

Document public



# Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées- Atlantiques

## Aptitude au ruissellement/infiltration

Rapport final

BRGM/RP-60613-FR

Avril 2012



# Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées- Atlantiques

## Aptitude au ruissellement/infiltration

Rapport final

BRGM/RP-60613-FR  
Avril 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 09EAUK19

A. Abou Akar et B. Ayache

Vérificateur :

Nom : **N. Pédron**

Date : 01/03/2012

(original signé)

Approbateur :

Nom : **N. Lenôte**

Date : 05/03/2012

(original signé)

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

**Mots-clés** : alluvions, aquifère, Aquitaine, bassin, chaînon, entité hydrogéologique, fissuré, flysch, fonctionnement homogène, infiltrant, intensément plissé, karstique, masse d'eau, massif, poreux, Pyrénées-Atlantiques, ruisselant, sous-secteur, unité de gestion, vulnérabilité, zone hydrographique.

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

**Abou Akar A. et Ayache B.** (2012) – Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées-Atlantiques. Aptitude au ruissellement/infiltration. Rapport BRGM/RP-60613-FR, 64 p., 21 fig., 1 tabl., 6 ann. dont 1 h.t.

## Synthèse

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (JOCE, 2000/60/CE) a défini un référentiel commun pour l'évaluation et la surveillance de l'état des ressources en eau. Ce référentiel est basé sur la notion de masses d'eau superficielles (MESU) ou souterraines (MESO). Il inclut un ensemble de définitions à utiliser pour délimiter et caractériser ces masses d'eau, pour évaluer leur état, pour les surveiller et pour présenter les résultats.

Pour atteindre ses objectifs, la DCE exige des états membres de se doter de moyens nécessaires au maintien ou à la restauration du bon état des eaux superficielles et souterraines d'ici 2015.

En Adour-Garonne, il a été jugé prioritaire de répondre à cette exigence par une approche multicritères visant à identifier des unités cartographiques élémentaires présentant des fonctionnements homogènes (les Unités de Gestion). Elle a déjà été réalisée, avec l'appui de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (AEAG) et de la DREAL de Bassin, sur les huit départements de Midi-Pyrénées où elle est devenue indispensable au suivi qualité des eaux souterraines notamment pour optimiser les réseaux d'observation.

En Aquitaine, la délimitation des Unités de Gestion a déjà été réalisée sur les départements de la Gironde, de la Dordogne et de Lot-et-Garonne avec le concours financier de l'AEAG et des Conseils généraux de la Gironde, de la Dordogne et de Lot-et-Garonne (Abou Akar et Ayache, 2009a, 2009b, 2010). Le présent rapport décrit les travaux menés sur le département des Pyrénées-Atlantiques selon la même méthodologie. A terme, la cartographie des EHFH devrait être étendue au département des Landes.

Une telle approche cartographique associée à la mise en place d'un Système d'Information Géographique répond à trois finalités :

- Calculer la vulnérabilité du milieu à la pollution,
- Hiérarchiser les plans d'action : où faut-il intervenir en premier lieu et comment ?
- Sensibiliser et communiquer.

Les Unités de Gestion proposés dans le présent rapport prennent le terme d'entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH). Ce n'est qu'après la prise en compte du mode d'occupation du sol (CORINE Land Cover), des modifications éventuelles et validation par l'AEAG et les Conseils généraux, concernés, que ces EHFH prendront le titre d'Unités de Gestion. C'est pourquoi le présent rapport reprend la terminologie d'EHFH.

Le département des Pyrénées-Atlantiques compte 10 masses d'eau souterraine concernées par la délimitation des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH). 123 EHFH sont proposées sur ce département dont 20 sont en commun avec les départements limitrophes (Landes, Gers et Hautes-Pyrénées) en raison notamment des contraintes physiques imposées par les bassins versants ou

sous-secteurs (regroupement de 3 à 8 bassins versants en général) inter-départementaux.

Ce nombre d'EHFH paraît élevé. Il n'est cependant pas envisageable d'avoir autant de points de contrôles dans un département. Ces EHFH auront certainement, comme en région Midi-Pyrénées, vocation à être regroupées pour former des Méga Unités de Gestion qui serviront à la refonte des réseaux

Sur ces 123 EHFH, 50 sont du type « ruisselant », 35 du type « infiltrant » et 38 du type « mixte : ruisselant + infiltrant ». En terme de surface, la plus grande EHFH a une superficie de 347,2 km<sup>2</sup> et la plus petite a une superficie de 3,9 km<sup>2</sup>. La surface moyenne des EHFH est de 71,7 km<sup>2</sup>. Ce chiffre de 123 EHFH est supérieur aux nombres d'EHFH définies sur les départements de Gironde (95), de Dordogne (119) et de Lot-et-Garonne (55). Ceci est principalement lié à la complexité géologique et structurale du département dont une bonne moitié se trouve dans le domaine intensément plissé pyrénéen. Cette grande hétérogénéité des formations a conduit à réduire la superficie des EHFH et donc augmenter leur nombre. Comme pour les autres départements, un travail de synthèse et d'arbitrage devra être réalisé pour optimiser le nombre d'EHFH. Celui-ci se fera en privilégiant les EHFH d'ordre stratégique (par exemple celles concernant des aquifères très sollicités pour l'AEP) et/ou en regroupant celles de moindre importance afin d'aboutir in fine aux Unités de Gestion proprement dites.

Un travail de réflexion pourra ainsi être engagé avec l'AEAG et les services techniques des conseils généraux concernés pour optimiser les points de surveillance, aussi bien en nombre qu'en position géographique. Pour les départements disposant déjà d'un réseau de contrôle qualité, certains points de contrôle actuels pourront être repositionnés, voire supprimés ou créés pour certaines masses d'eau afin de mieux tenir compte du travail de découpage de masses d'eau. Les découpages pourront eux aussi être modifiés à la marge en fonction des éléments complémentaires qui découleront du traitement des départements limitrophes, du mode d'occupation du sol (CORINE Land Cover) ou de la nécessité de regrouper certaines EHFH.

Le cas du nombre important d'Unités de Gestion à gérer a déjà été rencontré dans la région Midi-Pyrénées. Le BRGM Midi-Pyrénées a ainsi proposé, après concertation avec l'AEAG et les décideurs régionaux, un regroupement des Unités de Gestion en Méga Unités de Gestion dites MUG. Des bassins versants ont ainsi été regroupés en Méga bassins versants (MBV).

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Contextes géographique, géologique et hydrogéologique .....</b>	<b>11</b>
2.1. GEOGRAPHIE .....	11
2.2. GEOMORPHOLOGIE .....	11
2.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL ET DEPARTEMENTAL .....	12
2.3.1. Contexte géologique régional .....	12
2.3.2. Contexte géologique départemental .....	12
2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DEPARTEMENTAL	19
2.5. LES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES DANS LA ZONE PYRENEENNE (REFERENTIEL BD LISA).....	20
2.5.1. Introduction.....	20
2.5.2. Découpage des entités hydrogéologiques .....	21
2.5.3. Cas des formations superficielles .....	24
<b>3. Données prises en considération .....</b>	<b>25</b>
3.1. LES DONNEES DE BASE .....	25
3.1.1. MESO (Masse d'eaux souterraines) .....	25
3.1.2. Référentiel BD-LISA (Limites des Systèmes Aquifères).....	29
3.1.3. BD Carthage® .....	31
3.1.4. CORINE Land Cover (CLC).....	32
3.1.5. Modèle Numérique de Terrain (MNT) .....	34
3.1.6. Autres données .....	34
3.2. DONNEES VALORISEES : TRAVAUX ANTERIEURS.....	35
3.2.1. Carte de vulnérabilité des systèmes aquifères en Aquitaine .....	35
3.2.2. Analyse de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines autour des sites BASOL.....	35
<b>4. Méthodologie.....</b>	<b>37</b>
4.1. DEFINITIONS .....	37
4.2. PRINCIPE D'IDENTIFICATION DES EHFH .....	38

4.3. CROISEMENT DES DONNEES .....	39
4.3.1. Outils .....	39
4.3.2. Logique respectée .....	39
4.4. VALIDATION EXPERT .....	44
4.5. APPRECIATION DE LA VULNERABILITE DE L'EHFH .....	46
4.5.1. Vulnérabilité intrinsèque du milieu .....	47
4.5.2. Vulnérabilité liée à l'occupation du sol (CORINE Land Cover) .....	47
4.5.3. Calcul de la vulnérabilité totale du milieu .....	48
4.5.4. La vulnérabilité par défaut .....	48
<b>5. Résultats .....</b>	<b>51</b>
5.1. RESULTATS ATTENDUS .....	51
5.2. EXEMPLES DE CAS TRAITES .....	52
5.2.1. Les EHFH du type infiltrant « pf » : exemple d'une nappe alluviale ....	52
5.2.2. Les EHFH du type infiltrant « k » : Chaînon du Massif d'Armendarits.	53
5.2.3. Les EHFH inter-régionales du type infiltrant « k » : Chaînon de Durban-Bétharram .....	54
5.2.4. Les EHFH du type ruisselant « bv » : formations cristallines du massif de l'Ursuya .....	55
5.2.5. Les EHFH du type mixte « k + bv » : Chaînon du Massif des Arbailles	55
5.3. BILAN STATISTIQUE .....	56
5.4. FICHES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES DE FONCTIONNEMENT HOMOGENE .....	57
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>61</b>
<b>7. Bibliographie .....</b>	<b>63</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Géologie de la région Aquitaine (d'après la carte géologique de la France au 1/1 000 000, source BRGM) .....	15
Figure 2 : Légende de la carte géologique de la France au 1/1 000 000 (source BRGM) .....	17
Figure 3 : Massifs de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne. ....	21
Figure 4 : Bassins de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne. ....	22
Figure 5 : Chaînons de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne. ....	23
Figure 6 : Découpage de niveau NV3 de l'unité semi-perméable des flyschs crétacés du massif pyrénéen.....	24
Figure 7 : Masses d'eaux souterraines affleurantes établies sur la région Aquitaine.....	27
Figure 8 : Exemple de réseaux, zones et sous-secteurs hydrographiques .....	31
Figure 9 : Mode d'occupation du sol autour de Pau. ....	33
Figure 10 : Modèle Numérique de Terrain sur le département des Pyrénées-Atlantiques.....	34
Figure 11 : carte de vulnérabilité des systèmes aquifères libre en Aquitaine (Seguin, 2002).....	36
Figure 12 : Zones d'affleurements des différents aquifères sur le département des Pyrénées-Atlantiques. ....	41
Figure 13 : Simplification de la lithologie sur le département des Pyrénées-Atlantiques en termes de perméabilité de la roche.....	42
Figure 14 : Exemple de constitution d'EHFH du type infiltrant sur un secteur présentant des zones d'affleurements des formations du Tertiaire. ....	46
Figure 15 : Vulnérabilité totale calculée à partir de la vulnérabilité intrinsèque (coef. 10) et de la note du Mode d'occupation du sol (coef. 2). ....	49
Figure 16 : Vulnérabilité totale incluant la vulnérabilité à priori.....	50
Figure 17 : Exemple d'une EHFH infiltrante relative à la nappe alluviale du Gave de Pau .....	52
Figure 18 : Exemple d'une EHFH infiltrante relative au Chaînon du massif d'Armandarits (EHFH couverte partiellement par le Flysch).....	53
Figure 19 : Exemple d'une EHFH inter-régionales type « k » relative au Chaînons de Durban-Bétharram et constituée de formations aquifères calcaires et de domaines hydrogéologiques ruisselants. ....	54
Figure 20 : EHFH relative aux formations cristallines du massif de l'Ursuya. ....	55
Figure 21 : Exemple d'une EHFH mixte « k + bv » relative au Chaînon du massif des Arbailles constituée d'une formation aquifère au nord et d'une formation ruisselante (Flysch) au sud.....	56

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des EHFH sur les 10 MESO libres sectorisées du département des Pyrénées-Atlantiques.....	59
--	----

## Liste des annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des masses d'eau souterraines (MESO) libres sur la région Aquitaine.....	65
Annexe 2 : Liste des entités hydrogéologiques (référentiel BD-LISA) de niveau 3 répertoriées sur le bassin sédimentaire de la région Aquitaine .....	69
Annexe 3 : Liste des entités hydrogéologiques (référentiel BD-LISA) de niveau 3 répertoriées sur l'intensément plissé de la région Aquitaine.....	73
Annexe 4 : Mode d'occupation du sol d'après la base de données CORINE Land Cover .....	77
Annexe 5 : Carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée du département des Pyrénées-Atlantiques (Mardhel, 2006) .....	81
Annexe 6 : Fiches de présentation des Entités Hydrogéologiques de Fonctionnement Homogène .....	85

# 1. Introduction

Le projet « Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées Atlantiques – Aptitude au ruissellement/infiltration » est réalisé dans le cadre de la mission de service public du BRGM relevant de la thématique EAU, PSP08AQI24, réalisé par le Service Géologique Régional d'Aquitaine.

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (JOCE, 2000/60/CE) a défini un référentiel commun pour l'évaluation et la surveillance de l'état des ressources en eau. Ce référentiel est basé sur la notion de masses d'eau superficielles (MESU) ou souterraines (MESO). Il inclut un ensemble de définitions à utiliser pour délimiter et caractériser ces masses d'eau, pour évaluer leur état, pour les surveiller et pour présenter les résultats.

Cette directive a pour objet d'établir un cadre pour la protection des eaux superficielles et souterraines, qui prévienne toute dégradation supplémentaire, promeuve une utilisation durable de l'eau, renforce la protection de l'environnement aquatique, assure la réduction progressive de la pollution des eaux souterraines et contribue à atténuer les effets des inondations et des sécheresses.

Pour atteindre ses objectifs, la DCE exige des états membres de se doter de moyens nécessaires au maintien ou à la restauration du bon état des eaux superficielles et souterraines d'ici 2015.

L'article 2 de la directive définit une **masse d'eau souterraine**, comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères » et un **aquifère** comme « une ou plusieurs couches souterraines ou autres couches géologiques d'une porosité et perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine ».

L'article 3, alinéa 1 de cette directive précise : « Les États membres recensent les bassins hydrographiques qui se trouvent sur leur territoire national et, aux fins de la présente directive, les rattachent à des districts hydrographiques. Les petits bassins hydrographiques peuvent, si nécessaire, être liés à des bassins plus importants ou regroupés avec des petits bassins avoisinants pour former un district hydrographique... ».

Par ailleurs, l'alinéa 1 de l'article 8 prévoit que : « Les Etats membres veillent à ce que soient établis des programmes de surveillance de l'état des eaux afin de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique... ».

L'Agence de l'Eau Adour Garonne, chargée de l'application de cette directive cadre sur son district, a confié au BRGM Aquitaine le travail de découpage des masses d'eau en Aquitaine en des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH) dites

« Unités de Gestion ». Ce travail de découpage des masses d'eau sur les départements de la Gironde, de la Dordogne et de Lot-et-Garonne a été effectué en 2009 et en 2010 avec le concours financier des Conseils généraux des trois départements concernés (Abou Akar et Ayache, 2009a, 2009b, 2010). Pour les Pyrénées-Atlantiques, ce travail, objet de ce présent rapport, bénéficie lui aussi du soutien financier du Conseil général des Pyrénées-Atlantiques. Cette mission fait suite à celle confiée antérieurement au BRGM Midi-Pyrénées pour réaliser la même cartographie dans cette région (Schoen et Ricard (2001) ; Schoen et Codvelle (2001) ; rapport FREDEC Midi-Pyrénées ; Ghyselinck (2004)).

Ce travail intitulé « **Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées-Atlantiques** » consiste à **définir l'aptitude au ruissellement/infiltration au sein de chaque unité et à calculer ultérieurement la vulnérabilité au sein de chacune d'entre elles.**

Il s'agit donc de caractériser le fonctionnement des systèmes hydrogéologiques, principalement les milieux superficiels (puisqu'ils sont les plus vulnérables), vis-à-vis des mécanismes variés de cheminement des eaux de pluie.

Par ailleurs, l'article 8 de la directive nécessitera la définition, pour chaque UG, d'un (ou de plusieurs) point(s) de contrôle (exutoire, forage ou source) représentatif(s) de l'état de l'UG en question afin d'assurer un bon contrôle de la qualité de son eau et identifier une éventuelle pollution. Cette étape sort néanmoins du cahier des charges actuel de la présente étude.

Après un bref descriptif du contexte géologique régional et de celui des Pyrénées-Atlantiques (cf. Chap. 2), l'ensemble des données utilisées pour l'étude (réseau hydrographique, lithologie, relief, ...) sera décrit (cf. Chap. 3). La méthodologie utilisée sera ensuite exposée (cf. Chap. 4), elle est basée sur une analyse multicritères « semi-automatisée » à l'aide d'un SIG et l'expertise d'un hydrogéologue. Enfin, les résultats issus de ce travail de découpage des EHFH seront présentés (cf. Chap. 5).

## 2. Contextes géographique, géologique et hydrogéologique

### 2.1. GEOGRAPHIE

Le département des Pyrénées-Atlantiques couvre une surface de 7 645 Km<sup>2</sup> et a pour préfecture la ville de Pau. Il forme avec les départements de la Dordogne (24), de la Gironde (33), des Landes (40) et du Lot-et-Garonne (47) la région administrative de l'Aquitaine.

Ce département est constitué de 547 communes, au dernier recensement, il comptait 600 018 habitants.

La densité moyenne est de 78 habitants au km<sup>2</sup>, la majorité des habitants se concentre autour des deux grandes agglomérations que sont Pau et le BAB (Bayonne – Anglet – Biarritz). Par ailleurs, la densité de population est plus importante sur le littoral qu'à l'intérieur des terres.

### 2.2. GEOMORPHOLOGIE

De manière simplifiée, la géomorphologie du département des Pyrénées-Atlantiques se divise en 3 grands ensembles : la côte, le piémont pyrénéen et les Pyrénées (Karnay *et al.*, 2008 ; Vincent *et al.*, 2011).

**La côte** se divise en deux ensembles distincts :

- La partie nord de la côte des Pyrénées-Atlantiques constitue l'extrémité sud de la côte sableuse aquitaine.
- La partie sud du littoral qui correspond à l'extrémité sud du littoral français est constituée de la côte dite rocheuse. Elle est formée de falaises abruptes pouvant atteindre 50 m d'altitude alternant avec de petites baies sableuses. La lithographie de ces reliefs est composée en majorité de calcaires crétacés et tertiaires affectés par l'orogénèse pyrénéenne.

**Le piémont pyrénéen** est le lien entre les plaines landaises et la montagne de la chaîne pyrénéenne. Il s'agit de collines arrondies dont le dénivelé par rapport aux vallées dépasse rarement les 100 m. Cependant les pentes qui les forment dépassent fréquemment les 30 %.

Le troisième grand ensemble géomorphologique est formé par la **montagne pyrénéenne** en elle-même. Le point culminant dans le département des Pyrénées-Atlantiques se situe à une altitude de 2976 m au Pic de Palas. Les montagnes sont plus hautes vers l'intérieur des terres et d'une altitude moins importante en se rapprochant de l'océan.

## 2.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL ET DEPARTEMENTAL

### 2.3.1. Contexte géologique régional

Un extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000 est présenté sur les figures 1 (carte) et 2 (légende).

Depuis les contreforts du Massif Central et des Pyrénées, jusqu'à l'Atlantique, le Bassin aquitain est constitué d'empilements de couches perméables de grès ou de calcaires alternant avec des argiles ou des marnes imperméables. Dans ce bassin sédimentaire, les couches les plus anciennes affleurent à l'est et au nord et sont recouvertes par les couches plus récentes qui s'épaississent et s'approfondissent vers l'ouest pour s'étendre largement sous le plateau continental à plus de 50 kilomètres au large de la côte girondine (Platel *et al.*, 2002a, Platel, 2004).

Ces terrains appartiennent à des formations géologiques allant de l'ère mésozoïque (Secondaire) à la période actuelle. Pendant ces 250 millions d'années, les conditions physiques et climatiques qui régnaient sur le bassin ont évolué, modifiant sans cesse la nature des dépôts de sédiments qui constituent aujourd'hui le sous-sol aquitain. Le fait le plus notable est sans doute lié aux cycles des transgressions et des régressions marines qui déterminaient à un instant *t* et dans un secteur donné les conditions de dépôt continentales, margino-littorales, marines de plates-formes peu profondes ou marines profondes.

### 2.3.2. Contexte géologique départemental

La géologie du département des Pyrénées Atlantiques se divise en 4 grands ensembles qui forment des bandes E-W (orienté N120°E) : (Karnay *et al.*, 2008 ; Vincent *et al.*, 2011).

- **La zone axiale hercynienne (paléozoïque)** : Le relief pyrénéen est constitué au Sud (le long de la frontière espagnole) par la zone axiale pyrénéenne composée principalement de terrains paléozoïques (sédimentaires anciens, métamorphiques ou magmatiques). (Appelé zone primaire axiale, dans le rapport Pédrón *et al.* (2011)).
- **Les chaînons** : Au Nord de la zone cristalline on rencontre, toujours dans le relief pyrénéen, des chaînons du Trias au Crétacé inférieur, constitués principalement de calcaires et de marnes du Crétacé inférieur qui présentent une tectonique en blocs basculés reprise en compressions. On rencontre également des nappes du Crétacé supérieur. (Appelé zone nord-pyrénéenne séparée de la zone primaire axiale par la faille nord- pyrénéenne, dans le rapport Pédrón *et al.* (2011)).
- **Le Piémont : Le bassin de Flyschs** : Entre les chaînons pyrénéens et le gave de Pau, se trouve une zone de piémont constituée principalement de séries flyschoides datant du Crétacé supérieur à l'Eocène. Il s'agit d'une épaisse série monotone d'alternance argile/grès légèrement métamorphisés avec des épisodes plus calcaires sur les hauts fonds et des conglomérats aux abords des ruptures

de talus. (Appelé zone sous-pyrénéenne séparée de la zone nord-pyrénéenne par le chevauchement frontal nord- pyrénéen, dans le rapport Pédron *et al.* (2011)).

- **Le Nord-Est : Bassin aquitain :** Ce secteur est une zone de coteaux correspondant à un épandage « molassique » post Eocène principalement constitué de roches détritiques datant du Miocène au Quaternaire de la zone Sud du Bassin aquitain. (Appelé Bassin aquitain, séparé de la zone sous-pyrénéenne par le front nord-pyrénéen (FNP), dans le rapport Pédron *et al.* (2011)).

La tectonique du département est marquée par :

- Deux orogénèses : La première hercynienne et la deuxième alpine. Cette dernière présente deux phases : Pyrénéenne s.s. (Eocène pour simplifier) et Alpine (Miocène pour simplifier). Nous sommes dans la phase Alpine de la chaîne toujours tectoniquement active (zone nord catalane, zone d'Arette).
- Une halocinèse marquée avec des pointements de dômes de sel et de gypse en surface ou sous couverture.
- A la différence de l'Est de la chaîne des Pyrénées, un bassin plus important a vu le jour à la faveur de failles transformantes : le Bassin de Mauléon. Ce bassin s'est ouvert de l'Albien au Paléocène avant de se comprimer à l'Eocène.

Les formations superficielles (Quaternaire et actuelles) sont divisées en trois catégories :

- Les alluvions récentes qui sont liées au tracé du réseau hydrographique actuel. Elles sont constituées de colluvions, d'alluvions, d'argiles, de sables et de graviers,
- Les formations glaciaires qui sont localisées sur les sommets de la chaîne pyrénéenne et dans les anciennes vallées glaciaires. Elles sont constituées de galets, graviers et sables argileux, qui représentent les différents stades glaciaires,
- Les sables marins et éoliens qui forment les terrains superficiels le long du littoral. Les sables marins se retrouvent le long des plages du pays Basque et les sables éoliens se trouvent dans certaines dépressions géographiques du pays Basque ainsi que dans la partie méridionale des Landes.



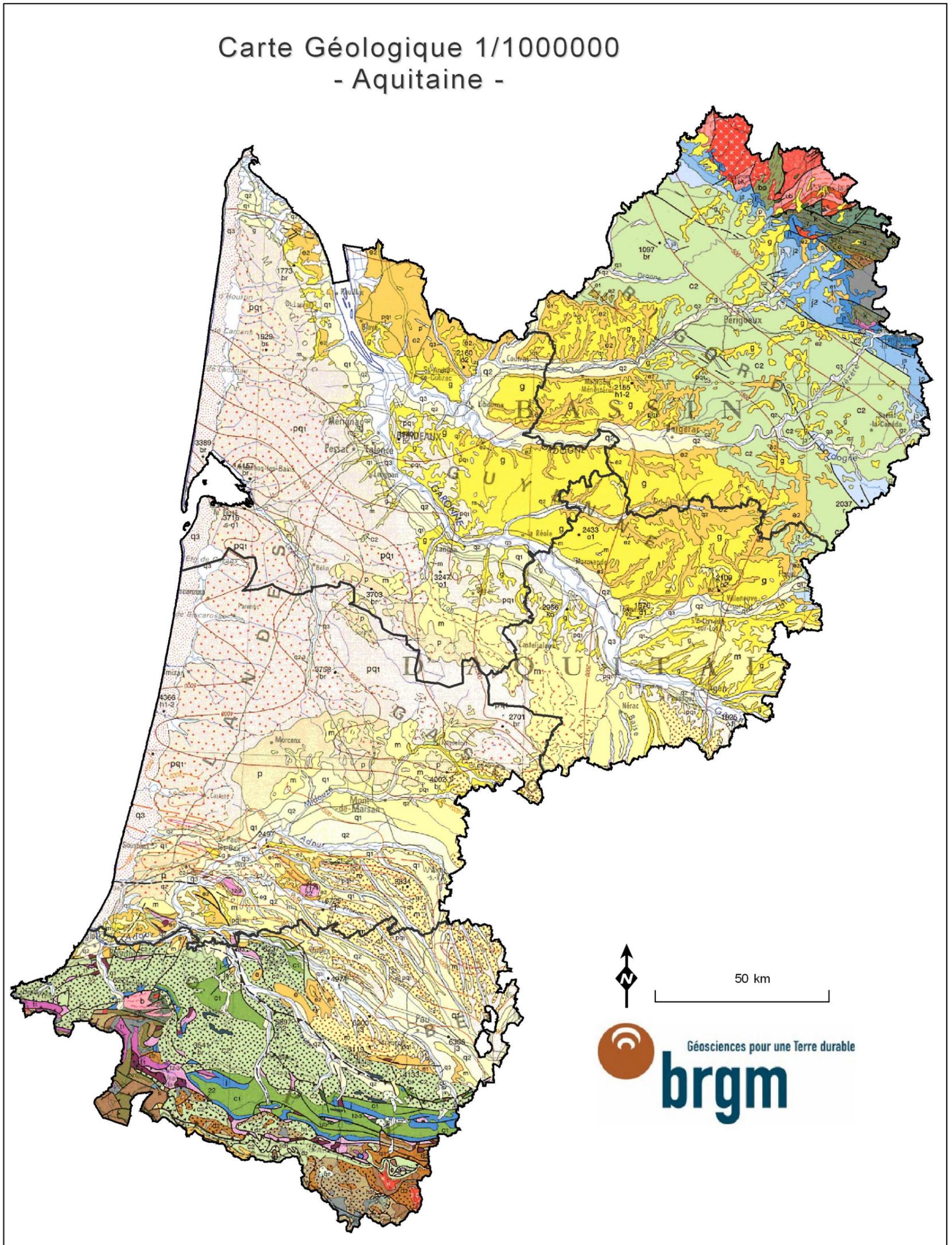


Figure 1 : Géologie de la région Aquitaine (d'après la carte géologique de la France au 1/1 000 000, source BRGM)



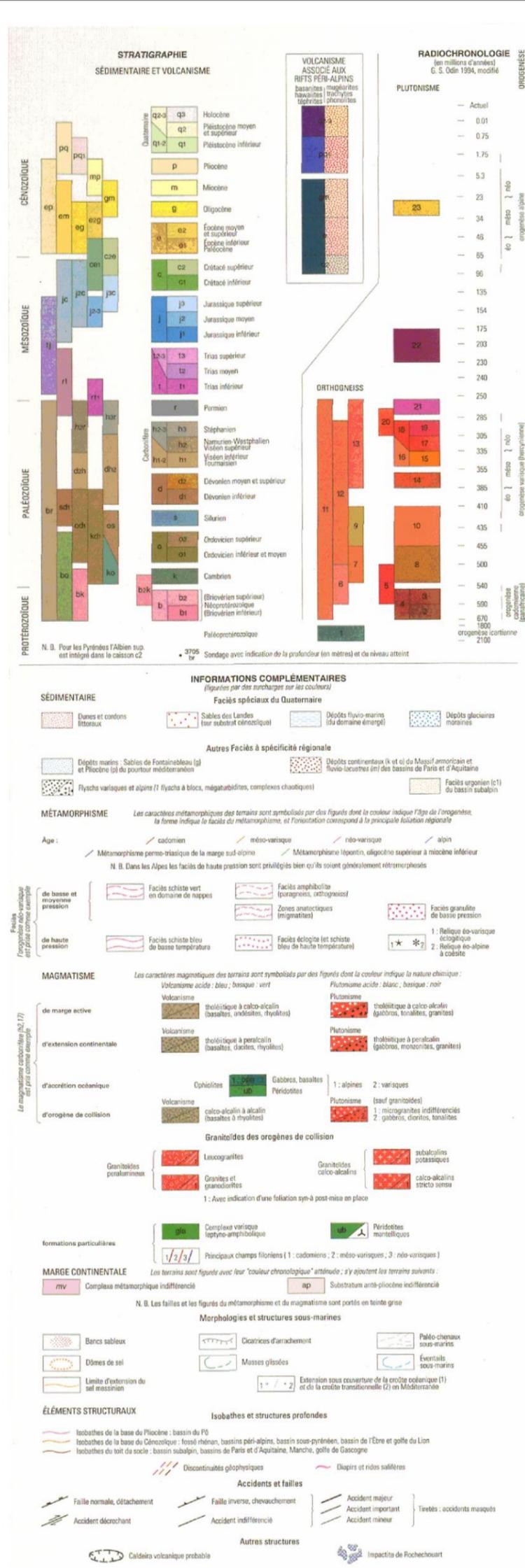


Figure 2 : Légende de la carte géologique de la France au 1/1 000 000 (source BRGM)



## **2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DEPARTEMENTAL**

Tout le réseau hydrographique du département des Pyrénées-Atlantiques est articulé autour du bassin de l'Adour. Ce bassin est formé de deux sous-bassins versants qui regroupent une majorité des cours d'eau du département. Il s'agit du bassin des Gaves et du bassin des Nives.

Le terme « gave » signifie torrent dans le sud-ouest de la France. Le bassin des Gaves est formé de deux entités ; le gave de Pau et le gave d'Oloron.

- Le gave de Pau prend sa source dans le cirque de Gavarnie dans les Hautes-Pyrénées et récolte les eaux des rivières Ouzoum, Béz, Ousse et Baïse.
- Le gave d'Oloron prend sa source sur la commune d'Oloron-Sainte-Marie dans le département des Pyrénées-Atlantiques et collecte principalement les cours d'eau pyrénéens du Haut-Béarn et de la Soule.

Les deux gaves se rejoignent environ 10 Km avant de se jeter dans l'Adour sur la commune de Peyrehorade dans le département des Landes, limitrophe des Pyrénées-Atlantiques. Cette partie du cours d'eau s'appelle « les gaves réunis ».

Le bassin des Nives est formé de plusieurs cours d'eau qui se rejoignent en aval de Saint-Jean-Pied de-Port pour former la Nive :

- La Nive de Béhérobie,
- La Nive d'Arnéguy,
- Le Laurhibar.

Cette rivière continue sa course vers l'Adour et collecte les eaux des Nives des Aldudes et du Bastan.

Il existe de nombreux aquifères dans les Pyrénées Atlantiques. On distingue de nombreux ensembles :

- la haute chaîne (zone primaire axiale) où les nappes principales sont superficielles dans les zones de fractures des terrains cristallins.
- les nappes karstiques dans les chaînons calcaires pyrénéens.
- les nappes de porosité et nappes mixte porosité/fracture du Crétacé supérieur à l'Eocène : il s'agit d'abord de nappes libres dans les Pyrénées et quelques zones occasionnelles dans le Sud des Landes et Le Nord du département. Elles deviennent ensuite captives dans le Nord du département. Ces nappes ne sont présentes que dans la zone du Piémont et dans le nord du département.

Notons que dans ce dernier ensemble, il est possible de distinguer 3 niveaux de nappes majeurs :

- L'aquifère du Crétacé supérieur qui est dolomitique dans les Pyrénées-Atlantiques,
- L'aquifère Paléocène présent sous deux faciès à L'Est du département :
  - Des niveaux gréseux dans les flyschs entre Pau et Tarbes,
  - Des calcaires et dolomies de plateformes au NE du département.
- L'aquifère éocène qui est un ensemble complexe important puisqu'il constitue un réservoir utilisé pour l'AEP. Il présente deux faciès principaux :
  - Les « Sables infra molassiques » correspondant à des dépôts détritiques péricontinentaux de bordure de plate-forme. On les retrouve à l'Est d'une ligne N-S imaginaire passant par Pau,
  - Entre cet axe N-S passant par Pau et un deuxième axe qui passerait par Peyrehorade, on rencontre un faciès de calcaire gréseux. Plus à l'ouest, des argiles et des marnes de domaine marin (non aquifères) sont présentes.

## **2.5. LES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES DANS LA ZONE PYRENEENNE (REFERENTIEL BD LISA)**

### **2.5.1. Introduction**

Le travail de délimitation des entités hydrogéologiques de la zone pyrénéenne en Aquitaine et en Midi-Pyrénées a été réalisé par Pédron *et al.* (2011). Sur les 3 niveaux d'identification définis, ont été identifiées au total :

- **256 unités de niveau local (NV3)** dont 151 situées exclusivement en région Midi-Pyrénées et 93 en Aquitaine,
- **52 systèmes ou domaines du niveau régional (NV2)** dont 24 situés exclusivement en Aquitaine et 24 n'intéressant que Midi-Pyrénées,
- **3 grands systèmes ou grands domaines du niveau national (NV1).**

A ces "entités principales", il faut ajouter 5 groupes d'entités complémentaires :

- **les alluvions récentes** identiques aux trois niveaux de découpage,
- **les alluvions anciennes** identiques aux trois niveaux de découpage,
- **les "formations témoins"** identiques aux trois niveaux de découpage.
- **les extensions sous-couverture des formations aquifères majeures des calcaires du Crétacé inférieur et des calcaires et dolomie du Jurassique.**

Ces entités hydrogéologiques serviront, de même que les masses d'eau, de point de départ pour la délimitation des entités hydrogéologiques à fonctionnement homogène, objet du présent rapport (cf. Chap. 3).

### 2.5.2. Découpage des entités hydrogéologiques

En fonction de la nature lithologique des terrains concernés et de leur positionnement au sein des grandes unités structurales de la chaîne pyrénéenne les ressources en eaux souterraines sont très irrégulièrement réparties. Six grands ensembles hydrogéologiques peuvent être distingués au sein du massif (Pédron *et al.*, 2011) :

#### **Formations de socle**

A l'échelle nationale (NV1) les formations de socle (roches plutoniques et métamorphiques) des Pyrénées ont été rassemblées avec les différents terrains constituant les massifs géologiques pour former une entité unique appelée : **Massif de l'intensément plissé de la Chaîne Pyrénéenne**. Le niveau régional correspond à l'individualisation des principaux massifs identifiés dans les Pyrénées (fig. 3). Ces formations constituent des aquifères de faible ampleur grâce à la capacité de la roche mère à acquérir une porosité de fissures à l'échelle minérale (85 à 90 % de la réserve en eau est susceptible d'être principalement contenue dans les 10 premiers mètres des horizons fissurés).

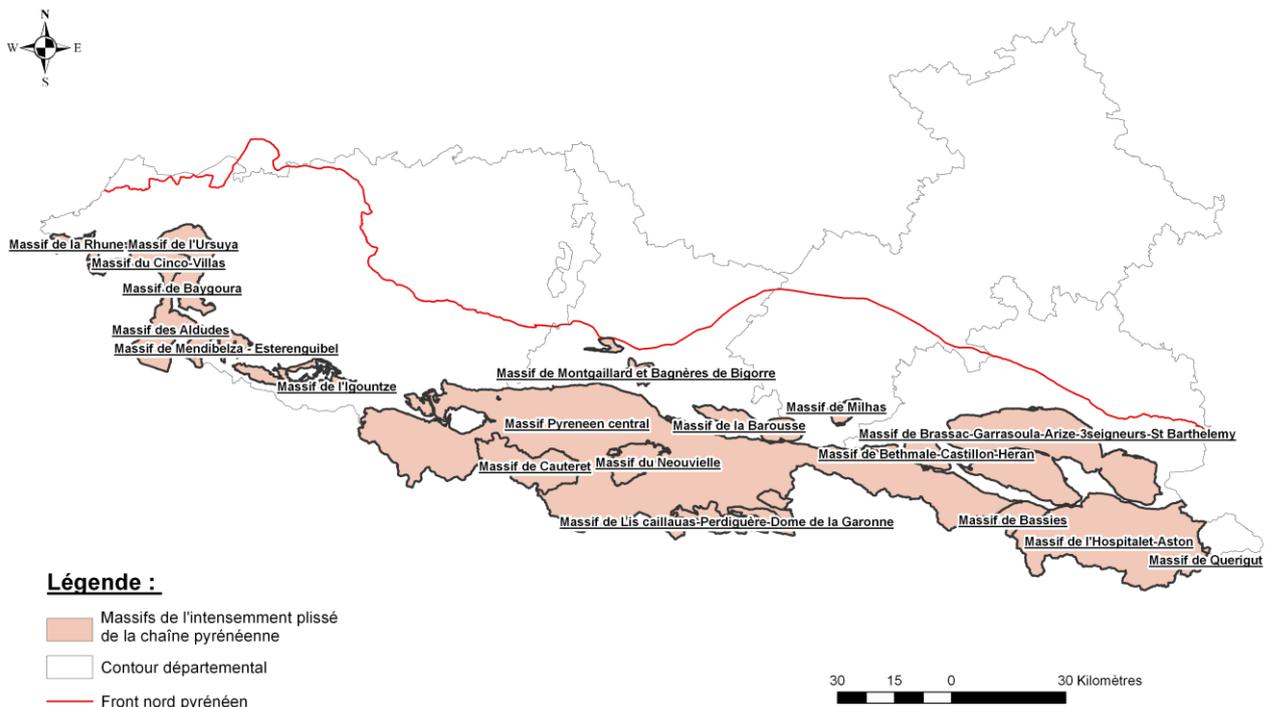


Figure 3 : Massifs de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne.

Au niveau NV3, on compte 27 unités aquifères de massifs de granitoïdes, 4 unités semi-perméables de massifs gneissiques et 5 unités semi-perméables de massifs de schistes et micaschistes.

### Massifs sédimentaires d'âge Paléozoïque

Plus anciens dépôts sédimentaires représentés dans le Massif pyrénéen, les formations du Paléozoïque ont été assemblées avec les terrains de socle en une seule entité de niveau NV1 regroupant l'ensemble des massifs. La délimitation des unités de niveau NV3 correspond à la distinction selon les massifs de un à quatre ensembles géologiques. Cette distinction au sein des 29 massifs paléozoïques identifiés en Midi-Pyrénées et en Aquitaine conduit à individualiser au niveau NV3, 14 unités semi-perméables de séries cambro-ordoviciennes à dévoniennes, 9 unités aquifères de calcaires dévoniens et 6 unités imperméables datées du Carbonifère.

### Chaînes et bassins sédimentaires du Mésozoïque

Situés pour l'essentiel dans la zone axiale et sous pyrénéenne, les terrains du Mésozoïque sont majoritairement carbonatés notamment au Lias inférieur, au Jurassique moyen et supérieur et au Crétacé inférieur et moyen (faciès Urgonien). Ces trois séries carbonatées sont d'une part, séparées les unes des autres par des formations imperméables et d'autre part, compartimentées compte tenu de la tectonique. Toutefois, selon les ensembles considérés, il peut exister des interconnexions entre les trois séries identifiées comme aquifère. A la différence du découpage établi pour les formations du Paléozoïque, celles du Mésozoïque ont été découpées en deux entités de niveau NV1 pour différencier les chaînes, majoritairement constitués de formations aquifères, des bassins qui sont surtout constitués de formations imperméables (fig. 4 et 5).

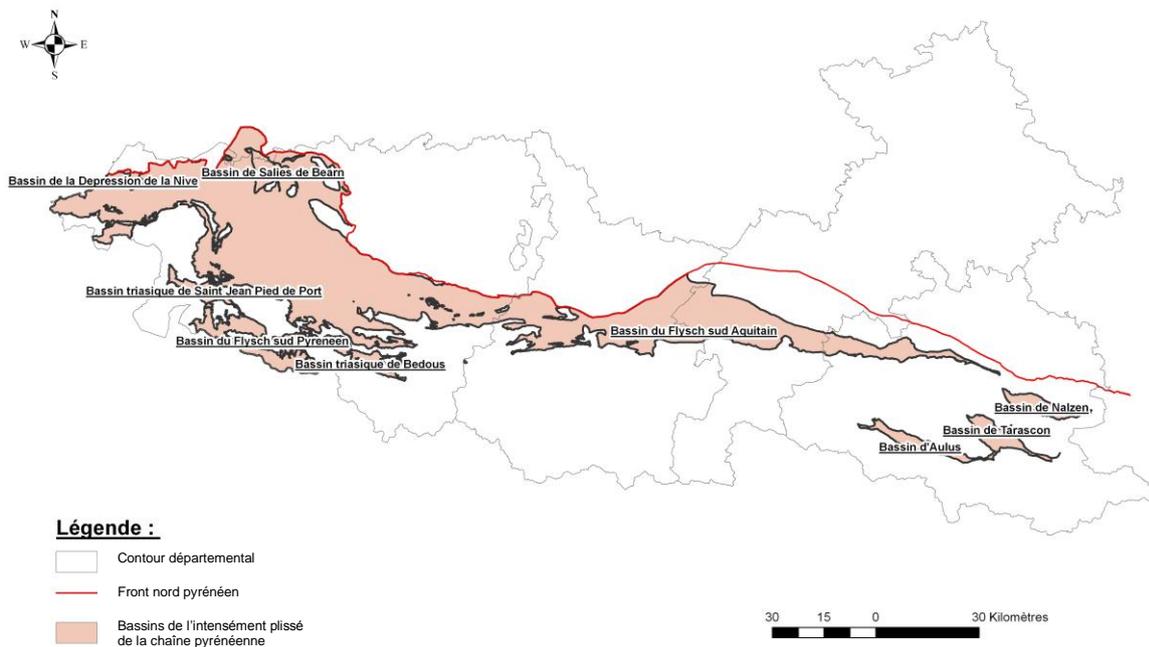


Figure 4 : Bassins de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne.

Au niveau régional, 5 bassins sont distingués en Aquitaine. Un bassin se prolonge en Aquitaine et en Midi-Pyrénées. Parmi ces formations de bassin, les flyschs du Crétacé

inférieur sont distingués des autres formations du Mésozoïque. Parmi les chaînons, 11 sont situés en Aquitaine et 1 s'étend en Aquitaine et Midi-Pyrénées.

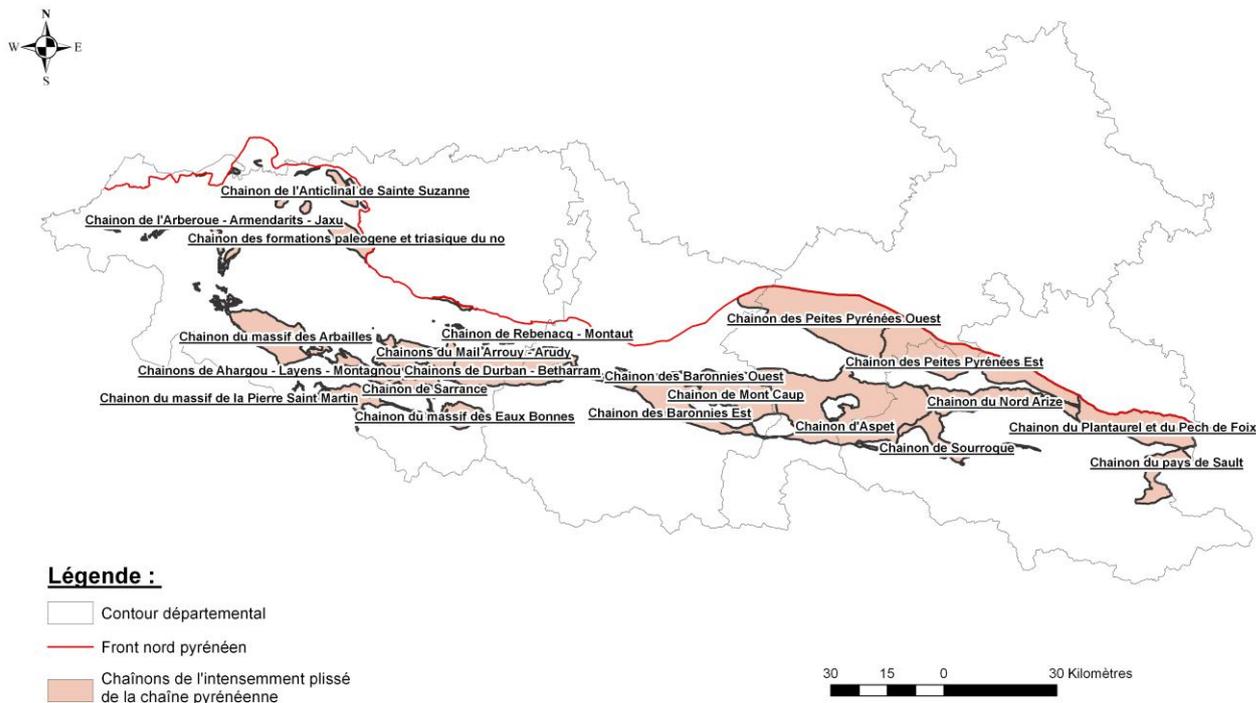


Figure 5 : Chaînons de l'intensément plissé de la chaîne pyrénéenne.

### Les bassins du Flysch du Crétacé

Deux ensembles, identifiés comme domaine hydrogéologique, ont été délimités pour désigner les formations de flysch du Crétacé, sachant que le même découpage a été pris en compte pour les trois niveaux d'identification (fig. 6)

Cette sédimentation détritique caractéristique du flysch s'est déroulée dès l'Albien et durant tout le Crétacé supérieur dans un profond sillon d'orientation ouest-est. Le flysch albo-cénomaniens est faiblement carbonaté, constitué principalement par une alternance argilo-gréseuse pouvant englober des passés bréchiques, latéralement conglomératiques. Au Crétacé supérieur, ces dépôts se caractérisent par une alternance de séries marneuses et de bancs calcaires. D'une manière générale, cet ensemble a été désigné comme domaine hydrogéologique en raison de l'abondance des termes argileux et marneux au détriment du développement de réservoirs dans les barres calcaires du flysch.

### Formations sédimentaires tertiaires du Bassin aquitain

Certaines formations géologiques du Tertiaire délimitées dans le domaine du thème sédimentaire du référentiel BD LISA (correspondant au Bassin aquitain) voient leurs

contours se poursuivre dans la zone attribuée au thème de l'intensément plissé. Pour ces entités, un découpage selon les limites du FNP a été réalisé tout en conservant le code identifiant issu du thème sédimentaire.

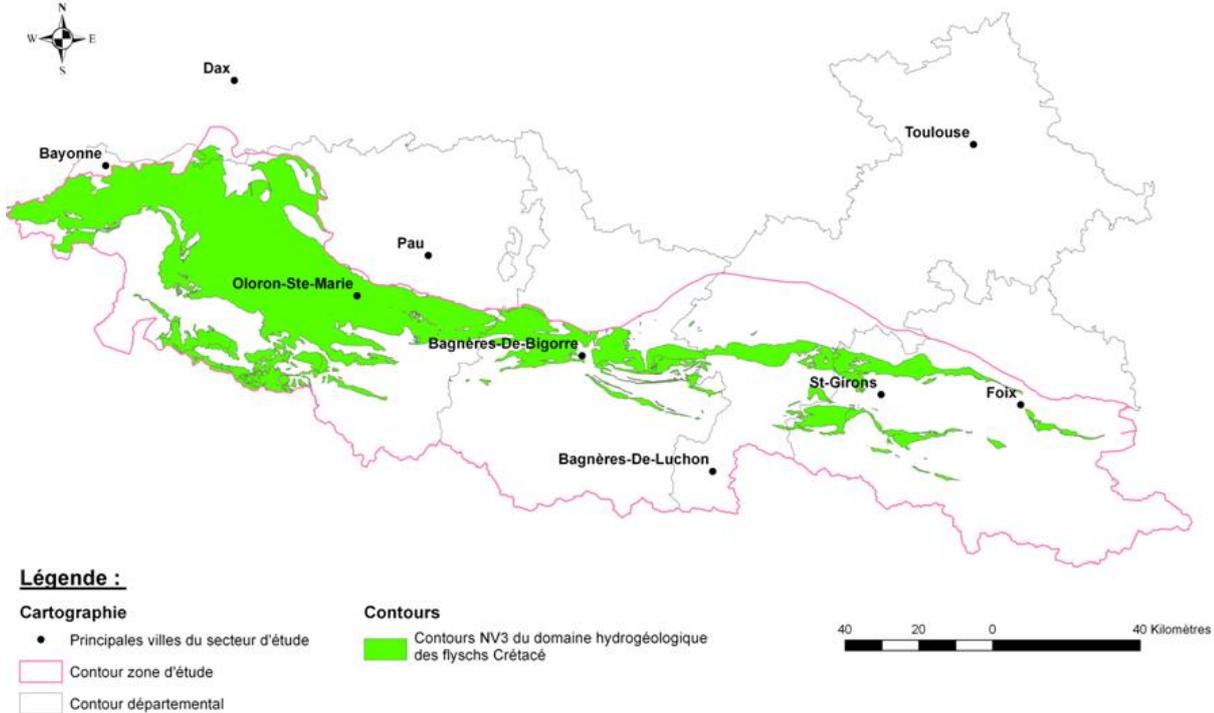


Figure 6 : Découpage de niveau NV3 de l'unité semi-perméable des flyschs crétacés du massif pyrénéen.

### 2.5.3. Cas des formations superficielles

Les formations superficielles sont rangées dans la catégorie des "entités complémentaires" et sont intégrées dans une "surcouche" du référentiel. Elles regroupent différents types d'entités :

- 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.
- des regroupements à vocation thématique d'entités de niveaux 1, 2 ou 3,

Dans le massif pyrénéen de la région Aquitaine, trois types d'entités complémentaires ont été définies :

- l'ensemble des dépôts alluviaux anciens,
- l'ensemble des dépôts alluviaux ou fluvio-glaciaires connectés hydrauliquement avec les rivières,
- les formations superficielles de faible extension et les buttes témoins.

## 3. Données prises en considération

Le présent chapitre permet de définir l'ensemble des données nécessaires à la réalisation du projet. On distinguera les données de base et les données valorisées.

Les données de base sont nécessaires à la définition des contours des EHFH alors que les données valorisées sont des approches de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères issues d'études antérieures réalisées par le BRGM. Elles permettent de valider des hypothèses de travail et d'effectuer des comparaisons.

L'ensemble des données relève de bases de données représentées sous formes de couches SIG (système d'information géographique) associant une géométrie à des données attributaires.

### 3.1. LES DONNEES DE BASE

Certaines de ces données (référentiel BD-LISA, ...) proviennent de travaux antérieurs réalisés par le BRGM.

#### 3.1.1. Masse d'eaux souterraines (MESO)

Il s'agit d'un découpage des systèmes aquifères réalisé suite aux exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (fig. 7). C'est le point de départ de la présente étude puisque le travail consiste à découper ces MESO en EHFH pour le contrôle de leur qualité. Les MESO établies sur la région Aquitaine sont décrites en annexe 1.

*Remarque : compte tenu des objectifs de l'étude visant à mettre l'accent sur les aquifères vulnérables pour mieux assurer leur suivi, seules les MESO affleurantes ou partiellement affleurantes feront l'objet d'un découpage.*



## Délimitation des Masses d'eau Souterraine de surface - Aquitaine -

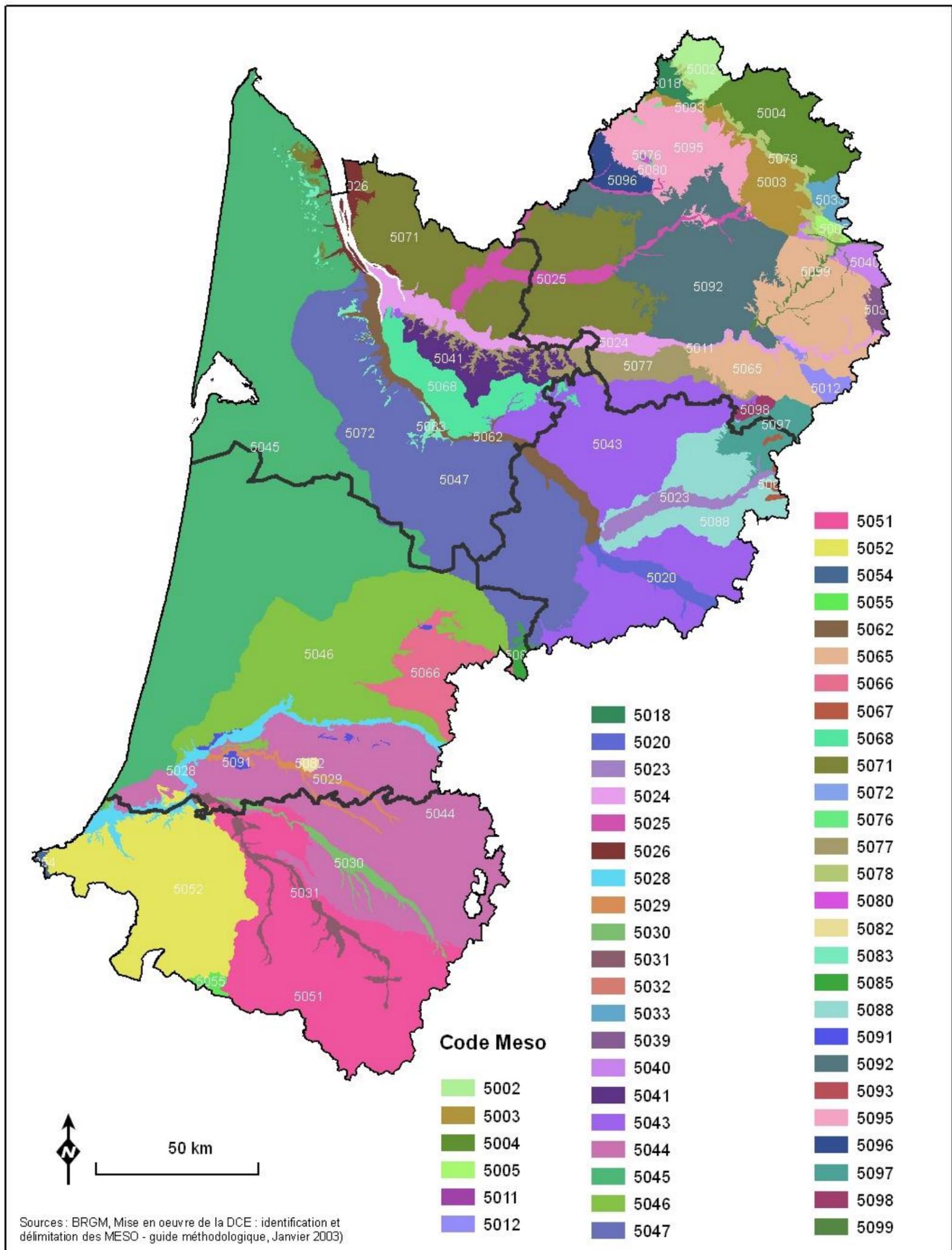


Figure 7 : Masses d'eaux souterraines affleurantes établies sur la région Aquitaine



### 3.1.2. Référentiel BD-LISA (Limites des Systèmes Aquifères)

Base de données des Limites des Systèmes Aquifères des eaux souterraines. Leur découpage s'appuie sur le contour des cartes géologiques à 1/50 000<sup>ième</sup>.

Cette version est 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 présente sous la forme d'un Système d'Information Géographique (SIG) dont la base de données contient des informations permettant de caractériser les entités hydrogéologiques (Pédron *et al.*, 2009, 2011)

Cette base de données décrit l'ordre et la lithologie des différentes formations géologiques y compris les formations alluviales considérées comme des « surcouches ». Le référentiel BD LISA peut être lu selon 3 niveaux de regroupements, correspondant à une échelle locale (NV3), régionale (NV2) ou nationale (NV1).

Les NV2 de la Région Aquitaine, sont répartis de la façon suivante :

- 43 formations sédimentaires
- 5 formations de socle
- 28 formations « intensément plissé »

Soit 76 formations de niveau 2 auxquelles s'ajoute la surcouche alluviale.

Les NV3, plus nombreux, sont répartis de la façon suivante :

- 74 formations sédimentaires
- 13 formations de socle
- 97 formations « intensément plissé »

Soit 184 formations de niveau 3 auxquelles s'ajoute également la surcouche alluviale.

Pour mener cette étude, nous avons opté pour le niveau de détail local (NV3).

Pour chaque formation, la nature du faciès est décrite ainsi qu'une appréciation de la nature ruisselante ou infiltrante des entités selon leur perméabilité.

### 3.1.3. BD Carthage®

Référentiel hydrographique français sur les eaux superficielles : base de données décrivant l'ensemble des cours d'eau avec une classification tenant compte de leur importance (fig. 8).

La base de données comprend également des entités polygonales matérialisant différents niveaux de bassins versants : de la zone hydrographique ZH (plus petit bassin versant) à la région hydrographique RH (11 RH sur l'ensemble du district Adour-Garonne), en passant par les sous-secteurs et les secteurs.

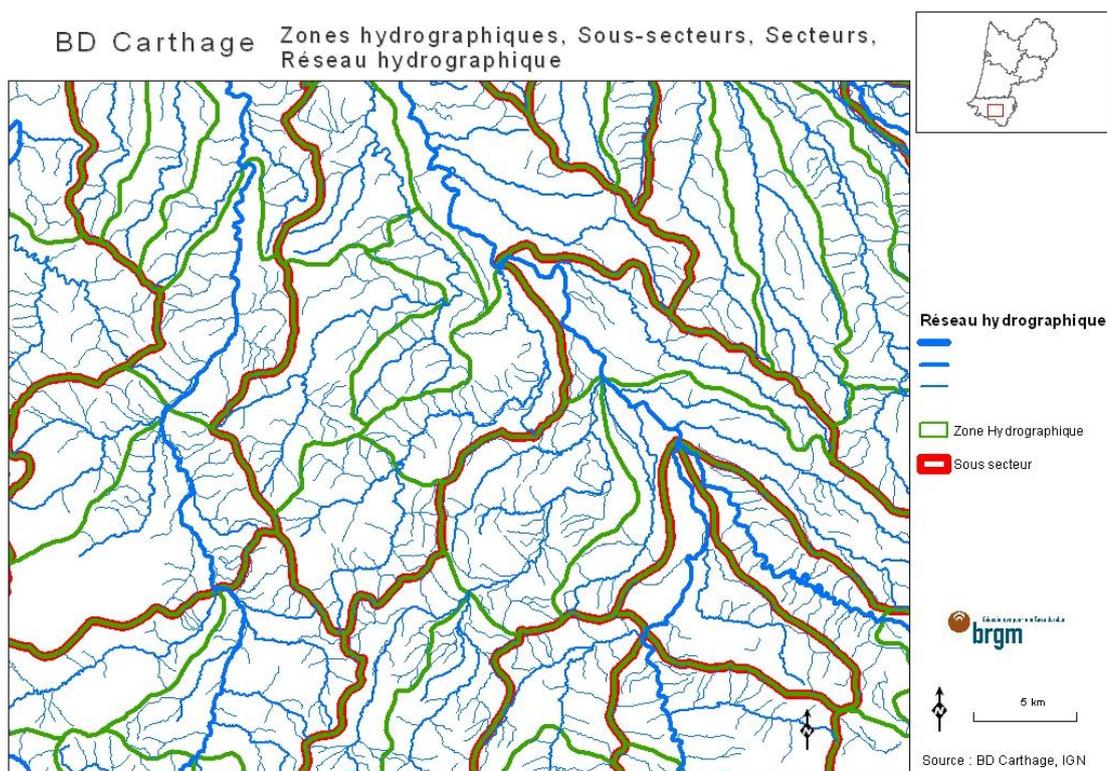


Figure 8 : Exemple de réseaux, zones et sous-secteurs hydrographiques

### **3.1.4. CORINE Land Cover (CLC)**

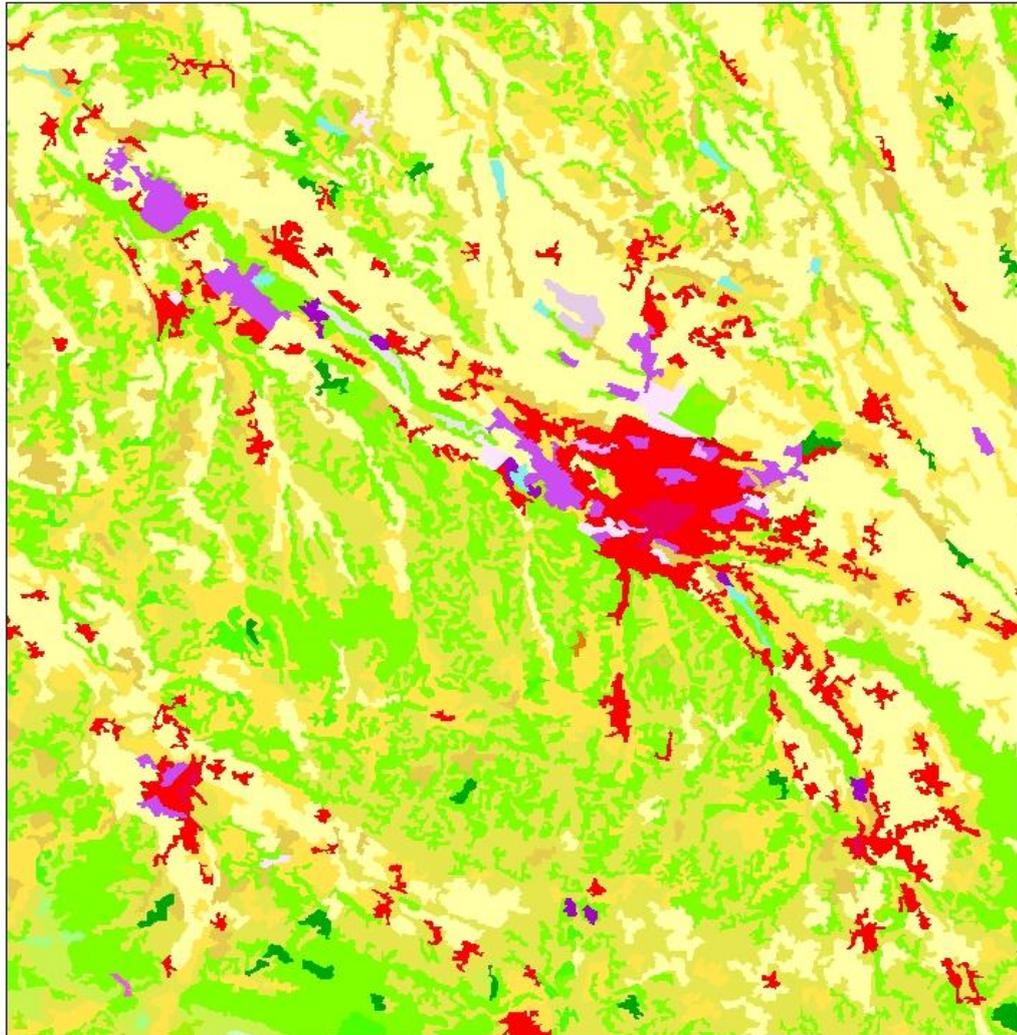
Base de données du MEDDTL relative au mode d'occupation du sol produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement. La continuité de ce programme et la diffusion des données CORINE Land Cover sont pilotées par l'Agence Européenne pour l'Environnement.

Cette base est réalisée à partir d'images satellitaires (SPOT 4 et IRS) de l'année 2006 avec un pas de résolution de 20 m. L'échelle d'utilisation est le 1/100 000<sup>ième</sup>. Elle permet d'ajouter à la présente étude un paramètre relatif à la nature de l'exploitation du sol et donc à la pression anthropique (fig. 9).

36 descriptions différentes regroupées dans 15 thématiques sont proposées dans cette base de données. Elles sont explicitées en annexe 4.

Cette base intervient dans le calcul de la vulnérabilité totale (pondération de la vulnérabilité intrinsèque du milieu et du mode d'occupation du sol, cf. Chap. 4.5). Il conviendra également d'en tenir compte lors de la délimitation finale des EHFH (validation de l'Unité de Gestion). On pourra être amené à isoler une zone forestière d'une zone agricole ou d'un secteur fortement urbanisé, même si la lithologie autorise un regroupement.

## Mode d'Occupation du Sol 2006 Pau



- 112 : Tissu urbain discontinu
- 121 : Zones industrielles et commerciales
- 124 : Aéroports
- 211 : Terres arables hors périmètres d'irrigation
- 212 : Périmètres irrigués en permanence
- 222 : Vergers et petits fruits
- 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- 312 : Forêts de conifères
- 313 : Forêts mélangées
- 324 : Forêt et végétation arbustive en mutation
- 511 : Cours et voies d'eau



Source : Corine Land Cover 2006, MEEDDAT

Figure 9 : Mode d'occupation du sol autour de Pau.

### 3.1.5. Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Ce modèle provient de la BD Alti réalisé par l'IGN (2008) au pas de 50 m. Il permet de schématiser le relief et de calculer les pentes (fig. 10).

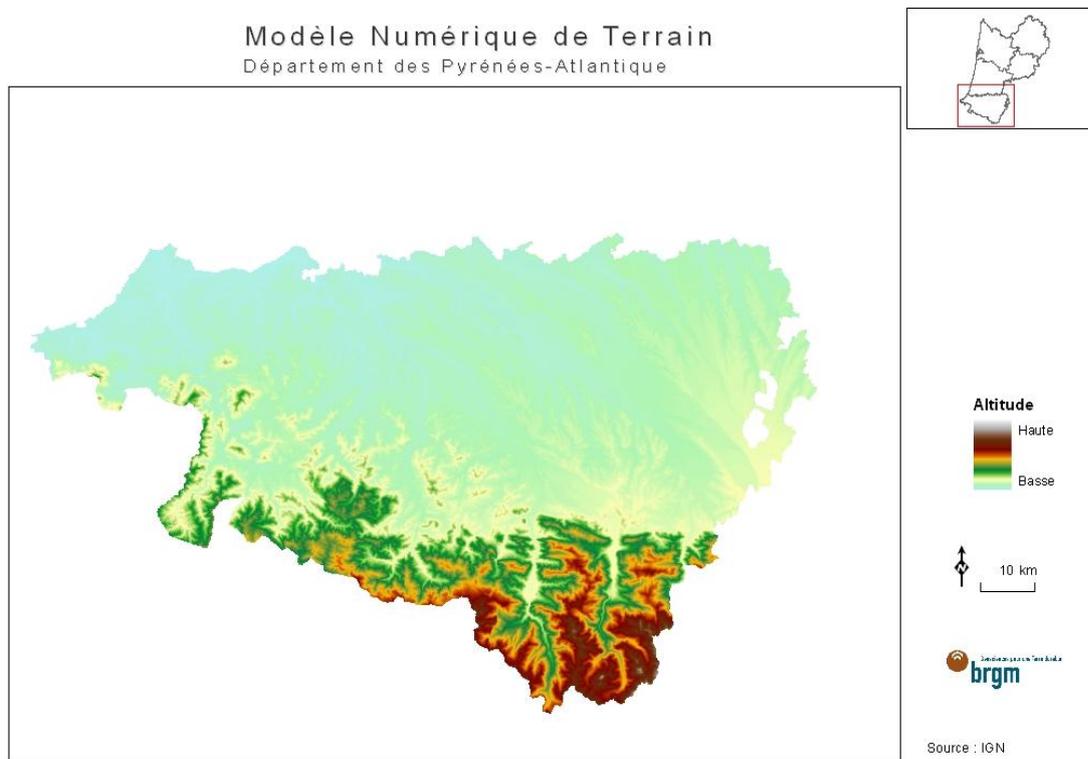


Figure 10 : Modèle Numérique de Terrain sur le département des Pyrénées-Atlantiques.

### 3.1.6. Autres données

Enfin, d'autres données s'ajoutent aux précédentes en fonction de leur disponibilité (les systèmes karstiques en Aquitaine, les failles, ...). Parmi ces données, il convient de citer :

- les périmètres de protection des captages qui ont été fournis par le Conseil général des Pyrénées-Atlantiques.
- la thèse de Fabrice Rey (2007) traitant de la géométrie et du fonctionnement hydrogéologique de quatre aquifères carbonatés dans les Pyrénées-Atlantiques,
- les points d'eau de la BSS-ES : ces points, répertoriés sur le document ArcGIS avec leur usage et l'aquifère capté, peuvent fournir une bonne indication sur le potentiel aquifère de la masse d'eau en cours de traitement.

## **3.2. DONNEES VALORISEES : TRAVAUX ANTERIEURS**

### **3.2.1. Carte de vulnérabilité des systèmes aquifères en Aquitaine**

Il s'agit d'une carte de vulnérabilité réalisée par le BRGM (Seguin, 2002). Cette carte est réalisée selon un maillage au pas de 1 km de côté. Il s'agit d'une analyse multicritères permettant d'attribuer une note de vulnérabilité en pondérant 4 paramètres : la pente (coefficient 1), la lithologie (coefficient 5), la capacité de rétention en eau du sol ou RFU (coefficient 2) et la profondeur de la nappe ou l'épaisseur de la zone non saturée (coefficient 5). Au final une combinaison linéaire de ces 4 paramètres définit une note de vulnérabilité intrinsèque comprise entre 1 et 100 (fig. 11). L'échelle de restitution des données est le 1/250 000<sup>ième</sup>.

Cette carte de vulnérabilité permet de valider des hypothèses d'interprétations sur la nature plutôt perméable ou ruisselante du sol.

### **3.2.2. Analyse de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines autour des sites BASOL**

Il s'agit d'une carte de vulnérabilité réalisée par le BRGM (Mardhel, 2006 ; Mardhel et Pinson, 2008) autour des sites BASOL (Base des sites pollués ou susceptibles de l'être, faisant l'objet d'une action administrative).

Cette carte fait appel à la méthodologie de l'IDPR (Indice de Développement et Persistance des Réseaux), qui revient à comparer un réseau hydrologique de surface théorique, régulier et homogène au réseau réel de façon à définir la nature plutôt perméable (infiltrante) ou imperméable (ruisselante) du sol (cf. Annexe 5).

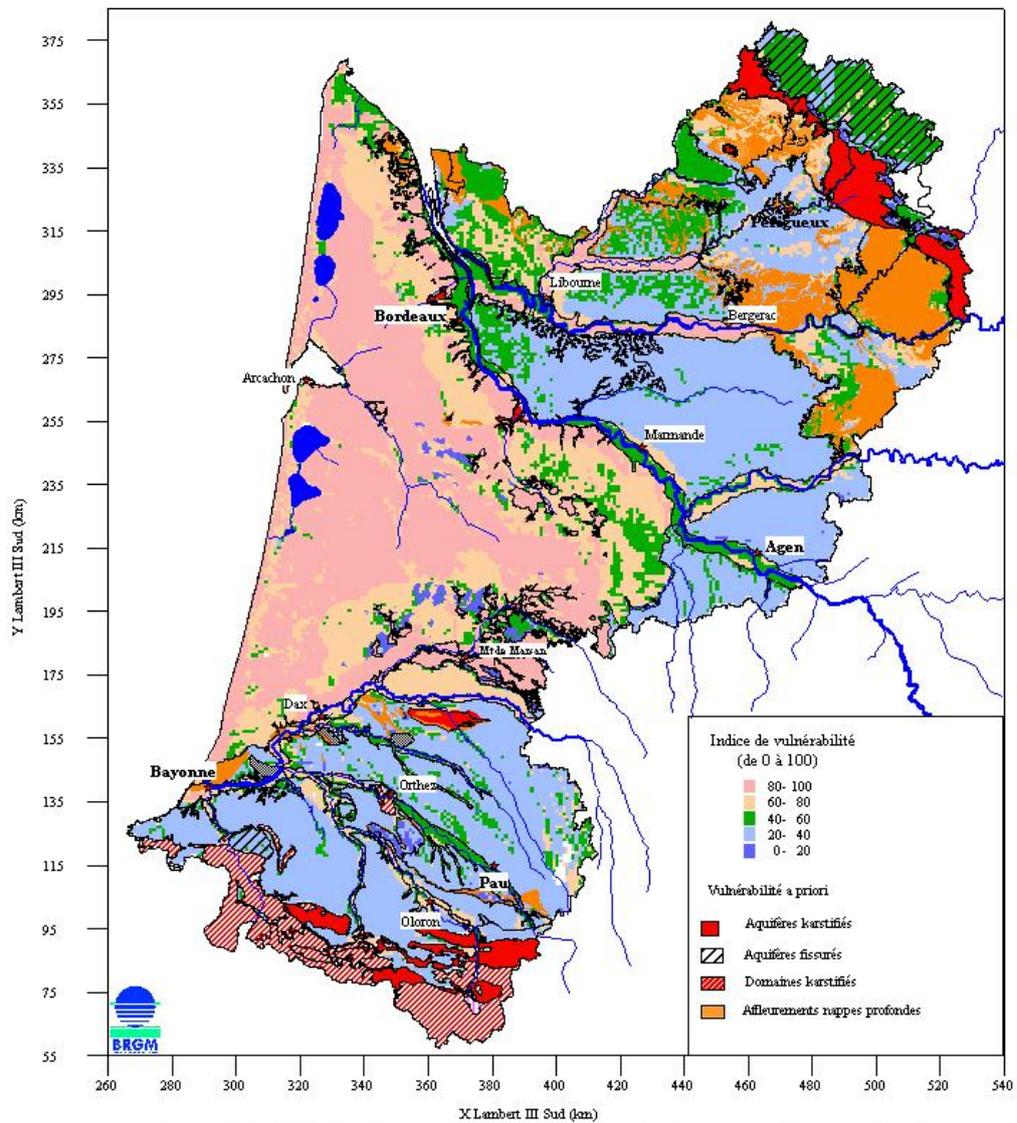


Figure A13 - Vulnérabilité des systèmes aquifères libres et domaines hydrogéologiques d'Aquitaine

Figure 11 : carte de vulnérabilité des systèmes aquifères libre en Aquitaine (Seguin, 2002)

## 4. Méthodologie

La délimitation des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH) au sein des masses d'eau souterraine (MESO) est réalisée à l'échelle des zones hydrographiques (ZH) (il s'agit de la couche SIG des bassins versants issue de la base de données BD Carthage®).

La BD Carthage propose un regroupement de plusieurs ZH (3 à 8 en général) au sein d'un bassin versant unique appelé sous-secteur.

Il s'agit de constituer des EHFH au sein desquels on déterminera l'aptitude du sol au ruissellement ou à l'infiltration. Cette entité de fonctionnement homogène aura en général une taille comprise entre une ZH et un sous-secteur<sup>1</sup>, soit, pour le département des Pyrénées-Atlantiques, une surface moyenne comprise entre 44 et 245 km<sup>2</sup>. Néanmoins un regroupement de 2 sous-secteurs peut être envisagé. Un exemple de création d'une EHFH est explicité dans le chapitre 4.4. Des exemples d'EHFH délimitées figurent dans le chapitre 5.3.

Enfin, cette délimitation des EHFH concernera essentiellement les MESO superficielles du fait de leur vulnérabilité élevée. Les parties de MESO profondes présentes à l'affleurement ou situées sous une couverture perméable seront elles aussi traitées.

### 4.1. DEFINITIONS

Ruissellement : phénomène d'écoulement des eaux à la surface du sol. Le ruissellement est caractéristique de roches de nature imperméable. Les EHFH concernant des sols plutôt imperméables seront globalement représentées par des bassins versants (ZH), parfois regroupés jusqu'à constituer la totalité d'un sous-secteur tel que défini dans la BD Carthage.

Le ruissellement est un des moteurs de l'érosion : l'eau qui s'écoule entraîne avec elle des particules plus ou moins grosses en fonction de la quantité d'eau en mouvement et de la pente, ce qui peut avoir un effet abrasif sur le terrain soumis au ruissellement.

Le ruissellement est un facteur d'aggravation des pollutions notamment liées à l'agriculture : les engrais et autres produits de traitement sont entraînés vers les cours d'eau, puis vers la mer, au lieu de rester sur le lieu d'épandage.

---

<sup>1</sup> La surface des ZH rencontrées sur les Pyrénées-Atlantiques varie de 0,03 à 267,8 km<sup>2</sup> (moyenne de 44,1 km<sup>2</sup>). Celle des sous-secteurs varie de 10,6 à 499 km<sup>2</sup> (moyenne de 245 km<sup>2</sup>).

**Infiltration** : ce phénomène s'oppose au ruissellement, il caractérise la pénétration de l'eau dans les couches rocheuses constituant le sol et le sous-sol. Les sols plutôt perméables sont définis comme aquifères.

Dans le cadre de la présente étude, il s'agira de définir des EHFH à ruissellement prépondérant, à infiltration prépondérante ou avec co-existence du ruissellement et de l'infiltration.

## 4.2. PRINCIPE D'IDENTIFICATION DES EHFH

Le principe d'identification des EHFH est inspiré de celui mis au point par le BRGM en Midi-Pyrénées (Schoen et Ricard, 2001).

Notons qu'en 2001, les systèmes aquifères étaient délimités à partir du référentiel hydrogéologique (BDRHF V1) qui n'en était qu'à sa première version. Par ailleurs, les travaux d'appréciation de la vulnérabilité des systèmes aquifères étaient à leur début.

En conséquence les travaux réalisés en Midi-Pyrénées étaient quasi exclusivement basés à dire d'expert au cas par cas alors que le nombre important de données disponibles aujourd'hui permet d'employer un traitement géomatique préalable.

Afin d'obtenir des EHFH cohérentes au 1/50 000<sup>ième</sup>, il n'est pas possible de tenir compte de tous les détails de très faible extension (buttes témoins, colluvions ou très petite partie d'une formation dans un BV). D'où l'utilisation des termes « ruissellement prépondérant » ou « infiltration prépondérante ».

On distingue 3 types d'EHFH :

- Type 1 : ruissellement prépondérant

Le contour de l'EHFH correspond au contour de la zone hydrographique (bassins versants) de BD Carthage<sup>®</sup>. Dans certains cas, ces ZH peuvent être regroupées jusqu'à atteindre la taille du sous-secteur (grand bassin versant).

Il s'agit du cas le plus simple. Ex : aquifères du socle, formations molassiques. Dans la partie intensément plissée du département, c'est le cas des entités hydrogéologiques définies comme « Bassins » dans le référentiel BD LISA.

- Type 3 : infiltration prépondérante

Le contour des EHFH suit en général celui des formations géologiques aquifères affleurantes.

\* c'est le cas par exemple des nappes alluviales et des moyennes terrasses qui sont en continuité hydraulique. Pour les principaux cours d'eau accompagnés de nappes alluviales importantes (Adour, Dordogne, Garonne, Isle, Gave de Pau,...), une séparation entre rive droite et rive gauche est opérée,

\* la formation géologique peut être découpée si elle n'est pas homogène,

\* le contour d'une EHFH peut correspondre à celui de la zone hydrographique ou du sous-secteur (cas des sables des Landes). Dans de tels cas, des agrégations de bassins versants ou de sous-secteurs peuvent être envisagées. Aussi, si la formation géologique couvre une surface importante, son découpage, hormis à ses limites, peut être effectué selon le contour du (ou des) bassin(s) versant(s).

\* aquifère karstique : il s'agit d'un cas plus complexe qui concerne les aquifères calcaires du Crétacé et du Jurassique. Des essais de traçage avec des analyses à l'exutoire (source karstique) sont nécessaires pour déterminer le contour de la future EHFH. Ces essais ne peuvent être effectués dans le cas de la présente étude mais certaines informations sont susceptibles d'être disponibles dans la littérature. Ainsi, Fabrice Rey (2007), a procédé pendant ses travaux de thèse à des injections de traceurs pour délimiter les bassins d'alimentation de quatre sources karstiques situées dans les Pyrénées-Atlantiques.

Dans la partie intensément plissée du département, c'est le cas des entités hydrogéologiques définies comme « Chaînons » dans le référentiel BD LISA.

- Type 2 : coexistence ruissellement et infiltration

Le contour des EHFH sera traité au cas par cas.

Dans la partie intensément plissée du département, c'est le cas des entités hydrogéologiques définies comme « Massifs » dans le référentiel BD LISA. Il s'agit de formations du socle, roche plutonique, métamorphique où l'eau est rencontrée dans les horizons fissurés.

### **4.3. CROISEMENT DES DONNEES**

#### **4.3.1. Outils**

Le travail fait appel à l'outil SIG ArcGIS 9.2™ développé par ESRI®.

Un pré-travail a permis d'identifier, de rassembler et d'homogénéiser l'ensemble des données nécessaires à l'étude (cf. Chap. 3, Données prises en considération).

La vision spatialisée et l'empilement des différentes couches permettent de mettre en lumière et d'identifier les grands principes cités précédemment.

#### **4.3.2. Logique respectée**

L'interprétation des disciplines de la géomatique et de l'hydrogéologie ont permis de définir des logiques à respecter pour définir les EHFH à partir de l'ensemble des données mises à disposition.

- Les masses d'eau souterraines (MESO)

Il s'agit du point de départ de l'étude. Les couches relatives à toutes les MESO établies sur la région Aquitaine ont été intégrées au document réalisé sous ArcGIS. Les MESO affleurantes sont toutes examinées et traitées. Cet examen consiste à visualiser et à examiner les couches décrites ci-après (dont le référentiel BD-LISA) et relatives à la MESO en cours de traitement. Un découpage en une ou plusieurs EHFH est ensuite proposé. Les parties affleurantes des MESO captives, situées souvent à leur extrémité, sont traitées elles aussi selon la même logique.

- Le référentiel BD-LISA

Le quart nord-est du département des Pyrénées-Atlantiques est constitué d'un empilement de formations aquifères (sud du bassin sédimentaire aquitain) dont les plus anciennes datent du secondaire. On retrouve à l'affleurement les Alluvions récentes et les moyennes terrasses accompagnant les principaux cours d'eau dont l'Adour, le Gave de Pau et le Gave d'Oloron ainsi que les hautes terrasses et les épandages alluviaux (Nappes alluviales de Lannemezan). L'Helvétien (Miocène) est également présent à l'affleurement le long des alluvions récentes et des moyennes terrasses. Au nord-ouest du département (autour de Bayonne), les Sables des Landes se rencontrent à l'affleurement entourés de roches d'âge oligocène. Ils constituent la limite sud du bassin sédimentaire aquitain.

Le Front Nord-Pyrénéen (FNP) sépare le secteur géographique du Bassin aquitain décrit ci-dessus du secteur intensément plissé situé au sud (cf. chapitre 2). La zone primaire axiale, décrite précédemment, présente principalement des affleurements remontant au paléozoïque et au Permo-Trias constituant les massifs de l'intensément plissé. Cette zone axiale est également le siège de quelques affleurements du Crétacé. Plus au nord (zone nord-pyrénéenne), on retrouve des affleurements d'âge secondaire (Jurassique et Crétacé). Il s'agit d'aquifères karstiques constituant les chaînons calcaires de l'intensément plissé. Viennent enfin les formations imperméables qui sont peu ou pas aquifères. Elles constituent les bassins de l'intensément plissé.

La lithologie définie dans le référentiel BD-LISA permet de connaître la nature des formations de façon simplifiée à l'échelle du 1/50 000<sup>ième</sup>. Les descriptions présentes dans la base de données (74 relatives à la partie sédimentaire, 13 relatives au socle et 97 à l'intensément plissé (+ les surcouches) et concernant la lithologie de la région Aquitaine ont permis l'identification des différents aquifères et des éponges qui les séparent (fig. 12).

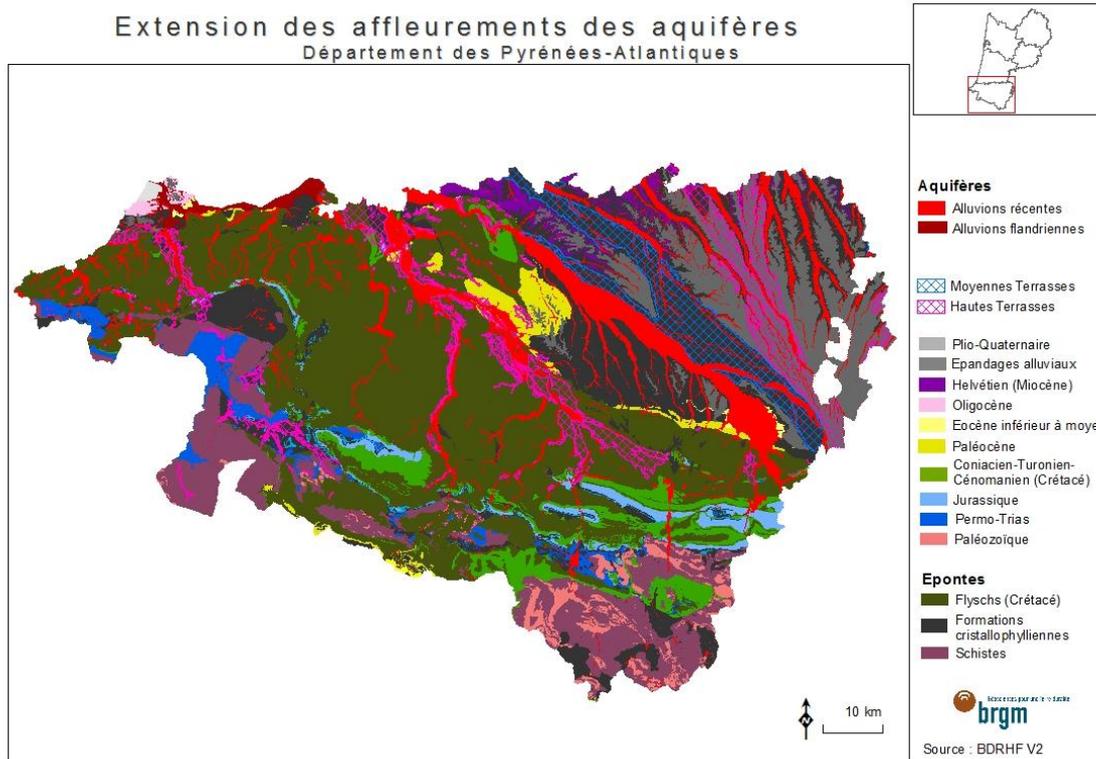


Figure 12 : Zones d'affleurements des différents aquifères sur le département des Pyrénées-Atlantiques.

Les grands ensembles constituent des limites d'entités hydrogéologiques. Il convient naturellement d'interpréter les différentes natures de roches présentes pour délimiter les EHFH.

Les alluvions, notamment les sables, constituent une ou plusieurs EHFH. En effet, elles définissent une nappe alluviale aux abords des principaux cours d'eau (Adour, Gave de Pau, Gave d'Oloron, La Nive, ...).

Le référentiel BD-LISA a permis de délimiter les grands secteurs aquifères affleurants et homogènes selon la méthodologie suivante :

Pour la partie sédimentaire, les entités relevant du niveau 3 (le plus détaillé) lors de la mise en place du référentiel BD-LISA (Pédron *et al.*, 2009) et correspondant à des systèmes aquifères ont été converties en couches sous ArcGIS 9.2™ (Plio-Quaternaire, Hélvétien, Aquitanien, ..., Jurassique, Trias). Le même traitement a ensuite été appliqué aux domaines hydrogéologiques. Ceci a nécessité dans certains cas la séparation de certains aquifères relevant du même étage géologique en 2 couches distinctes séparées par une éponte. La superposition de ces différentes couches sous ArcGIS 9.2™, par ordre de dépôt, permet de visualiser, sur chaque ZH ou sous-secteur en cours de traitement, les aquifères affleurants et la présence éventuelle d'une éponte qui les sépare.

Pour l'intensément plissé, seules les formations affleurantes ont été traitées. Les entités aquifères profondes du Crétacé inférieur (faciès Urgonien) et du Jurassique moyen et supérieur sont fortement captives et donc peu vulnérables. Bien qu'elles aient fait l'objet d'un découpage sous couverture (à partir des données des forages profonds et/ou des documents bibliographiques existants sur le sujet) en raison de leurs fortes potentialités en termes de ressources en eau, il n'est pas nécessaire de les traiter dans le cadre de cette étude. Seuls leurs affleurements sont pris en compte.

Un regroupement synthétique des formations selon leur nature (aquifère, imperméable et semi-perméable) a été opéré pour illustrer la prédominance des terrains imperméables et semi-perméables à l'affleurement dans le département des Pyrénées Atlantiques (fig. 13).

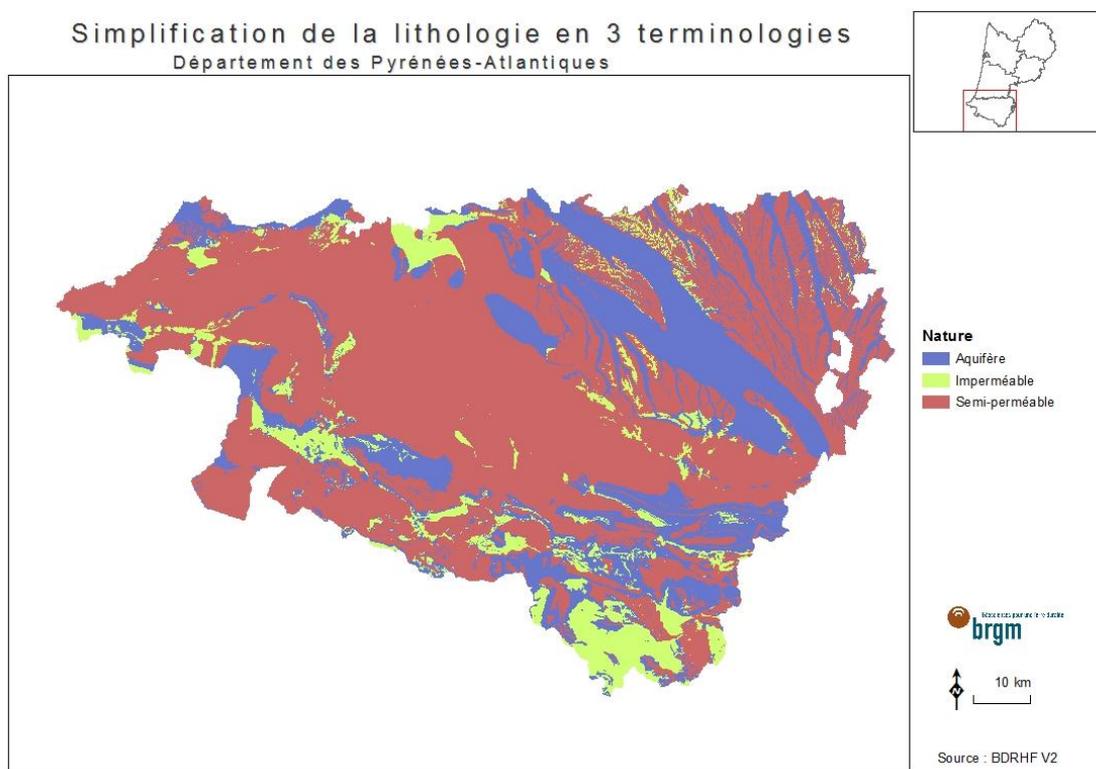


Figure 13 : Simplification de la lithologie sur le département des Pyrénées-Atlantiques en termes de perméabilité de la roche.

*Remarque : en raison de la pertinence du référentiel BD-LISA et la finesse de son découpage (appui sur les contours des cartes géologiques à 1/50 000), c'est le contour de ses entités qui sera utilisé pour la définition des EHFH quel que soit leur type (ruisselant, infiltrant ou semi-perméable). Des décalages sont donc susceptibles d'être relevés entre les contours des masses d'eau et ceux des EHFH qui seront définies en leur sein.*

- Identification du réseau hydrographique et relief

La nature du réseau hydrographique donne une information sur le milieu. Elle permet d'apprécier sa densité et de confirmer (ou infirmer) la nature plutôt ruisselante du sol. Plus le réseau est dense, plus la nature du sol est ruisselante.

Cette identification est à comparer au relief (MNT) et aux bassins versants représentés par les zones hydrographiques (BD Carthage).

Dans les secteurs du type ruissellement prépondérant, le contour de l'EHFH sera souvent confondu avec celui des bassins versants (zones hydrographiques), agrégés ou non jusqu'au sous-secteur correspondant à un grand bassin versant.

Dans les secteurs du type infiltration prépondérante, le contour de l'EHFH peut être parfois identique à celui des bassins versants (zones hydrographiques), agrégés ou non jusqu'au sous-secteur correspondant à un grand bassin versant. Une ligne de crête séparant deux bassins versants constituera une future frontière entre deux EHFH, du type infiltrant, avec deux écoulements opposés pour la nappe d'eau souterraine. Le fonctionnement hydrogéologique de certaines nappes en milieu poreux et relativement homogène (à l'échelle de travail) peut être calqué sur la topographie. Les lignes de crêtes topographiques correspondant approximativement à des lignes de partage des eaux de la nappe libre. Ce choix pourra également être fait lorsque les informations disponibles ne sont pas suffisantes pour préciser les limites d'écoulement de la nappe. Autrement dit, faute d'informations permettant de connaître précisément la position des lignes de partage des eaux, on fait cette approximation ce qui ne pose pas de problèmes à l'échelle à laquelle on travaille.

- cas des sources disposant d'un périmètre de protection ou d'un bassin d'alimentation

L'entité hydrogéologique de fonctionnement homogène ne doit pas couper le bassin d'alimentation ou le périmètre de protection d'une source donnée sans justification préalable. En revanche, en raison de la superficie relativement réduite des bassins d'alimentation, ils feront partie d'EHFH de superficie largement supérieure en général.

- cas des sources sur le Flysch

Ce sont des émergences des formations du Crétacé-Jurassique, visibles sur la carte de part et d'autre de la formation prise en considération. En l'absence d'une campagne de traçage, il n'est pas possible de déterminer la formation (le bassin d'alimentation) ayant cette source comme exutoire.

Les chaînons calcaires identifiés dans le référentiel BD-LISA présentent une emprise géographique souvent importante. Ces EH peuvent être traversées par plusieurs lignes de crêtes (zones hydrographiques ou sous-secteurs). Leur fonctionnement karstique n'autorise pas leur découpage le long de ces lignes de crêtes. En l'absence d'essais de traçages et compte tenu de leur présence en zone de haute montagne, à faible

risque (industriel ou agricole) et de l'éventualité de regrouper les futures unités de gestion en MUG (Méga Unités de Gestion), le choix s'est porté sur leur maintien en tant que EHFH sans découpage.

- CORINE Land Cover

Le mode d'occupation du sol (MOS) pourra être pris en compte lors de la délimitation finale de l'EHFH (validation de l'Unité de Gestion), où l'on pourra être amené à isoler une zone forestière d'une zone agricole ou d'un secteur fortement urbanisé même si la lithologie autorise un regroupement. Le cas échéant, ce MOS permettra d'aider à la mise en place d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux plus pertinent.

Cette vérification est particulièrement pertinente dans les cas suivants :

- Cas d'une formation aquifère, selon la lithologie simplifiée, où les EHFH peuvent être très étendues, CORINE Land Cover peut fournir une aide pour le découpage : ex. séparation entre zone agricole (maraichages, vignobles, prairies) et zone non exploitée (forêt, relief, ...).
- Le long des nappes alluviales avec présence de zones parfois fortement urbanisées ou industrialisées (ex. : Pau, Mourenx), nécessitant un découpage des entités.

#### 4.4. VALIDATION EXPERT

Le travail réalisé a, avant tout, été basé sur un échange constant entre géomaticien et hydrogéologue.

La compréhension et l'interprétation des données n'ont été rendues possibles que grâce au travail d'expert du thématique.

Pour un bassin versant (zone hydrographique) avec ruissellement prépondérant, le travail de délimitation est assez simple, la question qui se pose au niveau de la validation relève du niveau de regroupement. Deux ZH (voire plus) peuvent être regroupées si elles remplissent les deux conditions suivantes :

- Elles doivent toutes être du type ruissellement prépondérant,
- Elles doivent disposer d'un exutoire unique après regroupement.

Si le bassin versant atteint un grand cours d'eau avec présence d'une nappe alluviale importante, le contour de l'entité est limité à la lisière entre ce bassin et cette bande alluviale. La bande alluviale fera l'objet d'une EHFH particulière de type infiltrant. Pour les principaux cours d'eau (Adour, Garonne, Dordogne, Isle, ...), chaque bande alluviale donnera lieu à deux EHFH, séparées par le lit du cours d'eau en question (bien souvent le fonctionnement hydraulique entre les deux rives peut être considéré de façon indépendante). Pour les cours d'eau des Pyrénées-Atlantiques, de taille plus modeste, ce mode de découpage n'a été retenu que pour le Gave de Pau.

Nous avons précisé ci-dessus que dans les secteurs du type infiltration prépondérante, le contour de l'EHFH peut être parfois identique à celui des bassins versants (zones hydrographiques), agrégés ou non jusqu'au sous-secteur correspondant à un grand bassin versant (cf. Chap. 5.3.1).

Ce cas correspond à celui des sables des Landes par exemple : le fonctionnement hydrogéologique de la nappe en milieu poreux et relativement homogène (à l'échelle de travail) peut être calqué sur la topographie (cf. 4.3.2). L'écoulement de la nappe respecte globalement le sens de ruissellement des eaux superficielles.

### **Cas des EHFH « sous couverture »**

Ce cas, fréquemment rencontré lors du traitement des départements de la Gironde, de la Dordogne et du Lot-et-Garonne ne concerne pas le département des Pyrénées-Atlantiques. Nous avons jugé utile de le rappeler dans ce chapitre dédié à la description de la méthodologie de délimitation des Unités de Gestion.

Le Bassin aquitain est le siège de grands aquifères captifs dont les zones d'affleurements ou sous couvertures perméables (sans présence d'une éponte protectrice) constituent les seuls points d'entrée fortement vulnérables de ces aquifères par ailleurs naturellement protégés du milieu superficiel.

Il est apparu important de tenir compte de cette spécificité et de réfléchir à un aménagement de la méthodologie initiale définie en Midi Pyrénées (où la superposition des aquifères est beaucoup moins importante). Ceci nous a conduits à introduire le concept d'EHFH « sous couverture » dont l'extension englobe les zones d'affleurements de la formation considérée et la partie sous recouvrement perméable. Ce recouvrement perméable pouvant lui-même être traité dans le cadre d'une EHFH classique. On aboutit ainsi à un schéma à 3 dimensions où 2 EHFH peuvent se superposer dans un secteur donné : une « superficielle » et une « sous couverture ».

L'application de ce concept est exposée ci-après en prenant une étude de cas : celui où la nappe du Coniacien (base du Crétacé Supérieur), affleure, en un (ou plusieurs) secteur(s) géographique(s), au sein d'une entité tertiaire. Dans le cas présent, les buttes témoins du Tertiaire (Eocène moyen) n'ont pas été jugées suffisamment intéressantes pour constituer une EHFH à elles seules (fig. 14.a).

La réalisation d'un écorché sous ArcGIS 9.2™, permet de visualiser l'extension de l'EHFH sous couverture correspondant à la nappe du Coniacien (Secondaire). Cette EHFH s'arrête quand une éponte est détectée entre l'aquifère tertiaire et secondaire (fig. 14.b). La figure 14.c montre l'extension globale du Coniacien sous les étages supérieurs.

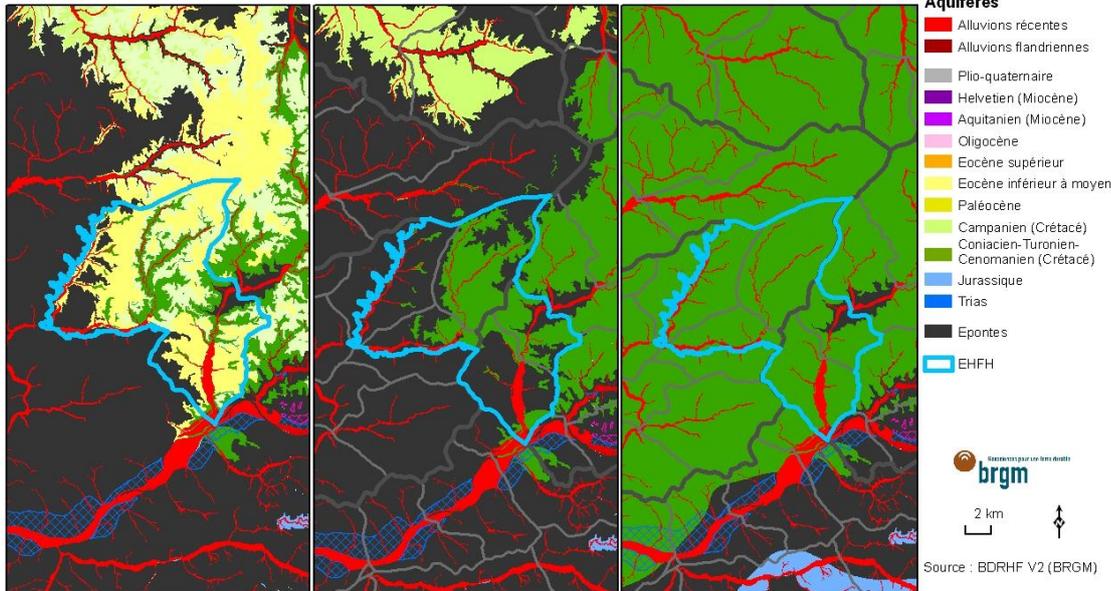
EHFH au nord est du département - Les affleurements du Crétacé



Affleurement du Coniacien (vert) au milieu de buttes témoins du Tertiaire

La délimitation de l'EHFH nécessite d'écorcher l'Eocène inférieur à moyen

Vue globale du Coniacien après écorchement des étages supérieurs



(a)

(b)

(c)

Figure 14 : Exemple de constitution d'EHFH du type infiltrant sur un secteur présentant des zones d'affleurements des formations du Tertiaire.

- a) Eocène présent montrant des affleurements de formations secondaires (Campanien et Coniacien)
- b) Eocène et Campanien écorchés montrant l'extension des formations secondaires non protégées par des épontes et faisant l'objet d'un traitement EHFH nappes profondes (ou sous couverture)
- c) Extension globale du Coniacien sous les étages supérieurs

La partie sédimentaire des Pyrénées-Atlantiques où des EHFH (alluviales ou bassins versants) ont été définies n'est pas concernée par ce type de EHFH. Le traitement de l'intensément plissé sous le référentiel BD LISA, réalisé en deux dimensions (absence de couches superposées), ne permet pas la réalisation des écorchés comme pour le sédimentaire.

#### 4.5. APPRECIATION DE LA VULNERABILITE DE L'EHFH

Une fois l'EHFH définie, il reste à apprécier sa vulnérabilité vis-à-vis des polluants susceptibles de s'y infiltrer. Cette vulnérabilité, dite vulnérabilité totale s'obtient par croisement de deux vulnérabilités calculées séparément :

- la vulnérabilité intrinsèque du milieu,

- la vulnérabilité liée à l'occupation du sol.

Ces vulnérabilités sont établies à l'échelle de toute la région Aquitaine.

#### **4.5.1. Vulnérabilité intrinsèque du milieu**

La vulnérabilité intrinsèque caractérise la plus ou moins grande capacité de défense d'une nappe vis-à-vis d'une pollution (Seguin, 2002). Son évaluation ne prend donc en compte que des facteurs physiques influençant le mouvement d'un polluant vers la nappe **et jusqu'à la nappe seulement**.

La vulnérabilité intrinsèque est indépendante du polluant et ne considère que des facteurs physiques peu susceptibles de varier dans le temps. Il s'agit de :

- la pente du terrain et de la capacité de rétention en eau du sol : plus elles sont élevées et plus la part d'eau et de polluant qui s'infiltré est faible,
- perméabilité du sol et du milieu non saturé : plus elle est faible et plus elle ralentit la propagation du polluant,
- épaisseur de la zone non saturée : plus la ZNS est épaisse et plus elle diffère l'arrivée du polluant à la nappe.

Pour cartographier la vulnérabilité des systèmes aquifères de l'Aquitaine, Seguin (2002) a attribué à chacun des 4 paramètres figurant ci-dessus une note comprise entre 1 et 10. Une note de 1 équivaut à un risque très faible alors qu'une note de 10 équivaut à un risque très élevé. Les quatre critères physiques sont ensuite pondérés de la façon suivante pour calculer la note intrinsèque du milieu :

- pente du terrain : coefficient 1
- capacité de rétention en eau du sol : coefficient 2
- perméabilité du sol et du milieu non saturé (liée à la lithologie) : coefficient 5
- épaisseur de la zone non saturée : coefficient 5

Compte tenu de la stabilité ou presque de ces paramètres, nous avons maintenu les mêmes notations pour la pente, la capacité de rétention en eau du sol et l'épaisseur de la zone non saturée. En revanche, les notes attribuées à la lithologie ont été recalculées pour tenir compte du référentiel BD-LISA inexistant lors de cette première étude. Les notes attribuées à la lithologie de ce référentiel figurent en annexes 2 et 3.

Enfin, la pondération (1 : 2 : 5 : 5) proposée ci-dessus par Seguin en 2002 a été maintenue.

#### **4.5.2. Vulnérabilité liée à l'occupation du sol (CORINE Land Cover)**

Afin de pouvoir calculer la vulnérabilité globale du milieu, il faudra tenir compte de l'activité humaine s'exerçant sur le sol (facteur anthropique) qui sera elle aussi exprimée en « vulnérabilité liée au mode d'occupation du sol ».

Les 36 modes d'occupation du sol figurant dans la base de données CORINE Land Cover (cf. Chap. 3.1.5) sont décrits en annexe 4. Une note comprise entre 1 et 10 prenant en compte l'impact potentiel de ces modes d'occupation (activité industrielle, zone urbaine, terre agricole, forêt, etc.) a été attribuée à chacun d'entre eux.

#### 4.5.3. Calcul de la vulnérabilité totale du milieu

La vulnérabilité totale du milieu s'obtient par addition des deux précédentes, pondérées chacune par un coefficient adéquat. Afin de déterminer les bons coefficients, nous avons affecté le coefficient 10 à la vulnérabilité intrinsèque et testé 4 coefficients de pondération croissants (2, 5, 8 et 10) pour la vulnérabilité liée au mode d'occupation du sol. Il en ressort que le coefficient devant être affecté à cette dernière ne devrait pas être supérieur à 2. Le coefficient 5 fait déjà disparaître la quasi-totalité des notes de vulnérabilité très fortes (80 à 100 %) et le coefficient 8 réduit de beaucoup les secteurs disposant d'une note de vulnérabilité élevée (60 à 80 %). La figure 15 représente la vulnérabilité totale établie d'après la pondération 10 : 2.

#### 4.5.4. La vulnérabilité par défaut

Le calcul de la vulnérabilité, aussi bien intrinsèque que totale avait abouti à des notes de vulnérabilité pour certaines EHFH, considérées *a priori* non représentatives. C'est le cas par exemple des aquifères karstiques du secondaire (notamment le Jurassique et le Crétacé) affleurant au sud du département. La vulnérabilité intrinsèque a été recalculée en y incluant un critère pondéré lié à la densité des dolines, grottes, pertes, etc. extraites des cartes géologiques harmonisées mais les résultats obtenus n'étaient pas satisfaisants. Nous avons opté finalement pour la méthodologie utilisée par Seguin (2002) et qui consistait à attribuer des « *vulnérabilités a priori* » aux systèmes aquifères supposés être très vulnérables mais dont le traitement multicritères ne permet pas de les distinguer.

La figure 16 montre la cartographie de la vulnérabilité totale des systèmes aquifères établie sur la région Aquitaine.

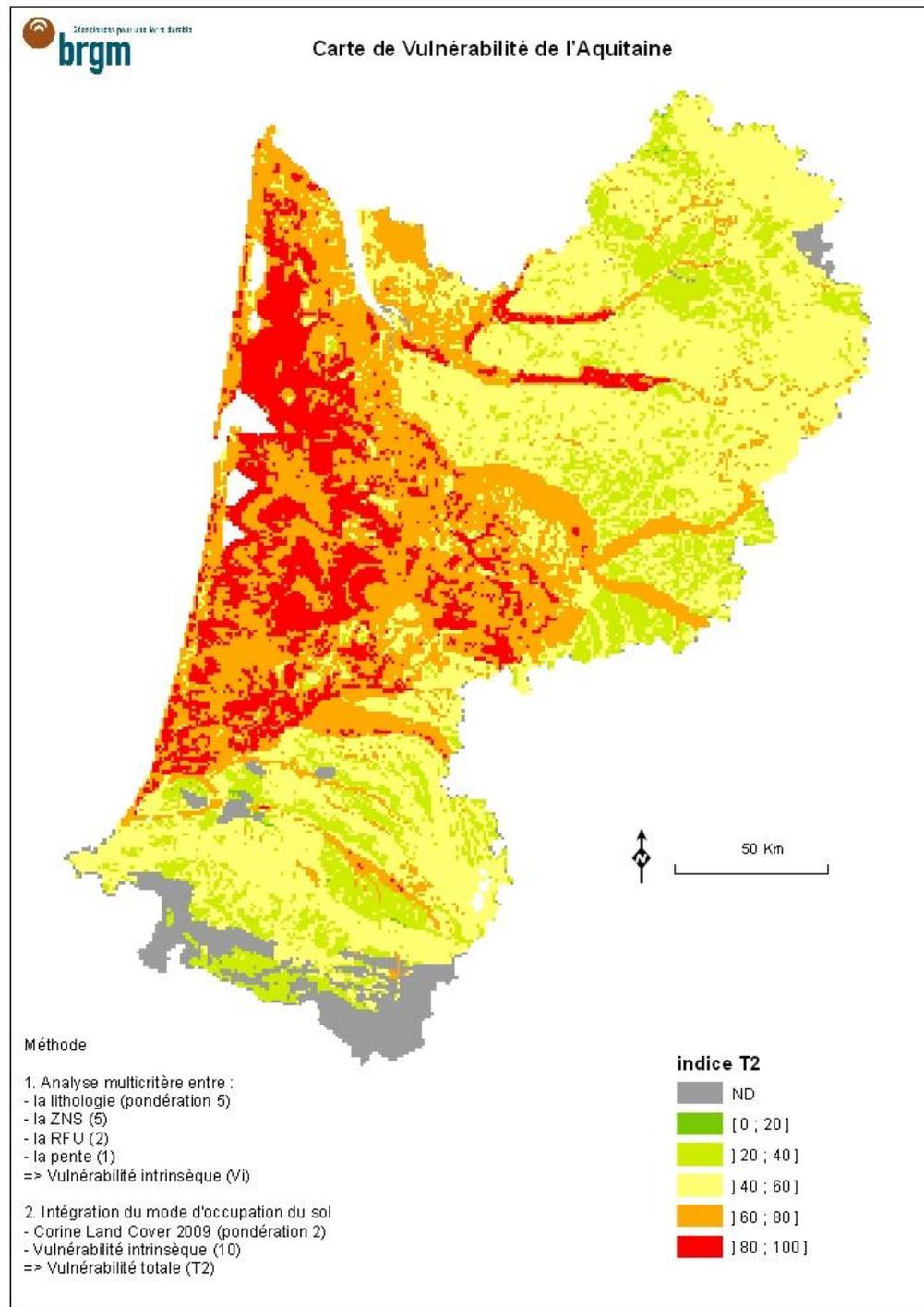


Figure 15 : Vulnérabilité totale calculée à partir de la vulnérabilité intrinsèque (coef. 10) et de la note du Mode d'occupation du sol (coef. 2).

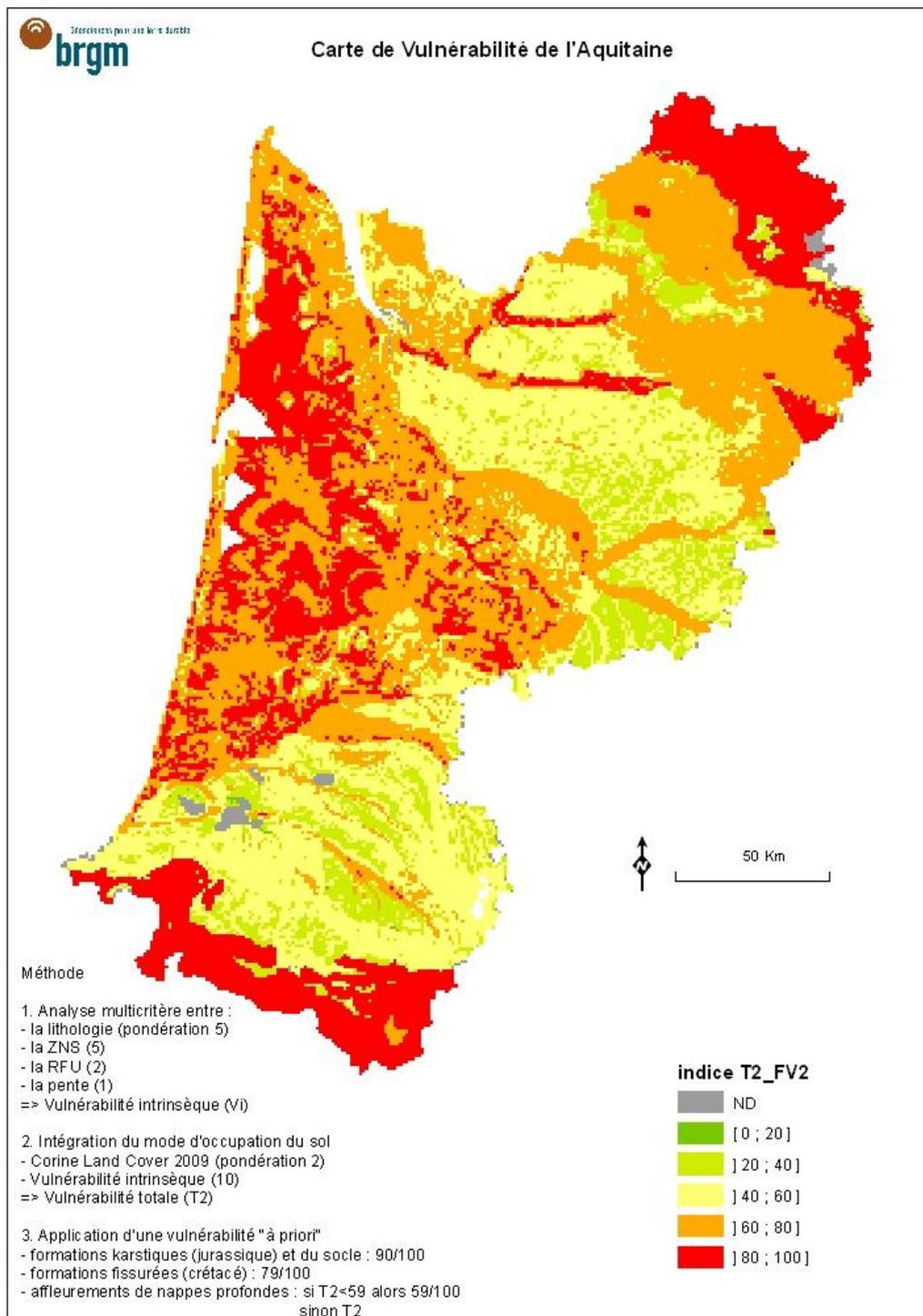


Figure 16 : Vulnérabilité totale incluant la vulnérabilité à priori.

## 5. Résultats

Les découpages présentés dans ce rapport, qui correspondent au traitement du département des Pyrénées-Atlantiques seront susceptibles d'être modifiés en fonction des éléments complémentaires qui découleront du traitement des départements limitrophes ou de certaines contraintes techniques (ex. nécessité de réduire les points de contrôle en regroupant certaines Unités de Gestion et entraînant ainsi la création de « Méga Unités de Gestion »). Cette décision sera prise en concertation avec l'AEAG et le Conseil général des Pyrénées-Atlantiques.

### 5.1. RESULTATS ATTENDUS

Le travail réalisé en Midi-Pyrénées, sur lequel nous nous appuyons pour suivre une logique de continuité et de cohérence à l'échelle du bassin Adour-Garonne a mis en évidence :

- deux catégories d'aquifères (ou d'infiltration) : poreux-fissuré (pf) ou karstique (k)
- une catégorie de ruissellement : bassin versant (bv)

Leur combinaison permet d'aboutir à 5 natures d'EHFH regroupées en 3 types :

- bv (type 1)
- pf + bv (type 2)
- k + bv (type 2)
- pf (type 3)
- k (type 3)

#### ***Cas particuliers des aquifères karstiques (type k)***

Il s'agit du cas le plus délicat lors de l'étape de délimitation des EHFH. Ce cas concerne essentiellement les chaînons du Jurassique sur l'intensément plissé du département et dans une moindre mesure ceux du Crétacé.

Contrairement à ce qui existe dans d'autres départements (notamment dans ceux de la région Midi-Pyrénées), il y a eu très peu d'essais de traçage pour délimiter les bassins d'alimentation des sources karstiques recensées sur ce département. Quelques contours de bassin d'alimentation et/ou de périmètres de protection de sources karstiques ont été retrouvés dans la thèse de Rey (2007) ou transmis par le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques. Le choix a également été pris de porter sur la carte tous les points connus comme étant des dolines, pertes, grottes, etc...(en se basant sur les informations présentes dans la littérature et sur les cartes géologiques à 1/50 000). Après la délimitation des EHFH, celles couvrant des secteurs renfermant

ces points ont été classés, selon le cas, de type « infiltrant » et catégorie « k » (karstique) ou du type « mixte » et catégorie « k + bv » (karstique + bassin versant).

## 5.2. EXEMPLES DE CAS TRAITES

### 5.2.1. Les EHFH du type infiltrant « pf » : exemple d'une nappe alluviale

La figure 17 montre un exemple d'une formation à l'affleurement sur le département des Pyrénées-Atlantiques (partie sédimentaire) constituée des alluvions récentes et des moyennes terrasses du Gave de Pau. Cette formation (MESO n° 5030 : alluvions du Gave de Pau) est très perméable ce qui permet le classement des EHFH correspondantes dans la catégorie « infiltration », type 3 (poreux-fissuré ou pf). En raison de l'importance de cette nappe alluviale et conformément au principe de délimitation défini antérieurement (cf. Chap. 4.2), deux EHFH ont été délimitées sur cette partie aval du Gave de Pau : l'une en rive droite, l'autre en rive gauche. Le contour de l'EHFH épouse celui de la formation géologique conformément au principe d'identification des EHFH défini au Chap. 4.2. L'EHFH délimitée en rive gauche a néanmoins été étendue jusqu'à la ligne de crête du bassin versant incluant ainsi une bande ruisselante de faible importance.

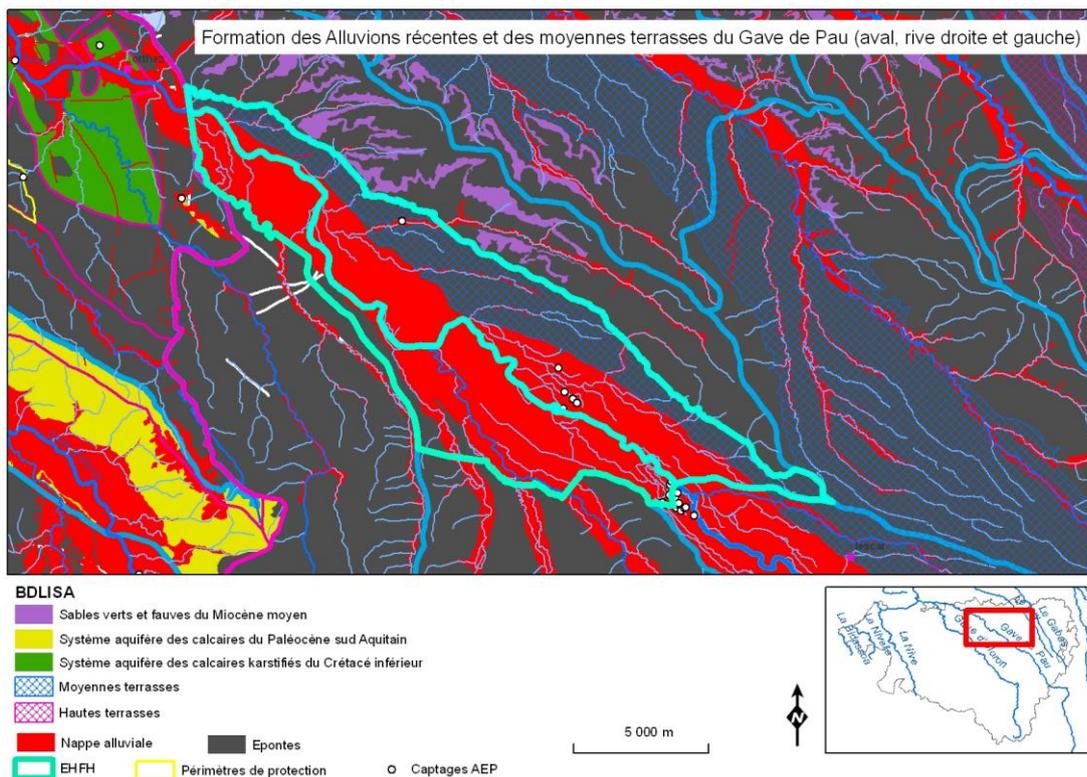


Figure 17 : Exemple d'une EHFH infiltrante relative à la nappe alluviale du Gave de Pau

### 5.2.2. Les EHFH du type infiltrant « k » : Chaînon du Massif d'Armandarits

L'EHFH « Chaînon du Massif d'Armandarits » n'intègre que partiellement le périmètre de protection de la source d'Estrapou (BSS = 10277X0001/ERH). Ceci résulte du fait que le contour de l'EHFH se limite à la partie affleurante du chaînon aquifère qui s'étend sous le Flysch crétacé, lequel joue le rôle d'une éponte protectrice (fig. 18).

*Remarque : les chaînons calcaires du Jurassique moyen et du Crétacé représentent des zones d'affleurement d'aquifères d'extension régionale qui s'étendent sous les formations peu perméables du Flysch. Ils sont donc captifs et bien protégés. Selon le principe décrit précédemment, la délimitation des EHFH s'applique uniquement aux parties affleurantes.*

A noter que le périmètre de protection intersectant cette EHFH épouse les contours de « sous-secteurs » géographiques de la BD Carthage, lesquels délimitent 3 EHFH du type « Bassin ». Il est possible que dans le cas présent, son tracé se soit appuyé sur les lignes de crête des sous-secteurs géographiques sans inclure des essais de traçage. De fait, ces limites ne constituent pas des références absolues.

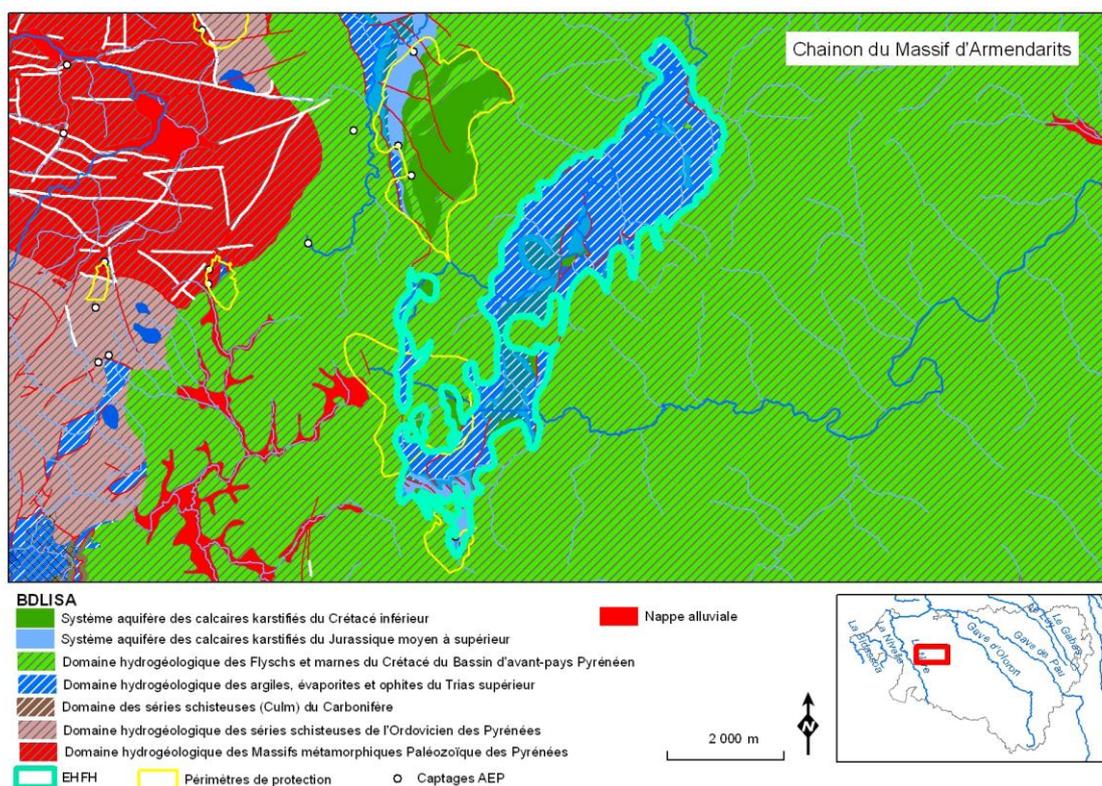


Figure 18 : Exemple d'une EHFH infiltrante relative au Chaînon du massif d'Armandarits (EHFH couverte partiellement par le Flysch).

### 5.2.3. Les EHFH inter-régionales du type « k » : Chaînon de Durban-Bétharram

L'EHFH « Chaînon de Durban-Bétharram » représente l'exemple d'une EHFH à cheval sur deux régions : Aquitaine et Midi-Pyrénées. Elle est relative à la fois aux systèmes aquifères des calcaires karstifiés et aux domaines hydrogéologiques du Secondaire. La partie aquitaine de cette EHFH inclut les périmètres de protection de plusieurs captages AEP visibles sur la carte (fig. 19). Les périmètres de protection localisés à l'intérieur de cette EHFH, établis à priori grâce à des essais de tracage, permettent d'identifier des sous-systèmes locaux de faible extension et dont le fonctionnement pourrait être indépendant pour chacun.

Sans être représentatifs du fonctionnement global de la formation définie par l'EHFH, ces sous-systèmes, gardent néanmoins un comportement similaire. De ce fait, chacun d'entre eux pourrait être indicateur du comportement global de l'EHFH.

Ces faits justifient leur regroupement au sein d'une EHFH unique. L'attribution du type « k » à cette EHFH résulte de la faible surface du Flysch en comparaison à celle du calcaire aquifère. Cette EHFH concorde avec celle délimitée par le BRGM Midi-Pyrénées et son exemple souligne la nécessité de la concertation entre les régions pour la remise des résultats à l'échelle du Bassin Adour-Garonne (cohérence et élimination des unités de gestion redondantes).

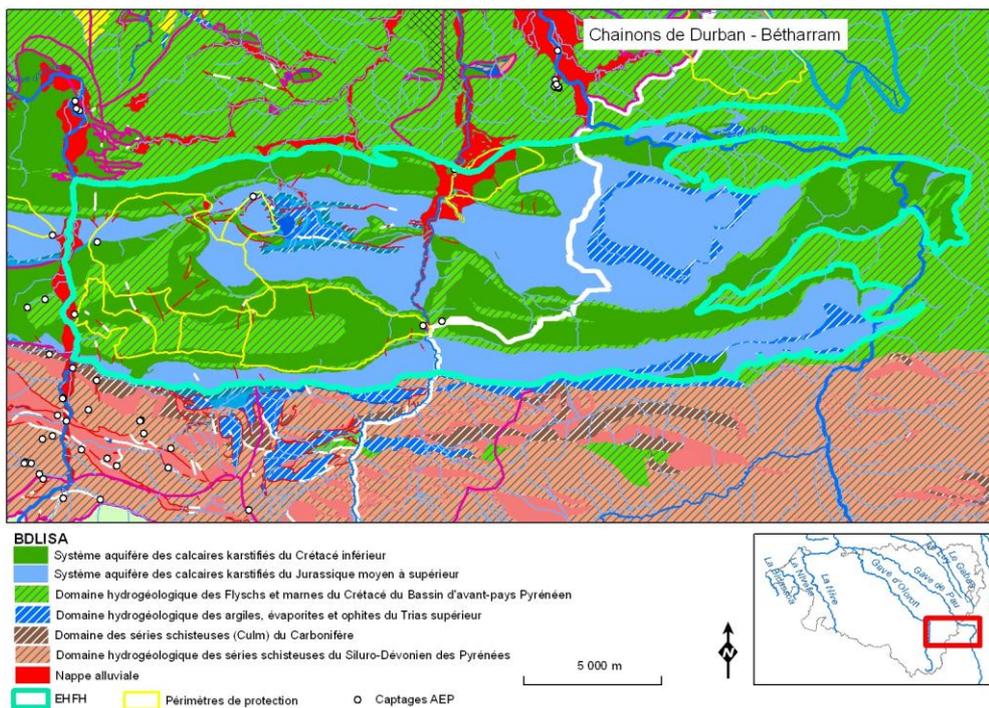


Figure 19 : Exemple d'une EHFH inter-régionales type « k » relative au Chaînon de Durban-Bétharram et constituée de formations aquifères calcaires et de domaines hydrogéologiques ruisselants.

#### 5.2.4. Les EHFH du type mixte « pf + bv » : formations cristallines du massif de l'Ursuya

L'EHFH « formations cristallines du Massif de l'Ursuya » représente un cas typique des fissures susceptibles d'être rencontrées dans un domaine hydrogéologique le rendant potentiellement aquifère. Les réservoirs ainsi formés restent cependant limités et de ce fait, ne peuvent fournir des débits importants. Ceci explique la densité importante des forages AEP captant cette formation (fig. 20). De ce fait, cette formation est classée dans la catégorie mixte « pf + bv ».

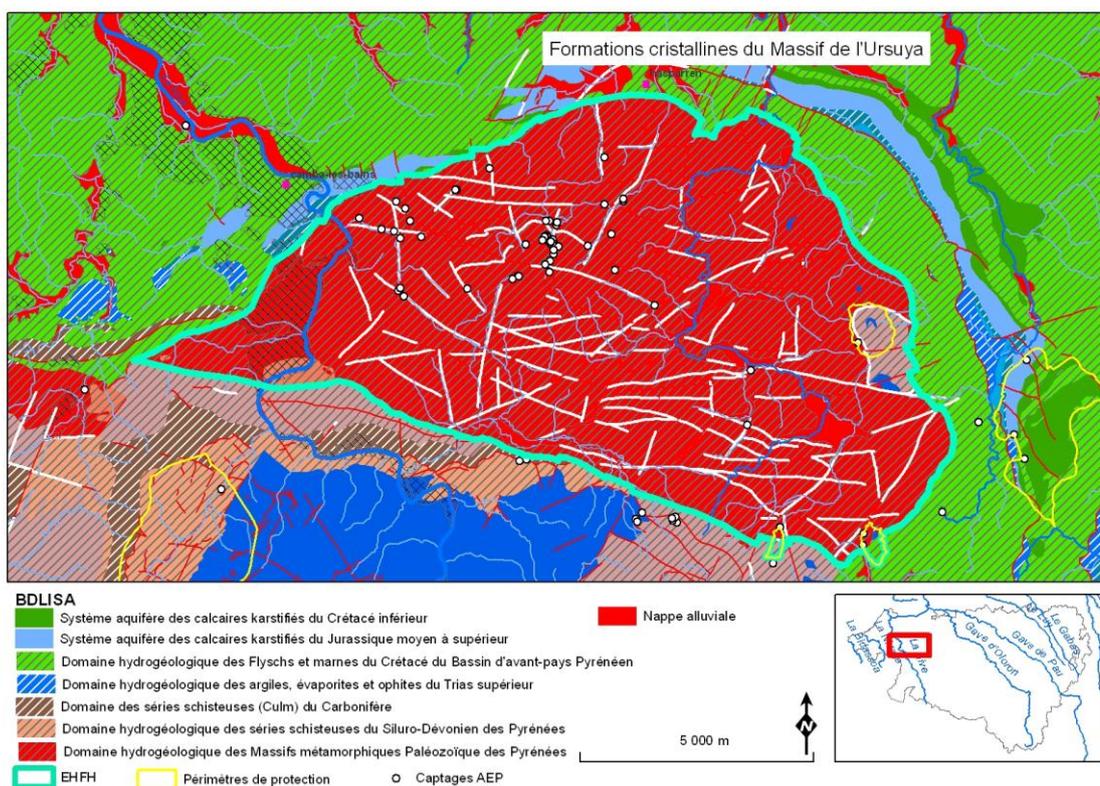


Figure 20 : EHFH relative aux formations cristallines du massif de l'Ursuya.

#### 5.2.5. Les EHFH du type mixte « k + bv » : Chaînon du Massif des Arbailles

L'EHFH « Chaînon du Massif des Arbailles » (fig. 21) pouvait logiquement être scindée en trois. Elle englobe en effet un système aquifère calcaire et un domaine hydrogéologique ruisselant (Flysch et marnes du Crétacé) lequel relève de deux masses d'eau différentes séparées par la ligne de crête d'un sous-secteur géographique. Néanmoins, les traçages réalisés ont mis en évidence une circulation de la nappe entre les deux formations et de part et d'autre de la ligne de crête séparant les deux masses d'eau en raison de la karstification de l'ensemble. Les trois formations

ont ainsi été regroupées afin d’englober l’intégralité du bassin d’alimentation de la source des cent Fontaines (périmètre jaune au sud-est de l’EHFH).

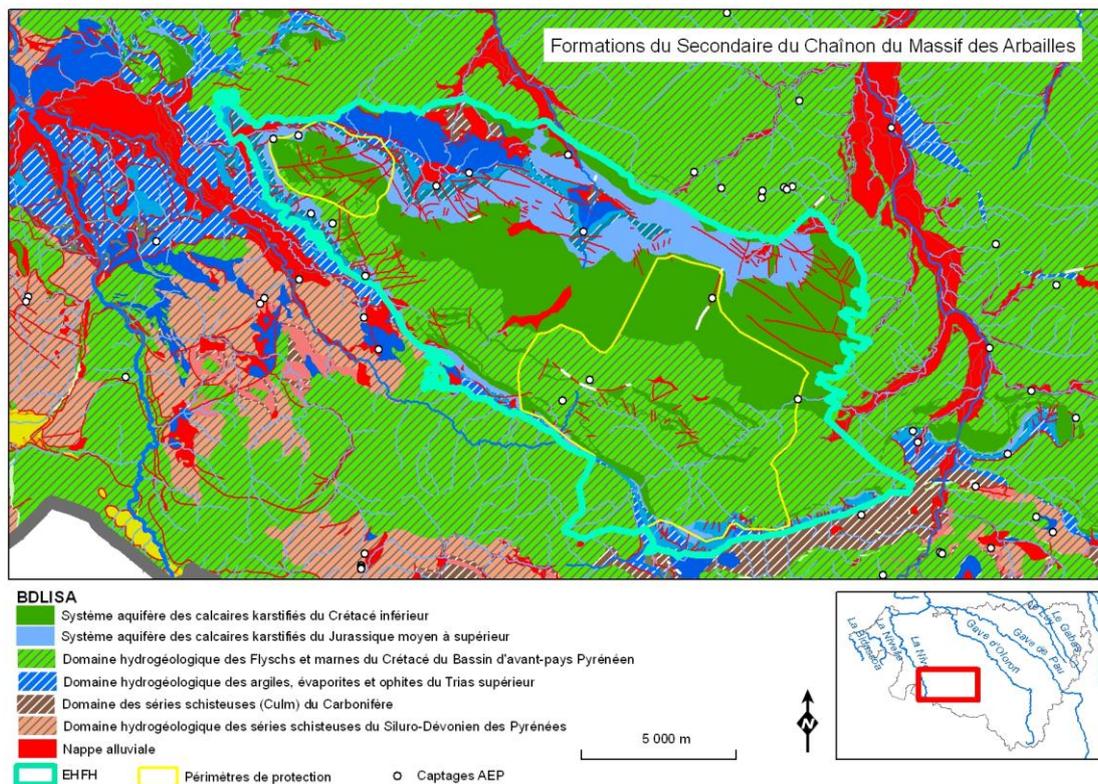


Figure 21 : Exemple d’une EHFH mixte « k + bv » relative au Chaînon du massif des Arbaillès constituée d’une formation aquifère au nord et d’une formation ruisselante (Flysch) au sud.

### 5.3. BILAN STATISTIQUE

Le département des Pyrénées-Atlantiques compte 10 masses d’eau souterraines concernées par la délimitation des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH). 123 EHFH sont proposées sur ce département dont 20 sont en commun avec les départements limitrophes (Landes, Gers et Hautes-Pyrénées) en raison notamment des contraintes physiques imposées par les bassins versants ou sous-secteurs (regroupement de 3 à 8 bassins versants en général) inter-départementaux.

Sur ces 123 EHFH, 50 sont de type « ruisselant », 35 de type « infiltrant » et 38 de type « mixte : ruisselant + infiltrant » (tabl. 1, p. 59).

En terme de surface, la plus grande EHFH a une superficie de 347,2 km<sup>2</sup> et la plus petite a une superficie de 3,9 km<sup>2</sup>. La surface moyenne des EHFH est de 71,7 km<sup>2</sup>.

On note des surfaces généralement plus importantes pour les EHFH de type bv (ruisselant), notamment pour les masses d'eau 5051 et 5052 puisqu'elles correspondent au découpage du bassin du Flysch du crétacé en sous-secteur de la BD Carthage.

De même, on remarque des surfaces élevées pour les EHFH de type pf+bv (mixte) sur les MESO 5029 et 5030, en effet, ces EHFH regroupent des nappes alluviales du Luy ou du Luy du Béarn avec les hautes terrasses et les épandages alluviaux et molasses considérés comme plutôt ruisselants. Il n'a pas été jugé utile de multiplier des EHFH pour les secteurs à épandages alluviaux et molasses en raison de leurs faibles intérêts aquifères. Celles-ci forment ainsi de vastes EHFH.

#### **5.4. FICHES ENTITES HYDROGEOLOGIQUES DE FONCTIONNEMENT HOMOGENE**

Le travail de sectorisation des masses d'eau (MESO) en entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH) répond à une exigence de la Directive Cadre européenne sur l'Eau qui demande aux états membres de délimiter et caractériser les Masses d'eau, pour évaluer leur état et les surveiller.

Afin de faciliter cette tâche aux collectivités territoriales en charge de cette mission, le résultat de cette sectorisation est présenté sous forme de fiches qui résument, pour chaque EHFH définie, les informations qui lui sont relatives : nom, nature (type), localisation géographique, formation(s) géologique(s) (telles que définie(s) dans le référentiel BD-LISA), MESO(s) concernée(s), note de vulnérabilité totale,...

Ces fiches EHFH ont été éditées en format pdf. Le mode de présentation des données a été retenu en concertation avec les acteurs du projet.

Le recto de la fiche contient une carte montrant l'EHFH et la (ou les) formation(s) qui la compose(nt) telle(s) qu'elle(s) a (ont) été définie(s) dans le référentiel BD-LISA. Le verso montre la carte des MESO présentes sur le département des Pyrénées-Atlantiques, l'indice de vulnérabilité totale calculé par km<sup>2</sup> géographique ainsi que la vulnérabilité totale moyenne de l'EHFH en question.

Les fiches relatives aux 123 EHFH délimitées sur le département des Pyrénées-Atlantiques sont jointes en annexe 6. Sous SIG (ArcGIS ou MapInfo), la fiche de l'EHFH pourra être consultable dynamiquement.



MESO	bv			k				k + bv				pf				pf + bv				Total Nombre d'UG				
	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale	Nombre d'EHH	Surface minimale	Surface moyenne	Surface maximale
5028	1	7,9	7,9	7,9									1	8,9	8,9	8,9	2	16,3	58,7	101,1	4	7,9	33,6	101,1
5029																	5	119,1	142,7	198,7	5	119,1	142,7	198,7
5030													9	13,1	56,1	119,4	1	181,9	181,9	181,9	10	13,1	68,7	181,9
5031													5	9,3	36,0	70,1					5	9,3	36,0	70,1
5044	3	47,2	78,8	99,4									2	80,1	81,1	82,0	20	30,6	49,4	113,5	25	30,6	55,5	113,5
5051	25	8,0	97,3	347,2	9	8,7	70,0	238,8									4	12,7	43,8	60,2	38	8,0	85,2	347,2
5052	18	7,0	86,8	210,5	4	6,5	12,3	18,1	1	170,2	170,2	170,2	2	4,7	27,0	49,4	5	3,9	66,3	102,2	30	3,9	72,3	210,5
5054	1	15,2	15,2	15,2																	1	15,2	15,2	15,2
5055	2	23,2	27,8	32,3																	2	23,2	27,8	32,3
5082													3	11,0	80,3	185,7					3	11,0	80,3	185,7
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>7,0</b>	<b>86,2</b>	<b>347,2</b>	<b>13</b>	<b>6,5</b>	<b>52,3</b>	<b>238,8</b>	<b>1</b>	<b>170,2</b>	<b>170,2</b>	<b>170,2</b>	<b>22</b>	<b>4,7</b>	<b>52,3</b>	<b>185,7</b>	<b>37</b>	<b>3,9</b>	<b>67,8</b>	<b>198,7</b>	<b>123</b>	<b>3,9</b>	<b>71,7</b>	<b>347,2</b>

Tableau 1 : Répartition des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHH) sur les 10 masses d'eau (MESO) libres sectorisées du département des Pyrénées-Atlantiques.



## 6. Conclusion

L'Agence de l'Eau Adour Garonne, chargée de l'application de la Directive Cadre européenne sur son district et le Conseil général des Pyrénées-Atlantiques, ont confié au BRGM Aquitaine le travail de découpage des masses d'eau continentales sur le département des Pyrénées-Atlantiques en entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH) dites « Unités de Gestion ». Cette mission fait suite à celle confiée antérieurement au BRGM Midi-Pyrénées pour réaliser le travail de découpage des masses d'eaux sur les huit départements midi pyrénéens et au BRGM Aquitaine pour réaliser le même travail sur les départements de la Gironde, de la Dordogne et du Lot-et-Garonne.

Le département des Pyrénées-Atlantiques compte 10 masses d'eau souterraine concernées par la délimitation des entités hydrogéologiques de fonctionnement homogène (EHFH). 123 EHFH sont proposées sur ce département dont 20 sont en commun avec les départements limitrophes (Landes, Gers et Hautes-Pyrénées) en raison notamment des contraintes physiques imposées par les bassins versants ou sous-secteurs (regroupement de 3 à 8 bassins versants en général) inter-départementaux. 77 EHFH ont été définies sur l'intensément plissé et 38 sur la partie sédimentaire. Les 8 EHFH restantes couvrent les deux secteurs.

Sur ces 123 EHFH, 50 sont du type « ruisselant », 35 du type « infiltrant » et 38 du type « mixte : ruisselant + infiltrant ». En terme de surface, la plus grande EHFH a une superficie de 347,2 km<sup>2</sup> et la plus petite a une superficie de 3,9 km<sup>2</sup>. La surface moyenne des EHFH est de 71,7 km<sup>2</sup>.

73 EHFH sont du type « infiltrant » ou « mixte ». Elles impliqueront *a priori* un minimum de 73 points de contrôle de la qualité des eaux.

Ce chiffre de 123 EHFH est supérieur aux nombres d'EHFH définies sur les départements de Gironde (95), de Dordogne (119) et de Lot-et-Garonne (55). Ceci est principalement lié à la complexité géologique et structurale du département dont une bonne moitié se trouve dans le domaine intensément plissé pyrénéen. Cette grande hétérogénéité des formations a conduit à réduire la superficie des EHFH et donc à augmenter leur nombre. Comme pour les autres départements, des arbitrages et des prises de décisions seraient à prévoir pour privilégier les EHFH d'ordre stratégique (celles concernant des aquifères très sollicités pour l'AEP) et/ou regrouper les EHFH de moindre importance.

Un travail de réflexion pourra ainsi être engagé en partenariat avec l'AEAG et les services techniques des conseils généraux concernés avec comme objectif l'optimisation des points de surveillance, aussi bien en nombre qu'en position géographique. Pour les départements disposant déjà d'un réseau de contrôle qualité, on pourra repositionner certains points de contrôle actuels, voire réduire leur nombre ou l'augmenter pour certaines masses d'eau afin de mieux tenir compte du travail de

découpage de ces masses d'eau. Les découpages pourront eux aussi être modifiés à la marge des éléments complémentaires qui découleront du traitement des départements limitrophes, du mode d'occupation du sol (CORINE Land Cover) ou de la nécessité de regrouper certaines EHFH.

Le cas du nombre important d'Unités de Gestion à gérer a déjà été rencontré dans la région Midi-Pyrénées. Le BRGM Midi-Pyrénées a ainsi proposé, après concertation avec l'AEAG et les décideurs régionaux, un regroupement des Unités de Gestion en Méga Unités de Gestion dites MUG. Des bassins versants ont ainsi été regroupés en Méga bassins versants (MBV).

## 7. Bibliographie

**Abou Akar A. et Ayache B.** (2009a) – Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales de Gironde. Aptitude au ruissellement/infiltration. Rapport BRGM/RP-57909-FR, 71 p., 19 fig., 1 tabl., 5 ann.

**Abou Akar A. et Ayache B.** (2009b) – Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales de Dordogne. Aptitude au ruissellement/ infiltration. Rapport BRGM/RP-57910-FR, 71 p., 18 fig., 1 tabl., 5 ann.

**Abou Akar A. et Ayache B.** (2011) – Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales de Lot-et-Garonne. Aptitude au ruissellement/infiltration. Rapport BRGM/RP-59126-FR, 77 p., 22 fig., 1 tabl., 5 ann.

**Ghyselinck M.** avec la collaboration de **Ricard J.** (2004) – Etude d'optimisation du réseau d'observation des produits phytosanitaires dans les eaux superficielles et souterraines en région Midi-Pyrénées. Phase 7.1 et 7.3 Rapport BRGM/RP-52862-FR, 45 p., 22 fig., 1 tabl., 1 schéma.

**Journal Officiel des Communautés Européennes** (2000) - Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal Officiel des Communautés Européennes, pp. L327/1-72.

**Karnay G,** avec la collaboration de **Pérouse A., Fondin A., Peter M., Vincent M et Imbault M.** (2008) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département des Pyrénées Atlantiques. BRGM/RP-56566-FR, 89 p., 34 ill., 5 ann., 3 cartes h.-t.

**Mardhel V.** (2006) – Carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée des eaux souterraines de la région Aquitaine. Rapport BRGM/RP-55311-FR, 103 p., 59 fig., 3 ann.

**Mardhel V. et Pinson S.** avec la collaboration de Koch-Mathian J.-Y. (2008) – Analyse de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines autour des sites BASOL du bassin Adour-Garonne. Rapport BRGM/RP-56593-FR, 87 p., 19 fig., 2 ann.

**Pédron N., Platel J.-P., Bourguine B et Loiseau J.-B.** (2008) – Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes – Module 4 – Année 4 - Rapport BRGM/RP-56614-FR, 99 p., 49 fig., ann.

**Pédron N., Platel J.-P., Bidzana K., Labarthe B., Loiseau J.-B. et Lucassou F** (2009) – Référentiel Hydrogéologique Français – BD RHF version 2. Bassin Adour-Garonne. Années 2 et 3. Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine. Rapport d'étape BRGM/RP-56949-FR, 60 p., 41 ill., 5 ann.

**Pédron N., Saplaïroles M., Ayache B., Labarthe B., Platel J.P.**, avec la collaboration de Bichot F., Bujel D., Monod B. (2011) - Référentiel Hydrogéologique Français BD-LISA. Année 4. Bassin Adour-Garonne. Délimitation des entités hydrogéologiques de la zone pyrénéenne en Aquitaine et en Midi-Pyrénées. Rapport d'étape. BRGM/RP-58198-FR, 108 p., 36 Ill., 4 ann.

**Platel J.-P., Lescuyer J.-L., Vincent M. et Norié A.** (2002a) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Dordogne. Rapport BRGM/RP-51266-FR, 102 p., 48 fig., 14 tab., 7 ann., 3 cartes hors-texte.

**Platel J.-P., Guérineau S. et Vincent M.** (2002b) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de Lot-et-Garonne. Rapport BRGM/RP-51752-FR, 86 p., 36 fig., 16 tab., 8 ann., 3 cartes hors-texte.

**Platel J.-P.** avec la collaboration de Estève A. et de Toméra L. (2004) - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de la Gironde. Rapport BRGM/RP-53382-FR, 223 p., 46 ill., 6 ann, 3 cartes hors-texte.

**Rey F.** (2007) - Ressources en eau souterraine dans les chaînons béarnais (Pyrénées-Atlantiques, France). Géométrie et fonctionnement hydrogéologique de quatre aquifères carbonatés. Thèse soutenue devant l'Université de Bordeaux I, 454 p.

**Seguin J.-J. et Baudry D.** (2002) – Cartographie de la vulnérabilité des systèmes aquifères de l'Aquitaine. BRGM/RP-52042-FR, 40 p., 9 tabl., 3 ann.

**Shoen R. et Ricard J.** avec la collaboration de Codvelle A. (2001) - Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales en région Midi-Pyrénées. Rapport BRGM/RP-51337-FR, 30 p., 9 fig., 3 tabl., 2 ann.

**Shoen R. et Codvelle A.** avec la collaboration de Ricard J. (2001) – Cartographie de l'aléa de pollution des eaux superficielles et souterraines par les substances phytosanitaires en région Midi-Pyrénées. Vulnérabilité des eaux souterraines. Rapport BRGM/RP-51456-FR, 38 p., 11 fig., 2 tabl., 1 ann.

**Vincent C., Gutierrez T., Fondin A.** (2011) – Inventaire départemental des mouvements de terrain des Pyrénées Atlantiques hors zone RTM. BRGM/RP-60099-FR (en cours).

#### **Sites en ligne :**

[http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/eau/guide\\_delimcorrec.pdf](http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/eau/guide_delimcorrec.pdf)

<http://www.ifen.fr/index.php?id=88>

## **Annexe 1**

# **Caractéristiques des masses d'eau souterraines (MESO) libres sur la région Aquitaine**



Code européen MES		Nom de la masse d'eau souterraine	Bassin gestionnaire	Surface (km2)	Surface à l'affleurement (km2)	Surface sous couverture (km2)	Trans-bassin	Trans-frontière	Niveau 1 - Caractéristiques principales						Niveau 2 - Caractéristiques secondaires		
Préfixe FR	Code national MES								Type de masse d'eau	Nature des écoulements					Karstique	Frange littorale	Regroupées
										Libre et captif dissociés	Libre	Captif	Libre et captif associés majoritairement				
				captif	libre												
FR	5002	Socle BV Haut Bandiat et Tardoire secteur hydro r1	F	630	630	0	N	N	Socle	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5003	Calcaires jurassiques BV Isle-Dronne secteurs hydro p6-p7	F	468	468	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	O
FR	5004	Socle BV Isle-Dronne secteurs hydro p6-p7	F	1518	1518	0	N	N	Socle	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5005	Socle BV Vézère secteurs hydro p3-p4	F	2166	2160	6	N	N	Socle	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5011	Volcanisme cantalien - BV Adour-Garonne	F	2021	2021	0	N	N	Édifce volcanique	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5012	Calcaires et marnes du jurassique sup du BV de la Dordogne secteur hydro p2	F	564	564	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5018	Calcaires du karst de la Rochefoucauld BV Charente	F	721	721	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5020	Alluvions de la Garonne moyenne et du Tarn aval, la Save, l'Hers mort et le Girou	F	1479	1479	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	N
FR	5023	Alluvions du Lot	F	334	334	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5024	Alluvions de la Dordogne	F	701	I	I	N	N	Alluvial	N	N	N	N	O	N	N	O
FR	5025	Alluvions de l' Isle et de la Dronne	F	439	I	I	N	N	Alluvial	N	N	N	N	O	N	N	N
FR	5026	Alluvions recentes de la Gironde	F	231	<=231	>=0	N	N	Alluvial	N	N	N	O	N	N	O	N
FR	5028	Alluvions de l'Adour et de l'Echez, l'Arros, la Bidouze et la Nive	F	1005	I	I	N	N	Alluvial	N	N	N	N	O	N	O	N
FR	5029	Alluvions des Luys	F	117	117	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	N
FR	5030	Alluvions du gave de Pau	F	353	353	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5031	Alluvions du gave d'Oloron et du Saison	F	247	247	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	N
FR	5032	Alluvions de la Bidassoa	F	2	2	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	O	O
FR	5033	Grés du bassin de Brive	F	691	634	57	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	N	N	N
FR	5039	Calcaires des Causses du Quercy BV Dordogne	F	910	909	1	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5040	Calcaires des Causses du Quercy BV Corrèze-Vézère	F	245	234	12	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5041	Calcaires de l'Entre 2 Mers du BV de la Dordogne	F	423	423	0	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	O	N	O
FR	5043	Molasses du bassin de la Garonne et alluvions anciennes de Piémont	F	14559	14505	53	N	N	Imperméable localement aquifère	N	N	N	N	O	O	N	O
FR	5044	Molasses du bassin de l'Adour et alluvions anciennes de Piémont	F	5064	5049	15	N	N	Imperméable localement aquifère	N	N	N	N	O	O	N	O
FR	5045	Sables plio-quaternaires des bassins côtiers région hydro s et terrasses anciennes de la Gironde	F	7673	I	I	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	N	O	N	N	N
FR	5046	Sables et calcaires plio-quaternaires du bassin Midouze-Adour région hydro q	F	2533	I	I	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	N	O	O	N	O
FR	5047	Sables plio-quaternaires du bassin de la Garonne région hydro o et terrasses anciennes de la Garonne	F	3823	I	I	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	N	O	N	N	N
FR	5051	Terrains plissés du BV des gaves secteurs hydro q4, q5, q6, q7	F	4322	3923	399	N	N	Intensément plissée	N	O	N	N	N	O	N	O
FR	5052	Terrains plissés BV Nive, Nivelle, Bidouze secteurs hydro q8, q9, s5 (+q3 et s4 marginal)	F	2094	2094	0	N	N	Intensément plissée	N	O	N	N	N	O	N	O
FR	5054	Terrains plissés du bassin de la Bidassoa secteur hydro s6	F	24	24	0	N	N	Intensément plissée	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5055	Terrains plissés du BV du Rio Irati	F	55	55	0	N	N	Intensément plissée	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5062	Alluvions de la Garonne aval	F	401	I	I	N	N	Alluvial	N	N	N	O	N	N	N	N
FR	5065	Calcaires, grés et sables du créacé sup basal libre en Périgord Sarladais Bouriane	F	1225	1225	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5066	Sables fauves BV Adour région hydro q	F	1240	1240	0	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	N	N	N

Code européen MES		Nom de la masse d'eau souterraine	Bassin gestionnaire	Surface (km2)	Surface à l'affleurement (km2)	Surface sous couverture (km2)	Trans-bassin	Trans-frontière	Niveau 1 - Caractéristiques principales					Niveau 2 - Caractéristiques secondaires			
Préfixe FR	Code national MES								Type de masse d'eau	Nature des écoulements					Karstique	Frange littorale	Regroupées
										Libre et captif dissociés	Libre	Captif	Libre et captif associés majoritairement				
				captif	libre												
FR	5067	Calcaires et marnes du jurassique sup du BV du Lot secteur hydro o8	F	715	715	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	O
FR	5068	Calcaires de l'Entre 2 Mers du BV de la Garonne	F	638	638	0	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	O	N	O
FR	5071	Sables, graviers, galets et calcaires de l'éocène nord AG	F	20063	<=3865	>=16198	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	N	O	N
FR	5072	Calcaires du sommet du crétacé supérieur captif nord-aquitain	F	17510	406	17104	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	N	N	N
FR	5076	Calcaires, grés et sables de l'infra-cénomaniens/cénomaniens libre	F	937	937	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	N	O	O
FR	5077	Molasses du bassin de la Dordogne	F	532	532	0	N	N	Imperméable localement aquifère	N	N	N	N	O	O	N	O
FR	5078	Sables, grés, calcaires et dolomies de l'infra-toarcien	F	24931	655	24275	O	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	N	N	N
FR	5080	Calcaires du jurassique moyen et supérieur captif	F	40096	11	40086	N	N	Dominante sédimentaire	O	N	O	N	N	O	N	N
FR	5082	Sables, calcaires et dolomies de l'éocène-paléocène captif sud AG	F	25888	163	25725	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	O	N	N
FR	5083	Calcaires et sables de l'oligocène à l'ouest de la Garonne	F	23493	199	23294	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	O	N	N
FR	5085	Sables fauves BV Garonne région hydro o	F	213	213	0	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	N	N	N
FR	5088	Molasses du bassin du Lot	F	1076	I	I	N	N	Imperméable localement aquifère	N	N	N	N	O	O	N	O
FR	5091	Calcaires de la base du crétacé supérieur captif du sud du bassin aquitain	F	15562	12	15549	N	N	Dominante sédimentaire	N	N	N	O	N	O	N	N
FR	5092	Calcaires du sommet du crétacé supérieur du Périgord	F	2215	2215	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5093	Calcaires, grés et sables du turonien-coniacien libre BV Charente-Gironde	F	927	927	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	O
FR	5095	Calcaires, grés et sables du turonien-coniacien-santonien libre BV Isle-Dronne	F	999	999	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	O
FR	5096	Calcaires et Calcaires marneux du santonien-campanien BV Isle-Dronne	F	713	I	I	N	N	Dominante sédimentaire	N	O	N	N	N	N	N	O
FR	5097	Calcaires, grés et sables du crétacé sup basal libre BV Lot	F	536	536	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5098	Calcaires, grés et sables du crétacé sup basal libre BV Garonne	F	54	54	0	N	N	Dominante sédimentaire	O	O	N	N	N	O	N	N
FR	5099	Alluvions de la Vézère et de la Corrèze	F	122	122	0	N	N	Alluvial	N	O	N	N	N	N	N	N

## **Annexe 2**

### **Liste des entités hydrogéologiques (référentiel BD-LISA) de niveau 3 répertoriées sur le bassin sédimentaire de la région Aquitaine**

### **Notes de vulnérabilité proposées**



Note	Nature	Libellé
8	Aquifère	A Calcaires bioclastiques du Campano-Maastrichtien sud-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires bioclastiques et grès du Campano-Maastrichtien nord-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires de la formation de Castillon
8	Aquifère	A Calcaires et Brèches du Kimméridgien basal nord-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires et dolomies du Bajocien nord-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires et dolomies du Tithonien
8	Aquifère	A Calcaires et grès du Domérien Supérieur
7	Aquifère	A Calcaires et marnes des formations de Saint-Estèphe, Saint-Yzans, Bégadan de l'Eocène supérieur
7	Aquifère	A Calcaires grès et marnes du Coniacien-Santonien nord-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires à astéries de l'Entre-deux-Mers, du Bourgeois et du Libournais de l'Oligocène
8	Aquifère	A Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne
8	Aquifère	A Calcaires, calcaires dolomitiques et marnes du Paléocène sud-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires, dolomies et anhydrite de l'Hettangien-Sinemurien
8	Aquifère	A Calcaires, grès et sables du Turonien nord-aquitain
8	Aquifère	A Calcaires, grès et sables marins de l'Eocène inférieur à moyen nord-aquitain
8	Aquifère	A Faluns, grès et calcaires de l'Aquitaniens-Burdigalien
8	Aquifère	A Faluns, grès et sables du Langhien-Serravallien (Helvétien)
9	Aquifère	A Formation diachrones des sables infra-molassiques de l'Eocène inférieur à moyen
10	Aquifère	A Formations dunaires littorales
10	Aquifère	A Moyennes terrasses quaternaires
10	Aquifère	A Sables Fluviaux du Libournais
10	Aquifère	A Sables des formations du Sable des Landes et de Castets
10	Aquifère	A Sables et calcaires du Cénomaniens nord-aquitain
10	Aquifère	A Sables et graviers de la formation d'Arengosse
10	Aquifère	A Sables et graviers des formations d'Onesse et de Belin
8	Aquifère	A calcaires et dolomies du multicouche Cénomaniens à Santonien sud-aquitain
8	Aquifère	A calcaires micritiques et bioclastiques du Bathonien moyen à Oxfordien nord-aquitain
9	Aquifère	A graviers, galets, sables et argiles continentaux de l'Eocène inférieur à moyen nord-aquitain
9	Aquifère	A sables, grès et calcaires gréseux de l'Eocène inférieur basal sud-aquitain
1	Imperméable	I Argiles du sommet de l'Arengosse
1	Imperméable	I Argiles de Brach
1	Imperméable	I Argiles diachrones des milieux profonds et proximaux du Miocène inférieur
1	Imperméable	I Argiles diachrones des milieux profonds et proximaux du Miocène inférieur à moyen
1	Imperméable	I Argiles, évaporites et ophites du Trias sud-aquitain
3	Imperméable	I Calcaires crayeux du Turonien nord-aquitain
3	Imperméable	I Calcaires crayo-marneux et marnes du Santonien-Campanien nord-aquitain
3	Imperméable	I Calcaires marneux du Coniacien inférieur
1	Imperméable	I Glaises bigarrées du Miocène supérieur
2	Imperméable	I Marnes des milieux profonds et proximaux de l'Oligocène
2	Imperméable	I Marnes diachrones des milieux profonds et proximaux de l'Eocène inférieur
2	Imperméable	I Marnes diachrones des milieux profonds et proximaux de l'Eocène sud-aquitain
2	Imperméable	I Marnes diachrones des milieux profonds et proximaux de l'Eocène supérieur nord-aquitain
2	Imperméable	I Marnes du Crétacé inférieur
2	Imperméable	I Marnes du Domérien inférieur
2	Imperméable	I Marnes du Toarcien
1	Imperméable	I Marnes et argiles des milieux diachrones profonds et proximaux du Paléocène-Eocène
3	Imperméable	I Marno-calcaires du Bathonien basal nord-aquitain
3	Imperméable	I Marno-calcaires du Kimméridgien supérieur nord-aquitain
5	Semi-perméable	SP Altérites discordantes Post-Crétacées nord-aquitaines
5	Semi-perméable	SP Calcaires et Marnes de l'Eocène moyen sud-aquitain
5	Semi-perméable	SP Calcaires et grès du multicouche du Crétacé inférieur
6	Semi-perméable	SP Epandages alluviaux anciens à graviers et galets du Lannemezan
4	Semi-perméable	SP Flyschs Paléocènes sud-aquitains
4	Semi-perméable	SP Flyschs du Crétacé supérieur sud-aquitain
4	Semi-perméable	SP Formations flamandaises littorales et Sables et argiles du Gurb
4	Semi-perméable	SP Formations molassiques Oligo-miocènes
4	Semi-perméable	SP Formations molassiques Oligo-éocènes
4	Semi-perméable	SP Formations molassiques de l'Eocène supérieur
4	Semi-perméable	SP Formations molassiques du Miocène
6	Semi-perméable	SP Hautes terrasses quaternaires
6	Semi-perméable	SP Sables argileux de la Formation de Boisbreteau (+Oriolles)
6	Semi-perméable	SP Sables verts et fauves du Miocène moyen
5	Semi-perméable	SP Schistes, grès, conglomérats du Stéphaniens nord-aquitain
4	Semi-perméable	SP Terrains Cristallins nord-aquitains
6	Semi-perméable	SP Très hautes terrasses quaternaires la vallée de la Garonne et de la Gironde
5	Semi-perméable	SP grès et dolomie du Permo - Trias



## **Annexe 3**

### **Liste des entités hydrogéologiques (référentiel BD-LISA) de niveau 3 répertoriées sur l'intensément plissé de la région Aquitaine**

### **Notes de vulnérabilité proposées**



Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées-Atlantiques

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	NOTE_LITHO
402D03	ARGILES ET MARNES DU SECONDAIRE DU MASSIF DE L'ARBEROUE - ARMENDARITS - JAXU	1
400B02	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS DE LA DEPRESSION DE LA NIVE	1
400H03	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS DU BASSIN DE BEDOUS	1
400D03	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS DU BASSIN DE SALIES DE BEARN	1
404K02	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS DU MASSIF DE L'IGOUNTZE	1
402O04	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS ET DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF DES ARBAILLES	1
364A01	ARGILES, ÉVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS SUD-AQUITAIN	1
404H01	ARGILES, EVAPORITES ET OPHITES DU TRIAS SUPERIEUR DU MASSIF DE LA RHUNE	1
402B03	ARGILES, EVAPORITES, OPHITES DU TRIAS DE LA DEPRESSION DE SAINT-PEE-SUR-NIVELLE	1
404B01	ARGILES, EVAPORITES, OPHITES, CALCAIRES ET DOLOMIES DU TRIAS DU MASSIF DE BAYGOURA	1
400I01	ARGILES, EVAPORITES, OPHITES, CALCAIRES ET DOLOMIES DU TRIAS ET DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DU BASSIN DE SAINT JEAN PIED DE PORT	1
402G04	ARGILES, EVAPORITES, OPHITES, CALCAIRES ET DOLOMIES DU TRIAS ET DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DU CHAINON DE SARRANCE	1
312A03	GLAISES BIGARRÉES DU MIOCÈNE SUPÉRIEUR DU BASSIN AQUITAIN	1
334E01	MOLASSES ET ARGILES DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR DU BASSIN AQUITAIN	1
338A01	MOLASSES ET ARGILES DE L'ÉOCÈNE-PALEOCÈNE DU BASSIN AQUITAIN	1
400F01	ARGILES À GALETS DU PLIOCÈNE ET DU LANNEMEZAN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	2
402T03	FORMATIONS IMPERMEABLES DU SECONDAIRE DES MASSIFS DE AHARGOU - LAYENS - MONTAGNOU	2
326A01	MARNES DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'OLIGOCÈNE DU BASSIN AQUITAIN	2
330A01	MARNES DIACHRONES DES MILIEUX PROFONDS ET PROXIMAUX DE L'ÉOCÈNE DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	2
362A02	MARNES DU DOMÉRIEN INFÉRIEUR	2
400F07	MARNES DU KEUPER DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	2
360A01	MARNES DU TOARCIEU DU BASSIN AQUITAIN	2
402U04	MARNES DU TRIAS ET DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DES CHAINONS DE DURBAN - BETHARRAM	2
402V04	MARNES DU TRIAS ET DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DES CHAINONS DU MAIL ARROUY - ARUDY	2
400F04	MARNES ET ARGILES DE L'ÉOCÈNE DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	2
402O02	MARNES NOIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR (APTIEU-ALBIEN) DU MASSIF DES ARBAILLES	2
346A01	CALCAIRES CRAYO-MARNEUX ET MARNES DU SANTONIEU-CAMPANIEU DU NORD DU BASSIN AQUITAIN	3
404U09	ENSEMBLE VOLCANIQUE PERMIEN DE LA HAUTE CHAÎNE (OSSAU-PIC ARLET)	3
402C02	FLYSCHS ET MARNES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DE L'ANTICLINEU DE SAINTE SUZANNE	3
402U02	FLYSCHS ET MARNES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DES CHAINONS DE DURBAN - BETHARRAM	3
402V02	FLYSCHS ET MARNES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DES CHAINONS DU MAIL ARROUY - ARUDY	3
400D01	FLYSCHS ET MARNES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU BASSIN DE SALIES DE BEARN	3
402G02	FLYSCHS ET MARNES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU CHAINON DE SARRANCE	3
402P02	FLYSCHS ET MARNES DU PALEOZOIQUE ET DU MESOZOIQUE DU MASSIF DES EAUX BONNES	3
404K04	FORMATION DU PALEOZOIQUE SUPERIEUR DU MASSIF DE L'IGOUNTZE	3
404U05	FORMATIONS IMPERMEABLES DU SECONDAIRE DE LA HAUTE CHAÎNE	3
356A02	MARNO-CALCAIRES S DU JURASSIQUE MOYEN À SUPÉRIEUR DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	3
404S05	ROCHES CRISTALLINES DU MASSIF DE CINCO-VILLAS	3
404H04	ROCHES CRISTALLINES DU MASSIF DE LA RHUNE	3
404M01	ROCHES CRISTALLINES DU MASSIF DE L'URSUYA	3
404H03	SCHISTES DU CARBONIFERE DU MASSIF DE LA RHUNE	3
402F04	SCHISTES DU PALEOZOIQUE DU CHAINON DE REBENACQ - MONTAUT	3
404S03	SCHISTES DU PALEOZOIQUE DU MASSIF DU CINCO-VILLAS	3
404U08	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DE LA HAUTE CHAÎNE	3
404S04	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU GOROSPIL DANS LE MASSIF DU CINCO-VILLAS	3
404B03	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF DE BAYGOURA	3
404N06	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF DE MENDIBELZA	3
404R04	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF DES ALDUDES	3
404N03	SCHISTES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF D'ESTERENGUIBEL	3
404U06	SCHISTES DU PALEOZOIQUE SUPERIEUR DE LA HAUTE CHAÎNE	3
404N04	SCHISTES DU PALEOZOIQUE SUPERIEUR DU MASSIF DE MENDIBELZA	3
402O06	SCHISTES DU PALEOZOIQUE SUPERIEUR DU MASSIF DES ARBAILLES	3
404K06	SCHISTES ET CALCAIRES DU PALEOZOIQUE INFÉRIEUR DU MASSIF DE L'IGOUNTZE	3
404I01	SCHISTES, GRES, CONGLOMERATS DU PALEOZOIQUE DE LA RIDE D'ESPELETTE	3
402N01	FLYSCH DU MASSIF DE LA PIERRE SAINT MARTIN	4
400F06	FLYSCHS CRÉTACÉS DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	4
400H01	FLYSCHS DU CRÉTACE DU BASSIN DE BEDOUS	4
404R01	FLYSCHS DU CRÉTACE DU MASSIF DES ALDUDES	4
400G02	FLYSCHS DU CRÉTACE SUD PYRENEEN	4
348G01	FLYSCHS DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	4
404K01	FLYSCHS DU MASSIF D'IGOUNTZE	4
340A01	FLYSCHS PALÉOCÈNES DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	4
400F03	MOLASSES CONTINENTALES OLIGOCÈNES DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	4
330A03	MOLASSES DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR DU BASSIN AQUITAIN	4
318A03	MOLASSES DU MIOCÈNE DU BASSIN AQUITAIN	4
322A03	MOLASSES OLIGO-MIOCÈNES DU BASSIN AQUITAIN	4
326A05	MOLASSIQUE OLIGO-ÉOCÈNES DU BASSIN AQUITAIN	4
308A02	SABLES FLANDRIENS ET ARGILES DU GURP DU LITTORAL AQUITAIN	4
400G01	CALCAIRES ET ARGILES DU PALEOGENE DU BASSIN SUD PYRENEEN	5

Cartographie des Unités de Gestion de la qualité des eaux continentales des Pyrénées-Atlantiques

RHF_ENTITE	RHF_DENOMINATION	NOTE_LITHO
350A01	CALCAIRES ET GRÈS DU MULTICOUCHE DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	5
334A01	CALCAIRES ET MARNES DE L'EOCENE MOYEN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	5
400F05	CALCAIRES ET MARNES DE L'EOCENE MOYEN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	5
402K01	CALCAIRES ET MARNES DE L'EOCENE MOYEN SUD-AQUITAIN DE L'INTENSEMMENT PLISSE	5
366A01	GRÈS ET DOLOMIE DU PERMO - TRIAS	5
308E01	EPANDAGES ALLUVIAUX ANCIENS À GRAVIERS ET GALETS DU LANNEMEZAN (PLIO-QUATERNAIRE)	6
306A02	HAUTES TERRASSES (SABLES, GRAVIERS ET GALETS) QUATERNAIRES DU BASSIN ADOUR GARONNE	6
312A05	SABLES VERTS ET FAUVES DU MIOCÈNE MOYEN DU BASSIN AQUITAIN	6
404F01	GRANITOÏDES DU GRAND ARROUBERT ET PLUTON OCCIDENTAL ET ORIENTAL DE CAUTERETS	7
404U10	GRANITOÏDES DU GRAND ARROUBERT ET PLUTON OCCIDENTAL ET ORIENTAL DE CAUTERETS	7
402F03	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU CHAINON DE REBENACQ - MONTAUT	7
404B02	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU MASSIF DE BAYGOURA	7
404K03	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU MASSIF DE L'IGOUNTZE	7
404R02	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU MASSIF DES ALDUDES	7
404N01	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU MASSIF D'ESTERENGUIBEL	7
404S02	GRÈS ET CONGLOMERATS DU PERMO-TRIAS DU MASSIF DU CINCO-VILLAS	7
402O05	GRÈS ET CONGLOMERATS DU TRIAS DU MASSIF DES ARBAILLES	7
402K03	GRÈS ET DOLOMIE DU PERMO - TRIAS DE L'INTENSEMMENT PLISSE	7
404H02	GRÈS, CONGLOMERATS, SCHISTES ET BASALTES DU PERMO-TRIAS ET DU STEPHANIEN DU MASSIF DE LA RHUNE	7
324A01	CALCAIRES À ASTÉRIES, FALUNS ET GRÈS DE L'OLIGOCÈNE À L'OUËST DE LA GARONNE	8
344A02	CALCAIRES BIOCLASTIQUES DU CAMPANO-MAASTRICHTIEN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	8
404U02	CALCAIRES DU CRÉTACE SUPÉRIEUR DE LA HAUTE CHAÎNE	8
404R03	CALCAIRES DU PALEOZOÏQUE (DEVONIEN) DU MASSIF DES ALDUDES	8
404U07	CALCAIRES DU PALEOZOÏQUE SUPÉRIEUR	8
404K05	CALCAIRES DU PALEOZOÏQUE SUPÉRIEUR DU MASSIF DE L'IGOUNTZE	8
404N05	CALCAIRES DU PALEOZOÏQUE SUPÉRIEUR DU MASSIF DE MENDIBELZA	8
348G02	CALCAIRES ET DOLOMIES DU MULTICOUCHE CÉNOMANIEN À SANTONIEN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	8
352A01	CALCAIRES ET DOLOMIES DU TITHONIEN DU BASSIN AQUITAIN	8
362A01	CALCAIRES ET GRÈS DU DOMÉRIEN SUPÉRIEUR	8
404N02	CALCAIRES ET GRÈS DU PALEOZOÏQUE SUPÉRIEUR DU MASSIF D'ESTERENGUIBEL	8
400H02	CALCAIRES ET GRÈS DU TRIAS DU BASSIN DE BEDOUS	8
340A02	CALCAIRES, CALCAIRES DOLOMITIQUES ET MARNES DU PALÉOCÈNE DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	8
402K02	CALCAIRES, CALCAIRES DOLOMITIQUES ET MARNES DU PALEOCÈNE SUD-AQUITAIN DE L'INTENSEMMENT PLISSE	8
362A03	CALCAIRES, DOLOMIES ET ANHYDRITE DE L'HETTANGIEN-SINÉMURIEN	8
404U04	FORMATIONS DU SECONDAIRE DES PICS BERGON, DE LA MARÈRE ET DE TACHA DE LA HAUTE CHAÎNE	8
358G01	MULTICOUCHE CALCAIRE ET DOLOMITIQUE DU JURASSIQUE DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	8
334C01	SABLES INFRA-MOLASSIQUES DE L'EOCENE INFÉRIEUR A MOYEN DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	9
334H01	SABLES, GRÈS ET CALCAIRES GRÊSEUX DE L'EOCÈNE INFÉRIEUR BASAL DU SUD DU BASSIN AQUITAIN	9
402N02	CALCAIRES DES CANYONS DU CRÉTACE SUPÉRIEUR DU MASSIF DE LA PIERRE-SAINT-MARTIN	10
402P01	CALCAIRES DES CANYONS DU CRÉTACE SUPÉRIEUR DU MASSIF DES EAUX BONNES	10
400B01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DE LA DÉPRESSION DE LA NIVE	10
402B01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DE LA DÉPRESSION DE SAINT-PEE-SUR-NIVELLE	10
402C01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DE L'ANTICLINAL DE SAINTE SUZANNE	10
402U01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DES CHAINONS DE DURBAN - BETHARRAM	10
402V01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DES CHAINONS DU MAIL ARROUY - ARUDY	10
402T01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DES MASSIFS DE AHARGOU - LAYENS - MONTAGNOU	10
402F01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU CHAINON DE REBENACQ - MONTAUT	10
402G01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU CHAINON DE SARRANCE	10
402D01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU MASSIF DE L'ARBEROUE - ARMENDARITS - JAXU	10
402O01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU MASSIF DES ARBAILLES	10
404S01	CALCAIRES DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU MASSIF DU CINCO-VILLAS	10
402B02	CALCAIRES DU JURASSIQUE DE LA DÉPRESSION DE SAINT-PEE-SUR-NIVELLE	10
402F02	CALCAIRES DU JURASSIQUE DU CHAINON DE REBENACQ - MONTAUT	10
402D02	CALCAIRES DU JURASSIQUE DU MASSIF DE L'ARBEROUE - ARMENDARITS - JAXU	10
400D02	CALCAIRES DU JURASSIQUE ET DU CRÉTACE INFÉRIEUR DU BASSIN DE SALIES DE BEARN	10
402U03	CALCAIRES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DES CHAINONS DE DURBAN - BETHARRAM	10
402V03	CALCAIRES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DES CHAINONS DU MAIL ARROUY - ARUDY	10
402T02	CALCAIRES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DES MASSIFS DE AHARGOU - LAYENS - MONTAGNOU	10
402G03	CALCAIRES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DU CHAINON DE SARRANCE	10
402O03	CALCAIRES DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DU MASSIF DES ARBAILLES	10
402P03	CALCAIRES DU PALEOZOÏQUE SUPÉRIEUR ET DU TRIAS DU MASSIF DES EAUX BONNES	10
402T04	CALCAIRES DU TRIAS DES MASSIFS DE AHARGOU - LAYENS - MONTAGNOU	10
306A01	MOYENNES TERRASSES (SABLES, GRAVIERS ET GALETS) QUATERNAIRES DU BASSIN ADOUR GARONNE	10
308A01	SABLES DUNAIRE DU LITTORAL AQUITAIN (PLIO-QUATERNAIRE)	10

## **Annexe 4**

### **Mode d'occupation du sol d'après la base de données CORINE Land Cover**

### **Notes d'impact proposées**



Note	Legende
	<b>CORINE Land Cover</b>
	<b>Territoires artificialisés - Zones urbanisées</b>
8	111 : Tissu urbain continu
7	112 : Tissu urbain discontinu
	<b>Territoires artificialisés - Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication</b>
10	121 : Zones industrielles et commerciales
9	122 : Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
9	123 : Zones portuaires
9	124 : Aéroports
	<b>Territoires artificialisés - Mines, décharges et chantiers</b>
9	131 : Extraction de matériaux
10	132 : Décharges
8	133 : Chantiers
	<b>Territoires artificialisés - Espaces verts artificialisés, non agricoles</b>
6	141 : Espaces verts urbains
6	142 : Equipements sportifs et de loisirs
	<b>Territoires agricoles - Terres arables</b>
6	211 : Terres arables hors périmètres d'irrigation
7	212 : Périmètres irrigués en permanence
	<b>Territoires agricoles - Cultures permanentes</b>
8	221 : Vignobles
8	222 : Vergers et petits fruits
	<b>Territoires agricoles - Prairies</b>
5	231 : Prairies
	<b>Territoires agricoles - Zones agricoles hétérogènes</b>
8	242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes
6	243 : Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
	<b>Forêts et milieux semi-naturels - Forêts</b>
1	311 : Forêts de feuillus
1	312 : Forêts de conifères
1	313 : Forêts mélangées
	<b>Forêts et milieux semi-naturels - Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée</b>
2	321 : Pelouses et pâturages naturels
2	322 : Landes et broussailles
2	324 : Forêt et végétation arbustive en mutation
	<b>Forêts et milieux semi-naturels - Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation</b>
2	331 : Plages, dunes et sable
1	332 : Roches nues
1	333 : Végétation clairsemée
1	335 : Glaciers et neiges éternelles
	<b>Zones humides - Zones humides intérieures</b>
3	411 : Marais intérieurs
3	412 : Tourbières
	<b>Zones humides - Zones humides maritimes</b>
5	421 : Marais maritimes
5	423 : Zones intertidales
	<b>Surfaces en eau - Eaux continentales</b>
3	511 : Cours et voies d'eau
3	512 : Plans d'eau
	<b>Surfaces en eau - Eaux maritimes</b>
4	522 : Estuaires
4	523 : Mers et océans



## **Annexe 5**

### **Carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée du département des Pyrénées-Atlantiques (Mardhel, 2006)**



**Vulnérabilité intrinsèque simplifiée**

**64  
PYRENEES-ATLANTIQUES**

**Typologie**

 zone non saturée inf. à 3 mètres

Unités fonctionnelles

Combinaison IDPR/ZNS

 Vulnérabilité faible à nulle

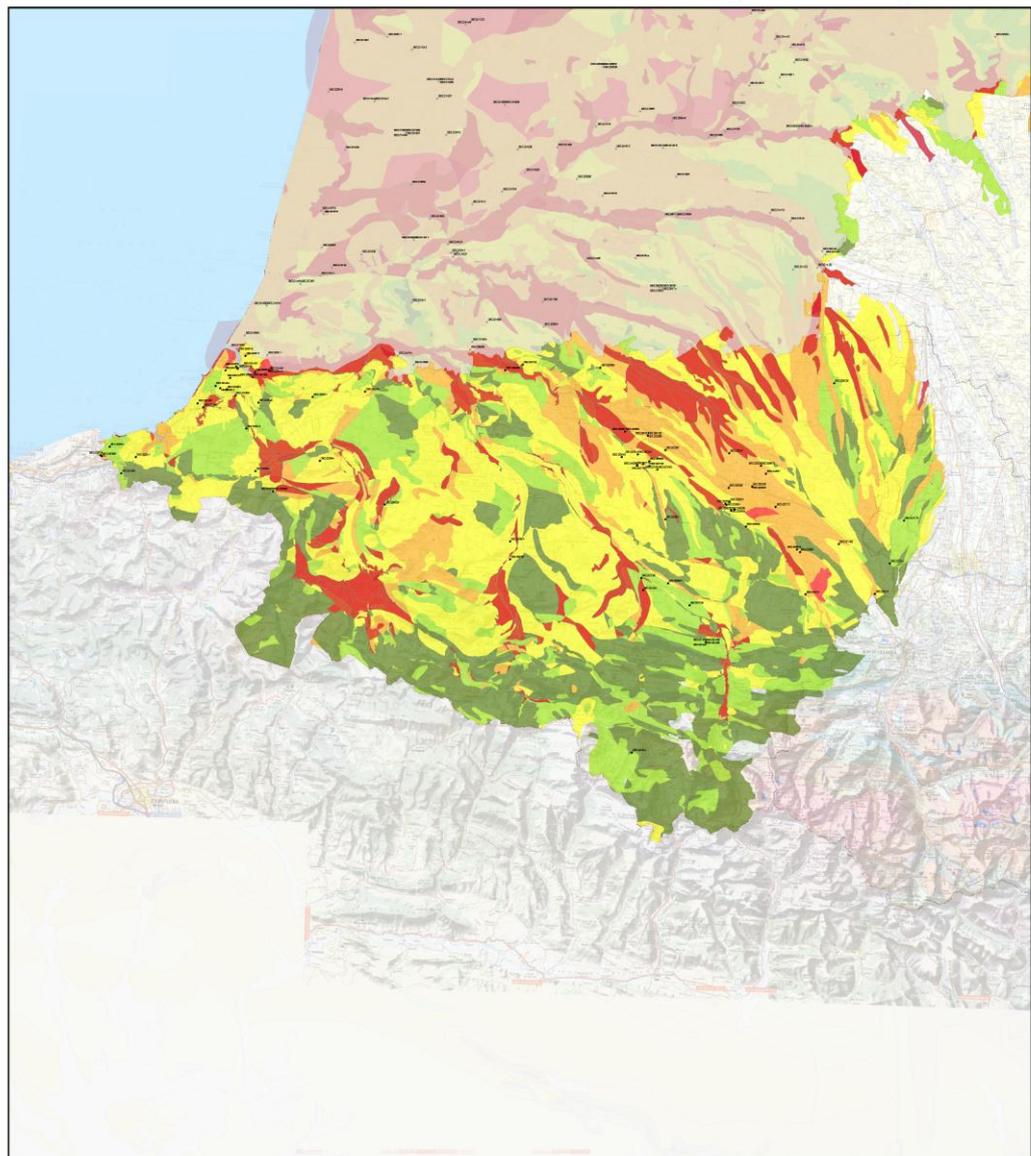
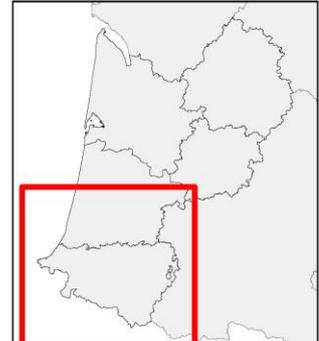
 Vulnérabilité faible

 Vulnérabilité moyenne

 Vulnérabilité forte

 Vulnérabilité très forte

Departements\_Aqui





## **Annexe 6**

# **Fiches de présentation des Entités Hydrogéologiques de Fonctionnement Homogène**

(sur CD-Rom)



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

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

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