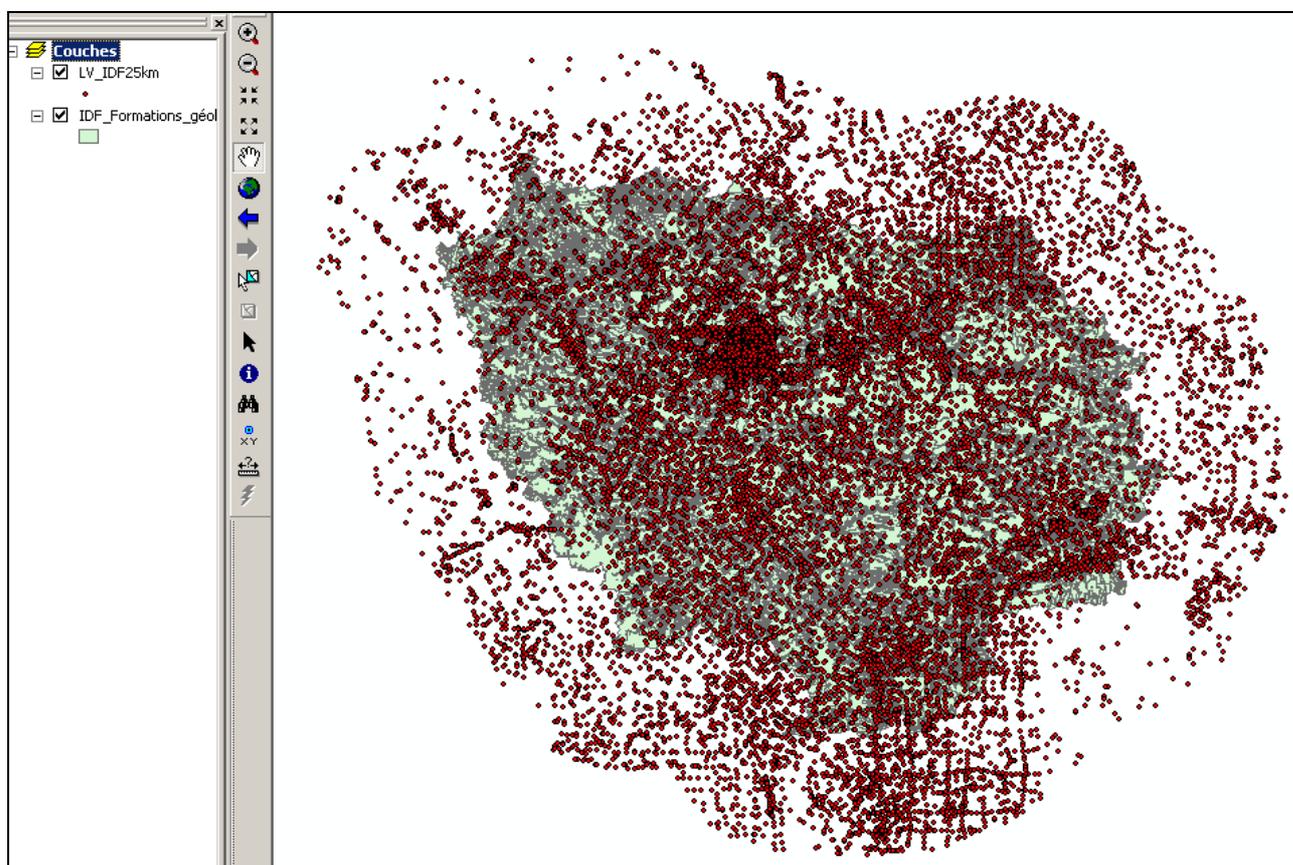
A ces entités, s'ajoutent les formations alluvionnaires et les buttes superficielles (sables de Lozère par exemple).

Pour établir ce tableau multi-échelles, le premier travail a consisté à établir une correspondance entre entités hydrogéologiques et formations géologiques. Le point de départ est la liste des entités de niveau 2 établie lors de la phase méthodologique d'élaboration du référentiel.

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 91 formations géologiques régionales de la carte harmonisée.

Une entité hydrogéologique de niveau régional peut être rattachée à une ou plusieurs formations géologiques cartographiées : un exemple en est donné par l'illustration 10.



NOM APPELLATION	EPAISSEUR	FORMATIONS EQUIVALENTES	PRE
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables de Cuisse-la-Motte	50-75m	Sables d'Aisy, Sables de Pierrefond, Sables d'Hérouval	Cuisien
Argiles de Laon	11m	Sables de Saulcy	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables de Cuisse-la-Motte	50-75m	Sables d'Aisy, Sables de Pierrefond, Sables d'Hérouval	Cuisien
Sables de Cuisse-la-Motte	50-75m	Sables d'Aisy, Sables de Pierrefond, Sables d'Hérouval	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables de Cuisse-la-Motte	50-75m	Sables d'Aisy, Sables de Pierrefond, Sables d'Hérouval	Cuisien
Sables du Soissonnais (terme de sondeur)		Sables supérieurs (différent des Sables et grès de Fontainebleau)	Cuisien
Sables de Cuisse-la-Motte	50-75m	Sables d'Aisy, Sables de Pierrefond, Sables d'Hérouval	Cuisien

Illustration 9 - Visualisation de la base de données géologiques (carte et forages) sous ArcGis

Formations de la carte géologique harmonisée		Entités hydrogéologiques BDRHFV2	
Notation	Description de la formation	Code régional	Intitulé
e6SM	Sables de Monceau (Seine)	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e6SMf	Sables de Mortefontaine (Oise)	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e6SB-A	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers, Sables et grès de Beauchamp et d'Auvers (Val d'Oise)	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e6MOD	Sables de Monceau, Sables d'Argenteuil et Calcaire de Saint-Ouen	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e6CSO	Calcaire de Saint Ouen Calcaires et marnes de Nogent-l'Artaud, calcaire d'Ambreville, calcaire de Branles	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e6C	Calcaires lagunaires bartoniens	F003D	Sables et calcaires du Bartonien
e5MC	Marnes et caillasses	F004A	Marnes et caillasses du Lutétien
e5CL	Calcaires lacustres lutétiens indifférenciés (Calcaire de Provins, de Saint-Parres, de Darvault, de Nonville)	F004B	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e5CG	Calcaires grossier à glauconie, calcaire à Miliolites, Calcaire à Nummulites laevigatus	F004B	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SG	Sables et grès du Breuillet (Arkose du Breuillet)	F004B	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SC-AH	Sables de Cuise et sables supérieur, grès ; localement Argile de Heurtebise et Niveau de Pierrefonds (Pontoise)	F004B	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SB	Sables grossiers de Brannay	F004B	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4S	Sables fins, "pisés" et argiles plastiques, accessoirement grès	F005A	Argiles du Sparnacien
e4AS	Argile sableuse	F005A	Argiles du Sparnacien
e4GS	Fausses glaises du Vexin et Sables d'Auteuil	F005A	Argiles du Sparnacien
e4AP	Argile plastique, sables et grès	F005A	Argiles du Sparnacien
e4AM	Conglomérat de Meudon	F005A	Argiles du Sparnacien
e3C	Poudingue de Coye	F006A	Sables et calcaires du Paléocène
e2Cr-BE	Calcaire grumeleux du Bois d'Esmans, Calcaire de Vigny, Calcaire de Meulan, Calcaire pisolithique, Calcaire argileux de Bray et Lû	F006A	Sables et calcaires du Paléocène
C5Cr-BE	Craie blanche à silice, à Belemnitella	F006B	Craie du Séno-Turonien
C5CrAq	Craie blanche à silice, à Actinocamax quadratus	F006B	Craie du Séno-Turonien
C5	Craie à Belemnitella	F006B	Craie du Séno-Turonien
C4M	Craie à Micraster coranguinum	F006B	Craie du Séno-Turonien
C2	Craie marneuse à Inoceramus labiatus	F006B	Craie du Séno-Turonien

Illustration 10 – Exemple de correspondance entre formations géologiques de la carte géologique harmonisée et entités hydrogéologiques.

2) Dans une deuxième étape, établissement de la correspondance entre les entités hydrogéologiques de niveau régional et les formations géologiques locales traversées en forages (au nombre de 312).

Les correspondances établies sont respectivement fournies en annexes 4 et 5.

La difficulté de ces deux étapes est de parvenir à une correspondance stricte, éliminant par exemple les cas où une formation géologique locale se partage entre deux entités hydrogéologiques.

Un exemple d'une telle correspondance est fourni par l'illustration 11 page suivante.

Le tableau multi-échelles est présenté par l'illustration 12.

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France.

Formations locales rencontrées en forages		Entités hydrogéologiques BDRHFV2	
Notation	Description de la formation	Code régional	Intitulé
22640	Sables de Cresnes	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22651	Marnes de Saint-Ouen	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22678	Marnes et calcaires de Saint-Ouen	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22680	Calcaire de Saint-Ouen	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22700	Sables de Montagny en Vexin	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22710	Sables de Mortefontaine	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22720	Calcaire de Ducy	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22730	Sables d'Ezanville	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
22740	Calcaire d'Ezanville	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23090	Sables ou grès de Beauchamp	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23100	Sables du Fayel	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23121	Marnes sableuses auversiennes	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23130	Sables d'Auvers-Beauchamp	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23240	Argiles de Villeneuve-sur-Verberie	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23300	Calcaire à corbules de Neauphle	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23340	Horizons à Meretrix rustica	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
23440	Calcaire d'Ambreville	F003D	S Sables et calcaires du Bartonien
24070	Calcaire de Morancez	F004A	SP Marnes et caillasses du Lutétien
24090	Calcaire de Provins	F004A	SP Marnes et caillasses du Lutétien
24150	Marnes et caillasses lutétiennes	F004A	SP Marnes et caillasses du Lutétien
24180	Calcaires à Potamidés	F004A	SP Marnes et caillasses du Lutétien
24210	Calcaire grossier s.l. d'Île-de-France	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24220	Calcaire à cérithes	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24230	Falun supérieur de Villiers-Saint-Frédéric	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24250	Calcaire grossier supérieur d'Île-de-France	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24310	Calcaire à Lithocardium	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24320	Banc vert d'Île-de-France	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24410	Calcaire grossier à Miliolites (Calcaire grossier)	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24420	Banc à Verrains (Cerithium giganteum)	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24430	Calcaire à Ditrupa stragulata	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24440	Calcaire grossier inférieur d'Île-de-France	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24450	Pierre à Liard	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24455	Calcaire à Nummulites laevigatus	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24460	Calcaire glauconieux à Nummulites laevigatus	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24470	Calcaire et sables à Nummulites laevigatus	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24509	Glauconie de base lutétienne	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25000	Grès de Montpothier	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25010	Sable à pisé	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25040	Argiles de Laon	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25050	Sables de Glenne	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25070	Sables de Laon	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25140	Argile de Provins	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25260	Sables de Cuise-la-Motte	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25280	Sables du Soissonnais (terme de sondeur)	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25480	Sables et grès du Breuillet (Arkose du Breuillet)	F004B	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25560	Faluns à Cyrènes et à huitres	F005A	D Argiles du Sparnacien
25570	Fausses Glaises du Vexin	F005A	D Argiles du Sparnacien
25610	Sables de Sinceny	F005A	D Argiles du Sparnacien
25640	Sables d'Auteuil	F005A	D Argiles du Sparnacien
25670	Sables et argiles sparnaciens	F005A	D Argiles du Sparnacien
25720	Argile plastique bariolée du Vexin	F005A	D Argiles du Sparnacien
25830	Cendrier de Paris	F005A	D Argiles du Sparnacien
25840	Argile plastique	F005A	D Argiles du Sparnacien
25870	Conglomérat de Meudon	F005A	D Argiles du Sparnacien
25970	Poudingue de Nemours	F005A	D Argiles du Sparnacien
27030	Sables de Bracheux	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
27060	Poudingue de Coye	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29010	Calcaire de Meulan	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29040	Calcaire et conglomérat de Jaméricourt	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29060	Marnes à rognons	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29070	Calcaire de Montainville	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29080	Marnes de Meudon	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29120	Calcaire grossier d'Ambreville	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
29140	Calcaire récifal de Vigny	F006A	S Sables et calcaires du Paléocène
30100	Craie blanche de Meudon	F006B	S Craie seno-turonienne
30151	Craie à Belemnitella mucronata	F006B	S Craie seno-turonienne
30510	Craie à Belemnitella quadrata	F006B	S Craie seno-turonienne
30511	Craie à belemnitelles	F006B	S Craie seno-turonienne
30581	Craie à Actinocamax quadratus	F006B	S Craie seno-turonienne
31300	Craie à Micraster coranginum	F006B	S Craie seno-turonienne

Illustration 11 - Exemple de correspondance entre formations géologiques locales traversées par les forages validés et entités hydrogéologiques.

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Île-de-France.

National NV1		Régional NV2		
Intitulé	Code NV1	Code NV2	Ordre absolu	Formations regroupées
GS Oligocène et Miocène inférieur	F001	F001A	1	S Calcaire de Beauce s.l.
		F001B	2	S Sables de Fontainebleau
		F001C	3	D Marnes à huîtres s.l. du Stampien
		F001D	4	S Calcaire de Brie s.l.
GD Stampien inférieur et Ludien supérieur	F002	F002A	5	D Argile verte (Stampien inférieur) et Marnes supragypseuses (Ludien)
GS Eocène supérieur	F003	F003A	6	S Calcaire de Champigny
		F003B	6	D Masses et marnes du gypse
		F003C	7	D Marnes infragypseuses
		F003D	8	S Sables et calcaires du Bartonien
GS Eocène moyen et inférieur	F004	F004A	9	D Marnes et caillasses du Lutétien
		F004B	10	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
GD Sparnacien	F005	F005A	11	D Argiles du Sparnacien
GS Paléocène et Crétacé supérieur	F006	F006A	12	S Sables et calcaires du Paléocène
		F006B	13	S Craie du Séno-Turonien
		F006C	14	S Craie du Cénomanién
		F006D	14	S Sables du Cénomanién
GS du Crétacé Inférieur	F007	F007A	15	D Argiles du Gault, Marnes et Gaizes de l'Albien Supérieur
		F007B	16	S Sables de l'Albien
		F007C	17	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
		F007D	18	S Sables du Néocomien
GS Jurassique Supérieur (Malm)	F008	F008A	19	S Calcaires Tithoniens
		F008B	20	D Marnes du Kimmeridgien
		F008C	21	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridien inférieur
GS Jurassique Moyen (Dogger)	F009	F009A	22	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
		F009B	23	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
		F009C	23	D Sillon marneux du Jurassique moyen
		F009D	24	D Marnes du Bajocien
		F009E	25	S Calcaires de l'Aalénien et du Bajocien
GD Jurassique inférieur (Lias)	F010	F010A	26	D Argiles et marnes du Toarcien
		F010B	27	S Calcaires et grès du Domérien
GD Trias (Keuper)	F011	F010C	28	D Calcaires marneux de l'Hettangien
		F011A	29	D Keuper

Illustration 12 - Liste des systèmes aquifères et des domaines hydrogéologiques de niveaux NV1 et NV2.

3.2.2. Critères de sélection

1) Du Miocène au Crétacé supérieur (Cénomaniens)

Des modifications ont été apportées par rapport au découpage initialement proposé.

Au niveau 1 le grand système aquifère de l'Eocène a été subdivisé en deux grands systèmes: l'Eocène supérieur et l'Eocène moyen et inférieur ;

Au niveau 2, des modifications assez conséquentes ont été apportées, afin notamment de faire apparaître de façon explicite des formations telles que les marnes à huîtres, les calcaires de Brie, les calcaires de Champigny, les masses et marnes du gypse, les marnes et caillasses du Lutétien supérieur ou encore les calcaires du Lutétien et les sables de l'Albien.

Les choix qui ont guidé le découpage sont les suivants:

- sables de Lozère : cette formation du Pilocène est essentiellement présente sous la forme de placages peu épais, souvent sur les plateaux ou au sommet de buttes. Ne présentant pas un intérêt hydrogéologique à l'échelle régionale, cette formation a été considérée comme une sur-couche du modèle BDRHFV2 ;
- l'entité hydrogéologique des calcaires de Beauce intègre des formations semi-perméables, comme la molasse du Gâtinais. Une subdivision pourra être envisagée au niveau 3.
- les calcaires de Champigny présentent des variations latérales de faciès, présentées dans la synthèse géologique du bassin de Paris comme un « faciès de transition » et les « masses et marnes du gypse ». Deux faciès ont été intégrés dans la BDRHFV2 : les calcaires de Champigny et les masses et marnes du gypse. Le regroupement des formations de la carte géologique harmonisée et des logs validés selon l'un ou l'autre de ces faciès figure dans les tableaux des annexes 4 et 5.
- les marnes infragypseuses ont été constituées à partir des marnes à *Pholadomia ludensis* et de la quatrième masse du gypse.
- les sables et calcaires du Bartonien sont majoritairement constitués par les sables d'Auvers et de Beauchamp, les calcaires de Saint-Ouen et les sables de Monceau. En l'absence de niveau imperméable de forte épaisseur au sein de ces formations, il a été choisi de les regrouper au sein d'un même ensemble.
- les marnes et caillasses du Lutétien supérieur présentent un caractère semi-perméable, délimitant stratigraphiquement les calcaires du Lutétien sous-jacents des sables du Bartonien sus-jacents. Compte tenu des contraintes terminologiques liées au niveau 2 du référentiel, cette formation a été qualifiée de domaine hydrogéologique.
- les argiles de Laon (Log Validé n°25040) sont susceptibles de séparer les sables du Cuisien des calcaires du Lutétien sus-jacent. Leur faible épaisseur en Île-de-France nous a conduits à ne pas les faire apparaître au niveau régional et donc à ne considérer qu'un seul système aquifère constitué par les calcaires grossiers du Lutétien et les sables supérieurs s.l. de l'Yprésien.

- les sables d'Auteuil qui datent du Sparnacien ont été intégrés dans le domaine constitué par les argiles du Sparnacien. Il a été considéré qu'ils ne présentaient pas un intérêt hydrogéologique à l'échelle régionale (niveau 2 du référentiel).
- formations du Paléocène : le système aquifère des sables et calcaires du Paléocène comporte de nombreuses formations de nature lithologique variée, dont certaines ne présentent pas un caractère aquifère. C'est par exemple le cas des marnes de Meudon (LV n°29080). C'est néanmoins le caractère aquifère qui a été privilégié au niveau régional. Des différenciations pourront être envisagées au niveau 3. On notera par ailleurs que ce système aquifère peut présenter une continuité avec la craie sous-jacente, avec laquelle il forme alors (craie et Paléocène) un seul aquifère – multicouche.
- argiles à silex : cette formation du Tertiaire placée en recouvrement de la craie sénonienne n'a pas été individualisée en tant qu'entité dans le référentiel hydrogéologique français de niveaux 1 et 2. Les formations correspondantes des logs validés et de la carte géologique harmonisée ont été rattachées à la craie sénonienne ;
- Séno-Turonien : les craies marneuses du Turonien n'ont pas été individualisées dans le cadre de cette délimitation. Elles sont intégrées au système aquifère de la craie du Séno-Turonien.
- dans le Cénomaniens, il a été choisi de faire apparaître une variation latérale de faciès (craie / sable), dont la délimitation a été fournie par la synthèse géologique du bassin de Paris. Cette distinction entre craie et sables du Cénomaniens nous a paru nécessaire notamment dans une optique de consolidation nationale des délimitations des entités de la BDRHFV2.

Par ailleurs, certaines délimitations ont posé des difficultés, compte tenu de l'absence de délimitations antérieures ou de découpages antérieurs soumis à des choix différents de ceux qui ont été retenus dans le cadre de la BDRHFV2. On peut citer par exemple les marnes et caillasses du Lutétien, ainsi que les calcaires de Champigny et les masses et marnes du gypse.

2) Du Crétacé inférieur au Trias

Par rapport au découpage préliminaire de la phase 2001-2003, au niveau 1:

- la subdivision des entités allant de l'Albien au Jurassique moyen a été revue de la façon suivante : GS du Crétacé Inférieur, GS du Jurassique Supérieur (Malm) et GS du Jurassique Moyen (Dogger) ;
 - les formations antérieures au Jurassique moyen ont été intégrées dans le découpage et ont donné naissance à deux entités : le grand domaine du Jurassique intérieur (Lias) et le grand système aquifère du Trias.
- Au niveau 2, dans le Crétacé inférieur, en suivant la "*Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris*" (rapport BRGM R39702, 1997), 2 systèmes aquifères ont été définis : les Sables de l'Albien (F007B) et les Sables du Néocomien (F007D); ils sont séparés par un domaine constitué par les Argiles de l'Aptien-Barrémien (F007C).

D'après cette synthèse:

" Sur le plan géologique, les résultats confirment la présence de deux groupes principaux aquifères (Albien et Néocomien) et proposent des corrélations entre bancs sableux à travers tout le bassin. Cependant, il apparaît nettement que les trois divisions les plus connues dans l'Albien (Sables de Frécambault, Sables des Drillons, Sables Verts) ne sont pas continues et que les bancs sableux s'enchevêtrent. Dans le Néocomien, les bancs de sable sont plus nombreux mais avec des taux d'argile plus importants. Les bancs intermédiaires de l'Aptien et du Barrémien sont trop minces dans un ensemble très argileux pour présenter un intérêt hydrogéologique".

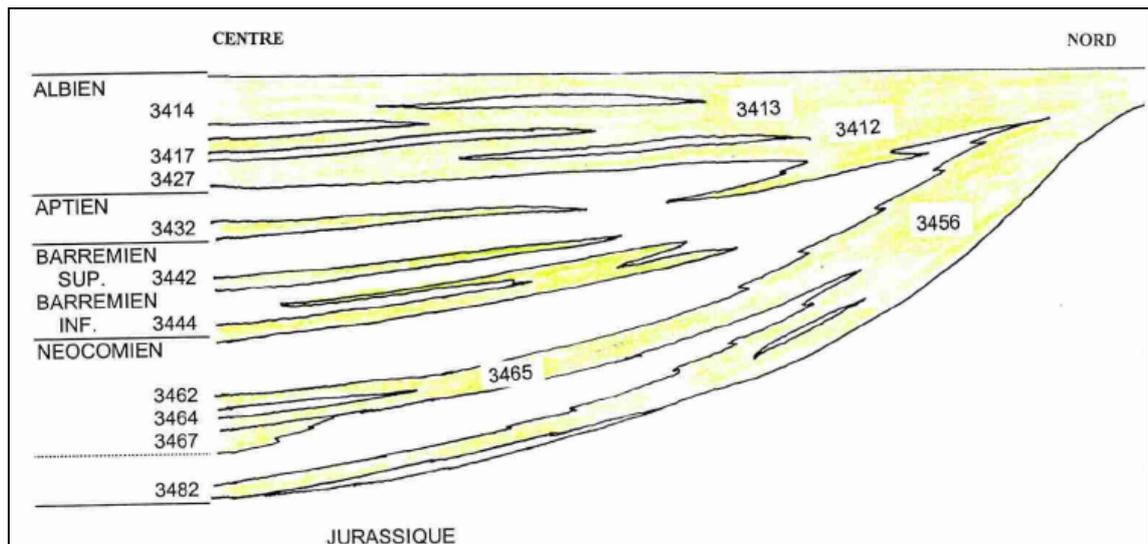


Illustration 13 - Coupe schématique des Sables du Crétacé inférieur
(extrait du rapport BRGM R39707, cité ci-dessus)

- Dans le Jurassique supérieur (Malm) ont été définis 2 systèmes aquifères: "Calcaires Thitonien" (F008A) et "Calcaires du Kimmeridgien inférieur et de l'Oxfordien" (F008C) séparés par le domaine des "Marnes du Kimmeridgien" (F008B)
- Dans le Jurassique moyen (Dogger) 2 systèmes aquifères ont été définis : "Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur" (F009B) et "Calcaires du Bajocien et de l'Aalénien" (F009D) séparés par le domaine des "Marnes du Bajocien" (F009C).

Remarques :

1) La formation du Callovien et du Bathonien est en fait constituée de deux réservoirs aquifères séparés par un sillon marneux (illustration 14). En Ile-de-France, le réservoir aquifère s'étend principalement à l'Est de ce sillon marneux et seule une petite partie aquifère se rencontre à l'Ouest.

Ce sillon, de grande extension, se poursuit en s'évasant vers le Sud, en région Centre, et vers le nord-ouest, en Normandie.

Deux entités ont donc été délimitées: un système aquifère correspondant aux calcaires (F009B) et un domaine (F009C) correspondant au sillon marneux.

2) Les réservoirs aquifères de l'Oxfordien (profondeur de 1000 à 1500 m en Ile de France) et du Dogger (profondeur de 1400 m à 1800 m en Ile-de-France) sont exploités pour la géothermie.

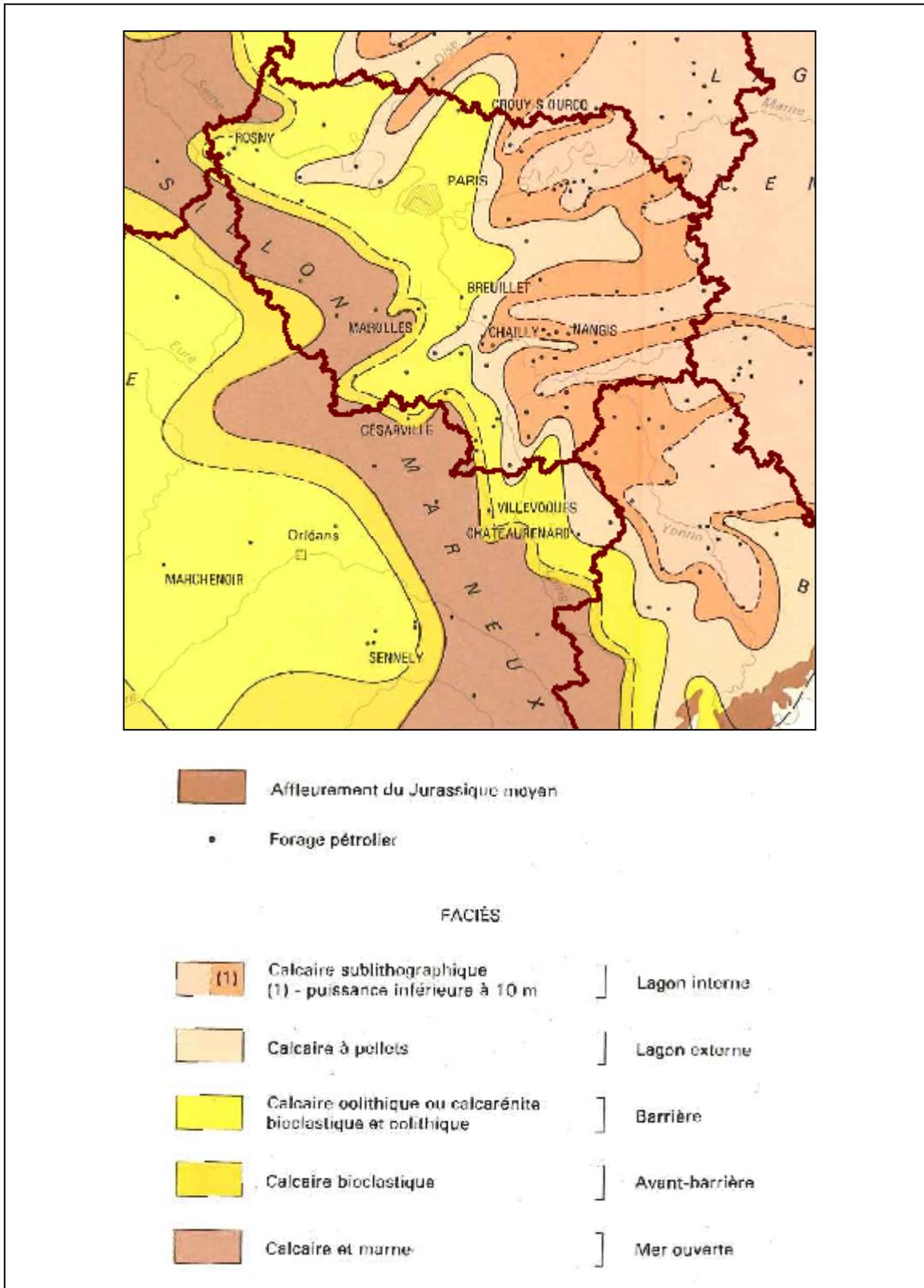


Illustration 14 – Sillon marneux séparant la formation du Callovien-Barthonien en 2 réservoirs calcaires aquifères
 (Extrait de la "Synthèse géologique du Bassin de Paris" –BRGM - 1980)

- Dans le Jurassique inférieur (Lias) 1 système aquifère a été défini : "*Calcaires et Grès du Domérien*" (F010B).
- Dans le Trias, le découpage a été arrêté au grand domaine constitué par le Keuper.

Les réservoirs gréseux du Trias en Ile de France (de 1000 m à plus de 2000 m de profondeur) sont caractérisés par une salinité importante, supérieure à 50g/l, et des températures élevées, 80 à 90 °C (Ph Maget -1981 - "*Ressources géothermiques dans le département de l'Essonne*" - Rapport BRGM 81SGN 557 GTH, 1981)

3.3. SURCOUCHE DES FORMATIONS ALLUVIONNAIRES

3.3.1. Définition d'une surcouche

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

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

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

Une surcouche est considérée dans le modèle de gestion comme un "**niveau 0**" (NV0).

Les surcouches peuvent aussi avoir un numéro d'ordre, permettant de les ordonner verticalement (comme les autres entités).

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

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

3.3.2. Constitution de la surcouche

Les alluvions ont été extraites de la carte géologique harmonisée et intégrées dans une "surcouche".

Une différenciation a été faite en fonction de la codification de la carte géologique (illustration 15).

- alluvions récentes (Fz)
- basses terrasses (Fy)
- moyennes terrasses (Fx et Fx-y)
- hautes terrasses (Ft, Fu, Fv, Fw)

La carte géologique distingue aussi les alluvions indifférenciées de l'Orvanne (sud-est de la région).

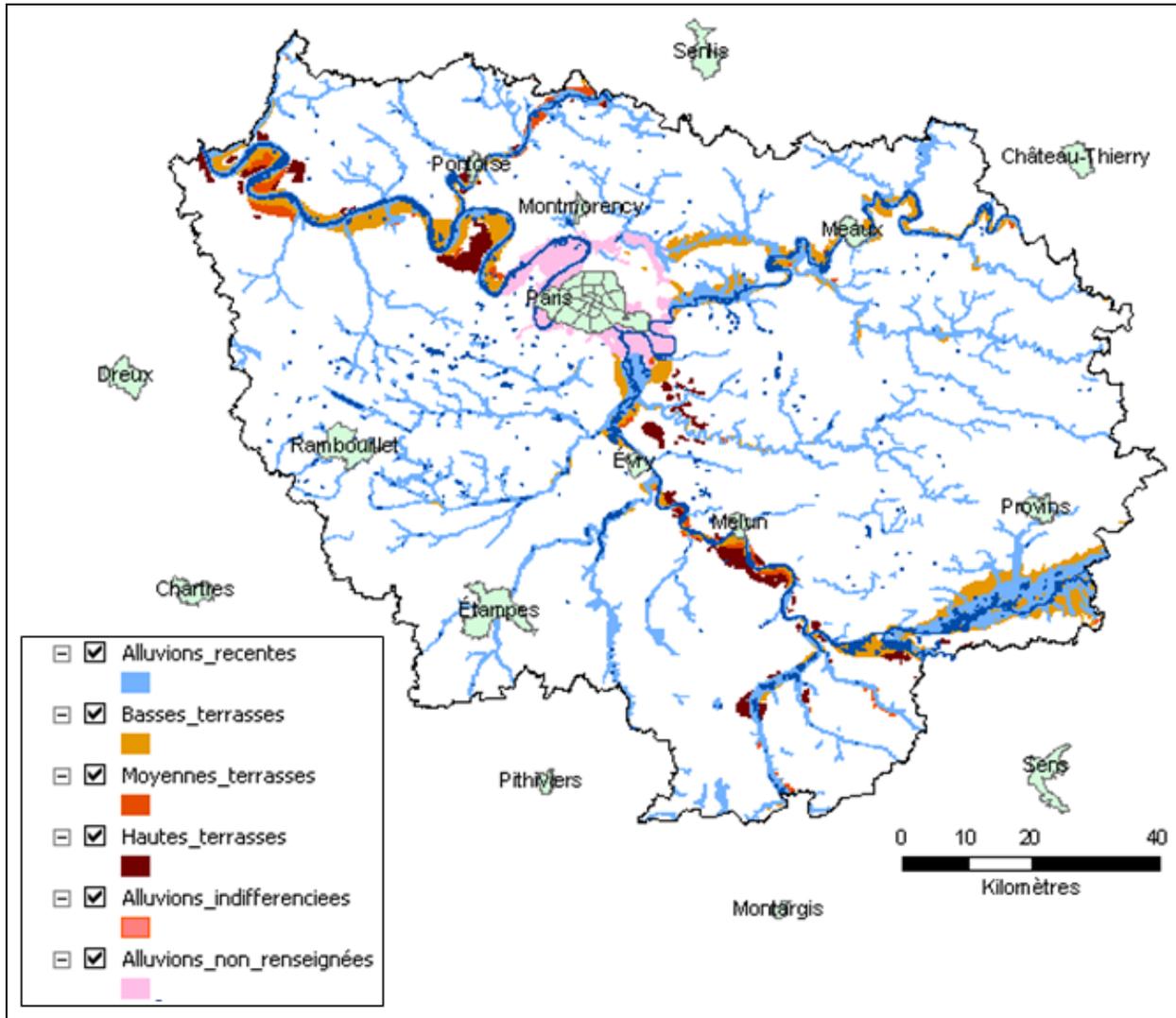


Illustration 15 – Surcouche des alluvions (Visualisation sous ArcGis)

3.4. DÉCOUPAGE DES ENTITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

La mise au point d'un modèle de gestion du référentiel sous ArcGis (décrit en annexe 7) a permis de simplifier les opérations de découpage, le modèle de gestion se chargeant d'identifier automatiquement les parties sous couvertures d'après l'ordre de superposition des entités mentionné dans le tableau multi-échelles (numéro d'ordre correspondant à un âge stratigraphique).

Le travail sous SIG consiste donc essentiellement à délimiter globalement chaque entité à partir des limites des parties affleurantes, extraites de la carte géologique harmonisée, et des limites en profondeur tracées à partir des informations disponibles, en particulier les logs de forages.

Le positionnement relatif de l'entité par rapport aux entités situées "au dessus" et "au dessous" d'elle ("qui recouvre quoi") est reconstitué par le modèle de gestion.

Parties affleurantes

Pour chaque entité hydrogéologique, les polygones correspondant aux formations affleurantes ont été extraits de la carte géologique harmonisée (illustration 16). Les polygones constituant l'entité sont ensuite regroupés dans une couche SIG propre à l'entité considérée. Les limites d'affleurements de l'entité sont ensuite tracées à partir des contours des polygones affleurants (contours préalablement sélectionnés puis extraits). Le tracé des limites d'affleurements est une opération qui peut être longue compte tenu du morcellement des polygones, des discontinuités et des placages superficiels masquant la formation.

Parties sous couvertures

Celles-ci sont tracées:

- à l'aide du report, dans la couche SIG mentionnée ci-dessus, des forages ou sondages ayant traversé, totalement ou partiellement les formations géologiques constitutives de l'entité hydrogéologique concernée (illustration 17).
- du positionnement des affleurements de formations plus anciennes que celle étudiée;
- des informations provenant d'études sectorielles.

Les formations non affleurantes (Crétacé inférieur, Jurassique, Trias) s'étendent largement hors des limites de la région Île de France. Provisoirement, les limites retenues pour ces formations sont les limites de la région. Elles disparaîtront bien sûr lors de la phase d'assemblage inter-régionale prévue en année 4 du projet.

Une base de données actualisée avec les forages et logs validés a néanmoins été constituée (illustration 18, où les forages avec log validés captant les Sables du Néocomien ont été reportés sur l'extension de cette formation).

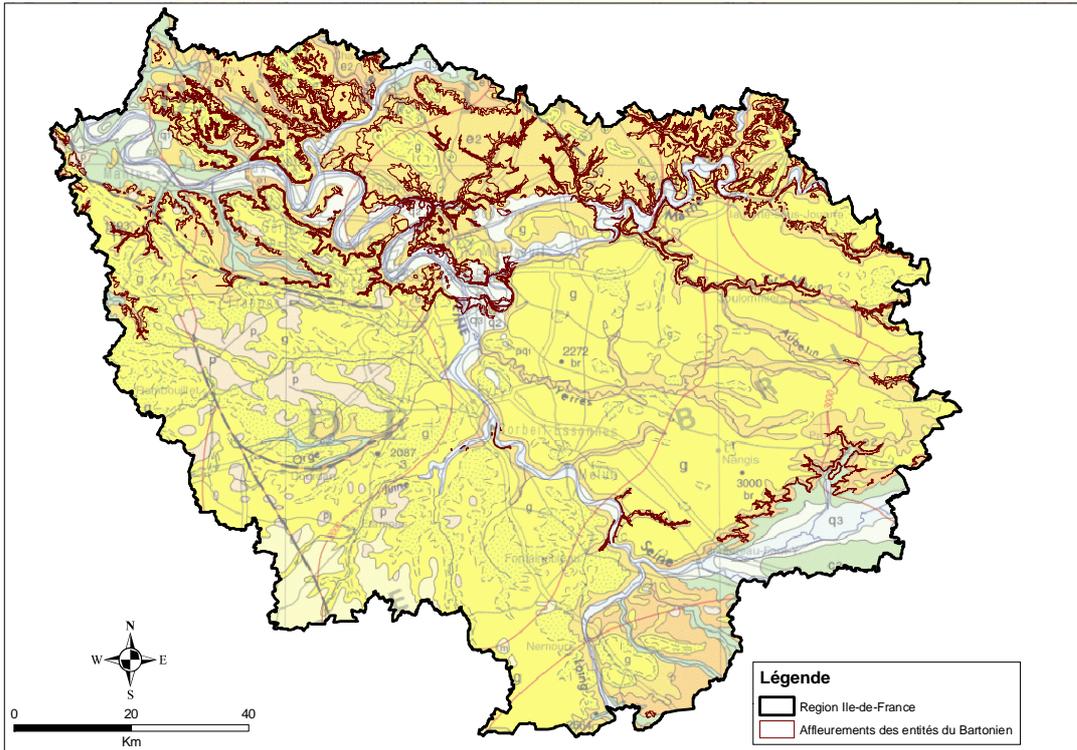


Illustration 16 – Exemple d'affleurements extraits de la carte géologique harmonisée : les sables et calcaires du Bartonien

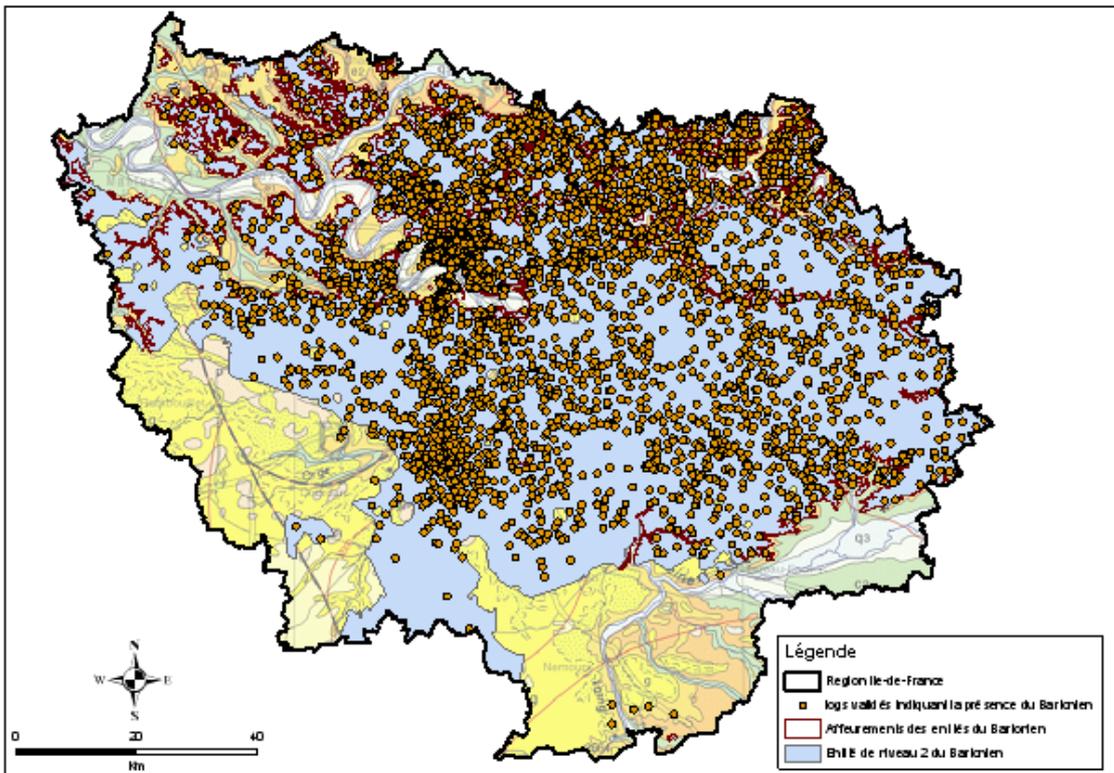


Illustration 17- Délimitation d'une entité à partir du report de forages ayant traversé la formation : cas du Bartonien

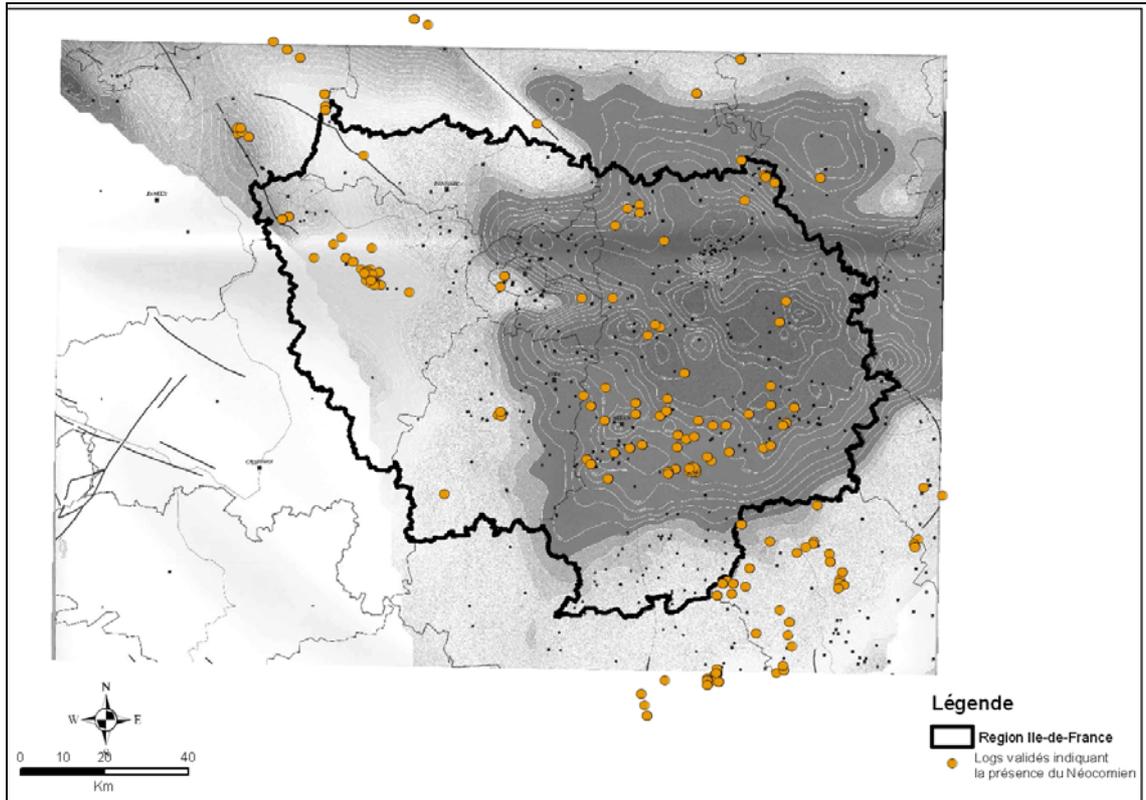


Illustration 18 - Extension du Néocomien
(d'après "Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris" – 1997
Rapport BRGM R39707)

Polygone global de l'entité

Le polygone global de l'entité est obtenue en fusionnant les limites d'affleurements et les limites sous couvertures (illustration 18).

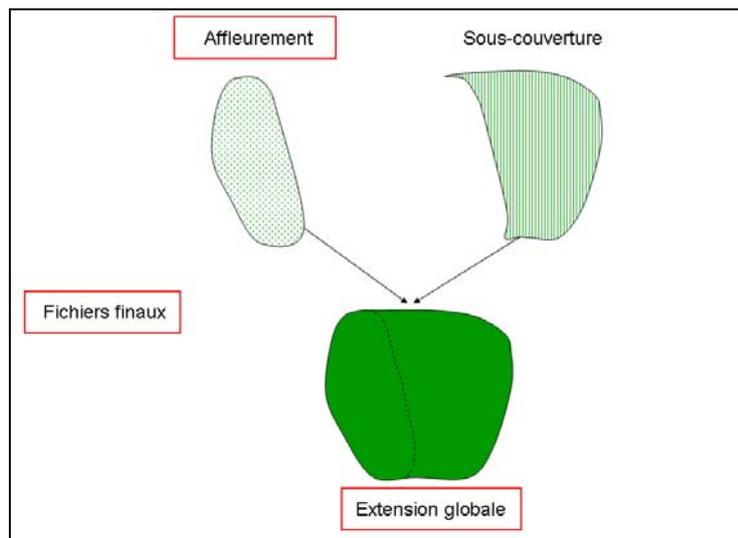


Illustration 19 - Construction d'une entité par fusion des parties à l'affleurement et des parties sous couverture

Les parties sous couvertures sont ensuite restituées automatiquement par le modèle de gestion du référentiel à partir du numéro d'ordre absolu figurant dans le tableau multi-échelles.

3.5. ASSEMBLAGE DES ENTITÉS ET CONTROLES

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.

3.5.1. Restitution des polygones sous couvertures par le modèle de gestion

Le modèle de gestion du référentiel permet de passer de la superposition stratigraphique des entités, définie dans le tableau multi-échelles par un numéro d'ordre dit "absolu", à une superposition définie par un numéro d'ordre dit "relatif" (annexe 3). Cette superposition identifie totalement les différents niveaux de recouvrement d'une entité donnée, entité qui sera par exemple constituée :

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

Ces concepts d'ordonnancement absolu et d'ordonnancement relatif sont décrits en annexe 7.

3.5.2. Identification et cartographie des entités au niveau national

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).

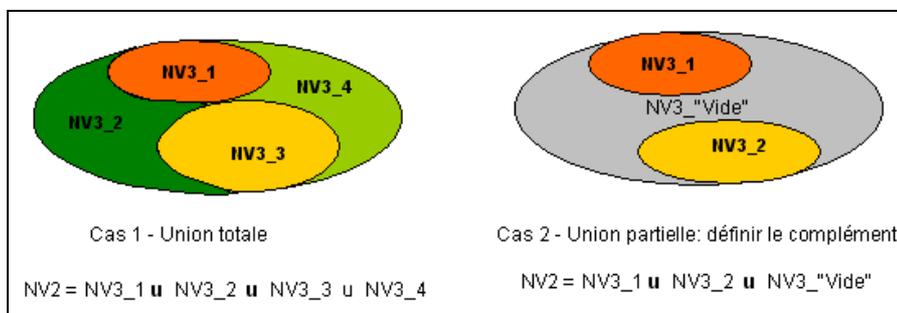


Illustration 20 - Constitution d'un niveau 2 à partir de niveaux 3

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

3.6. CARACTÉRISATION DES ENTITÉS ET DES LIMITES

3.6.1. Caractérisation des entités

Dans le référentiel une entité est caractérisée (actuellement) par les attributs suivants (cf. annexe 2):

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

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

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

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

3.6.2. 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 (polylignes) sont extraites automatiquement par le modèle de gestion du référentiel et intégrées dans la géodatabase du référentiel (décrite en annexe 2).

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

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

La recherche de la nature des contacts peut en effet se faire automatiquement à l'aide du modèle de gestion à partir de la table des polygones élémentaires de niveau 3 construits par le modèle de gestion (annexe 2)

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 2 (§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 21).

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

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

Illustration 21- Nature des contacts entre entités et limites hydrogéologiques correspondantes

4. Résultats: géodatabase et fiches descriptives

4.1. GÉODATABASE

La base de données du référentiel est enregistrée sur le CDROM joint à ce rapport. Il s'agit d'une géodatabase (ArcGis, version 9.2) dont la structure est décrite en détail en annexe 7.

Pour des raisons de traitements et d'homogénéité de structure avec les régions où le niveau 3 est traité, elle contient aussi un niveau 3, duplication du niveau 2.

Cette géodatabase est nommée "**Modele_Référentiel_BDRHFV2**" (illustration ci-dessous).

Nom	Taille
Modele_referentiel_BDRHFV2.mdb	755 108 Ko
BDRHFV2_NIVEAU_2.mdb	289 436 Ko
BDRHFV2_NIVEAU_1.mdb	134 732 Ko

Illustration 22 – Les géodatabases du référentiel IDF

Pour accélérer l'affichage, 2 géodatabases dérivées ont été créées: l'une pour le niveau 1 (BDRHFV2_NIVEAU_1) et l'autre pour le niveau 2 ((BDRHFV2_NIVEAU_2).

La géodatabase "**Modele_Référentiel_BDRHFV2**" contient la table des polygones représentant les entités et la table des polygones représentant les limites des entités d'ordre 1. Ces 2 tables ("**RHF_Polygones_relatifs**" et "**RHF_Limites**") sont rangées dans un "*Jeu de classes d'entités*" (dans le langage ArcGis) appelé "**GEOMETRIE**" (illustration 23).

Les autres tables, sans géométrie (BDRHF_Table_Murs, BDRHF_Table_Toits,...), apparaissant sur l'illustration 23, sont décrites en annexe 7.

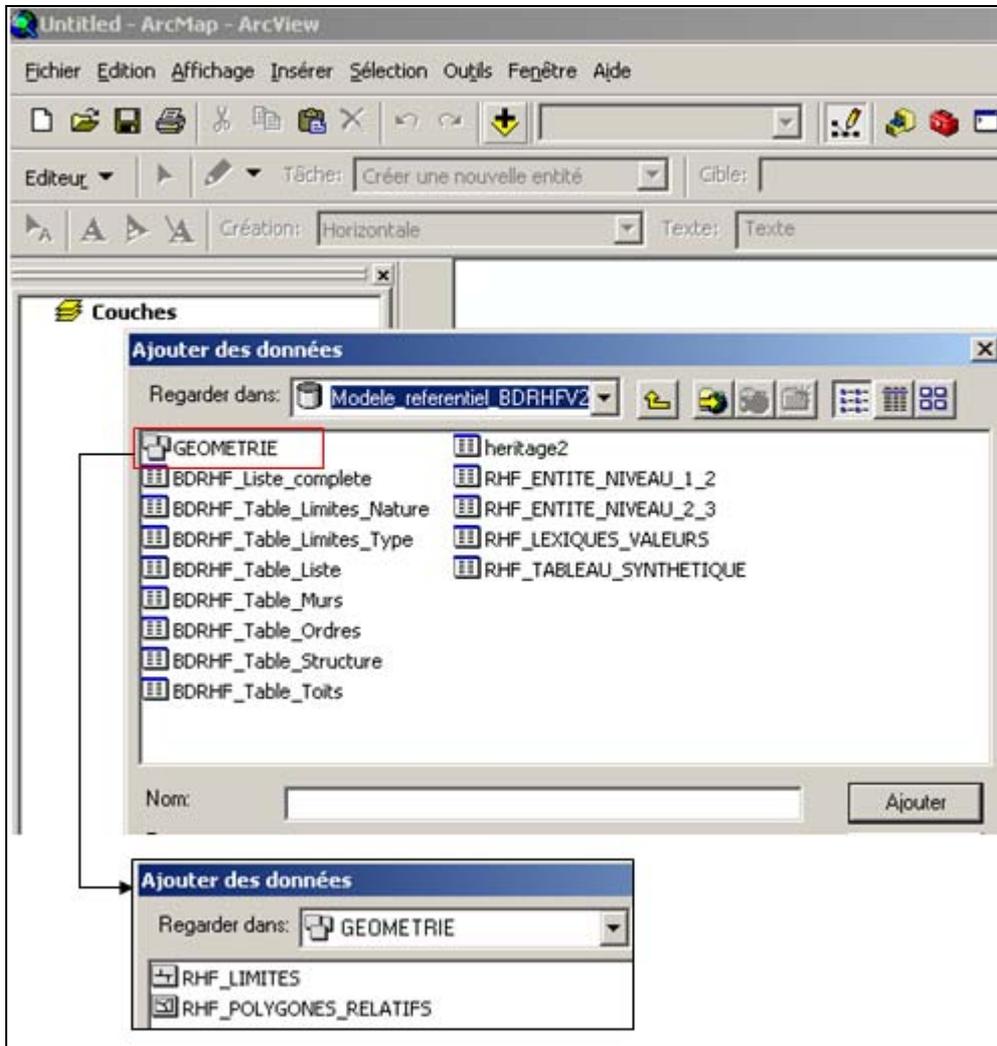


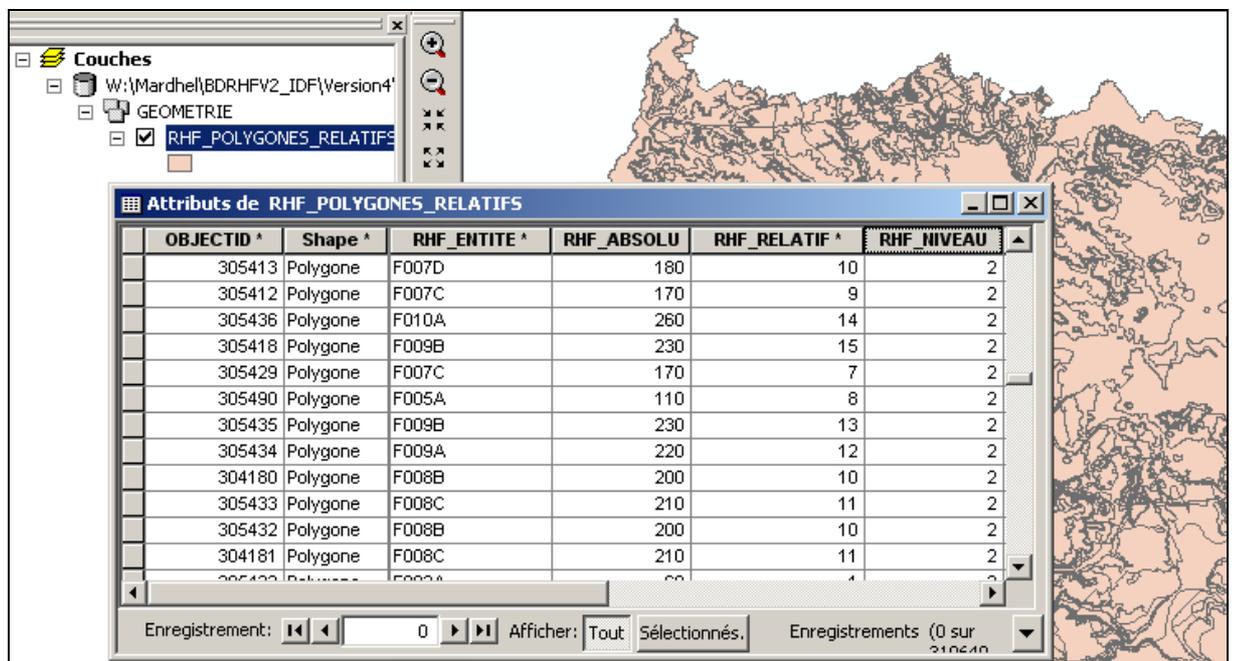
Illustration 23 – Accès à la géodatabase du référentiel par ArcView

4.1.1. Table des polygones relatifs

Cette table (illustration 24) rassemble les entités des 2 niveaux traités, NV2 et NV1 (sous la forme de polygones constitutifs). Elle contient aussi la surcouche des alluvions (niveau 0, NV0).

Elle comprend plusieurs champs, dont:

- RHF_ENTITE: contenant les codes des entités;
- RHF_ABSOLU: contenant le numéro d'ordre absolu des entités (celui du tableau multi-échelles);
- RHF_RELATIF: contenant le numéro d'ordre relatif des entités (restitué par le modèle de gestion);
- RHF_NIVEAU: contenant le niveau de description de l'entité (0,1, 2 ou 3).



OBJECTID *	Shape *	RHF_ENTITE *	RHF_ABSOLU	RHF_RELATIF *	RHF_NIVEAU
305413	Polygone	F007D	180	10	2
305412	Polygone	F007C	170	9	2
305436	Polygone	F010A	260	14	2
305418	Polygone	F009B	230	15	2
305429	Polygone	F007C	170	7	2
305490	Polygone	F005A	110	8	2
305435	Polygone	F009B	230	13	2
305434	Polygone	F009A	220	12	2
304180	Polygone	F008B	200	10	2
305433	Polygone	F008C	210	11	2
305432	Polygone	F008B	200	10	2
304181	Polygone	F008C	210	11	2
305430	Polygone	F008A	200	10	2

Illustration 24 – Table des polygones constituant les entités

Sélections

A partir de la table des "polygones relatifs" il est possible de réaliser de nombreuses sélections avec les outils de sélection d'ArcGis. Un exemple en est donné par l'illustration 25 : extraction des entités d'ordre 1.

Une "boîte à outils" associé au référentiel (cf annexe 7) permet aussi de réaliser de nombreuses opérations.

Jointures

La table des "polygones relatifs" ne contient pas toute l'information associée aux entités. En particulier, la caractérisation des entités ("thème", "état", "nature", "type de milieu", cf annexe 3) est contenue dans la table "BDRHF_Table_Liste".

Mais il est possible de construire une table de polygones contenant cette information à l'aide d'une "jointure" entre ces deux tables par l'intermédiaire du code de l'entité (illustration 26).

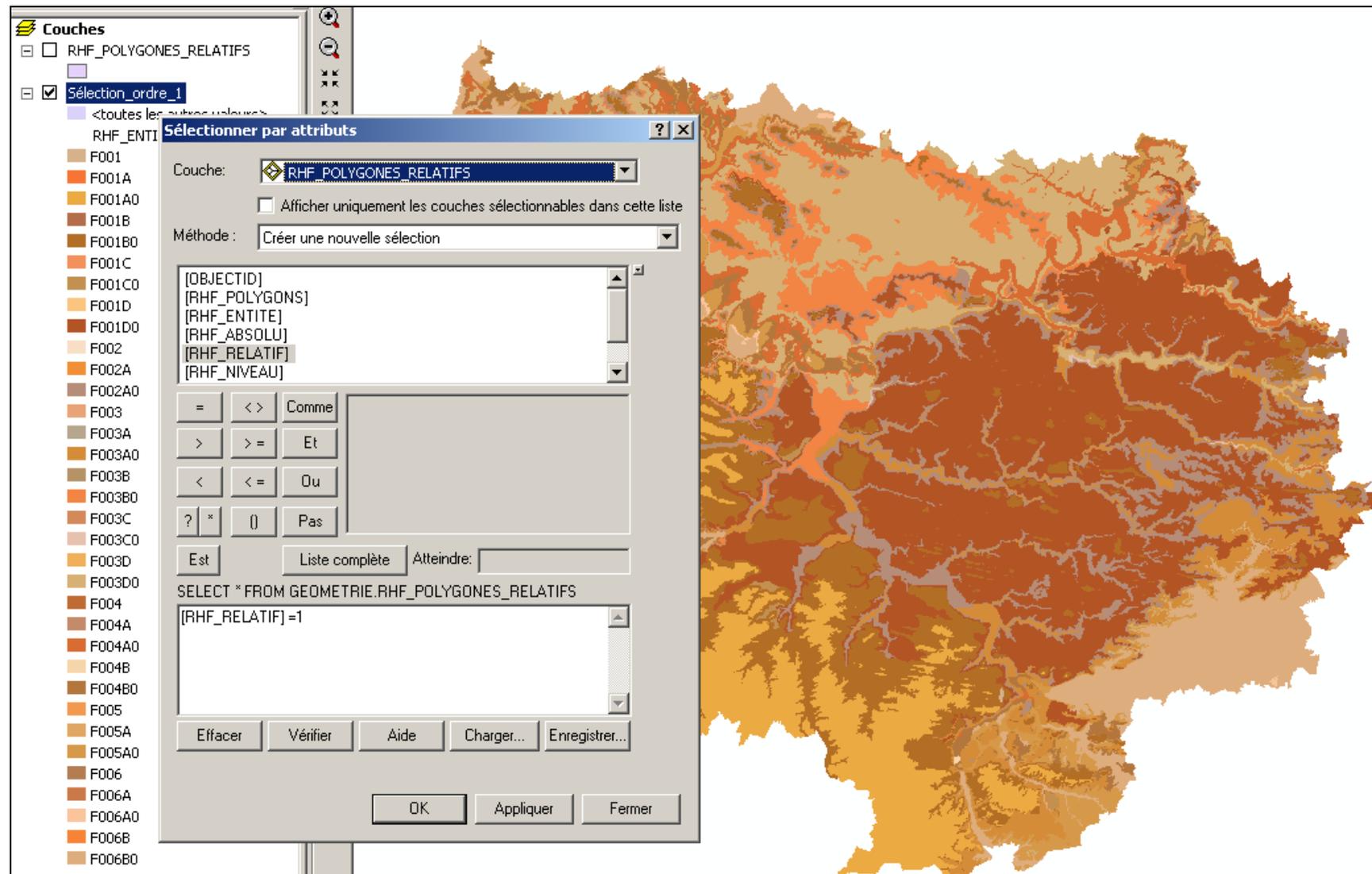


Illustration 25 – Exemple de sélection: entités d'ordre 1

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France.

The screenshot shows the ArcGIS interface with a 'Joindre des données' dialog box open. The dialog box contains the following text and fields:

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

Que voulez-vous joindre à cette couche ?

Joindre les attributs d'une table

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

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

Inclure les tables attributaires des couches dans cette liste

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

The background map shows a hydrogeological map of the Paris region with various colored zones. The table 'BDRHF_Table_Liste' is visible in the background, showing columns for RHF_ENTITE, RHF_NIVEAU, RHF_DENOMINATION, RHF_ABSOLU, RHF_THEME, RHF_NATURE, and RHF_MILIEU.

RHF_ENTITE	RHF_NIVEAU	RHF_DENOMINATION	RHF_ABSOLU	RHF_THEME	RHF_NATURE	RHF_MILIEU
F004B	2	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. d	10	SED	SA	DP
F008C	2	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridien inférieur	21	SED	SA	DP
F009E	2	S Calcaires de l'Aalénien et du Bajocien	25	SED	SA	DP
F009B	2	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur	23	SED	SA	DP
F010A	2	D Argiles et marnes du Toarcien	26	SED	DH	PM
			22	SED	DH	PM
			24	SED	DH	PM
			27	SED	SA	DP
			23	SED	DH	PM
			29	SED	DH	PM
			28	SED	DH	PM
			18	SED	SA	PM
			18	SED	SA	PM

Illustration 26 – Exemple de jointure (table "Sélection_NV3" avec " BDRHF_Table_Liste")

4.1.2. Table des limites

Elle contient l'identifiant des limites (champ ID_LIMITES) et l'identification des polygones situés de part et d'autre d'une limite (champs P_GAUCHE et P_DROIT).

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

Illustration 27 - Table des limites

Une jointure avec la table "BDRHF_Table_Limites_Nature" par l'intermédiaire de l'identifiant ID_LIMITES (illustration 28) permet d'accéder à la nature des contacts entre entités.

ID_LIMITES	L3	L2	L1	RHF_RELATIF	RHF_TYPE
3	F004B0 F005A0	F004B F005A	F004 F005	1	DAAD
4	F005A0 F006B0	F005A F006B	F005 F006	1	ADAA
5	Artefact	Artefact	Artefact	1	AADD
6	F004B0 F006B0	F004B F006B	F004 F006	1	AAAD
8	F004B0 F005A0	F004B F005A	F004 F005	1	ADDA
9	F006A0 F006B0	F006A F006B	Artefact	1	AAAA
10	F004B0 F006B0	F004B F006B	F004 F006	1	AAAD
11	F004B0 F006A0	F004B F006A	F004 F006	1	ADA
12	F005A0 F006A0	F005A F006A	F005 F006	1	ADAA
13	F004B0 F006A0	F004B F006A	F004 F006	1	AAAD

Illustration 28 – Table des natures de contacts entre entités

4.2. FICHES DESCRIPTIVES DES ENTITÉS

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

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

Une fiche est constituée de plusieurs blocs d'informations. L'illustration 29 fournit un exemple pour une entité de niveau 2 (H006B, "Craie du Séno-Turonien").

- Sur la partie gauche, 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 superficie des parties affleurantes (ordre 1) et des parties sous recouvrements (ordre 2, ordre 3,...) est fournie dans le bloc intitulé "**Ordre de recouvrements**". Par exemple, dans le cas de l'entité H006B :

1	7.89%
2	3.30%
3	3.72%
4	5.60%
5	9.72%
6	14.28%
7	11.05%
8	14.09%
9	16.19%
10	9.08%
11	3.84%
12	1.07%
13	0.15%

- La carte de la partie droite représente l'entité de niveau 1 à laquelle appartient l'entité de niveau 2 (avec la même gamme de couleurs pour les ordres de recouvrement).

- Les blocs intitulés "**Toits**" et "**Murs**" listent les entités situées directement au dessus de l'entité considérée (les "toits") ainsi que les entités situées directement au dessous (les "murs"), avec en vis-à-vis les superficies des entités constituant ces toits et murs. Par exemple, pour l'entité H006B de l'illustration 29:

Toits	F001B	1.10%	S Sables de Fontainebleau
	F004B	9.40%	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supér
	F005A	42.05%	D Argiles du Sparnacien
	F006A	38.96%	S Sables et calcaires du Paléocène
Murs	F006C	93.13%	S Craie du Cénomanién
	F006D	6.87%	S Sables du Cénomanién

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

- Le bloc inférieur, dans la partie droite, intitulé: "**Entités de niveau 3 incluses**" précise les entités de niveau 3 constituant l'entité de niveau 2 avec les superficies correspondantes (NV3=NV2 dans le cas présent, les entités de niveau 3 n'étant pas délimitées).

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en région Île-de-France.

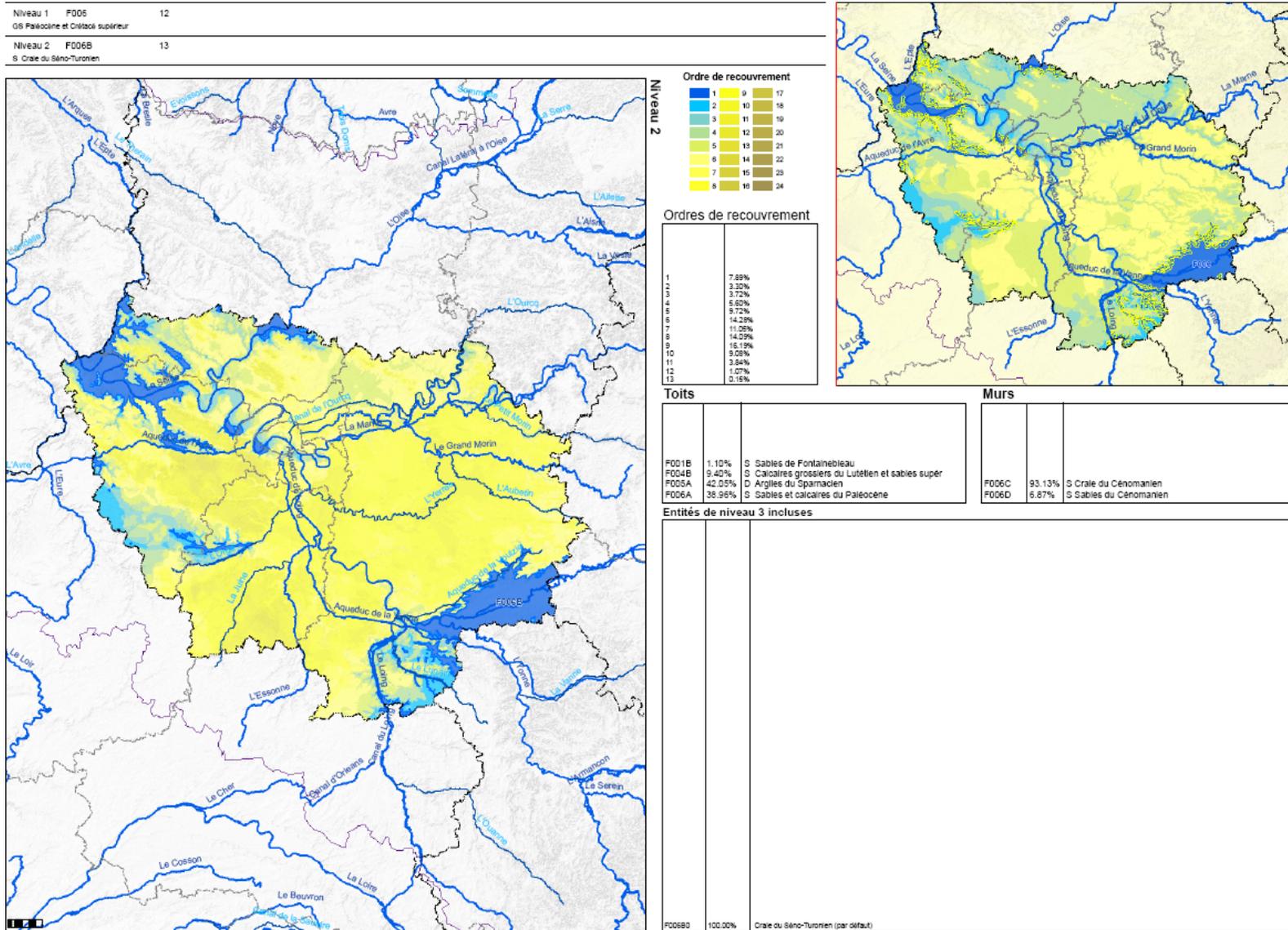


Illustration 29 – Exemple de fiche descriptive d'une entité de niveau 2 (H006B)

5. Conclusion

Cette année 2 de la construction du référentiel hydrogéologique dans le bassin Seine-Normandie a permis d'identifier et de délimiter la délimitation des entités sédimentaires de la région Île-de-France. Cette délimitation a été intégrée dans un SIG (ArcGis version 9.2). Elle est constituée de :

- **11 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1) ;**
- **32 entités de niveau régional NV2** dont 17 systèmes aquifères et 15 domaines.

Le modèle de gestion développé dans le cadre de la version 2 du référentiel hydrogéologique français propose une nouvelle vision des systèmes aquifères grâce à la notion d'ordre de superposition et aux possibilités qu'il offre de connaître non seulement fournit par exemple une représentation spatialisée des toits et des murs de chacune des entités hydrogéologiques délimitées.

Ceci permet par exemple de confirmer ou d'identifier des liaisons entre systèmes aquifères : le toit de la craie sénonienne est localement constitué par les sables de Fontainebleau (sur un peu plus de 1% de la région), bien que le plus souvent la craie repose sous les argiles du Sparnacien (42% du territoire) ou sous les sables et calcaires du Paléocène (39%). La question qui peut se poser est celle de l'adéquation des dénominations entre entités hydrogéologiques (le contenant... le cas échéant partiel) et la nappe (le contenu). Par exemple, la nappe de la craie a-t-elle pour seul contenant les formations crayeuses, comme cela sous-tend la thèse de Claude Mégnien ("hydrogéologie du centre du bassin de Paris") ? Les sables Thanétiens qui recouvrent localement directement la craie sénonienne accueillent parfois un niveau d'eau en parfait équilibre avec celui de la nappe de la craie. Et pour cause: aucune formation imperméable ou semi-perméable n'est présente entre les deux sur une partie du territoire. Doit-on dès lors considérer que la nappe de la craie est contenue dans un aquifère constitué par les formations crayeuses et les sables thanétiens ? Qu'en est-il alors des sables de Fontainebleau lorsqu'aucune barrière hydraulique ne les sépare de la craie ? Où s'arrête la nappe de la craie et où commence celle des sables de Fontainebleau ?

Un assemblage des entités hydrogéologiques à l'échelle du bassin Loire-Bretagne et une harmonisation inter-régionale sont prévus en année 4 du programme de construction du référentiel national (2009). Cette phase de travail portera sur :

- les raccordements géométriques des entités d'une région à l'autre,
- la vérification de la cohérence 3D du référentiel à l'échelle du bassin,
- la nomenclature des entités (appellation et codification),
- l'homogénéisation des surcouches,
- la standardisation des fiches descriptives.

6. Références bibliographiques

Rapports consultés pour la délimitation

BRGM – 1980 – Synthèse géologique du Bassin de Paris. Publié par Claude Mégnien, Mémoires du BRGM n°101, 102 et 103.

BRGM – 1997 - Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris. VERNOUX.J.F., MAGET.P., DONSIMONI.M., BLANCHIN.R., AFZALI.H., VAIRON.J., Rapport BRGM RP-39702-FR)

BRGM – 1999 - Etudes préalables à la réalisation d'un modèle de gestion de la nappe de Beauce - Rapport BRGM R40571- 1999

BRGM – 2003. Aquifère des Calcaires de Champigny. Synthèse des connaissances relatives aux écoulements de la nappe et des relations nappe-rivière. Rapport final. VERNOUX J-F., NOEL Y. Rapport BRGM RP-52366-FR.

SOGREAH – 2007 - Programme d'études et de modélisation pour la gestion de la nappe du Cénomanién. Rapport définitif de fin de phase 3 – Rapport n° 2730117 R4V4.

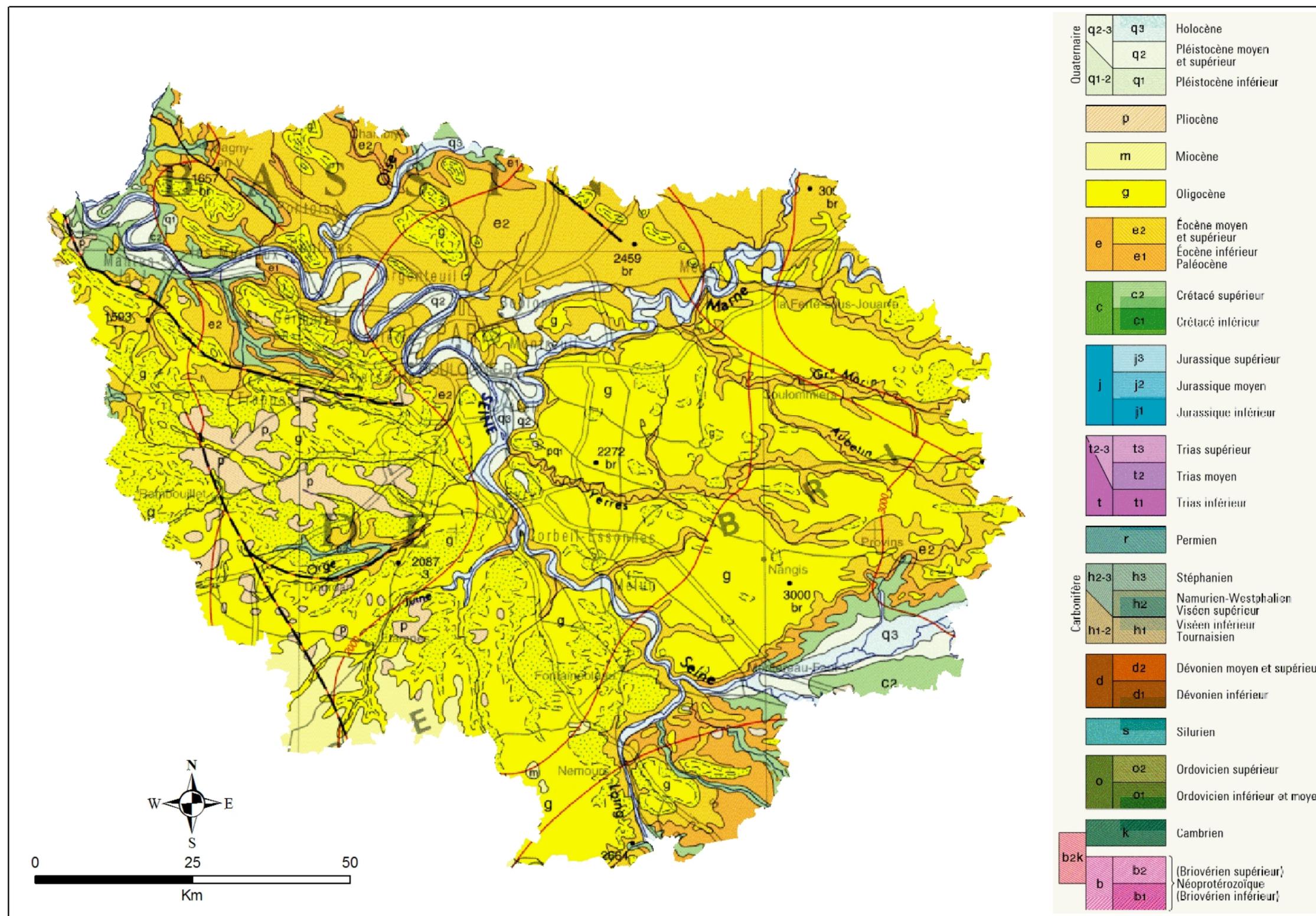
Rapports de fin de phase 1 de la construction du référentiel

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

Petit V. 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
Carte géologique de l'Île-de-France
au 1 / 1 000 000



Annexe 2

Echelle stratigraphique du bassin de Paris

Région Ile de France

(M. Donsimoni - 1999-2001 - BRGM)

SYSTEMES PERIODES	SERIES EPOQUES	ETAGES	DUREE [M.a.]	AGE [M.a.]	SOUS-ETAGES ou AUTRES DENOMINATIONS	SOUS SOUS-ETAGES	FORMATIONS		
QUATERNAIRE	Holocène		10 300 a	10 300 a			Remblais		
	Pléistocène						Alluvions récentes		
							Alluvions anciennes de basse terrasse		
							Alluvions anciennes de moyenne et haute terrasse		
							Limons des plateaux		
							Limons de fond de vallées sèches		
							Colluvions de versants		
					Eboulis				
						Sables à silex			
			1.629 700	1.64					
NEOGENE			14.66	16.3	Lacune d'émerision du Miocène et du Pliocène [formation des Argiles à silex, Argiles à meulière, Meulières d				
	Miocène (basal)	<i>Burdigalien</i>	5.2	21.5			Sables de Lozère, Sables de Sologne		
		<i>Aquitainien</i>	1.8	23.3			Calcaire de Beauce		
PALEOGENE ou NUMMULITIQUE	Oligocène	<i>Stampien ou Rupélien</i>			<i>Stampien s.s.</i>		Calcaire d'Etampes		
							Sables et Grès de Fontainebleau supérieur		
							Sables et Grès de Fontainebleau inférieur		
							Falun de Jeurre, Arg. à Corbules, Marnes à Huîtres, Calc. d'Etréchy		
							<i>Sannoisien</i>		Calcaire de Sannois
									Caillasse d'Orgemont
				12.1	35.4			Argile verte de Romainville	
								Glaïses à Cyrènes	
	Eocène	<i>Priabonien</i>				<i>Ludien</i>	<i>Supérieur</i>	Marnes blanches de Pantin, Gypse Marabet	
								Marnes bleues d'Argenteuil	
							<i>Moyen</i>	Gypse 1 ^o masse	
								Marnes d'entre deux masses	
							Gypse 2 ^o masse		
							Marnes à Lucines		
		Gypse 3 ^o masse							
			3.2	38.6		<i>Inférieur</i>	Marnes à <i>Photadomia ludensis</i>		
	<i>Bartonien (s.s.)</i>				<i>Marinésien</i>	<i>Marinésien sup.</i>	Gypse 4 ^o masse = Calc. de Noisy-le-Sec ou Marnes à Paludines		
						Sables de Monceau, Sables de Cresnes, Sables de Marines			
						Calcaire de Saint-Duen s.s.			
						<i>Marinésien inf. et moy.</i>	Sables de Mortefontaine, Calcaire de Ducy, Sables d'Ézanville		
					<i>Auvervien</i>	<i>Auvervien sup.</i>	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers		
			3.5	42.1		<i>Auvervien inf.</i>	Calcaire de Montagny		
	<i>Lutétien</i>					<i>Supérieur</i>	Marnes et caillasses, Calcaire à Cérithes		
						Calcaire grossier supérieur			
						Calcaire grossier moyen			
						<i>Inférieur</i>	Calcaire grossier inférieur		
			7.9	50			Glaucanie grossière		

SYSTEMES PERIODES	SERIES EPOQUES	ETAGES	DUREE (M.a.)	AGE (M.a.)	SOUS-ETAGES ou AUTRES DENOMINATIONS	SOUS SOUS-ETAGES	FORMATIONS		
CRETACE	Paléocène	<i>Thanétien</i>	4	60.5			Sables et Conglomérats de Bracheux		
		<i>Dano - Montien</i>	4.5	65			Marnes de Meudon Calcaire pisolitique		
	Supérieur	<i>Campanien</i>		18	83			Craie blanche à silex	
				3.6	86.6			Craie blanche à silex	
				1.9	88.5			Craie blanche à silex	
		<i>Turonien</i>				<i>Supérieur</i>		Craie marneuse grise	
						<i>Moyen</i>		Craie marneuse blanche	
				1.9	90.4	<i>Inférieur</i>		Craie marneuse grisâtre	
		<i>Cénomannien</i>				<i>Supérieur</i>		Craie glauconieuse	
				6.6	97	<i>Inférieur</i>		Gaize sableuse ou <i>siliceuse</i> (local)	
		Inférieur	<i>Albien</i>				<i>Supérieur</i>		Marne de Brienne
							<i>Moyen</i>		Argiles du Gault Sables de Frécambault Argiles Tégulines Sables de Drillons
						<i>Inférieur</i>		Argiles de l'Armanche Sables Verts (s.s.)	
				15	112				
	<i>Aptien</i>			12.5	124.5			Argile Sable	
	<i>Barrémien</i>					<i>Supérieur</i>		Argile Sable	
						<i>Inférieur</i>		Argile Sables de Perthes	
	<i>Hauterivien</i>							Argile Sables de Châteaurenard Argile Sables de Château-Landon Argile Grès du Puisetlet	
<i>Valanginien</i>		3.2	135						
		5.7	140.7			Argile Sables de Griselles Argile			

SYSTEMES PERIODES	SERIES EPOQUES	ETAGES	DUREE (M.a.)	AGE (M.a.)	SOUS-ETAGES ou AUTRES DENOMINATIONS
JURASSIQUE	Malm	<i>Tithonien - Portlandien</i>	14	154.7	
		<i>Kimméridgien</i>			
		<i>Oxfordien</i>			<i>Séquanien</i>
					<i>Flauracien</i>
			2.4	157.1	<i>Argovien</i>
	Dogger	<i>Callovien</i>	4.2	161.3	
		<i>Bathonien</i>	4.8	166.1	
		<i>Bajocien</i>	7.4	173.5	
		<i>Aalénien</i>	4.5	178	
	Lias	<i>Toarcién</i>	9	187	
		<i>Pliensbachien</i>			<i>Doménien</i>
			7.5	194.5	<i>Carnien</i>
		<i>Sinemurien</i>			<i>Lotharingien</i>
		9	203.5	<i>Sinemurien</i>	
	<i>Hettangien</i>	4.5	208		
TRIAS	Supérieur	<i>Rhétien</i>	1.5	209.5	<i>Rhétien</i>
		<i>Norien</i>	13.9	223.4	<i>Keuper</i>
		<i>Carnien</i>	11.6	235	
	Moyen	<i>Ladinien</i>	4.5	239.5	<i>Lettenkhole</i>
		<i>Anisien</i>	1.6	241.1	<i>Muschelkalk</i>
	Inférieur	<i>Werténien</i>	3.9	245	<i>Buntsandstein</i>

Annexe 3

Utilisation du modèle des formations tertiaires du Bassin de Paris

L'extension géographique du modèle du bassin de Paris dépasse légèrement celle de l'Île-de-France. Des formations des logs validés et de la carte géologique harmonisée situées en dehors de l'Île-de-France ont été utilisées pour constituer le modèle. La liste des formations prises en compte pour BDRHF-V2 et pour le modèle du bassin de Paris diffère donc.

Pour les deux études, le principe utilisé a été similaire : une fois identifiées les unités représentées dans le modèle du bassin de Paris ou pour la BDRHF-v2, deux tableaux de correspondance ont été à chaque fois créés, l'un avec les formations présentes dans les logs validés, l'autre avec les formations de la carte géologique harmonisée.

Le chapitre ci-après vise à identifier les couches du modèle dont les extensions géographiques sont utilisables pour la BDRHF-V2. Pour cela, les formations utilisées dans les logs validés et dans la carte géologique harmonisée sont comparées. S'il y a coïncidence des formations pour une unité BDRHF-V2 et une couche du modèle, l'extension géographique de la couche du modèle pourra être utilisée. Si des écarts existent et si leurs impacts sur l'extension géographique de la couche peuvent être identifiés, cette dernière pourra aussi être utilisée, sous conditions qui sont explicitées ci-après. Dans tous les cas, l'utilisation de la couche du modèle nécessite d'en retravailler les limites, la couche se présentant sous la forme d'une grille de maille carrée de 100 m de côté.

Pour faciliter la lecture, le nom des couches du modèle a été surligné en rouge (extension géographique de la couche non utilisée) ou en vert (extension géographique utilisée).

Le modèle du bassin de Paris est constitué de 15 couches :

N° d'ordre	Couche
1	QUAT=Quaternaire
2	MIOC=Plio-Mio-Chattien
3	FONT=Sables de Fontainebleau
4	BRIE=Calcaire de Brie
5	MAVE=Marnes Vertes
6	MSUP=Marnes Supérieures
7	CHAM= Calcaire de Champigny
8	MINF=Marnes inférieures
9	OUEN=Calcaire de Saint-Ouen
10	AUVE=Sables d'Auvers
11	LUTE=Lutétien
12	CUIS=Cuisien
13	SPAR=Sparnacien
14	DANE=Thanétien-Dano-Pal
15	CRA=Mésozoïque

QUAT et **MIOC** ne coïncident pas avec des formations individualisées dans le référentiel BDRHF-V2. Exemple : LV n°02100, 10130 ou 10150. **Non utilisable pour BDRHF-V2.**

FONT :

La couche des calcaires de Beauce n'étant pas identifiée dans le modèle du bassin de Paris, ceux-ci sont intégrés – au moins pro parte – dans cette couche. Ils sont différenciés des sables de Fontainebleau dans la BDRHF-V2. Références : LV n°13120, 13140, 13220, 14110, 14111 et 14540. **Non utilisable pour BDRHF-V2.**

BRIE :

Les marnes à huîtres s.l. du Stampien sont intégrées dans cette couche dans le modèle du bassin de Paris. Elles sont séparées des calcaires de Brie dans le modèle BDRHF-V2. Références : LV n°14220, 14250 et 14260. **Cette unité du modèle du Bassin de Paris n'est donc pas utilisable dans les zones dans lesquelles les marnes à huîtres sont présentes. Ailleurs, dans l'Est de l'Île-de-France notamment, cette couche pourra être utilisée à titre indicatif.**

MAVE et MSUP :

Ces deux formations du modèle sont traitées ensemble car elles sont regroupées dans le référentiel hydrogéologique français au sein d'une unité : « Argile verte (Stampien inférieur) et Marnes supragypseuses (Ludien) ». 13 formations décrites dans les logs validés composent cet ensemble dans BDRHF-V2. 12 d'entre elles ont été utilisées dans le modèle du Tertiaire qui a utilisé en tout 16 formations. Une seule formation a été associée à un ensemble différent : les caillasses d'Orgemont (LV n°14310) qui ont été rattachées aux calcaires de Brie dans le modèle du bassin de Paris. Les 4 autres formations utilisées pour le modèle ne sont présentes qu'à l'extérieur de l'Île-de-France.

Concernant les formations de la carte géologique harmonisée, les formations utilisées pour la délimitation de l'unité BDRHF-V2 sont retrouvées dans celles utilisées pour le modèle du bassin de Paris, sauf une unité : e7-G1AV (Argiles vertes et Marnes supragypseuses indifférenciées), classée en indifférenciée dans le modèle du bassin de Paris (dans ce modèle, les marnes supérieures et les marnes vertes sont séparées : ce classement était donc attendu). A l'inverse, quatre formations de la carte géologique harmonisée utilisée dans le modèle ne sont pas retrouvées dans celles utilisées pour BDRHF-V2 : elles sont toutes situées en dehors de l'Île-de-France. La correspondance avec les formations de la carte géologique harmonisée est donc bonne.

La difficulté concernant les caillasses d'Orgemont, leur localisation connue au travers des logs validés a été vérifiée sous SIG. Il apparaît que cette formation est présente dans un secteur dans lequel les autres formations utilisées pour définir l'extension des couches suffisent à assurer la présence de l'ensemble constitué par les marnes supragypseuses et les argiles vertes. L'utilisation ou non de la formation des caillasses d'Orgemont dans la définition des couches MAVÉ et MSUP ne modifie donc pas leur extension géographique.

En conséquence, l'union de ces deux couches peut être utilisée pour constituer l'extension géographique de l'unité « Argile verte (Stampien inférieur) et Marnes supragypseuses (Ludien) » de BDRHF-V2.

OUEN et AUVE :

31 formations des logs validés composent ce qui correspond à cet ensemble pour BDRHF-V2 (« sables et calcaires du Bartonien ») : 27 sont communes avec le modèle du bassin de Paris. Pour les quatre autres, deux sont rattachées aux marnes infragypseuses dans le modèle (LV n°22570 et 22630) et les deux dernières (LV n°21410 et 23010) sont absentes du lexique du modèle. La formation n°23010 (« Calcaire de Lizy-sur-Ourcq et de Nogent l'Artaud ») n'est rencontrée que dans un seul forage en toute bordure nord de l'Île-de-France. La formation n°21410 (« Calcaire de Saint-Ouen et Calcaire de Champigny ») chevauche une autre unité BDRHF-V2 (les calcaires de Champigny), ce qui ne permet pas son utilisation directe pour la délimitation de l'unité du Bartonien. Quant aux formations n°22570 (« Marne et sable infragypseux ») et n°22630 (« Sables noirs ligniteux de Chavençon »), elles ne sont rencontrées chacune que dans un seul forage en Île-de-France. Quoiqu'il en soit, les forages dans lesquels sont rencontrées ces quatre formations sont situés géographiquement à l'intérieur du périmètre identifié pour les couches OUEN et AUVE. Cet écart ne remet donc pas en cause l'utilisation de ces couches pour délimiter l'unité BDRHF-V2.

Dans le sens inverse, 34 formations composent les formations OUEN et AUVE dans le modèle : parmi les 7 non présentes dans les formations de référence de l'unité BDRHF-V2, 5 ne sont pas retrouvées en Île-de-France et les deux dernières (LV n°22520 et 22540) sont rattachées au calcaire de Champigny et aux masses et marnes du gypse. Pour pouvoir utiliser les couches OUEN et AUVE pour délimiter l'unité des sables et calcaires du Bartonien, il convient donc de vérifier que les logs validés dans lesquels figurent les formations n°22520 (« Formation du Gypse, Quatrième masse ») et 22540 (« Calcaire de Noisy-le-sec ») ne viennent pas modifier l'extension géographique d'une couche qui aurait été créée sans ces dernières. De fait, la localisation des logs validés des formations n°22520 et 22540 est comparée à celle de tous les autres logs validés utilisés pour la couche, ainsi qu'aux formations géologiques utilisées (cf. figure1). Il apparaît que l'utilisation de ces logs validés n'influe pas sur l'extension géographique des couches AUVE et OUEN.

Concernant la carte géologique harmonisée, 7 formations sont utilisées pour l'unité BDRHF-V2 (dont l'une partiellement puisqu'elle recoupe aussi les calcaires de Champigny). Sur les 6 formations principales, 5 sont utilisées dans le modèle ; la dernière est classée en indifférencié, ce qui était attendu puisqu'elle recoupe les formations de l'Auversien et du Saint-Ouen (formation e6C : « Calcaires lagunaires bartoniens »). L'extension géographique de cette formation, très localisée à l'affleurement, au Nord-Est et au Nord-Ouest de l'Île-de-France, est couverte par l'extension des couches OUEN et AUVE du modèle du bassin de Paris. A l'inverse, toutes les formations de la carte géologique utilisées dans le modèle sont retrouvées dans celles utilisées pour constituer l'unité BDRHF-V2, exception faite de celles qui sont situées en dehors de l'Île-de-France (10 unités). La correspondance est donc bonne.

La délimitation géographique de l'unité BDRHF-V2 des sables et calcaires du Bartonien peut donc être effectuée à partir d'une union des couches AUVE et OUEN.

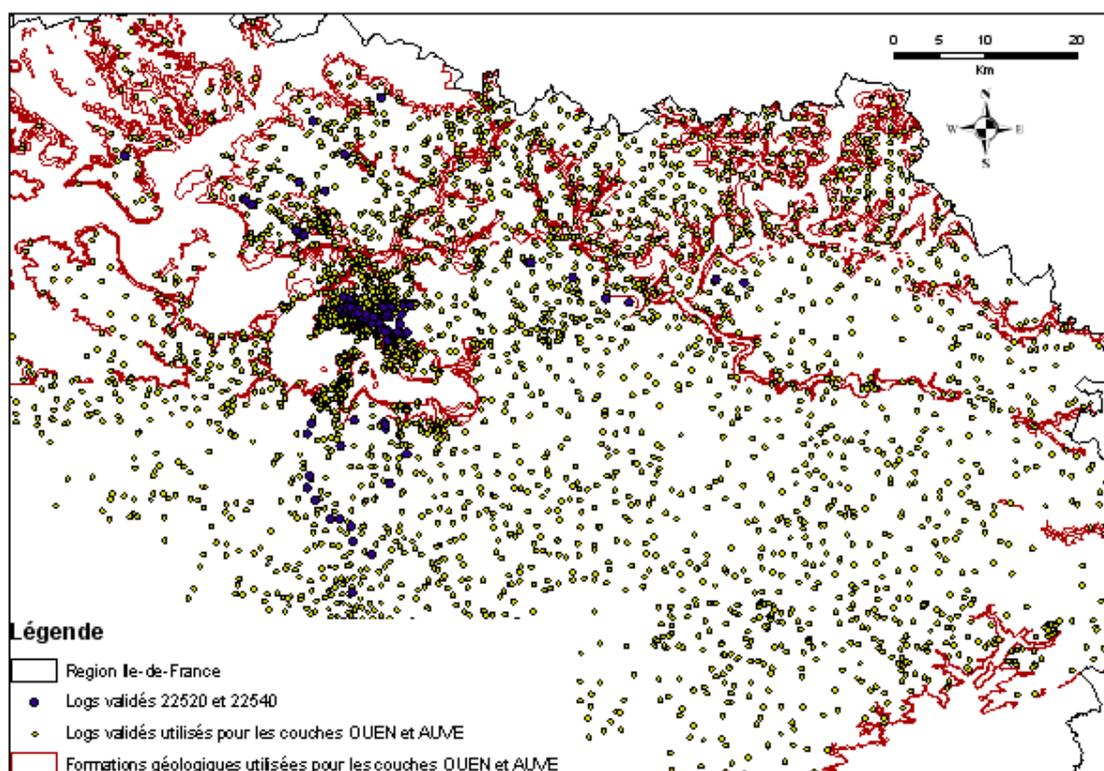


Figure 1 : Comparaison de la localisation des logs validés des formations n°22520 et 22540 avec celle des logs validés utilisés pour la délimitation des couches AUVE et OUEN dans le modèle du bassin de Paris

LUTE et CUIS :

Le référentiel BDRHF-V2 prévoit l'existence de deux formations :

- les marnes et caillasses du Lutétien supérieur ;
- les calcaires du Lutétien et les sables de Cuise.

La première est une sous partie de LUTE, tandis que la seconde inclut CUIS et une partie de LUTE. **Les deux unités BDRHF-V2 ne peuvent être obtenues à partir des formations du modèle du bassin de Paris.**

SPAR :

14 des 15 formations des logs validés qui composent l'unité BDRHF-V2 correspondante sont communes avec les formations utilisées pour le modèle du bassin de Paris. La dernière formation (LV n°25080 : « fausses glaises de Paris ») est rattachée au Cuisien dans le modèle. A l'inverse, le modèle utilise 22 formations des logs validés pour composer la formation du Sparnacien. 14 sont donc communes avec l'unité BDRHF-V2 et les 8 autres correspondent à des formations qui ne sont pas présentes en Ile-de-France.

La formation des fausses glaises de Paris est identifiée dans 9 forages en Ile-de-France. Ces forages sont situés dans des zones couvertes par l'extension du Sparnacien dans le modèle du bassin de Paris : leur association à une formation différente n'engendre donc pas d'écart en termes de délimitation géographique (l'extension de l'unité BDRHF-V2 étant potentiellement plus grande que celle du modèle).

Concernant la carte géologique harmonisée, 7 formations sont utilisées pour constituer l'unité BDRHF-V2. 3 sont communes avec celles utilisées pour le modèle, 3 sont classées en « indifférencié » dans le lexique du modèle et la dernière (e4S, « Sables fins, "pisés" et argiles plastiques, accessoirement grès ») est rattachée au Cuisien. L'extension – très réduite en Ile-de-France – de cette dernière formation est couverte par l'extension de la couche SPAR du modèle. Cet écart n'engendre donc pas de différence dans l'extension géographique retenue pour le Sparnacien. Concernant les 3 formations classées en « indifférencié » dans le modèle du bassin de Paris, leur extension géographique est là encore couverte par l'extension géographique de la couche du modèle. A l'inverse, 8 formations de la carte géologique harmonisée sont utilisées pour délimiter la couche du Sparnacien dans le modèle du bassin de Paris. 3 sont donc communes avec celles utilisées pour constituer l'unité BDRHF-V2, 4 autres sont situées à l'extérieur de l'Ile-de-France et la dernière (e4GQ : « Grès grossiers à fins quartzitiques ») est classée en « indifférencié » dans le tableau multi-échelles de BDRHF-V2. Cette formation étant très localisée à l'affleurement dans le Sud-Est de l'Ile-de-France et en l'absence d'autres difficultés, **la couche du Sparnacien issue du modèle sera utilisée pour générer la délimitation de l'unité Sparnacien de BDRHF-V2 ; elle sera retouchée dans la partie Sud-Est pour prendre en compte l'écart engendré par la formation e4GQ de la carte géologique harmonisée.**

DANE :

Les 11 formations des logs validés utilisées pour constituer l'unité BDRHF-V2 du Paléocène sont présentes dans la liste des 16 formations utilisées pour constituer la couche DANE. Parmi ces 16 formations, 4 ne sont pas présentes en Ile-de-France. La dernière formation non commune aux deux listes est celle des « Formations résiduelles à silex » (LV n°28070). Les formations résiduelles à silex sont rencontrées dans 4 forages en bordure sud de l'Ile-de-France.

Concernant la carte géologique harmonisée, les deux formations utilisées pour constituer l'unité BDRHF-V2 sont présentes dans la liste des 14 formations utilisées pour constituer la couche du Paléocène du modèle du bassin de Paris. Les 12 autres formations ne sont pas présentes en Ile-de-France. La correspondance est donc bonne.

En conclusion, la couche DANE issue du modèle sera utilisée pour générer la délimitation de l'unité du Paléocène de BDRHF-V2 ; elle sera retouchée dans sa partie sud pour prendre en compte l'écart engendré par les logs validés dans lesquels ont été identifiées les formations résiduelles à silex (LV n°28070).

CRA :

Cette unité du modèle du bassin de Paris regroupe des formations allant du Trias au Crétacé supérieur. ***Non utilisable pour BDRHF-V2.***

...

Annexe 4

Correspondances entre les formations de la carte géologique harmonisée et les entités hydrogéologiques de BDRHF-V2

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF -Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

NOTATION	Description de la Géologie harmonisée	EQUIVALENT BDRHF-V2
m1CPi	Calcaire de Pithiviers (Loiret)	Calcaire de Beauce s./.
m1MG	Molasse du Gâtinais, Marnes vertes de Neuville-sur-Essonne (Loiret)	Calcaire de Beauce s./.
g1c	Calcaire de Beauce "inférieur" et Calcaire d'Etampes indifférencié	Calcaire de Beauce s./.
g1ME	Faciès marneux du Calcaire d'Etampes	Calcaire de Beauce s./.
g1CE	Calcaire d'Etampes (Essonne), Meulières, marnes, Calcaires du Gâtinais	Calcaire de Beauce s./.
g1FH	Sables et grès de Fontainebleau	Sables de Fontainebleau
g1CD	Calcaire de Darvault à <i>Potamides lamarcki</i> intercalé dans les sables de Fontainebleau	Sables de Fontainebleau
g1CCb	Calcaire marin à <i>Cardita bazini</i> (niveau de Pierrefitte)	Sables de Fontainebleau
g1SP	Sable à galets de silex, poudingues, localement faciès molassique	Sables de Fontainebleau
g1SF	Sables de Fontainebleau, accessoirement grès en place ou peu remanié (versant).	Sables de Fontainebleau
g1GF	Grès de Fontainebleau en place ou remaniés (grésification quaternaire de sables stampiens dunaires).	Sables de Fontainebleau
g1CB	Calcaire de Brie Stampien et meulières plio-quaternaire indifférenciées	Calcaire de Brie s./.
g1BS	Calcaire de Brie et de Sannois, Caillasse d'Orgemont	Calcaire de Brie s./.
g1SO	Calcaire de Sannois et Caillasses d'Orgemont	Calcaire de Brie s./.
g1SA	Calcaire de Sannois et Argile verte	Calcaire de Brie s./. + Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
g1MH	Marnes à huîtres et Argiles à Corbules	Marnes à huîtres s./ du Stampien
g1CP	Calcaire de Préaux à Discorbis grands discoïdes	Marnes à huîtres s./ du Stampien
e7-g1AV	Argiles vertes et Marnes supragypseuses indifférenciées	Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
g1AR	Argile verte, glaises à Cyrènes et/ou Marnes vertes et blanches (Argile verte de Romainville)	Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
e7G-CCh	Marnes supragypseuses, formation du gypse, Calcaire de Champigny indifférenciés	Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien + Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
e7G	Masses et marnes du gypse	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7MC	Marnes ludiennes (Faciès de transition)	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7CChSi	Calcaire de Champigny (Faciès silicifié)	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e5-7	Calcaire de Champigny, Calcaire de Château-Landon, calcaire à éléments détritiques, marnes sableuses à rognons gréseux et calcaires	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7C	Calcaire de Champigny, Calcaire de Château-Landon, Marnes de Nemours	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7MP	Marnes à <i>Pholadomya Ludensis</i> .	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e7CCh-MP	Calcaire de Champigny, Marnes à <i>Pholadomya</i>	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e6-7MGC	Marnes à <i>Pholadomya Ludensis</i> et Formation du Gypse, Quatrième masse	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
e6-7CH-SO	Calcaire de Champigny et Calcaire de Saint-Ouen indifférenciés Champigny (Val de Marne)	Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse + Sables et calcaires du Bartonien
e6SM	Sables de Monceau (Seine)	Sables et calcaires du Bartonien
e6SMf	Sables de Mortefontaine (Oise)	Sables et calcaires du Bartonien
e6SB-A	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers, Sables et grès de Beauchamp et d'Auvers (Val d'Oise)	Sables et calcaires du Bartonien
e6MOD	Sables de Monceau, Sables d'Argenteuil et Calcaire de Saint-Ouen	Sables et calcaires du Bartonien

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

NOTATION	Description de la Géologie harmonisée	EQUIVALENT BDRHF-V2
e6CSO	Calcaire de Saint Ouen Calcaires et marnes de Nogent-l'Artaud, calcaire d'Ambreville, calcaire de Branles	Sables et calcaires du Bartonien
e6C	Calcaires lagunaires bartoniens	Sables et calcaires du Bartonien
e5C	Calcaires marins indifférenciés (Marnes et caillasses, calcaires à Cérithes, calcaire grossier)	Marnes et caillasses du Lutétien + Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e5MC	Marnes et caillasses	Marnes et caillasses du Lutétien
e5CL	Calcaires lacustres lutétiens indifférenciés (Calcaire de Provins, de Saint-Parres, de Darvault, de Nonville)	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e5CG	Calcaires grossier à glauconie, calcaire à Miliolites, Calcaire à Nummulites laevigatus	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SG	Sables et grès du Breuillet (Arkose du Breuillet)	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SC-AH	Sables de Cuise et sables supérieur, grès ; localement Argile de Heurtebise et Niveau de Pierrefonds (Pontoise)	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4SB	Sables grossiers de Brannay	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
e4GA	Fausses glaises et argiles bariolées du Vexin plastiques et Sables du Soissonnais	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien + Argiles du Sparnacien
e4APS	Argile plastique et Argile sableuse et Sables de Breuillet	Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien + Argiles du Sparnacien
e4S	Sables fins, "pisés" et argiles plastiques, accessoirement grès	Argiles du Sparnacien
e4AS	Argile sableuse	Argiles du Sparnacien
e4GS	Fausses glaises du Vexin et Sables d'Auteuil	Argiles du Sparnacien
e4AP	Argile plastique, sables et grès	Argiles du Sparnacien
e4AM	Conglomérat de Meudon	Argiles du Sparnacien
e3C	Poudingue de Coye	Sables et calcaires du Paléocène
e2Cr-BE	Calcaire grumeleux du Bois d'Esmans, Calcaire de Vigny, Calcaire de Meulan, Calcaire pisolithique, Calcaire argileux de Bray et Lû	Sables et calcaires du Paléocène
C5Cr-BE	Craie blanche à silex, à Belemnitella	Craie du Séno-Turonien
C5CrAq	Craie blanche à silex, à Actinocamax quadratus	Craie du Séno-Turonien
C5	Craie à Belemnitella	Craie du Séno-Turonien
C4M	Craie à Micraster coranguinum	Craie du Séno-Turonien
C2	Craie marneuse à Inoceramus labiatus	Craie du Séno-Turonien

Annexe 5

Correspondances entre les formations rencontrées dans les logs géologiques validés et les entités hydrogéologiques de BDRHF-V2

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF -Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

Identifiant	Appellation des formations des logs validés	EQUIVALENT BDRHF-V2
02700	Alluvions anciennes des plateaux	Butte résiduelle
02800	Formations résiduelles	Butte résiduelle
10130	Sables de Lozère normand	Butte résiduelle
10150	Formation détritique des plateaux	Butte résiduelle
10160	Graviers culminants	Butte résiduelle
10210	Sables de Lozère	Butte résiduelle
13010	Calcaires de Beauce	S Calcaire de Beauce s.l.
13120	Calcaire de Pithiviers	S Calcaire de Beauce s.l.
13140	Calcaire de l'Orléanais	S Calcaire de Beauce s.l.
13220	Molasse du Gâtinais	S Calcaire de Beauce s.l.
14010	Sables et Grès de Fontainebleau	S Sables de Fontainebleau
14020	Marnes vertes s. l.	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14110	Calcaire d'Etampes (Calcaire du Gâtinais)	S Calcaire de Beauce s.l.
14111	Marnes et calcaires du Gâtinais	S Calcaire de Beauce s.l.
14120	Sables et grès de Fontainebleau supérieurs	S Sables de Fontainebleau
14150	Calcaire de Darvault	S Sables de Fontainebleau
14170	Argiles à meulière de Montmorency	S Calcaire de Beauce s.l.
14171	Meulière de Montmorency	S Calcaire de Beauce s.l.
14210	Sables et grès de Fontainebleau inférieurs	S Sables de Fontainebleau
14220	Molasse d'Etréchy (Calcaire grossier d'Etréchy)	D Marnes à huîtres s.l. du Stampien
14250	Marnes à huîtres	D Marnes à huîtres s.l. du Stampien
14260	Argiles à corbules d'Île-de-France	D Marnes à huîtres s.l. du Stampien
14310	Caillasses d'Orgemont	S Calcaire de Brie s.l.
14320	Calcaire de Brie	S Calcaire de Brie s.l.
F0000741	Formation de Brie	S Calcaire de Brie s.l.
14330	Argile verte de Romainville	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14331	Argile verte supérieure	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14333	Argile verte s.s.	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14340	Glaïse à Cyrènes	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14341	Marnes à Cyrènes	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14350	Calcaire et argile à meulière de Brie	S Calcaire de Brie s.l.
14351	meulière de Brie	S Calcaire de Brie s.l.
14370	Calcaire de Sannois	S Calcaire de Brie s.l.
14371	Argile verte	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14540	Falun d'Ormo	S Calcaire de Beauce s.l.
14600	Sables à galets d'Etréchy	S Sables de Fontainebleau
14630	Falun de Morigny	S Sables de Fontainebleau
14640	Falun de Jeurre	S Sables de Fontainebleau
14710	Marnes vertes	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
14711	Marnes supragypseuses et Marnes vertes	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
21030	Marnes supragypseuses	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
21040	Calcaire de Rubelles	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
21050	Marnes de Pantin	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
21060	Marnes bleues d'Argenteuil	D Argile verte du Stampien et Marnes supragypseuses du Ludien
21070	Formation du Gypse, Première masse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21080	Marnes d'entre-deux masses	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21090	Formation du Gypse, Deuxième masse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21100	Marnes à Lucines	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21110	Formation du Gypse, Troisième masse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21120	Marnes et masses du gypse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21122	Marnes ludiennes	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21130	Formation du gypse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21150	Marnes à Pholadomya ludensis	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21160	Marnes infragypseuses	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21170	Travertin de Champigny	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21180	Calcaire de Champigny	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21230	Calcaire de Septeuil	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
F0003382	Calcaire lacustre de Château-Landon	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
21410	Calcaire de Saint-Ouen et Calcaire de Champigny	S Sables et calcaires du Bartonien + S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

Identifiant	Appellation des formations des logs validés	EQUIVALENT BDRHF-V2
22520	Formation du Gypse, Quatrième masse	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
22540	Calcaire de Noisy-le-sec	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
22550	Sables infragypseux mariniéziens	S Sables et calcaires du Bartonien
22560	Marnes infragypseuses d'Etampes	S Calcaire de Champigny /// Faciès de transition /// Masses et marnes du gypse
22570	Marne et sable infragypseux	S Sables et calcaires du Bartonien
22580	Sables de Monceau (Sables d'Argenteuil)	S Sables et calcaires du Bartonien
22590	Sables de Marines	S Sables et calcaires du Bartonien
22630	Sables noirs ligniteux de Chavençon	S Sables et calcaires du Bartonien
22640	Sables de Cresnes	S Sables et calcaires du Bartonien
22651	Marnes de Saint-Ouen	S Sables et calcaires du Bartonien
22678	Marnes et calcaires de Saint-Ouen	S Sables et calcaires du Bartonien
22680	Calcaire de Saint-Ouen	S Sables et calcaires du Bartonien
22700	Sables de Montagny en Vexin	S Sables et calcaires du Bartonien
22710	Sables de Mortefontaine	S Sables et calcaires du Bartonien
22711	Formation de Mortefontaine	S Sables et calcaires du Bartonien
22720	Calcaire de Ducy	S Sables et calcaires du Bartonien
22730	Sables d'Ezanville	S Sables et calcaires du Bartonien
22740	Calcaire d'Ezanville	S Sables et calcaires du Bartonien
23010	Calcaire de Lizy-sur-Ourcq et de Nogent l'Artaud	S Sables et calcaires du Bartonien
23090	Sables ou grès de Beauchamp	S Sables et calcaires du Bartonien
23100	Sables du Fayel	S Sables et calcaires du Bartonien
23110	Sables d'Auvers (Horizon d'Auvers)	S Sables et calcaires du Bartonien
23120	Sables d'Auvers-Beauchamp s.l.	S Sables et calcaires du Bartonien
23121	Marnes sableuses auverniennes	S Sables et calcaires du Bartonien
23130	Sables d'Auvers-Beauchamp	S Sables et calcaires du Bartonien
23140	Sables d'Auvers-Beauchamp supérieur	S Sables et calcaires du Bartonien
23150	Sables d'Auvers-Beauchamp moyen	S Sables et calcaires du Bartonien
23160	Sables d'Auvers-Beauchamp inférieur	S Sables et calcaires du Bartonien
23180	Calcaire marin de Neauphle	S Sables et calcaires du Bartonien
23240	Argiles de Villeneuve-sur-Verberie	S Sables et calcaires du Bartonien
23300	Calcaire à corbules de Neauphle	S Sables et calcaires du Bartonien
23340	Horizons à Meretrix rustica	S Sables et calcaires du Bartonien
23440	Calcaire d'Ambreville	S Sables et calcaires du Bartonien
24070	Calcaire de Morancez	S Marnes et caillasses du Lutétien
24090	Calcaire de Provins	S Marnes et caillasses du Lutétien
24150	Marnes et caillasses lutétiennes	S Marnes et caillasses du Lutétien
24151	Marnes, caillasses, calcaires à cérithes et miliolites	S Marnes et caillasses du Lutétien + S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24170	Marnes et caillasses lutétiennes supérieures	S Marnes et caillasses du Lutétien
24180	Calcaires à Potamidés	S Marnes et caillasses du Lutétien
24190	Marnes et caillasses lutétiennes inférieures	S Marnes et caillasses du Lutétien
24210	Calcaire grossier s.l. d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24220	Calcaire à cérithes	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24230	Falun supérieur de Villiers-Saint-Frédéric	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24250	Calcaire grossier supérieur d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24310	Calcaire à Lithocardium	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24320	Banc vert d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24330	Calcaires zoogènes lutétiens	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24380	Calcaire glauconieux à Orbitolites complanatus	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24390	Calcaire grossier moyen d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24410	Calcaire grossier à Miliolites (Calcaire grossier)	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24420	Banc à Verrains (Cerithium giganteum)	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24430	Calcaire à Ditrupa strangulata	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24440	Calcaire grossier inférieur d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24450	Pierre à Liard	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24455	Calcaire à Nummulites laevigatus	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF -Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

Identifiant	Appellation des formations des logs validés	EQUIVALENT BDRHF-V2
24460	Calcaire glauconieux à Nummulites laevigatus	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24470	Calcaire et sables à Nummulites laevigatus	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24490	Calcaire grossier glauconieux d'Ile-de-France	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24509	Glauconie de base lutétienne	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
24510	Glauconie grossière	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25000	Grès de Montpothier	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25010	Sable à pisé	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25040	Argiles de Laon	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25050	Sables de Glennes	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25070	Sables de Laon	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25080	Fausses glaises de Paris	D Argiles du Sparnacien
25140	Argile de Provins	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25180	Argiles d'Heurtebise	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25240	Sables de Brasles	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25260	Sables de Cuise-la-Motte	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25280	Sables du Soissonnais (terme de sondeur)	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25480	Sables et grès du Breuillet (Arkose du Breuillet)	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien
25560	Faluns à Cyrènes et à huîtres	D Argiles du Sparnacien
25570	Fausses Glaises du Vexin	D Argiles du Sparnacien
25610	Sables de Sinceny	D Argiles du Sparnacien
25640	Sables d'Auteuil	D Argiles du Sparnacien
25670	Sables et argiles sparnaciens	D Argiles du Sparnacien
25676	Sables et argiles du Soissonnais et argiles plastiques	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien + D Argiles du Sparnacien
25690	Sables et argiles à lignites du Soissonnais	S Calcaires grossiers du Lutétien et sables supérieurs s.l. de l'Yprésien + D Argiles du Sparnacien
25720	Argile plastique bariolée du Vexin	D Argiles du Sparnacien
25830	Cendrier de Paris	D Argiles du Sparnacien
25840	Argile plastique	D Argiles du Sparnacien
25850	Argile plastique de Vaugirard	D Argiles du Sparnacien
25860	Conglomérat inférieur de Nemours	D Argiles du Sparnacien
25870	Conglomérat de Meudon	D Argiles du Sparnacien
25970	Poudingue de Nemours	D Argiles du Sparnacien
27030	Sables de Bracheux	S Sables et calcaires du Paléocène
27060	Poudingue de Coye	S Sables et calcaires du Paléocène
28060	Argiles à silex	Recouvrement de la craie seno-turonienne
28070	Formations résiduelles à silex	Recouvrement de la craie seno-turonienne
29010	Calcaire de Meulan	S Sables et calcaires du Paléocène
29040	Calcaire et conglomérat de Jaméricourt	S Sables et calcaires du Paléocène
29060	Marnes à rognons	S Sables et calcaires du Paléocène
29070	Calcaire de Montainville	S Sables et calcaires du Paléocène
29080	Marnes de Meudon	S Sables et calcaires du Paléocène
29120	Calcaire grossier d'Ambleville	S Sables et calcaires du Paléocène
29130	Calcaire pisolithique de Vigny	S Sables et calcaires du Paléocène
29140	Calcaire récifal de Vigny	S Sables et calcaires du Paléocène
29150	Calcaire de Meudon	S Sables et calcaires du Paléocène
30100	Craie blanche de Meudon	Craie seno-turonienne
30151	Craie à Bélemnitella mucronata	Craie seno-turonienne
30510	Craie à Belemnitella quadrata	Craie seno-turonienne
30511	Craie à belemnitelles	Craie seno-turonienne
30581	Craie à Actinocamax quadratus	Craie seno-turonienne
31300	Craie à Micraster coranginum	Craie seno-turonienne
31820	Craie à Micraster decipiens (Assise à Micraster decipiens)	Craie seno-turonienne
31880	Craie blanche à silex	Craie seno-turonienne
32020	Craie blanche	Craie seno-turonienne
33140	Craie à silex	Craie seno-turonienne
33241	Craie grise	Craie seno-turonienne
33250	Craie	Craie seno-turonienne

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

Identifiant	Appellation des formations des logs validés	EQUIVALENT BDRHF-V2
33610	Craie marneuse	Craie seno-turonienne
33620	Craie marneuse à <i>Inoceramus labiatus</i>	Craie seno-turonienne
34060	Craie à <i>Actinocamax plenus</i> (Assise à <i>Actinocamax plenus</i>)	Craie cénonmanienne
34360	Craie de Rouen	Craie cénonmanienne
34650	Craie glauconieuse	Craie cénonmanienne
34712	Marnes glauconieuses cénonmaniennes	Craie cénonmanienne
35010	Gaize de l'Est et du Sud-Est du Bassin Parisien	D Argiles du Gault, Marnes et Gaizes de l'Albien Supérieur
35120	Gaize de Normandie	D Argiles du Gault, Marnes et Gaizes de l'Albien Supérieur
35150	Marnes de Brienne	D Argiles du Gault, Marnes et Gaizes de l'Albien Supérieur
35320	Argile noire supérieure des Drillons	S Sables de l'Albien
35350	Argiles des Pommerats	S Sables de l'Albien
35440	Grès et sables des Drillons	S Sables de l'Albien
35480	Sables et grès de Frécambault	S Sables de l'Albien
35600	Argiles du Gault	D Argiles du Gault, Marnes et Gaizes de l'Albien supérieur
35640	Argiles tégulines (Faciès Gault)	S Sables de l'Albien
35690	Argile noire inférieure des Drillons	S Sables de l'Albien
35700	Argiles de Myennes	S Sables de l'Albien
35720	Argiles noires de l'Armanche	S Sables de l'Albien
35760	Sables verts	S Sables de l'Albien
36011	Sables glauconieux et siliceux, argiles silteuses, albo-aptiens	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
36560	Argiles à plicatules	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
37070	Sables et argiles bariolés barrémiens	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
37090	Sables et argiles panachés barrémiens	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
37500	Argiles ostréennes	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
37590	Zone des Sables de Perthes	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
37620	Argiles panachées	D Argiles et Sables de l'Aptien et du Barrémien
38010	Marne jaune hauterivienne	S Sables du Néocomien
38020	Zone des Sables de Château-Landon	S Sables du Néocomien
38030	Zone des Sables de Châteaurenard	S Sables du Néocomien
38540	Calcaire à spatangues	S Sables du Néocomien
38551	Calcaire gréseux à oolites ferrugineuses de Saint-Palais	S Sables du Néocomien
38630	Zone des grès de Puiset	S Sables du Néocomien
39010	Néocomien blanc	S Sables du Néocomien
39360	Sables de Griselles	S Sables du Néocomien
39850	Faciès Wealdien	S Sables du Néocomien
50000	Dolomies verdâtres supérieures	S Calcaires Tithoniens
50010	Oolithe vacuolaire tithonienne	S Calcaires Tithoniens
50020	Dolomies verdâtres inférieures	S Calcaires Tithoniens
50030	Calcaires tubuleux de Lorraine	S Calcaires Tithoniens
50060	Calcaires de Dommartin	S Calcaires Tithoniens
50070	Marnes à <i>Hemicidaris</i> (Pierre chaline)	S Calcaires Tithoniens
50080	Barre lithographique de base de Lorraine	S Calcaires Tithoniens
50090	Calcaires du Barrois supérieurs	S Calcaires Tithoniens
50100	Calcaires du Barrois inférieurs	S Calcaires Tithoniens
50200	Calcaires du Barrois (Calcaires biodétritiques)	S Calcaires Tithoniens
51000	Marnes supérieures à Exogyres	D Marnes du Kimmeridgien
51010	Calcaires blancs supérieurs	D Marnes du Kimmeridgien
51020	Marnes moyennes à Exogyres	D Marnes du Kimmeridgien
51030	Calcaires blancs inférieurs	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridgien inférieur
51040	Marnes inférieures à Exogyres	D Marnes du Kimmeridgien
51080	Calcaires à Astartes de Bourgogne	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridgien inférieur
51090	Oolithe de Lamothe	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridgien inférieur
51220	Calcaires et marnes à exogyres (Calcaires et marnes à <i>Nannogyra striata</i>)	D Marnes du Kimmeridgien
52010	Calcaires sublithographiques et argiles avec lumachelles à huîtres de Lorraine	S Calcaires de l'Oxfordien
52140	Marnes et calcaires argileux, puis calcaires à spongiaires	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
52150	Marnes et calcaires marneux à spongiaires, oxfordiens	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
52180	Calcaires, calcaires argileux et marnes dits Hydrauliques de Mussy	S Calcaires de l'Oxfordien
52210	Marnes de Bouix	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
52240	Calcaire de Tonnerre	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridgien inférieur
52590	Calcaire crayeux de Bourges	S Calcaires de l'Oxfordien et Kimmeridgien inférieur
52715	Oxfordien du Poitou	
53050	Argiles de la Woëvre	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
53080	Couches à oolites ferrugineuses de Bourgogne	D Marnes Callovo-Oxfordiennes
53110	Calcaires d'Etrochey, Calcaires de Gigny (Dalle nacrée p.p.)	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
53120	Calcaires à rhynchonelles (Dalle nacrée p.p.)	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
53130	Dalle nacrée	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
53180	Oolithe ferrugineuse calloviennne	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
53250	Marnes grises calloviennes	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur

Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF -Version 2 – Bassin Seine-Normandie - Année 2.
 Délimitation des entités hydrogéologiques de niveaux 1 et 2 en Région Île-de-France

Identifiant	Appellation des formations des logs validés	EQUIVALENT BDRHF-V2
54110	Calcaires compacts de Chaumont	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
54140	Oolithe blanche de Bourgogne	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
54150	Calcaire de Comblanchien	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
54180	Calcaires marneux à pholadomyes (Marnes à pholadomyes)	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
55035	Grande Oolithe	S Calcaires du Bathonien et du Callovien inférieur
55040	Marnes à Ostrea acuminata de Bourgogne	D Marnes du Bajocien
55160	Calcaires à entroques de Lorraine	S Calcaires de l'Aalénien et du Bajocien
55190	Calcaires argileux à oolithes cannabines	S Calcaires de l'Aalénien et du Bajocien
57050	Marnes à Astarte veltzi p.p.	D Argiles et marnes du Toarcien
57090	Schistes carton = Marnes bitumineuses à Posidonomya bronni et calcaires de Mertzwiller (possible Harpoceras serpentinum)	D Argiles et marnes du Toarcien
58040	Grès médioliasiques	S Calcaires et grès du Domérien
58050	Argiles à Amaltheus (Argiles à amalthées)	S Calcaires et grès du Domérien
58060	Calcaire à gryphées géantes de Bourgogne	S Calcaires et grès du Domérien
59060	Marnes à Zeilleria numismalis	D Calcaires marneux de l'Hettangien
60050	Argiles à Promicroceras	D Calcaires marneux de l'Hettangien
61020	Calcaire à gryphées arquées de Lorraine	S Calcaires et grès du Domérien
63000	Argiles de Levallois	S Grès Rhétiens (Trias supérieur)
63010	Grès rhétien des Vosges	S Grès Rhétiens (Trias supérieur)
63020	Argiles bariolées dolomitiques	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63030	Argiles de Chanville	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63040	Dolomie de Beaumont	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63060	Argiles bariolées intermédiaires (Marnes bariolées, Marnes bariolées moyennes, Marnes bariolées sur le grès à roseaux, Marnes bariolées intermédiaires, Marnes irisées moyennes, Marnes versicolores, Marnes intermédiaires)	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63070	Grès à roseaux	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63202	Marnes irisées inférieures	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63300	Grès et argiles rhétiens	S Grès Rhétiens (Trias supérieur)
63320	Marnes irisées supérieures	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63350	Grès à roseaux, argiles	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63580	Argile rouge de Saint-Maur	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63590	Grès de Crouy-sur-Ourcq	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63600	Grès de Feigneux	D Keuper/Corps fluviatil du Keuper
63620	Corps fluviatile inférieur	S Muschelkalk/ corps fluviatil inférieur
63310	Argiles lie-de-vin de Champagne	Trias Inférieur
63390	Semelle détritique de Champagne	Keuper à Trias inf
63330	Argiles à anhydrite	?? Keuper
63360	Argiles à anhydrite, sel gemme, Marnes	?? Keuper
63380	Dolomie, argiles à anhydrite, argile sableuse	?? Keuper

Annexe 6

Lexique de caractérisation des entités hydrogéologiques et des limites

(cf guide méthodologique, rapport BRGM RP-52261-FR)

1. Caractérisation des entités

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

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

Notation ALL SED SOC IPM VOL	Code	Libellé
	1	Alluvial
	2	Sédimentaire
	3	Socle
	4	Intensément plissés de montagne
	5	Volcanisme

Thème de rattachement des entités à une formation géologique

Notation GSA GDH SA DH UA USP UIP	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

Nature des entités

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

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

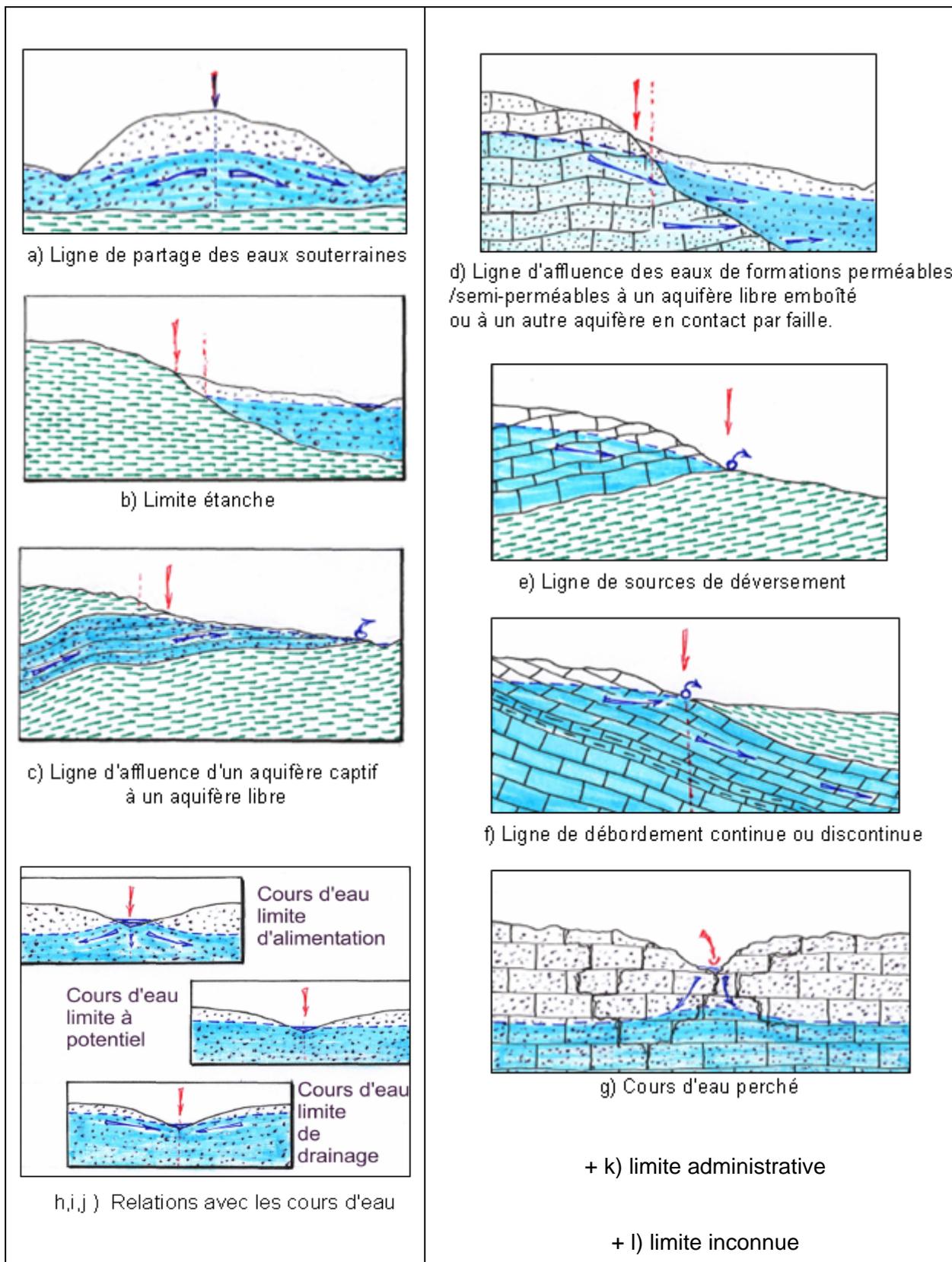
Type de milieu (porosité)

Notation C L LC ALC	Code	Libellé
	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



Annexe 7

Le modèle de gestion du référentiel

1. Le modèle de gestion

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

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

Il a été présenté:

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

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

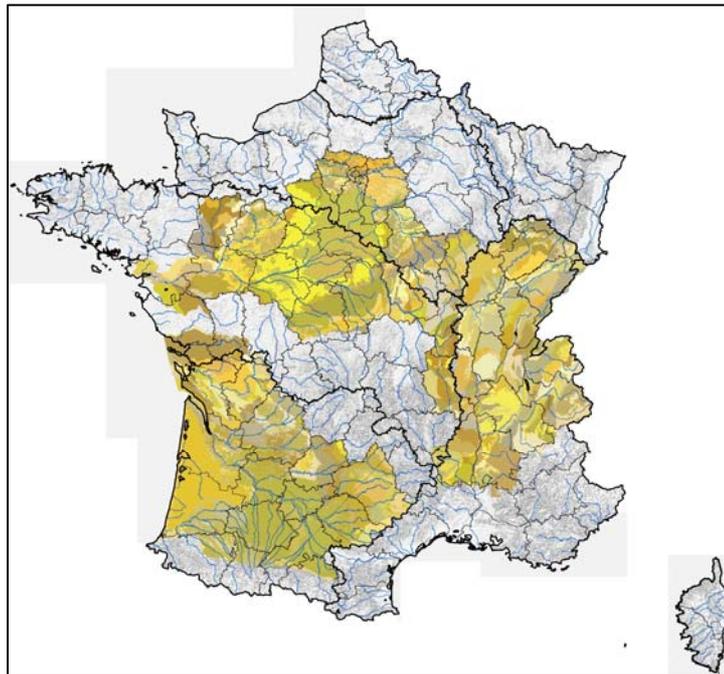


Illustration A1 – Régions intégrées dans le modèle de gestion du référentiel en fin d'année 2 du programme de construction du référentiel

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

Les objectifs du modèle de gestion sont simples :

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

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

1.1. FONCTIONNALITÉS DU MODÈLE

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

1.1.1. Phase d'élaboration du référentiel

Le modèle de gestion permet :

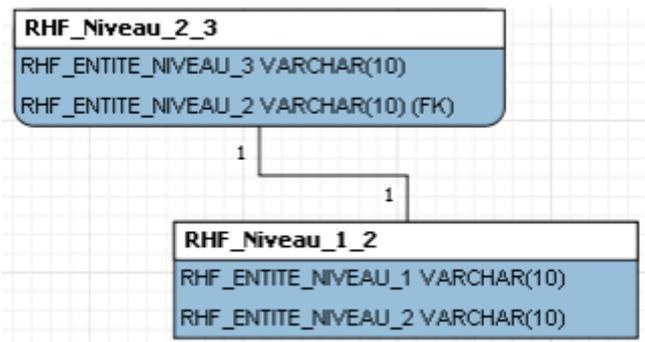
- de restituer, à partir des découpages unitaires réalisés (une table par entité), l'assemblage latéral et vertical des entités. L'opération implique le tableau multi-échelles dans lequel les entités sont repérés par un numéro définissant un ordre (dit "absolu" et pouvant correspondre à l'âge des entités).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

1.1.2. Phase d'exploitation du référentiel

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

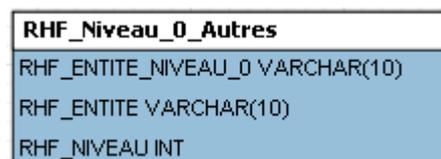
- d'éditer automatiquement des fiches descriptives par entité. Ces fiches précisent notamment les ordres d'apparition de l'entité (affleurante, sous couverture d'ordre 1, sous couverture d'ordre 2, ...), la liste des entités sus-jacentes (les "toits") et sous-jacentes (les "murs") avec mention des superficies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

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



Le cas particulier des surcouches est traité dans une table spécifique nommée RHF_ENTITE_NIVEAU_0_Autres.

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



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

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

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

1.2. PRINCIPES DE BASE DU MODÈLE

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

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

1.2.1. Ordonnement vertical

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

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

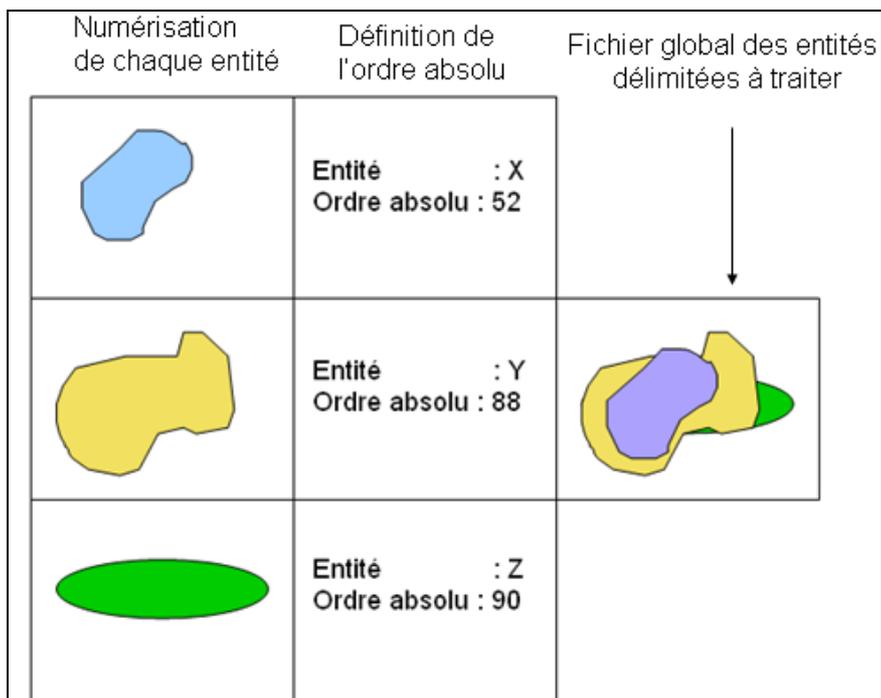


Illustration A2 – Ordonnement des entités par un âge absolu

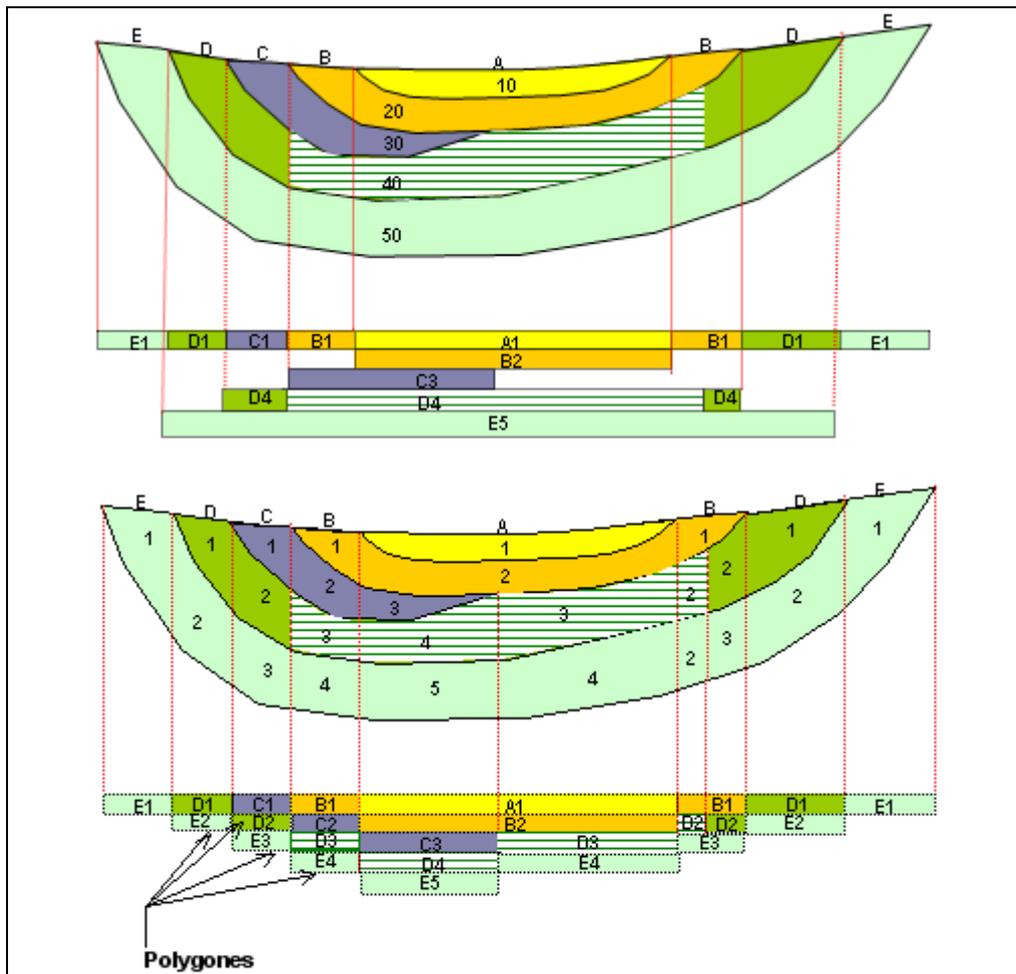


Illustration A3 - Passage d'un ordre absolu à un ordre relatif.

1.2.2. Organisation des entités en couches et surcouches

• Surcouche

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

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

Une surcouche peut se superposer aux 3 niveaux de découpage du référentiel. Les contours des entités (à la précision du 1/50 000) sont conservés aux trois niveaux de découpage. L'organisation des relations Surcouches/Couches, lorsqu'elle se justifie, est conservée dans une table spécifique.

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

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

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

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

- **Couche**

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

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

1.2.3. Complétude

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

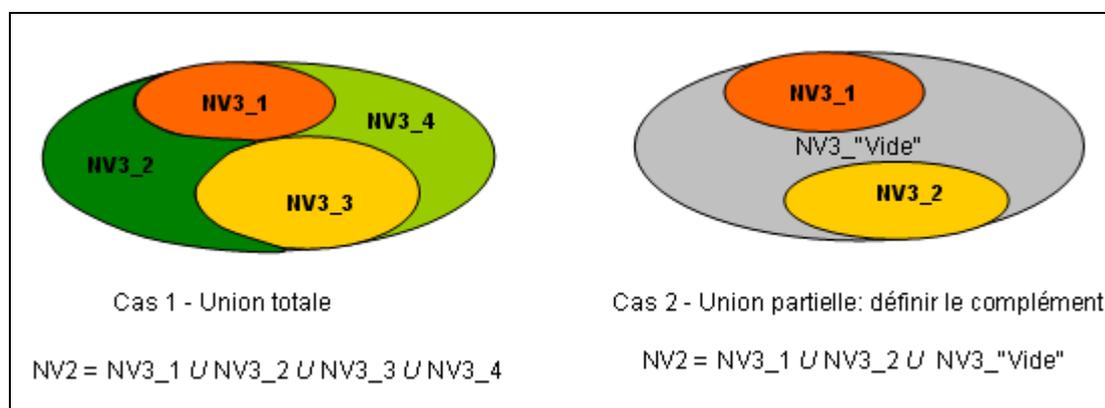


Illustration A4 - Reconstitution d'une entité de niveau 2 à par d'entités de niveau 3.

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").

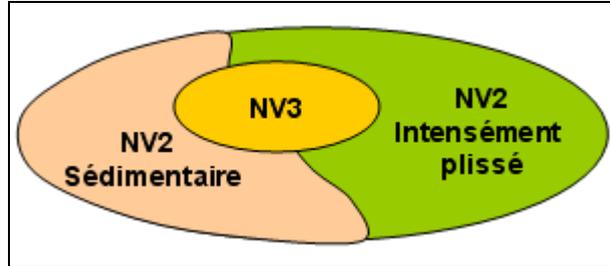


Illustration A5 – Entité de niveau 3 s'étendant sur 2 entités de niveau 2

1.2.4. Héritage

• Attributs des entités

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

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

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

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

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

• Limites

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

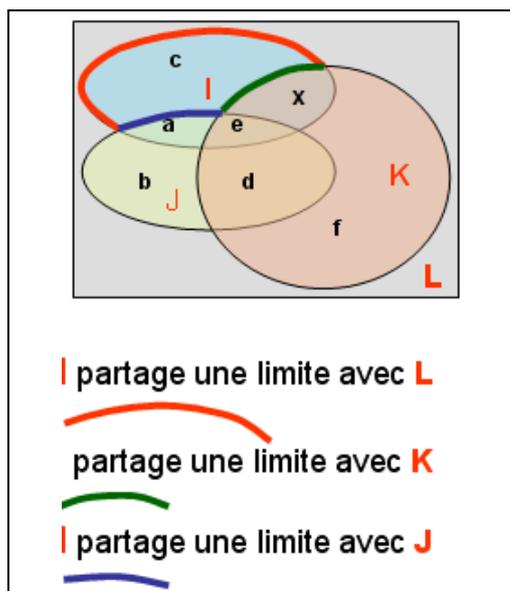


Illustration A6 – Restitution des limites des entités à partir de la table des polygones

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

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

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

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

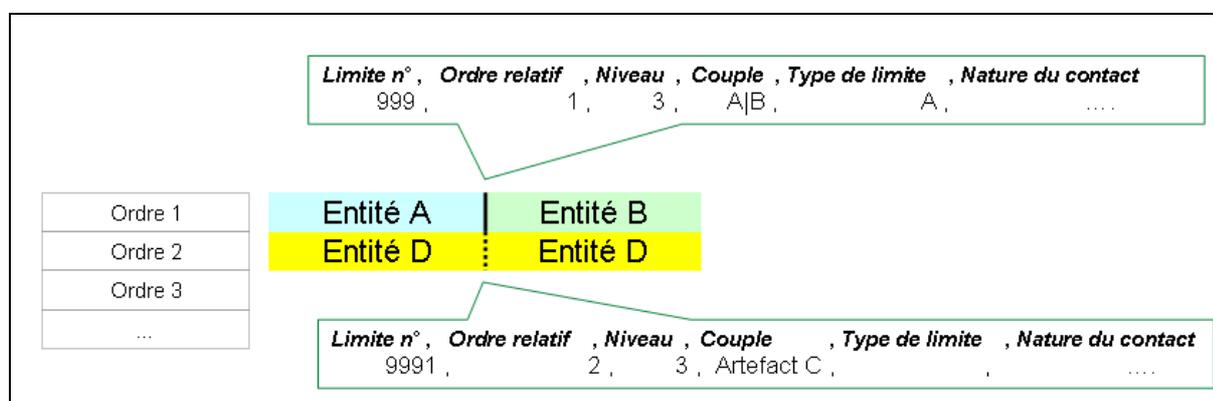


Illustration A7 – Exemple de contacts entre entités

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

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

Illustration A8 – Nature des contacts possibles entre entités

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

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

RHF_LEXIQUES_VALEURS		
CODE	VALEUR	Commentaire
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). La limite présentée dans le cadre du référentiel V2
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 de L
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. Exemple : l'Yerres et l'Aubetin sur le c
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 : les limites 9 et 10 seront appliquées quand la connaissance sera suffisante et/ou correspondra à un cas caracté
K	Limite à caractère administratif	Une limite de type administratif est nécessaire pour délimiter les aquifères transfrontaliers.
L	Limite inconnue	Lorsque la limite de l'aquifère ne peut être déterminée, un code correspondant à « limite inconnue » sera utilisé.
Y	Autres	Autre type de limite, à définir ultérieurement
Z	Artefact de découpage	Limite liée au processus de découpage, hors typologie hydro.

Illustration A9 (suite) – Types de limites

2. Géodatabase associée au modèle de gestion

2.1. MODÈLE CONCEPTUEL DES DONNÉES

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

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

et de requêtes dérivées, par exemple "REQUETE_toits" et "REQUETE_murs" des entités (illustration A11).

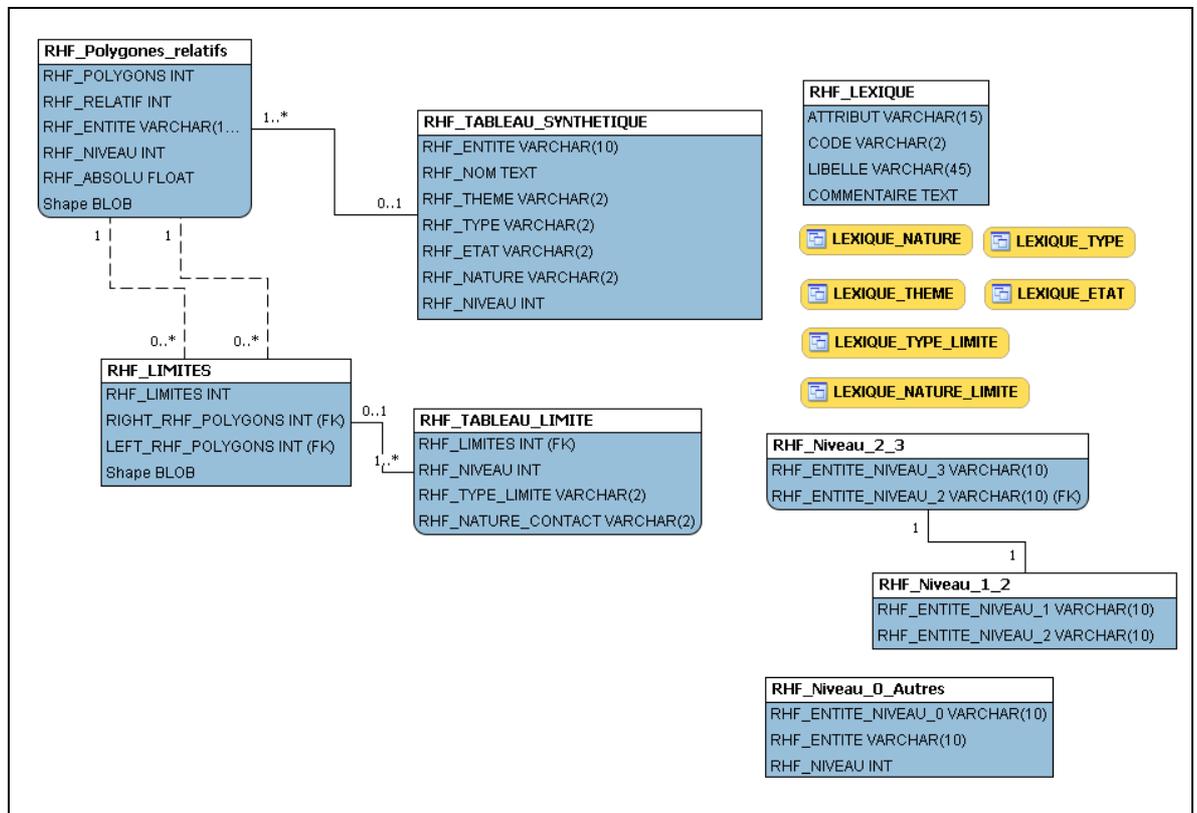


Illustration A10 – Modèle conceptuel de la géodatabase

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

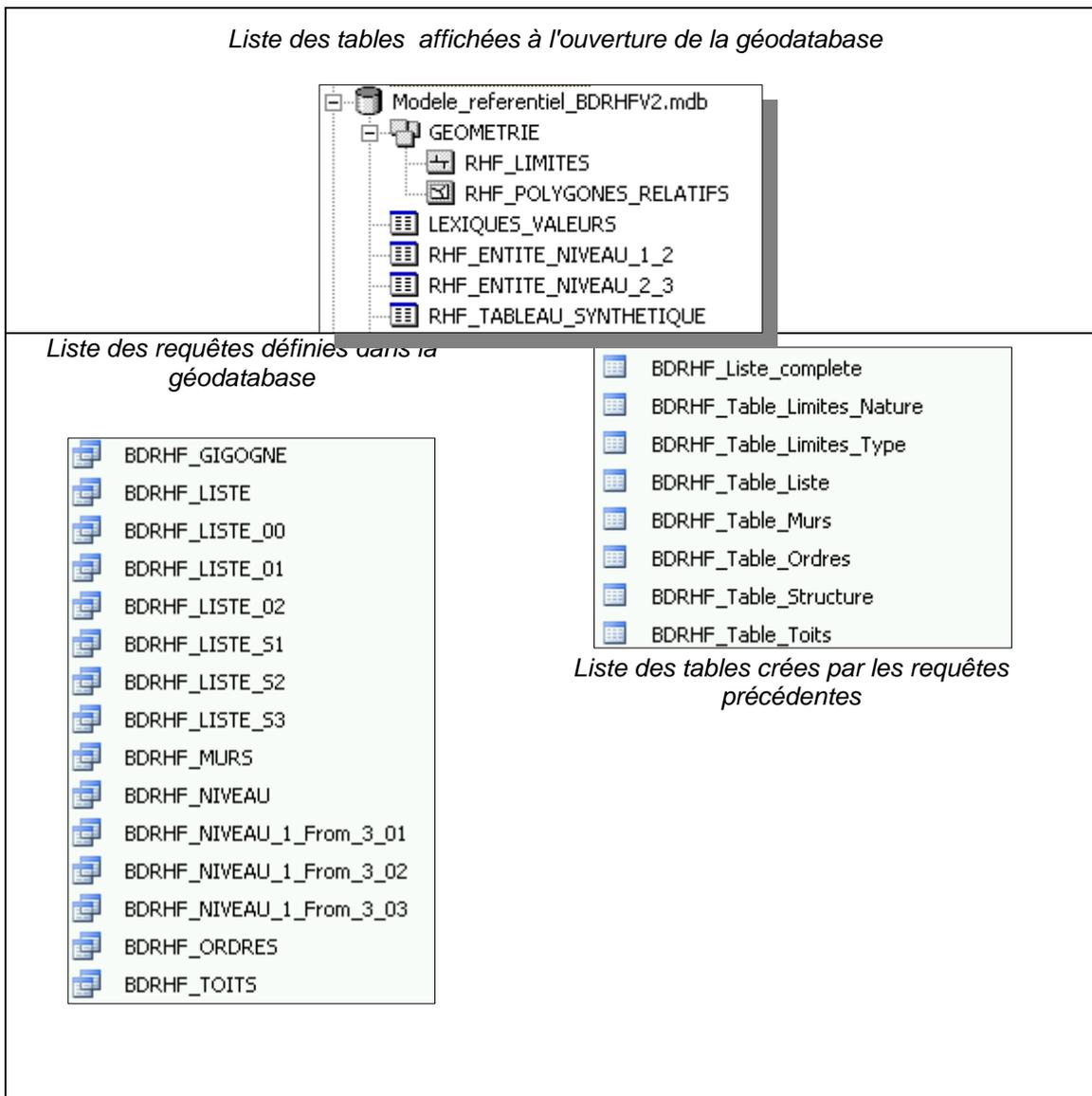


Illustration A11 – Liste des tables et des requêtes dans la géodatabase du référentiel

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

2.2. DESCRIPTION DES TABLES

2.2.1. Table des "RHF_Polygones relatifs"

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

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

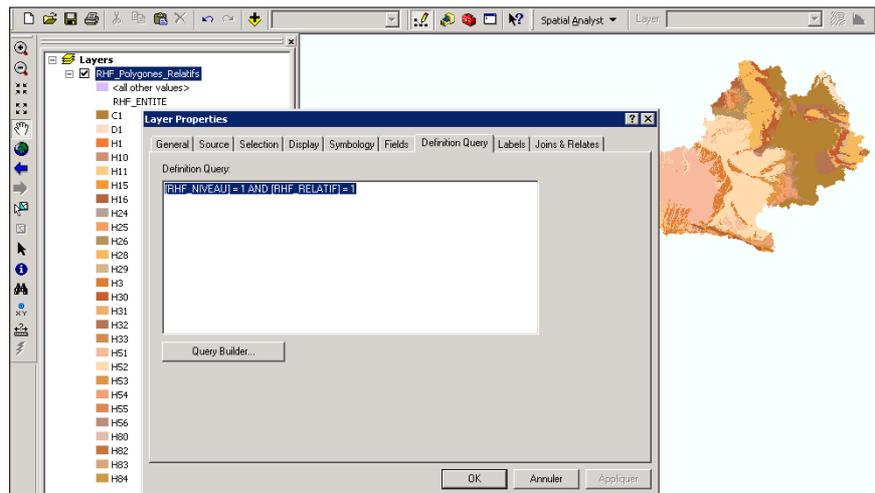


Illustration A12 – Table des polygones multiples de niveau 1 et d'ordre 1 en région MPY

Dans l'illustration suivante, la couche de RHF_Polygones_Relatifs est affichée pour les 3 niveaux de regroupement du référentiel

- [RHF_NIVEAU] = 1 AND [RHF_RELATIF] = 1
- [RHF_NIVEAU] = 2 AND [RHF_RELATIF] = 1
- [RHF_NIVEAU] = 3 AND [RHF_RELATIF] = 1

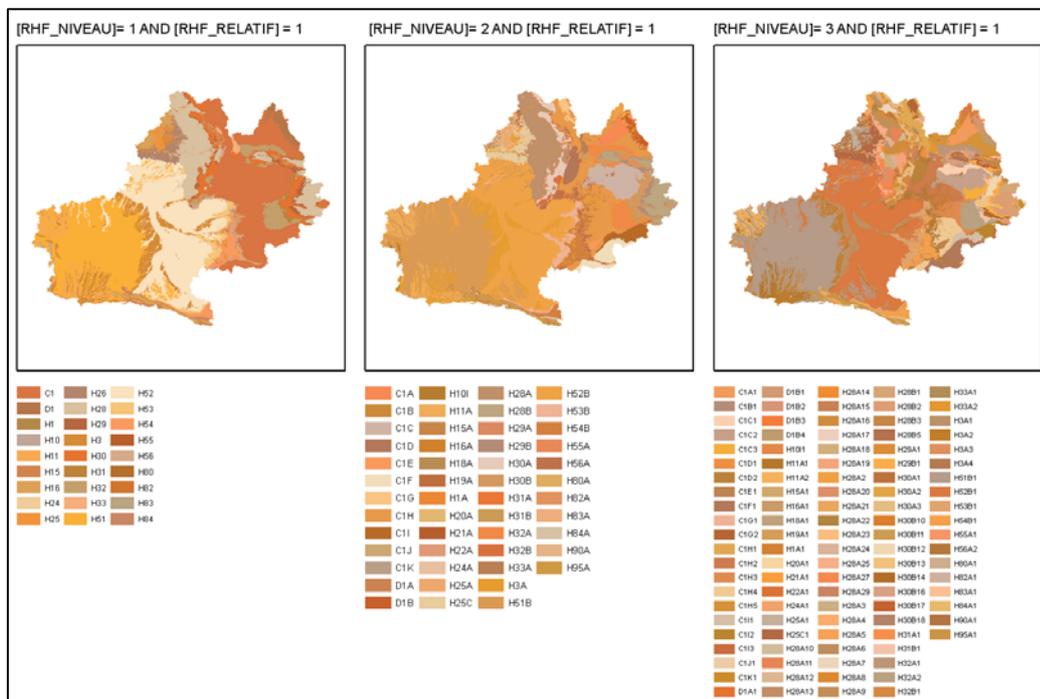


Illustration A13 – Sélection des entités d'ordre 1 pour les 3 niveaux de découpage du référentiel

2.2.2. Table RHF_Tableau_Synthetique

La table RHF_Tableau_Synthetique est la transcription au format MSACCESS du tableau synthétique.

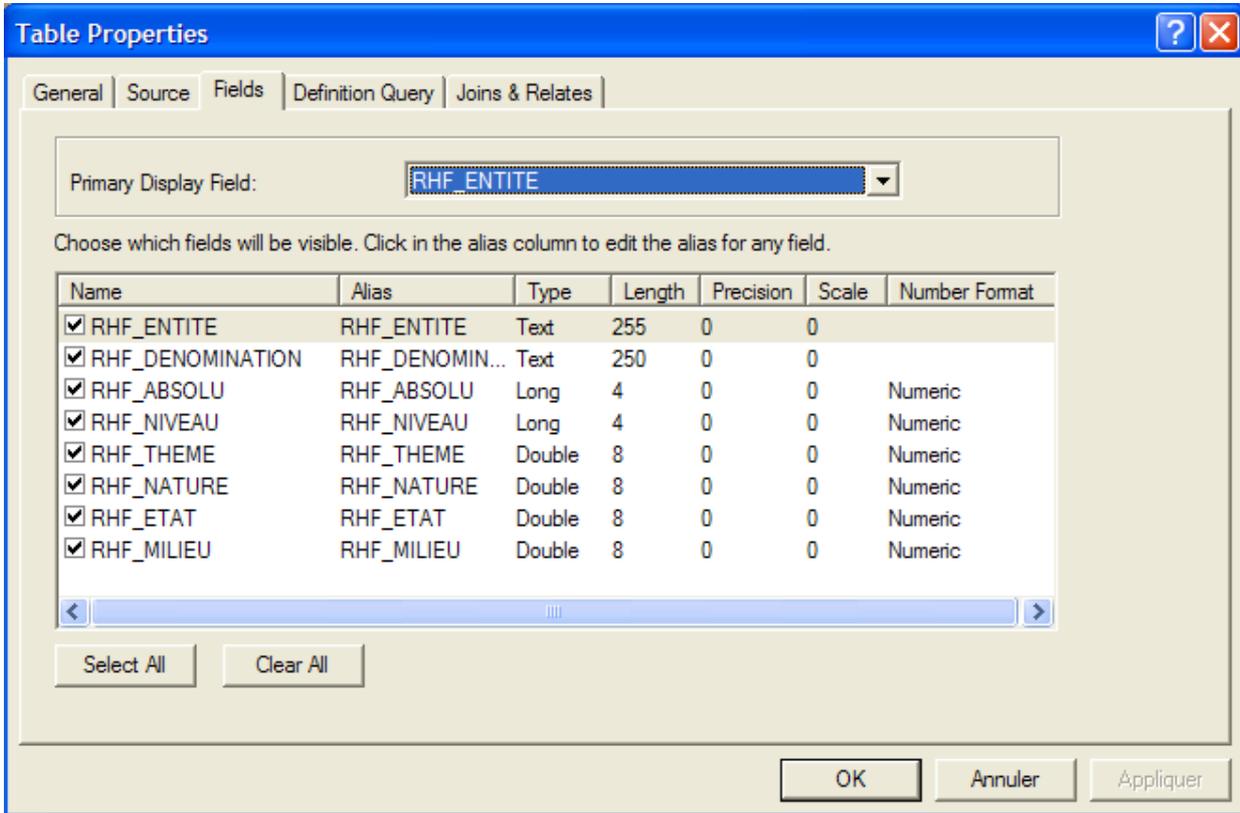


Illustration A14 - Table RHF_Tableau_Synthetique

Le champ RHF_ENTITE permet la jointure thématique avec la table des polygones d'entités (RHF_Polygones_multiples)

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

Illustration A15 – Jointure avec la table RHF_Tableau_Synthetique

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

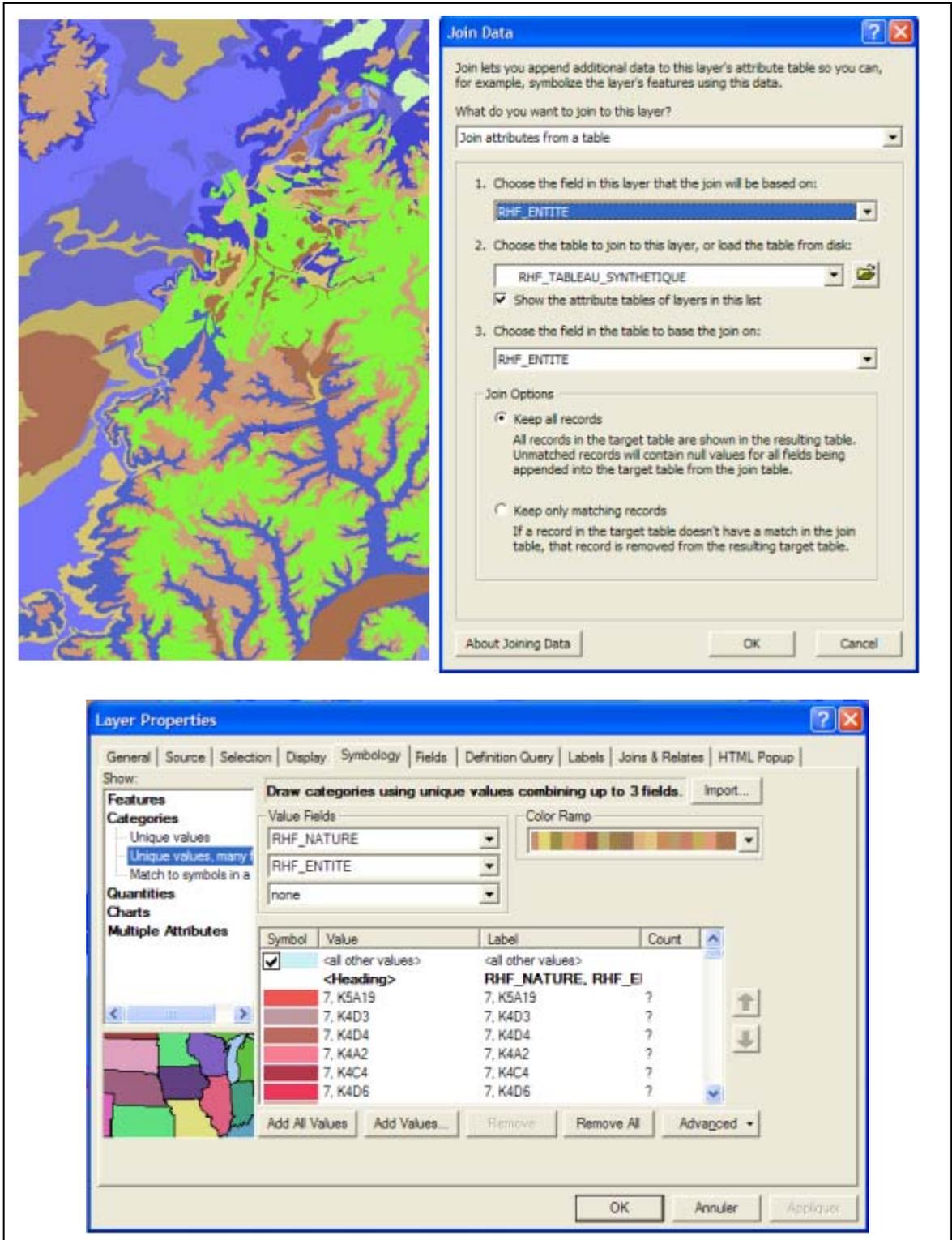


Illustration A16 –Exemple d'analyse thématique après jointure

2.2.3. Table des limites

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

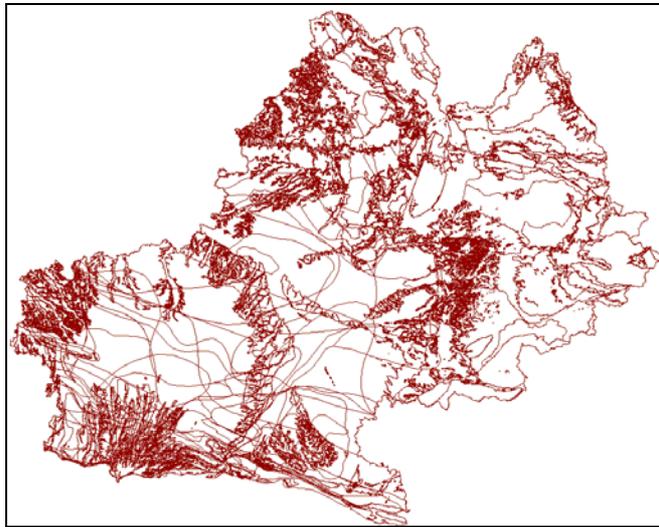


Illustration A17 – Table des limites des entités d'ordre 1
(exemple de la région Midi-Pyrénées)

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

2.2.4. Table RHF_Limites_nature

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

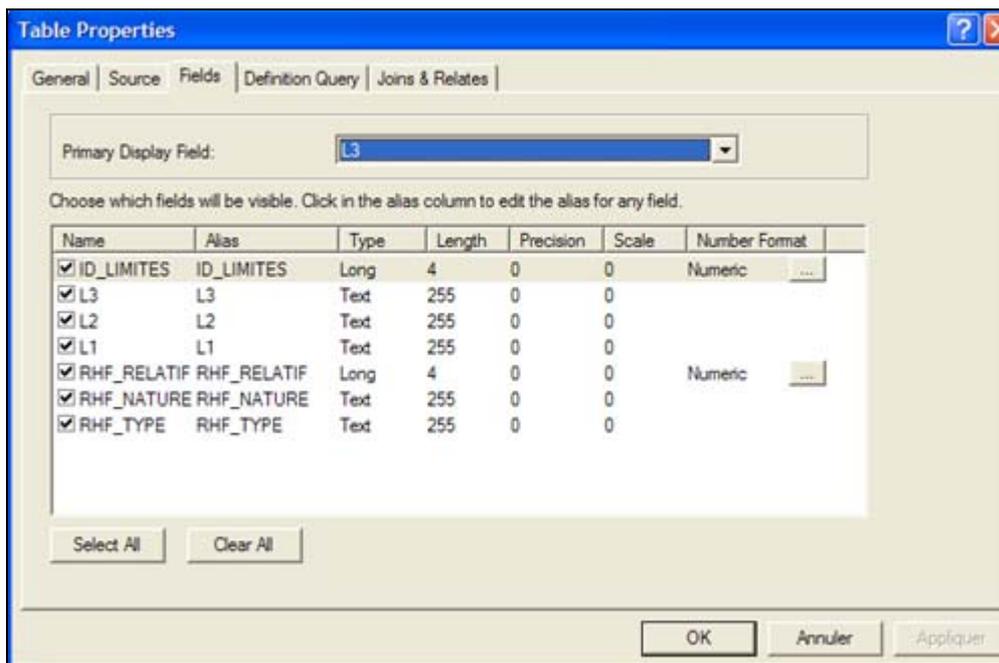


Illustration A18 – Table de la nature des limites

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

par exemple : |F10G1|F11T1|.

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

par exemple : |F10G1|Monde|.

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

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

par exemple : |F10G|F11T|.

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

par exemple : |F10G|Monde|.

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

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

par exemple : |F10|F11|.

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

par exemple : |F10|Monde|.

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

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

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

Le champ **RHF_Type** définit la typologie de la limite décrite par le producteur de données.

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

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

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

Illustration A19 – Lexique de la nature des contacts

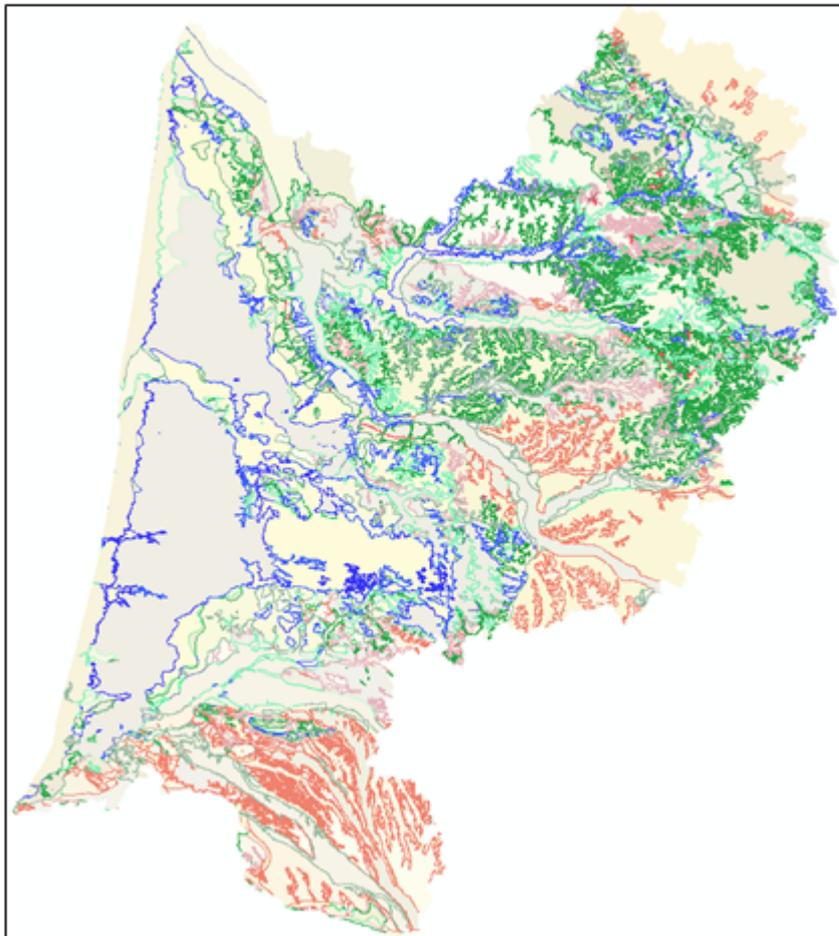


Illustration A20 – Exemple de représentation des limites en fonction de la nature des contacts (référentiel de l'Aquitaine)

2.2.5. Requêtes sur le modèle et tables associées

Requêtes Toits et murs

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

Dans l'illustration suivante,

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

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	0.0498405765	6587742	295275298.44	3

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

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

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

Table (requête) : BDRHF_TABLE_MUR (BDRHF_MUR)

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

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

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

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

2.2.6. Table des ordres

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

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

Illustration A25 - Table des ordres

3. Exploitation de la géodatabase

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

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

3.1.1. Extraction de données

L'extraction de données de la géodatabase porte essentiellement sur la création de requêtes fondée sur RHF_ENTITE (le code de l'entité), RHF_NIVEAU (niveau d'ordonnancement) et RHF_RELATIF (ordre de recouvrement)

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

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

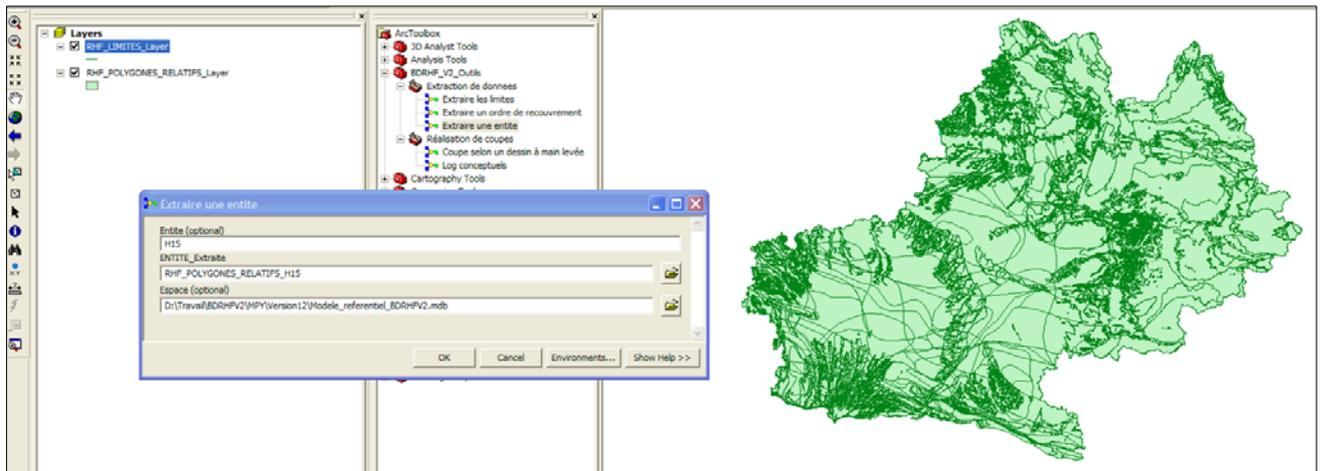


Illustration A26 – Boîte à outils dédiée au référentiel (image du référentiel Midi Pyrénées)

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

On souhaite par exemple extraire l'entité codée 4P2 (illustration A27). Le résultat est mis dans une "couche" particulière que l'on a nommé "entité_4P2" (illustration) et qui s'affiche dans la fenêtre de visualisation d'ArcView (illustration A27).

La table attributaire de l'entité extraite ("entité_4P2") contient les ordres relatifs de recouvrement; il est donc possible, grâce à une gamme de couleurs, de suivre la progression en profondeur de l'entité. Sur l'exemple traité, ordre 1 en rouge, ordre 2 en orange, ordre 3 en vert clair, ordre 4 en vert foncé.

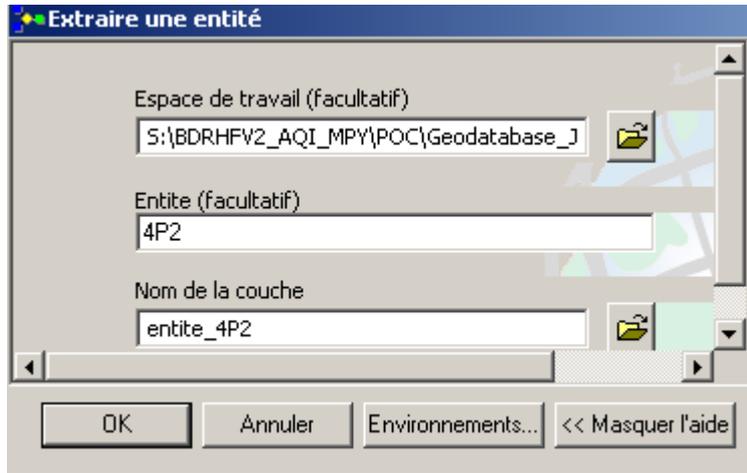


Illustration A26 - Boîte de dialogue pour l'extraction d'une entité

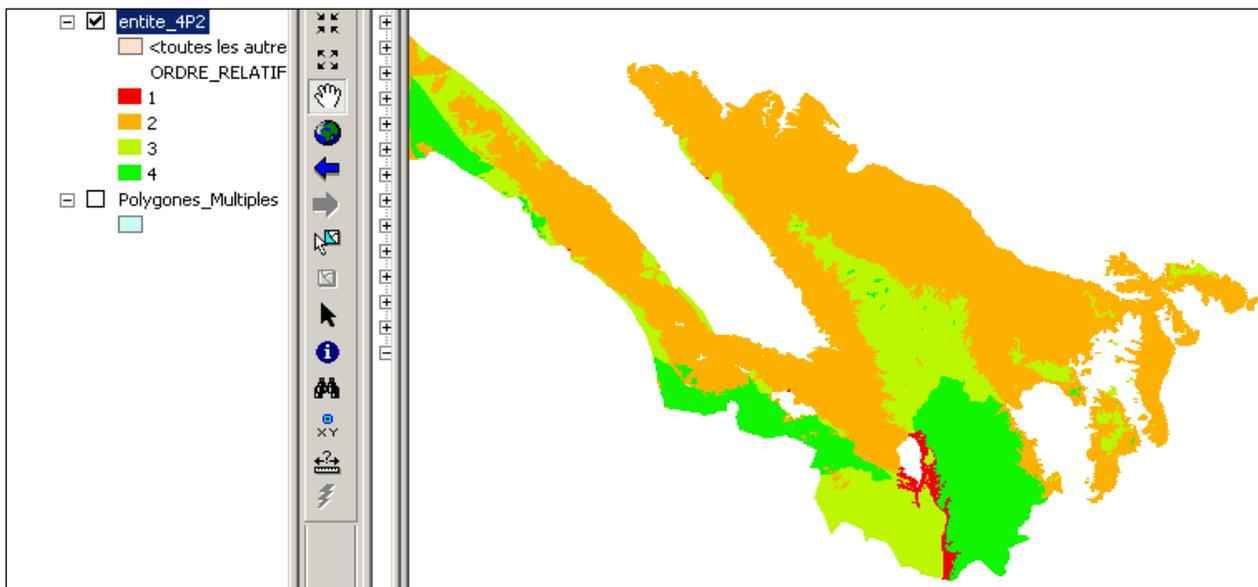


Illustration A27 – Affichage dans ArcView de l'entité extraite
(exemple Poitou-Charentes)

3.2. RÉALISATION DE COUPES VERTICALES

Dans la boîte à outils, on sélectionne "*traitements 3D*" puis "*coupe selon un dessin main levée*".

L'illustration A27 précise les opérations à effectuer en prenant l'exemple du référentiel de la région Aquitaine.

En fin d'opération, la coupe issue de ArcMap ("*coupe_aquitaine.shp*") peut être visualisée avec **ArcScene** en affectant une épaisseur fictive à toutes les couches (aller dans "*propriétés de la couche*" puis "*hauteur de base*") et en réalisant une extrusion. dans cet exemple:

- l'extrusion des unités est fixée à 10,
- la position verticale est égale à $RHF_Relatif * - 10$

D'autres couches peuvent être ajoutées, pour faciliter le repérage dans la coupe.

...

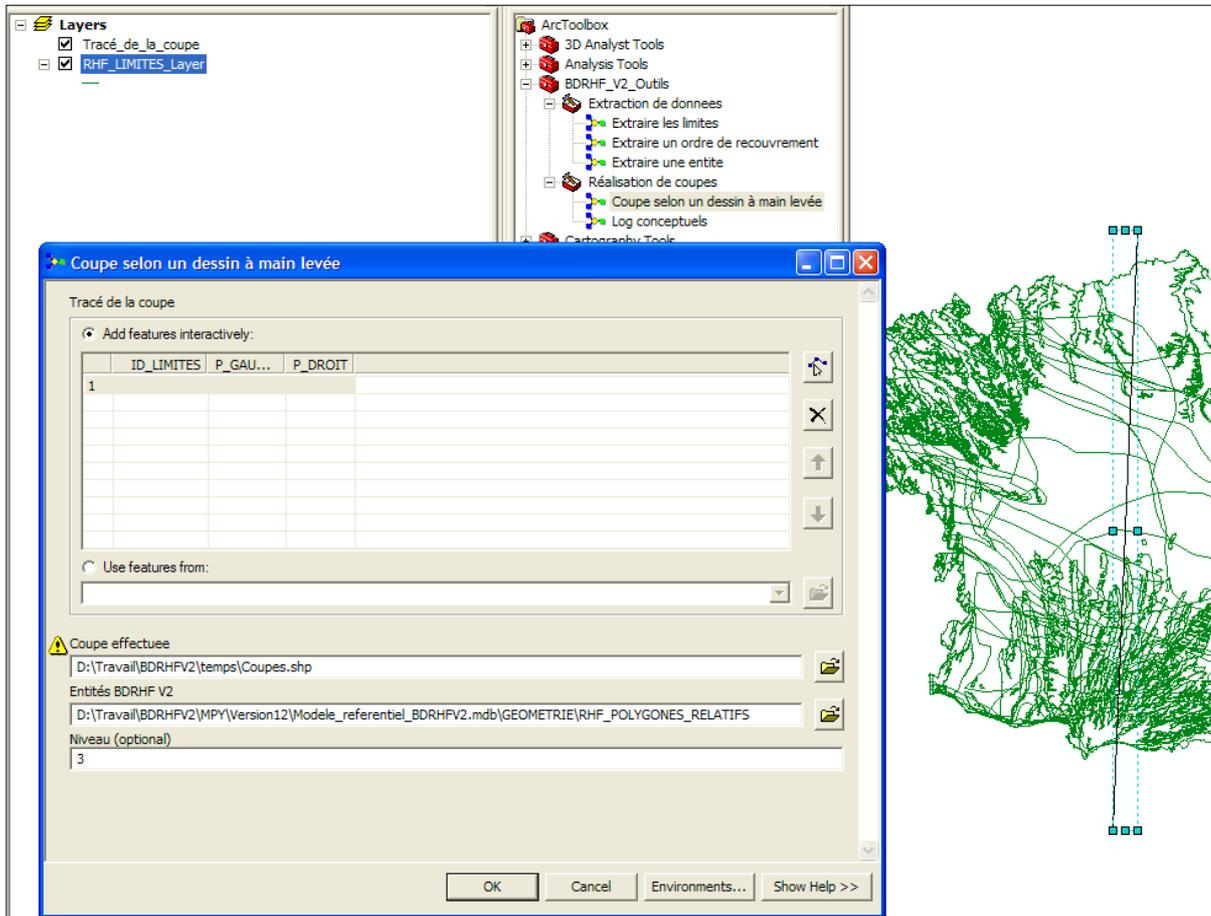


Illustration A28 – Réalisation de coupes dans le référentiel (exemple de l'Aquitaine)

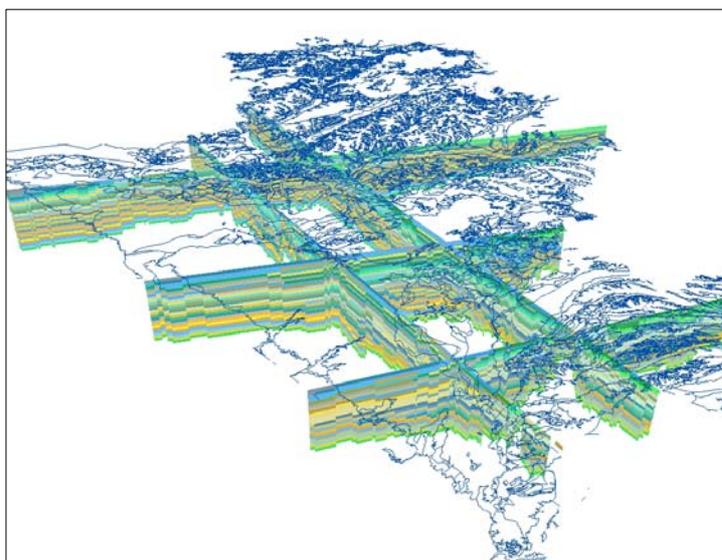


Illustration A28 – Tracé de 5 axes de coupe (référentiel Midi-Pyrénées)

3.3. OUVERTURE DE LA GÉODATABASE SOUS MSACCESS©

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

RHF_TABLEAU_SYNTHETIQUE

NIVEAU: 3 ENTITE: 10P1 Ordre absolu: 100 THÈME: Sédimentaire
 Nom: Système aquifère des calcaires du Dogger Parties profondes captives NATURE: Système aquifère
 ETAT: Nappe captive MILIEU: Milieu karstique

Ordres: Les Murs Les Toits Mise à jour des natures de limites Limites détaillée Limites déduites Table des relations Niveau n-1 - Niveau n+1

RHF_RELATIF	Parts	Aire:
1	29.86%	4488976917.55692
2	1.16%	173655893.404331
3	19.85%	2983008408.39113
4	9.82%	1475620118.9853
5	6.00%	901854985.28783
6	6.52%	980659116.884326
7	16.76%	2519444483.17026
8	5.87%	881727107.737387
9	4.16%	625958339.074641

Enr: 1 sur 9

Mise à jour

Enr: 30 sur 298

Illustration A29 – Ouverture de la géodatabase sou MSACCES

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

...

Annexe 8

Fiches descriptives des entités de niveau 2



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

Service géologique régional Ile-de-France
7 rue du Théâtre
91884 Massy cedex - France
Tél. : 01 69 75 10 25