

Document public



Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine

Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE

- Module 6 - Année 4 -
Convention 2008-2013

Rapport final

BRGM/RP-63168-FR
Mai 2014



Préfecture de la région Aquitaine
Secrétariat général pour les affaires régionales



Direction régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement

AQUITAINE



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



RÉGION
AQUITAINE



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document public



Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine

Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE

- Module 6 - Année 4 -
Convention 2008-2013

Rapport final

BRGM/RP-63168-FR
Mai 2014

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM PSP12AQI22

P. Corbier et O. Cabaret
Avec la collaboration de
E. Aubrun



Vérificateur :

Nom : M. SALTEL

Date : 25/07/2014

Approbateur :

Nom : N. PEDRON

Fonction : Directeur du BRGM Aquitaine
par intérim

Date : 29/07/2014

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



Mots-clés : Aquitaine, bassin versant, débits, eaux souterraines, jaugeages, lacs, Landes de Gascogne, Médoc, Midouze, modélisation multicouche 3D, nappes du Mio-Plio-Quaternaire, piézométrie, qualité, SAGE.

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

Corbier P. et Cabaret O. avec la collaboration de Aubrun E. (2014) - Gestion des Eaux Souterraines en Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 6 - Année 4. Rapport final. BRGM/RP-63168-FR, 113 p., 81 ill., 3 ann.

Synthèse

Dans le cadre de la convention pluriannuelle « Eaux souterraines » signée entre le BRGM, la Région Aquitaine et l'Etat (pour les périodes 2002-2006 puis 2008-2013, avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne), le BRGM Aquitaine a entrepris des actions de recherche et de mise en valeur des ressources en eaux souterraines.

Sur la période 2012-2013, le programme a porté sur 7 modules. Le présent document est relatif au module 6, consacré à la reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE (cf. rapports BRGM/RP-56475-FR, BRGM/RP-57813-FR, BRGM/RP-60259-FR et BRGM/RP-61303-FR) et plus particulièrement aux résultats obtenus lors de la cinquième année d'investigations (Année 4 de la convention).

Les travaux ont comporté un appui au SAGE « Midouze » et le lancement des travaux de modélisation hydrodynamique des aquifères du Plio-Quaternaire.

Au final, les investigations menées sur le territoire du SAGE Midouze ont permis :

☞ de montrer que le territoire pouvait être divisé entre quatre zones sur le critère de l'épaisseur moyenne des formations plio-quaternaires, les quadrants nord-ouest et sud-ouest présentant les plus fortes épaisseurs (respectivement 60 et 110 m) et les quadrants nord-est et sud-est, les plus faibles (respectivement, 45 et 15 m).

☞ d'établir une carte piézométrique à partir des 112 mesures de niveau d'eau effectuées entre le 7 juin et le 8 août 2013 (période de très hautes eaux). Cette dernière met en évidence un net drainage de la nappe par les cours d'eau. De façon générale, les écoulements se font vers le nord-est dans la partie sud-est du bassin (zone où la carte reste peu fiable en raison de la faible densité de points de mesure) et vers le sud ailleurs.

☞ de caractériser la qualité physico-chimique des eaux souterraines. Les mesures ont mis en évidence des températures allant de 12 à 15,7°C, des conductivités allant de 60 à 493 $\mu\text{S}/\text{cm}$ traduisant une minéralisation faible à moyenne et des pH acides à mettre en relation avec la nature sableuse du sous-sol. La contamination des eaux par des nitrates d'origine naturelle ou anthropique est, quant à elle, très limitée dans la mesure où les plus fortes teneurs n'ont pas dépassé 5 mg/l.

☞ d'évaluer le nombre de points d'eau pour lesquels des valeurs de paramètres hydrodynamiques sont disponibles. En l'absence de données au droit du territoire du SAGE Midouze, il n'a pas été possible d'ébaucher un contour de la nappe d'accompagnement au moyen du logiciel CONNEXMIN.

Concernant le modèle hydrogéologique, le travail mené a permis de faire la synthèse des données disponibles à l'échelle du triangle landais et d'évaluer les possibilités de modélisation.

Après intégration des données dans le modèle, les premières simulations ont pu être réalisées en régime permanent afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'outil et de valider les choix de construction du modèle.

Les résultats obtenus montrent que les charges hydrauliques calculées sont relativement bonnes même si elles sont globalement inférieures à la réalité. De ce fait, le drainage de la nappe par les cours d'eau n'apparaît pas encore évident.

La poursuite du travail de modélisation se focalisera donc par la suite sur la vérification et le calage des recharges et paramètres hydrodynamiques, sur une meilleure prise en compte du réseau hydrographique et enfin, l'intégration des données de volumes qui sont, à l'heure actuelle, loin d'être exhaustives.

Ces axes de travail seront réalisés sur l'ensemble du territoire, puis le calage sera effectué ensuite à l'échelle de certains territoires des SAGE Lacs médocains et Born et Buch, disposant de davantage de données. Enfin, après calage acceptable, un possible passage en régime transitoire sera évalué et une réflexion sera menée sur une possible intégration, à terme, du modèle Plio-Quaternaire au Modèle Nord-Aquitain (MONA).

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. CONTEXTE GENERAL	9
1.2. OBJECTIFS ET PROGRAMME DU MODULE 6	9
2. Rappels	13
3. Investigations sur le territoire du SAGE Midouze	25
3.1. CONTEXTE GENERAL	25
3.2. AGENCEMENT DES FORMATIONS	29
3.2.1. L'Aquitainien/Burdigalien (Miocène inférieur)	30
3.2.2. La formation des sables fauves (Helvétien, Miocène supérieur)	32
3.2.3. La formation des glaises bigarrées (Miocène supérieur)	35
3.2.4. La formation d'Arengosse	38
3.2.5. La formation d'Onesse	40
3.2.6. La formation du sable des Landes	43
3.2.7. Les alluvions récentes et les terrasses anciennes	45
3.2.8. Synthèse	48
3.3. CAMPAGNE PIEZOMETRIQUE	49
3.4. QUALITE DE L'EAU	55
3.5. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES	59
3.6. BILAN	60
4. Travaux de modélisation	61
4.1. MODELE CONCEPTUEL	61
4.1.1. Modèle géologique	62
4.1.2. Etat des connaissances hydrogéologiques du multicouche mio-plio-quaternaire	72
4.1.3. Synthèse des données disponibles	78
4.2. MODELE HYDRODYNAMIQUE	90
4.2.1. Rappels sur le principe général de la modélisation	90
4.2.2. Construction du modèle et début du calage en régime permanent	91
4.2.3. Premiers résultats de régime permanent	100
5. Conclusion	103
6. Bibliographie	105

Liste des illustrations

Illustration 1 : Extension des différents SAGE	12
Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées	14
Illustration 3 : Présentation synthétique de la superposition virtuelle des formations continentales présentes à l'échelle de la zone d'étude (Karnay G. & Dubreuilh J. (2007), modifié 2009)	15
Illustration 4 : Carte géologique simplifiée du Triangle landais	16
Illustration 5 : Exemple de carte isohypses (toit du substratum)	18
Illustration 6 : Exemples de coupes réalisées avec le logiciel GDM	19
Illustration 7 : pH, conductivités et teneurs en nitrates mesurés sur le territoire du SAGE Leyre, en août 2010	21
Illustration 8 : Piézométrie SAGE « Lacs médocains »	21
Illustration 9 : Piézométrie SAGE « Born et Buch »	22
Illustration 10 : Cartes de battements maximum pour les SAGE « Lacs médocains » et « Born et Buch »	24
Illustration 11 : Localisation du bassin versant de la Midouze par rapport au triangle landais	26
Illustration 12 : Réseau hydrographique et altimétrie au droit du bassin versant de la Midouze	27
Illustration 13 : Log théorique des formations mio-plio-quaternaires du triangle landais (d'après Corbier et al., 2010)	28
Illustration 14 : Tracé des coupes géologiques	29
Illustration 15 : Affleurement d'Aquitaniens	30
Illustration 16 : Epaisseur de l'aquifère de l'Aquitaniens-Burdigaliens sur la zone du triangle landais (d'après MONA)	31
Illustration 17 : Affleurements de sables fauves	32
Illustration 18 : Isopaches de la formation des sables fauves (d'après Corbier et al., 2010)	33
Illustration 19 : Coupes D, H et F (de haut en bas)	34
Illustration 20 : Affleurement de glaises bigarrées	35
Illustration 21 : Isopaches de la formation des glaises bigarrées (d'après Corbier et al., 2010)	36
Illustration 22 : Coupes J et G (de haut en bas)	37
Illustration 23 : Affleurement de la formation d'Arengeosse	38
Illustration 24 : Coupe A	38
Illustration 25 : Isopaches de la formation d'Arengeosse (d'après Corbier et al., 2010)	39
Illustration 26 : Affleurement de la formation d'Onesse	40
Illustration 27 : Isopaches de la formation d'Onesse (d'après Corbier et al., 2010)	41
Illustration 28 : Coupes A et E (de haut en bas)	42
Illustration 29 : Affleurement du Sable des Landes	43
Illustration 30 : Coupe I	43
Illustration 31 : Isopaches du sable des Landes	44
Illustration 32 : Affleurement des alluvions de l'Adour (secteur proche de la Midouze)	45
Illustration 33 : Cartes isopaches des terrasses anciennes et des alluvions récentes	46

Illustration 34 : Coupes C, B, G (de haut en bas)	47
Illustration 35 : Sectorisation du bassin versant de la Midouze	48
Illustration 36 : Epaisseurs moyennes des formations en fonction des secteurs.....	49
Illustration 37 : Ouvrages suivis en 2012 par le Conseil Général des Landes.....	50
Illustration 38 : Carte piézométrique des formations miocènes pour la période 1998 à 2000 (d'après Pédron et al.)	52
Illustration 39 : Carte piézométrique des formations plio-quaternaires pour la période 1968-1974 (d'après Corbier et al.)	52
Illustration 40 : Ouvrages ayant fait l'objet de mesures piézométriques en 2013.....	53
Illustration 41 : Discrétisation du réseau hydrographique	53
Illustration 42 : Carte piézométrique été 2013 (juin à août)	54
Illustration 43 : Chronique piézométrique de l'ouvrage 09513X0050/F (ouvrage situé près de Mont-de-Marsan et captant les formations plio-quaternaires)	55
Illustration 44 : Dispositifs utilisés pour caractériser la chimie des points d'eau	55
Illustration 45 : Températures des échantillons d'eau	57
Illustration 46 : Conductivités des échantillons d'eau.....	57
Illustration 47 : pH des échantillons d'eau.....	58
Illustration 48 : Teneurs en nitrates des échantillons d'eau	58
Illustration 49 : Points d'eau pour lesquels une valeur de transmissivité a été déterminée et emprise du territoire du SAGE Midouze	59
Illustration 50 : Carte géologique simplifiée du Triangle Landais	61
Illustration 51 : Succession lithostratigraphique synthétique des formations du Mio-Plio-Quaternaire (Karnay et al., 2008)	62
Illustration 52 : Emprise des formations des Sables Fauves et des Glaises bigarrées dans le modèle géologique	64
Illustration 53 : Emprise de la formation d'Arengosse et de son toit argileux dans le modèle géologique	65
Illustration 54 : Emprise de la formation d'Onesse et de son toit argileux dans le modèle géologique	66
Illustration 55 : Emprise de la formation de Belin et des Argiles de Brach dans le modèle géologique	67
Illustration 56 : Emprise de la formation de Castets et des Argiles d'Argelouse dans le modèle géologique	68
Illustration 57 : Emprise de la formation des Sables des Landes et Sables dunaires dans le modèle géologique	69
Illustration 58 : Emprise de la formation des nappes alluviales et terrasses anciennes dans le modèle géologique	70
Illustration 59 : Emprise de la formation des alluvions récentes dans le modèle géologique	71
Illustration 60 : Limites des systèmes aquifères libre (127A0) et captif (234) du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne (Pédron et al., 2002).....	73
Illustration 61 : Piézométrie de référence du système aquifère libre (127A0) du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne (Pédron et al., 2002).....	74
Illustration 62 : Epaisseur et piézométrie de l'aquifère de l'Aquitainien-Burdigalien extraites du MONA	76
Illustration 63 : Epaisseur et piézométrie de l'aquifère de l'Helvétien extraites du MONA	77

Illustration 64 : Flux de drainance entre (A) l'Helvétien et le Plio-Quaternaire, (B) le Burdigalien-Aquitainien et le Plio-Quaternaire (Pédron et al., 2002).....	78
Illustration 65 : Répartition temporelle des 102 chroniques d'observation issues d'ADES.....	80
Illustration 66 : Cartes piézométriques 2010 sur le territoire des lacs médocains (Corbier et al., 2011) ...	81
Illustration 67 : Cartes piézométriques 2010 sur le territoire de Born et Buch (Corbier et al., 2011).....	82
Illustration 68 : Valeurs indicatives des paramètres hydrodynamiques issus de la bibliographie.....	83
Illustration 69 : Une craste (A'urba, 2010).....	84
Illustration 70 : Carte des étangs du SAGE Born et Buch et les ouvrages hydrauliques (Géolandes 2006).....	86
Illustration 71 : Localisation des points de mesures de débits (mesures pérennes et ponctuelles) sur les cours d'eau du triangle landais.....	88
Illustration 72 : Localisation des prélèvements dans les aquifères du Plio-Quaternaire du triangle landais.....	89
Illustration 73 : Agencement schématique des différentes couches du modèle hydrodynamique et correspondance avec le modèle géologique.....	92
Illustration 74 : Cours d'eau accentués pour le MNT.....	93
Illustration 75 : Evolution des précipitations efficaces annuelles aux stations de Mérignac (33) et de Mont-de-Marsan (40).....	96
Illustration 76 : Localisation des différentes zones de recharge du modèle.....	97
Illustration 77 : Nombre et répartition par couche des points d'observation.....	98
Illustration 78 : Localisation des points d'observation du Plio-Quaternaire implémentés dans le modèle.....	99
Illustration 79 : Exemples des niveaux piézométriques restitués par le modèle pour la formation des dunes et Sable des Landes(couche 1, à gauche) et la formation de Castets (couche 4, à droite).....	101
Illustration 80 : Exemples des niveaux piézométriques restitués par le modèle pour la formation de Belin (couche 6, à gauche) et la formation d'Onesse (couche 8, à droite).....	101
Illustration 81 : Diagramme de dispersion des hauteurs piézométriques calculées et observées.....	102

Liste des annexes

Annexe 1 Caractéristiques des points ayant fait l'objet d'une mesure piézométrique durant l'été 2013.....	115
Annexe 2 Caractéristiques des points ayant fait l'objet de mesures physico-chimiques durant l'été 2013.....	121
Annexe 3 Caractéristiques des points ayant fait l'objet de pompages d'essai.....	125

1. Introduction

1.1. CONTEXTE GENERAL

Dans le cadre de la convention pluriannuelle signée entre le BRGM, la Région Aquitaine et l'Etat (pour les périodes 2002-2006 puis 2008-2013, avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne), le BRGM Aquitaine a entrepris des actions de recherche et de mise en valeur des ressources en eaux souterraines. Sur la période 2012-2013 (année 4 de la convention), le programme a porté sur les 7 modules suivants :

- ↪ **Module 1** : Actualisation et développement du Modèle Nord Aquitain (MONA) de gestion des systèmes aquifères ;
- ↪ **Module 2** : Piézométrie des systèmes aquifères : outils de cartographie et optimisation des réseaux de surveillance ;
- ↪ **Module 3** : Valorisation et communication des connaissances hydrogéologiques d'Aquitaine ;
- ↪ **Module 4** : Connaissance des karsts aquitains ;
- ↪ **Module 5** : Système d'information pour la gestion des eaux souterraines (SIGES) ;
- ↪ **Module 6** : Reconnaissance des potentialités aquifères du Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) ;
- ↪ **Module 7** : Changement climatique.

Le présent document est relatif au module 6 et plus particulièrement aux résultats obtenus lors de la cinquième année d'investigations (année 4 de la convention).

D'une façon plus large, l'étude s'inscrit dans le cadre des actions de Service Public du BRGM (fiche 13RSE1500). Elle a été cofinancée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (à hauteur de 50 %), le BRGM (à hauteur de 30 %) et le Conseil Régional (à hauteur de 20 %).

1.2. OBJECTIFS ET PROGRAMME DU MODULE 6

L'objectif du module 6 est de concourir à une gestion appropriée et raisonnée des nappes du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc.

Il vient en appui à l'élaboration des SAGE « Born et Buch », « Leyre », « Midouze », « Ciron », « Etangs médocains » et « Estuaire » (cf. Illustration 1).

La **première année d'étude** (Année 4 de la précédente convention, cf. rapport BRGM/RP-56475-FR) a consisté à :

- effectuer une compilation des données géologiques du Triangle landais à partir du recueil des données bibliographiques existantes au BRGM et auprès des membres du comité de pilotage (DREAL, AEAG...),

- effectuer une interprétation lithostratigraphique actualisée des ouvrages (forages et sondages de reconnaissance) inventoriés en BSS ou recueillis auprès des membres du comité de pilotage,
- identifier les ensembles aquifères et les niveaux imperméables, déterminer leurs extensions géographiques, délimiter les zones d'échange ou d'individualisation des réservoirs avec l'aquifère miocène sous-jacent et mettre en cohérence les résultats avec ceux obtenus sur les mêmes aquifères dans le Bassin d'Arcachon (module 1),
- effectuer une recherche bibliographique concernant les paramètres hydrodynamiques et hydrochimiques des ensembles aquifères,
- concevoir un système d'information géographique (base GDM) et à y intégrer les données de forages qui ont été valorisées par un premier modèle géologique simplifié (5 couches).

La **deuxième année d'étude** (Année 1 de la présente convention, cf rapport BRGM/RP-57813-FR) a consisté à créer un modèle géologique « 10 couches » des formations plio-quaternaires permettant, entre autres possibilités, de tracer les isohypses et les isopaques des différentes formations, de visualiser leur agencement au droit de n'importe quelle coupe et d'estimer le volume des réserves.

Le programme a aussi inclus la poursuite de la caractérisation hydrochimique et hydrodynamique des aquifères.

L'étude a enfin permis d'évaluer la contribution des formations plio-quaternaires à l'alimentation des cours d'eau et d'appréhender l'extension des nappes d'accompagnement des cours d'eau principaux et les relations entre les formations plio-quaternaires et les nappes profondes.

Les investigations menées au cours de ces 2 premières années ont permis de faire avancer les connaissances sur les formations du Mio-Plio-Quaternaire. Elles ont aussi permis d'identifier un certain nombre d'obstacles à la compréhension du fonctionnement de l'hydrosystème (paramètres hydrodynamiques, piézométrie, chimie,...).

Il a donc été proposé de poursuivre les investigations à l'échelle du triangle landais afin d'améliorer la connaissance globale de l'hydrosystème pour fournir aux SAGE concernés les éléments de compréhension nécessaires à la mise en place d'actions plus locales qui pourront être lancées par ailleurs.

La **troisième année d'étude** (Année 2 de la présente convention, cf. rapport BRGM/RP-60259-FR) n'a concerné que les territoires des SAGE « Leyre », « Etangs médocains » et « Born et Buch » (cf. Illustration 1) pour pallier le manque de connaissances en matière de qualité de l'eau sur le premier territoire et pour répondre aux recommandations du Grenelle de la Mer (amélioration des connaissances sur l'interface eaux douces-eaux salées) sur les 2 autres.

La **quatrième année d'étude** (Année 3 de la présente convention, cf. rapport BRGM/RP-61303-FR) s'est focalisée sur les SAGE « Lacs médocains » et « Born et Buch ». Le programme a consisté à poursuivre l'acquisition des données hydrométriques et piézométriques, à procéder à une caractérisation chimique des eaux souterraines et à apporter des réponses à des questions spécifiques.

La **cinquième année d'étude** (Année 4 de la présente convention) devait, quant à elle, comporter deux volets : un appui au SAGE « Midouze » et le lancement des travaux de modélisation hydrodynamique des aquifères du Plio-Quaternaire.

L'appui au SAGE « Midouze » a consisté à :

- exploiter le modèle géologique établi en Année 1 de la convention afin de mieux appréhender la géométrie des formations au droit du territoire,
- réaliser une 1^{ère} campagne piézométrique (basses eaux),
- évaluer la qualité des eaux souterraines,
- faire une synthèse des paramètres hydrodynamiques disponibles.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la disposition A4 du SAGE Midouze qui concerne l'amélioration des connaissances sur les nappes d'eaux souterraines et de la préconisation A4P1, qui recommande d'engager une étude spécifique sur les nappes plio-quaternaires et les échanges nappes/rivières en vue d'une meilleure gestion de la nappe.

En matière de modélisation, le travail a porté sur l'élaboration du squelette du « modèle plio-quaternaire du triangle landais ». Basé sur le modèle géologique 10 couches établi en Année 1 de la convention, le modèle a été créé sous Marthe, puis calé en régime permanent.

Après de brefs rappels concernant les 4 premières années d'étude (chapitre 2), les résultats obtenus sur le territoire du SAGE « Midouze » (chapitre 3) et les travaux de modélisation (chapitre 4) seront présentés.

Contexte géographique et localisation des périmètres
 des différents SAGE

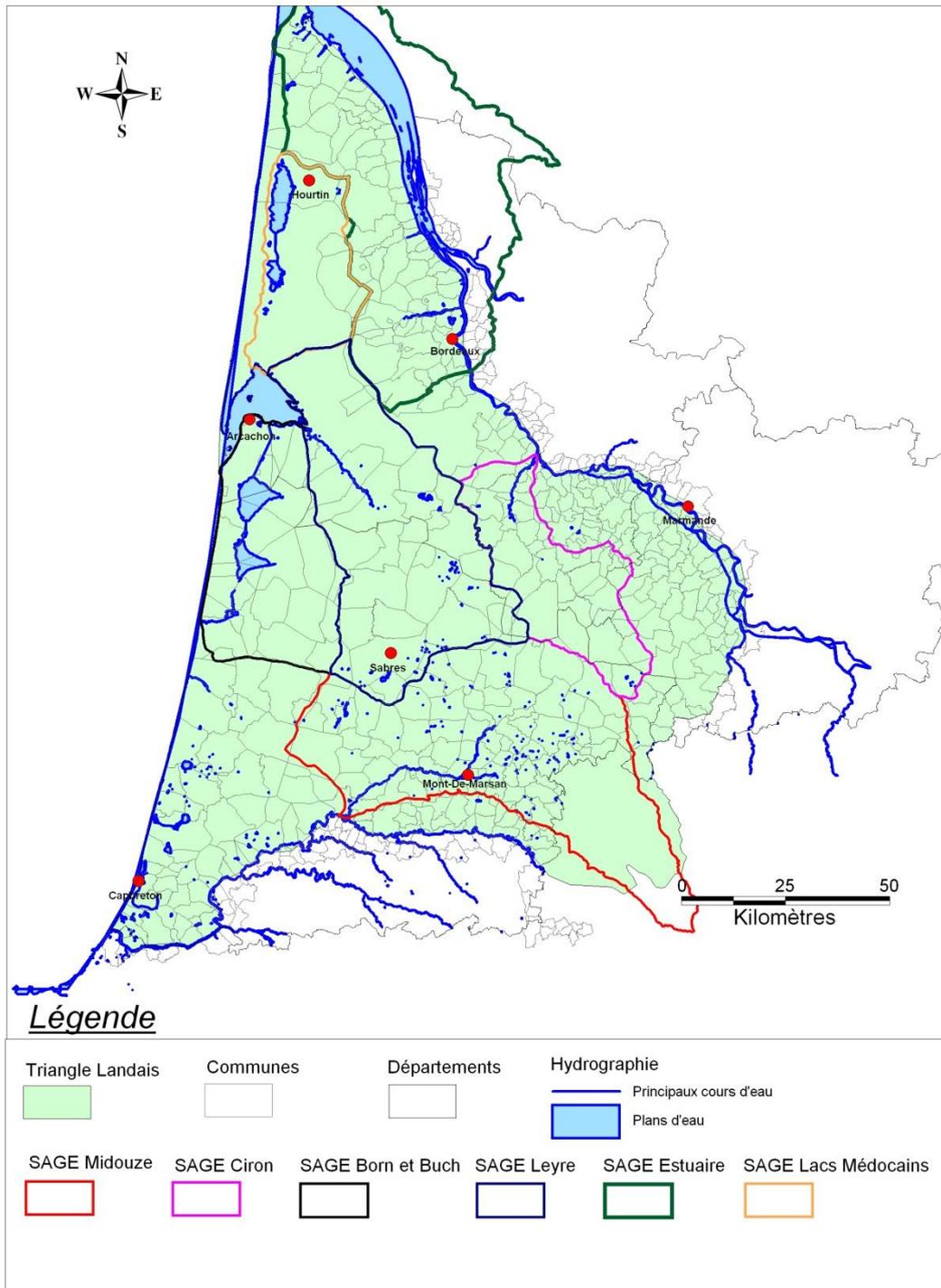


Illustration 1 : Extension des différents SAGE

2. Rappels

La zone d'étude et les formations mio-plio-quaternaires ont fait l'objet de descriptions très détaillées dans le rapport BRGM/RP-56475-FR (Karnay et al., 2008). On retiendra que :

- le domaine d'étude s'étend sur 5 départements (Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées-Atlantiques et Gers) et sur l'emprise de 41 cartes géologiques dont 29 cartes quasi entières (cf. Illustration 2). Les terrains superficiels sont essentiellement sableux et en dehors des zones fortement urbanisées et des vallées, l'espace est occupé par une végétation sylvicole artificielle à base de pins maritimes,
- dès le Miocène moyen, la régression marine a entraîné une sédimentation continentale au sein du delta landais. D'épaisses formations constituées de couches sablo-graveleuses alternant avec des assises argileuses se sont alors déposées. Elles sont ordonnées selon 6 séquences (cf. Illustration 3) et surmontées par la formation du Sable des Landes et/ou des dépôts alluviaux (dont les formations flandriennes) et/ou des dunes,
- les travaux d'harmonisation des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 menés en année 1 permettent de disposer d'une vision actualisée sur la géologie des formations du Mio-Plio-Quaternaire (cf. Illustration 4) et des structures afférentes. Les modifications les plus significatives portent sur la stratigraphie des formations d'Onesse et de Belin. Dans le nouveau référentiel, elles sont rattachées au Pliocène et non plus au Pléistocène inférieur comme antérieurement,
- l'ensemble des formations constitue un vaste réservoir aquifère multicouches dont l'épaisseur peut atteindre 50 m et d'extension latérale complexe, au sein duquel les réservoirs sableux ou graveleux peuvent être, suivant les endroits, soit connectés, soit isolés par des niveaux argileux d'extension et d'épaisseur très variables,
- les Glaises bigarrées représentent le seul niveau imperméable d'extension régionale. Les autres niveaux argileux susceptibles d'isoler localement les aquifères sont représentés par le toit argileux de la formation d'Arengosse, le toit argileux de la formation d'Onesse, les argiles de Brach (sommet de la formation de Belin) et les argiles d'Argelouse (sommet de la formation de Castets).

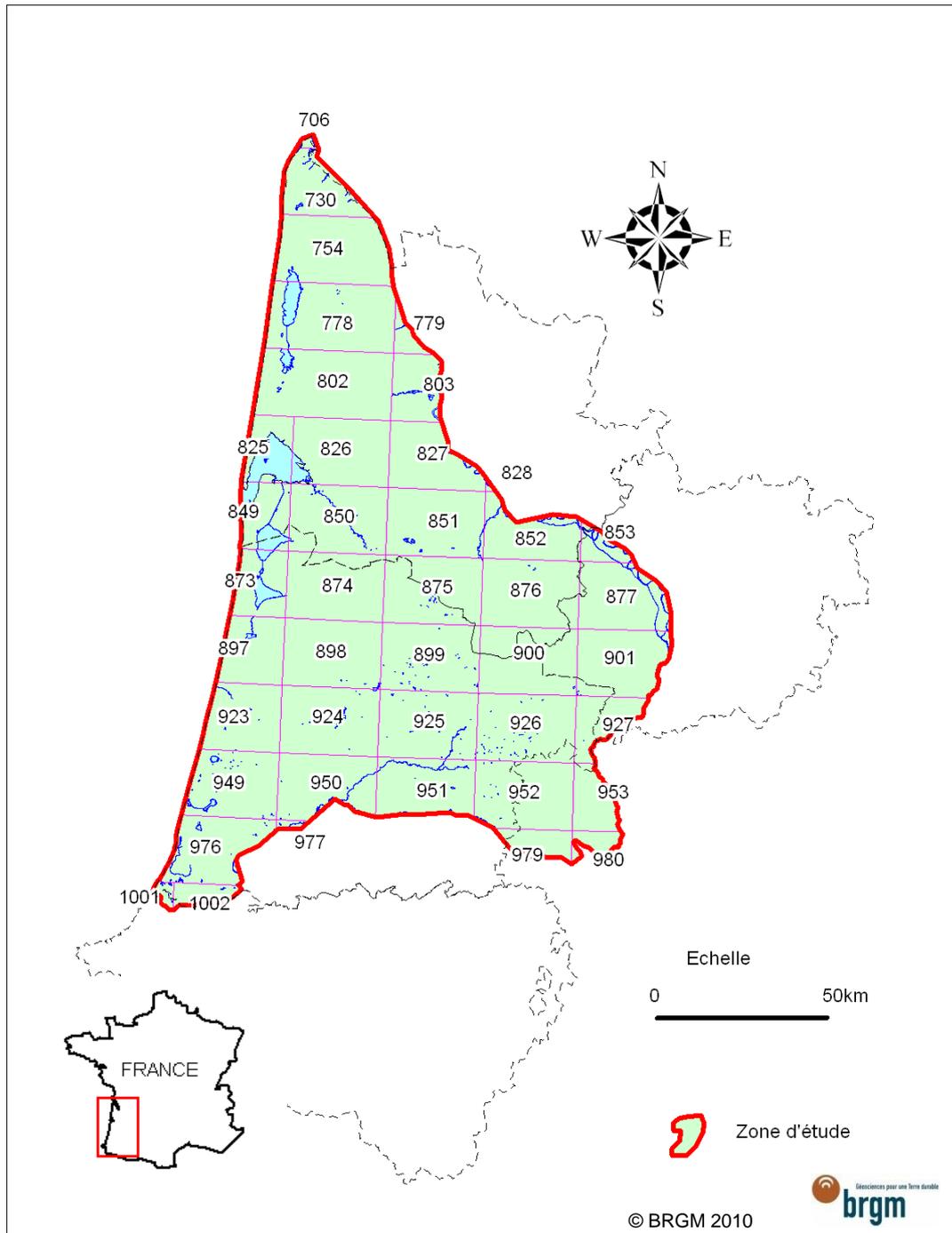


Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées

Série virtuelle de dépôt dans le Triangle landais					
Ere	Epoque	Age (Ma)	Notation	Description	N° de séquence
Quaternaire	Holocène	0,011800	D	Dunes	
	Pléistocène		F	Dépôts alluviaux	
			NF2	Sable des Landes s.s. Sables moyens éolisés, jaunes	
		1,806	IV Cts	Formation de Castets Lignite sableux Argiles silteuses gris sombre à débris organiques (Argiles d'Argelouse) Sables grossiers blanchâtre, fluviatiles	Séquence 6
Néogène	Pliocène	2,560	p3-IV Br p3-IV Bn	Formation de Belin Argiles gris bleu à marbrures rouilles (Argiles de Brach) Graviers et sables blancs kaoliniques	Séquence 5
		2,588	p3-IV On	Formation d'Onesse Argiles silteuses gris bleuté Lignite sableux Silt et argiles gris sombre micacés Sables blanchâtre et graviers	Séquence 4
		3,580	p1-2 Ar	Formation d'Arengosse partie supérieure (Mézos : p2 Mz) Lignite Argiles silteuses kaoliniques blanchâtres à taches rouille Sables et graviers blanchâtres à matrice kaolinique	Séquence 3
		5,332		Formation d'Arengosse partie inférieure (Solférino : p1 Sf) Lignite (type Solférino) Sables organique brun foncé et graviers altérés	Séquence 2
	Miocène	7,246	m5 GB	Formation des Glaises bigarées Lignite (type Arjuzanx) Argiles bariolées	Séquence 1
		11,608			
		15,970	m4 SF	Formation des Sables fauves Sable fin à grossier, ocre à rouge brique, parfois verdâtre ou blanchâtre	

Les âges sont ceux de l'échelle des temps de la charte BRGM octobre 2006

Illustration 3 : Présentation synthétique de la superposition virtuelle des formations continentales présentes à l'échelle de la zone d'étude (Karnay G. & Dubreuilh J. (2007), modifié 2009)

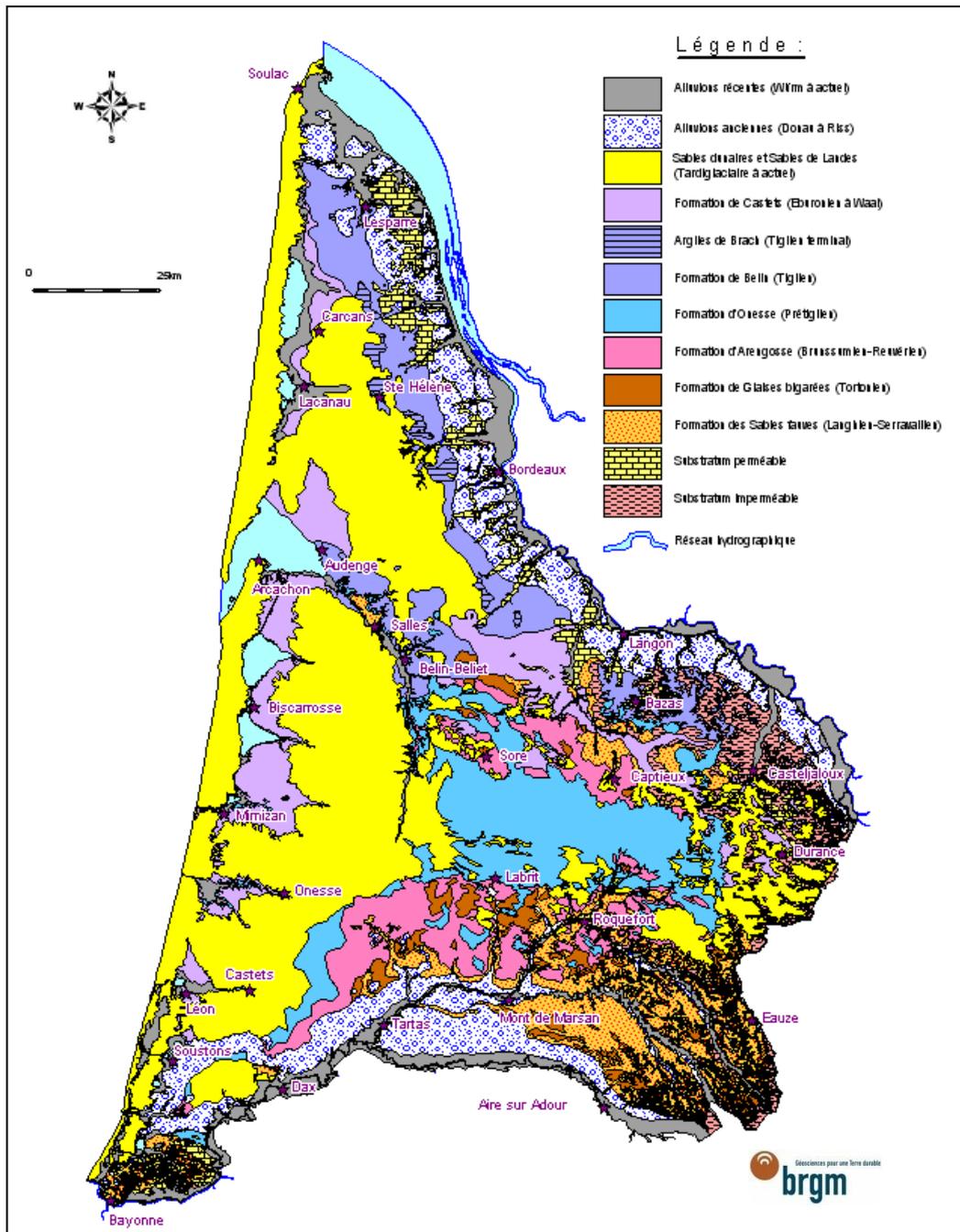


Illustration 4 : Carte géologique simplifiée du Triangle landais

Les résultats obtenus lors de la deuxième année d'étude consacrée à la modélisation des formations et à la compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes ont été présentés dans le rapport BRGM/RP-57813-FR (Corbier et al., 2010). On retiendra que :

- le modèle 10 couches mis en place au moyen du logiciel GDM a permis d'appréhender la géométrie des formations au moyen de cartes isohypses et isopaques (cf. Illustration 5) et de coupes (cf. Illustration 6). Il apparaît que chaque territoire de SAGE présente des caractéristiques différentes qu'il s'agisse du nombre de formations présentes, de leur épaisseur, de leur extension et de leur agencement,
- le volume des formations plio-quaternaires a été estimé à 362 Gm³ (volumes d'eau stockés dans les lacs et étangs compris). Ce volume n'est plus que de 84 Gm³ si l'on ne considère que le volume des formations affleurantes,
- les mesures piézométriques disponibles (cartes et chroniques) ont montré que les niveaux de la nappe du Plio-Quaternaire n'avaient pas beaucoup évolué depuis les années 1960-1970. Les écoulements semblent aussi se faire de la même façon avec un drainage de la nappe par les cours d'eau prépondérant en toute saison. La nappe contribue enfin à l'alimentation des lacs et des étangs (SAGE Lacs médocains & Born et Buch) et des zones humides (SAGE Estuaire),
- les ressources disponibles au niveau de chaque territoire de SAGE sont particulièrement abondantes. Elles représentent au moins 450 millions de m³ par territoire, soit un volume supérieur aux prélèvements effectués toutes nappes confondues en Gironde en 2008 (261 millions de m³ en 2008). Le problème majeur réside dans le fait qu'elles ne sont pas toujours localisées aux endroits où les besoins sont les plus importants. Les prélèvements effectués à trop grande proximité des cours d'eau privent aussi les rivières d'un débit dont certains sont tributaires,
- les campagnes de jaugeages menées sur le territoire d'étude par la DREAL ont permis de mettre en évidence des zones d'apports et de perte le long des cours d'eau qui drainent la nappe du Plio-Quaternaire. Par ailleurs, le débit spécifique d'étiage a pu être évalué à environ 3 l/s.km², ce qui représente un débit de 50 m³/s sur l'ensemble du domaine étudié ou un volume mensuel de 130 millions de m³,
- les analyses chimiques disponibles ont mis en évidence une qualité de l'eau relativement satisfaisante. La nappe plio-quaternaire se caractérise toutefois par des turbidités et des teneurs en fer et manganèse assez élevées, des teneurs en ammonium et arsenic importantes sur la bordure littorale et une contamination anthropique par des nitrates et des molécules phytosanitaires dans la partie sud-est du territoire (sources du Gers en particulier). Ces résultats restent néanmoins très dépendants de l'emplacement des points de contrôle qui sont très peu nombreux sur la moitié nord du territoire,
- les investigations menées dans le cadre du Module 1 de la convention régionale « Eaux souterraines » ont permis de mieux connaître et de quantifier les flux d'échange entre les différentes formations géologiques et en direction du Bassin d'Arcachon. Elles ont aussi permis de confirmer que les volumes prélevés ne représentaient qu'une toute petite partie des volumes transitant dans l'hydrosystème et le rôle drainant prépondérant du réseau hydrographique.

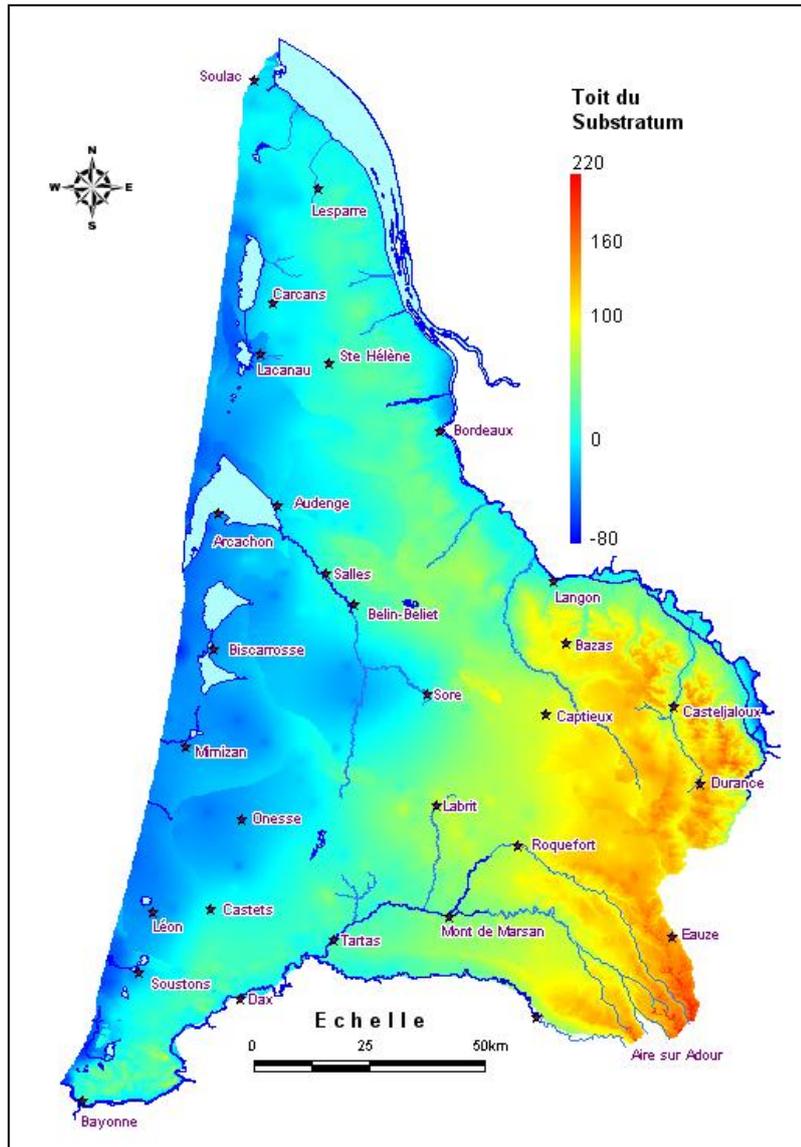
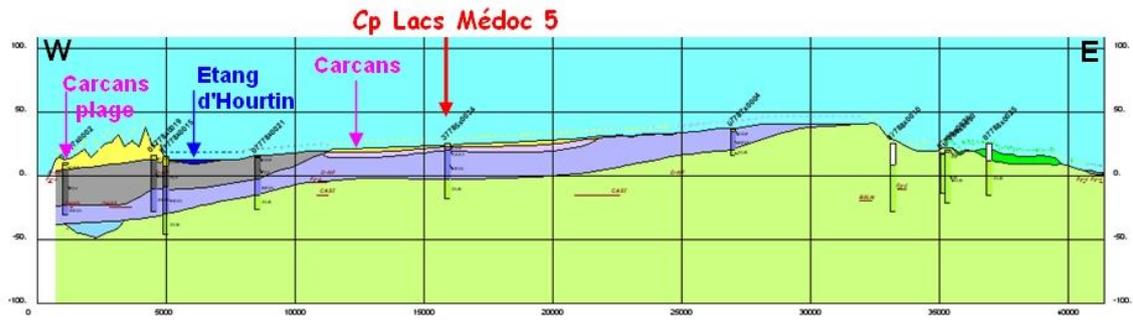
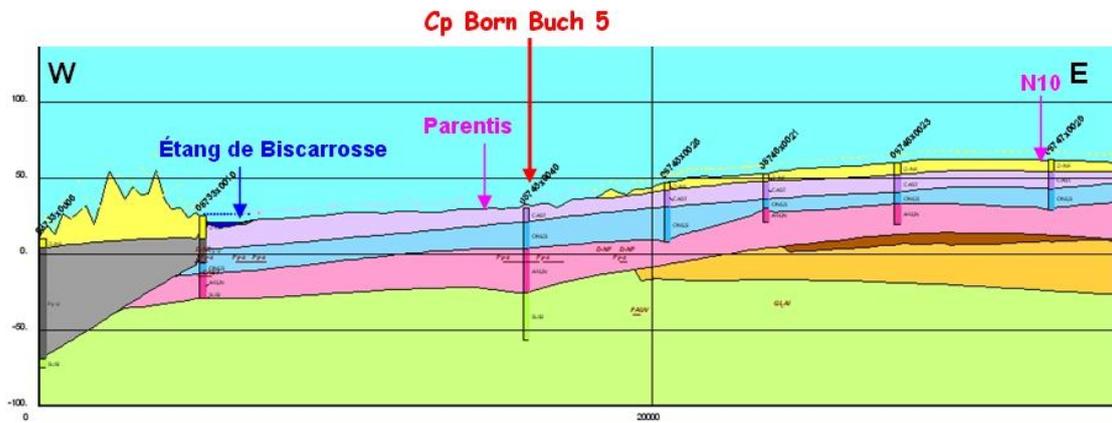


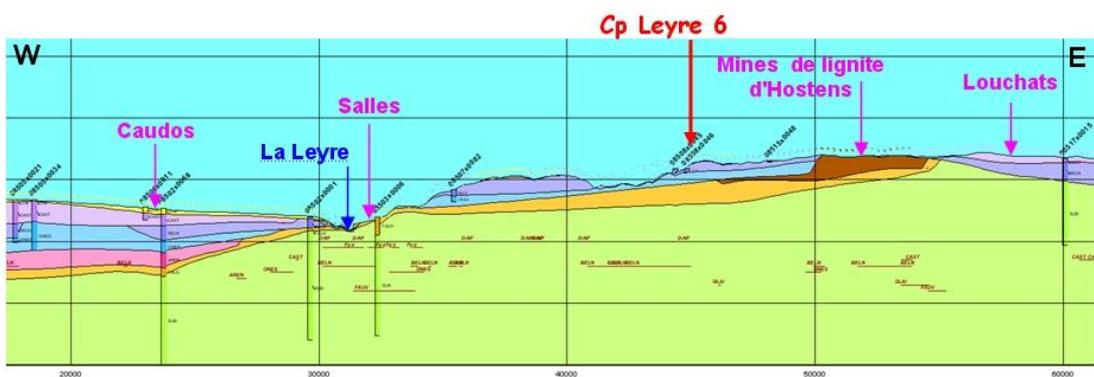
Illustration 5 : Exemple de carte isohypses (toit du substratum)



Cp Lacs Médoc 2 (extrait Coupe 3)



Cp Born Buch 3 (extrait Coupe 11)



Cp Leyre 3 (extrait Coupe 10)

Illustration 6 : Exemples de coupes réalisées avec le logiciel GDM

Au terme de ces investigations, il a été décidé que le programme des 3 prochaines années d'étude ne concernerait que les territoires des SAGE « Leyre », « Etangs médocains » et « Born et Buch » pour les raisons invoquées en introduction.

Le rapport BRGM/RP-60259-FR (Corbier et al., 2011) fait état des résultats obtenus lors de la troisième année d'étude sur ces 3 territoires.

Les investigations menées sur le territoire du SAGE « Leyre » ont permis de montrer :

- que les eaux souterraines se caractérisaient par des pH acides et de faibles conductivités et les eaux superficielles, par des pH proches de la neutralité et des conductivités similaires à celles des eaux souterraines (observation qui laisse envisager une bonne connexion entre la nappe et le cours d'eau) (cf. Illustration 7) ;
- que la contamination des eaux par les nitrates était modérée (teneurs moyennes respectives de 5.1 et 3.8 mg/l dans les eaux superficielles et souterraines et teneur maximale inférieure à 35 mg/l sur les 52 échantillons analysés) (cf. Illustration 7) ;
- que les 4 puits et forages ayant fait l'objet d'analyses complètes n'étaient pas contaminés par des produits organiques (aucune espèce détectée sur les 38 recherchées). De la bentazone (herbicide) a par contre été détectée sur le prélèvement d'eau superficielle (0,027 µg/l).

Les investigations menées sur les territoires des SAGE « Lacs médocains » et « Born et Buch » ont, quant à elles, consisté à acquérir de nouvelles données piézométriques (niveaux d'eau), hydrométriques (débits) et hydrodynamiques (transmissivités et coefficients d'emmagasinement). Elles ont mis en évidence :

- une stabilité des modalités d'écoulement dans le temps et les directions avec des isopièzes quasi similaires à celles tracées dans les années 1960. L'écoulement global des nappes se fait d'est en ouest et contribue largement à l'alimentation des lacs. Le battement des nappes est, quant à lui, relativement faible (1,5 m au maximum) (cf. Illustration 8 et Illustration 9),
- des rapports entre débits de hautes eaux et de basses eaux très différents d'une section de jaugeage à l'autre (impact des prélèvements effectués à proximité de certaines crastes ?), ainsi qu'un débit spécifique plus important sur le territoire du SAGE « Born et Buch » que sur le territoire du SAGE « Lacs médocains » (impact de l'agencement des formations géologiques ?) ;
- des transmissivités variant dans un rapport de 1 à 12 et des coefficients d'emmagasinement variant dans un rapport de 1 à 16 sur le territoire du SAGE « Lacs médocains », alors que sur le territoire du SAGE « Born et Buch », les paramètres hydrodynamiques ne varient que dans un rapport de 1 à 3.

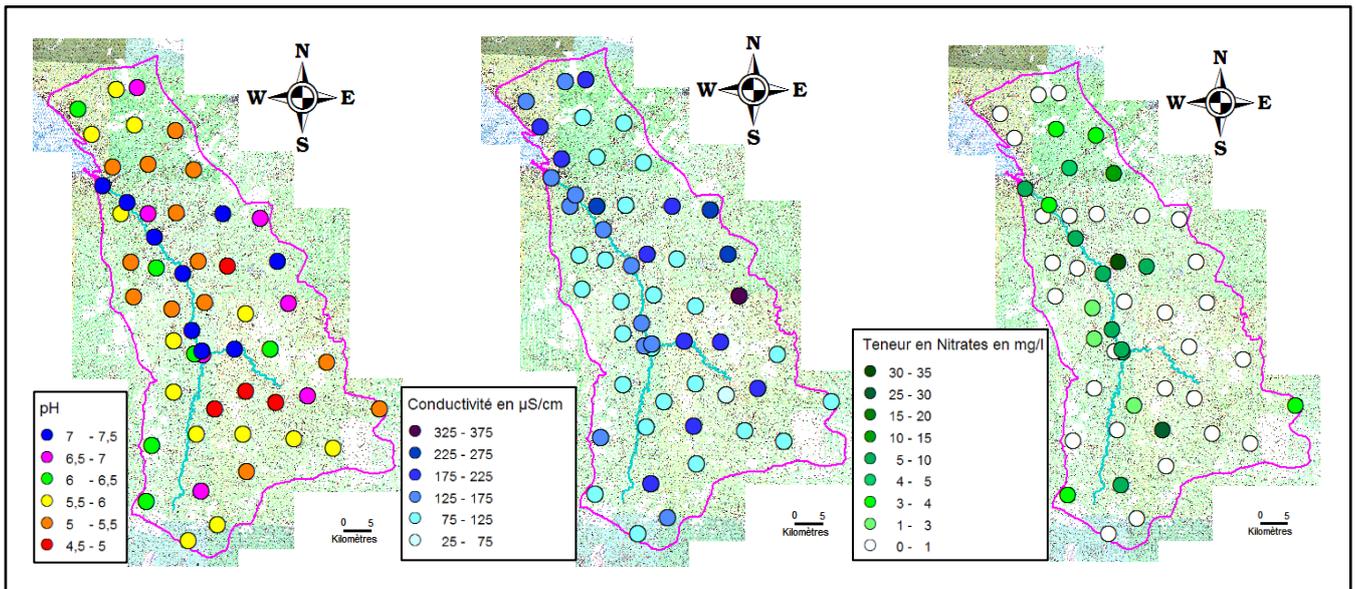


Illustration 7 : pH, conductivités et teneurs en nitrates mesurés sur le territoire du SAGE Leyre, en août 2010

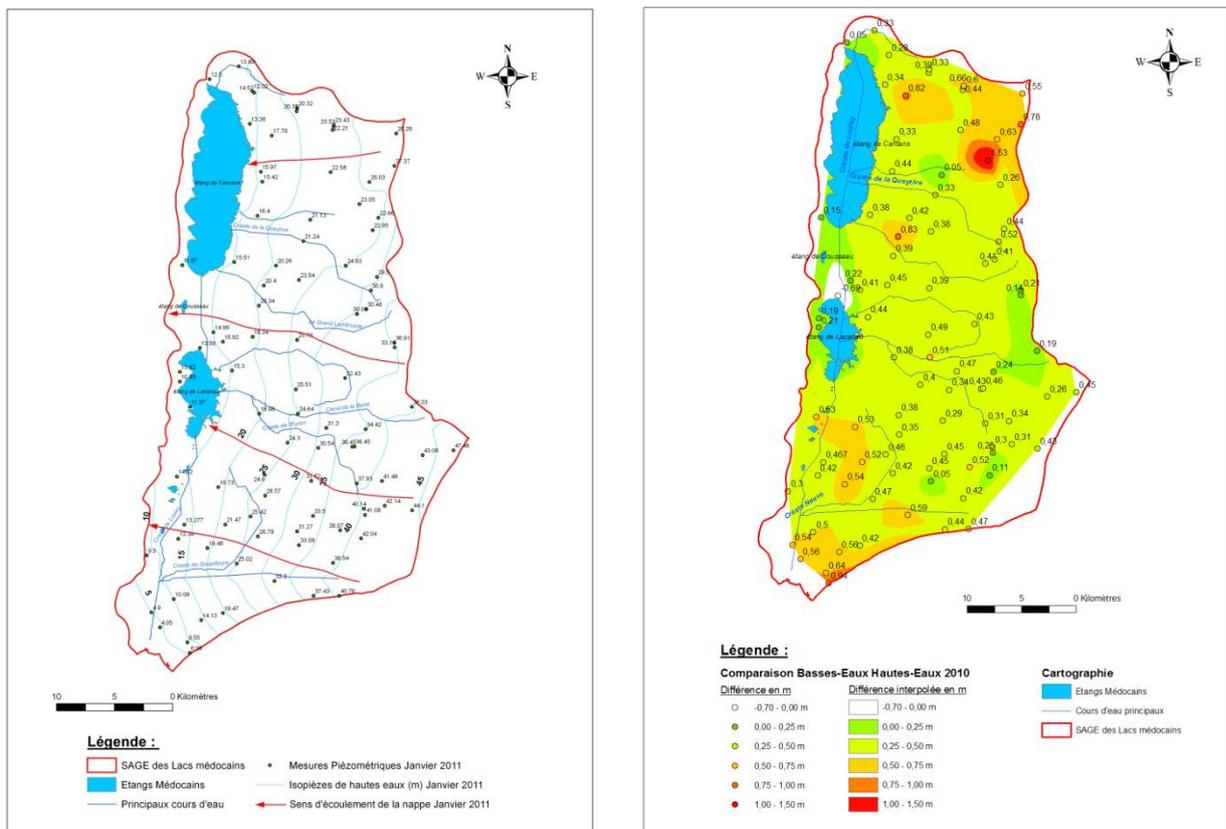


Illustration 8 : Piézométrie SAGE « Lacs médocains »

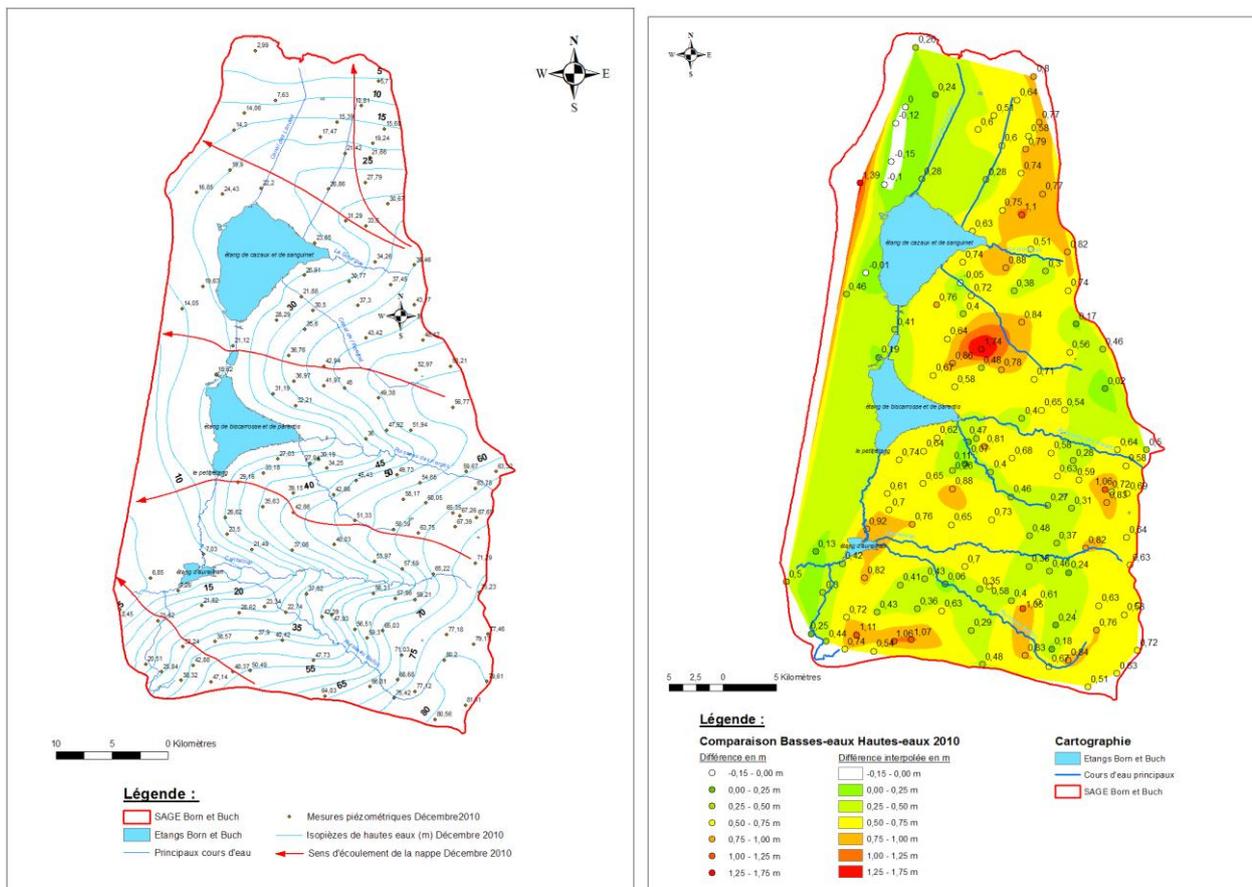


Illustration 9 : Piézométrie SAGE « Born et Buch »

Le rapport BRGM/RP-61303-FR (Corbier, 2012) fait état des résultats complémentaires obtenus lors de la quatrième année d'étude sur les territoires des SAGE « Lacs médocains » et « Born et Buch ».

Dans le détail, les investigations menées sur le territoire du SAGE « **Lacs médocains** » ont permis :

- de calculer un débit spécifique d'environ 2 l/s/km² et de montrer que sur les 2/3 du territoire, le battement maximum de la nappe était compris entre 1 et 2 mètres (cf. Illustration 10 : carte de gauche établie à partir des mesures effectuées en janvier et octobre 2011),
- de montrer que les eaux souterraines et superficielles présentaient des caractéristiques assez semblables laissant supposer d'étroites relations entre elles, et des teneurs en nitrates très faibles,
- de mettre en évidence la présence de 1 à 2 micropolluants organiques (sur les 38 recherchés) sur 3 des 5 points d'eau ayant fait l'objet d'analyses chimiques complètes (les molécules détectées correspondent à du lindane, du métolachlore et de l'AMPA),

- de montrer que les ouvrages souterrains présentant les plus fortes teneurs en matières azotées et phosphorées se situaient dans la partie médiane du territoire du SAGE entre Lacanau et Carcans,
- de montrer que les apports de matières phosphorées (orthophosphates et phosphore) par les crastes étaient limités et que les problèmes d'eutrophisation des lacs étaient essentiellement liés aux apports de matières azotées,
- d'identifier la station d'épuration d'Hourtin comme étant la seule à représenter un danger potentiel pour la nappe et le lac tout proche,
- de réévaluer à la hausse le risque d'inondation par remontée de nappe sur la base des dernières mesures piézométriques effectuées. Il apparaît que l'indice de sensibilité peut être jugé de fort à très fort sur le territoire étudié.

Sur le territoire du SAGE « **Born et Buch** », les investigations menées ont permis :

- de calculer un débit spécifique d'environ 6 l/s/km² et de montrer, comme pour le SAGE « Lacs médocains », que sur les 2/3 du territoire, le battement *maximum* était compris entre 1 et 2 mètres (cf. Illustration 10 : carte de droite établie à partir des mesures effectuées en décembre 2010 et octobre 2011). Il est à noter que ce dernier est globalement plus faible dans la partie ouest où les lacs jouent le rôle de potentiel imposé,
- de montrer que les eaux souterraines et superficielles présentaient des caractéristiques assez semblables laissant supposer d'étroites relations entre elles, et des teneurs en nitrates très faibles,
- de mettre en évidence la présence d'un seul micropolluant organique (sur les 38 recherchés) sur 1 des 5 points d'eau ayant fait l'objet d'analyses chimiques complètes (la molécule détectée à une teneur de 0,2 µg/l correspond à du chloroforme),
- de montrer que des teneurs significatives en nitrates pouvaient ponctuellement être observées dans les eaux souterraines mais que dans son ensemble, le territoire du SAGE était peu contaminé par des matières phosphorées et/ou nitrates,
- de montrer que, parmi les plans d'eau de plus de 50 ha, l'étang de Parentis-Biscarrosse était celui qui est le plus impacté par la présence de matières phosphorées pouvant favoriser les phénomènes d'eutrophisation,
- d'estimer que l'érosion des berges des lacs n'était pas un problème majeur à l'échelle du territoire concerné (1 zone identifiée comme problématique au sud-ouest du grand étang de Biscarrosse),
- de faire un point sur les rejets effectués au droit du wharf de la Salie où en moyenne, 60 000 m³ d'effluents domestiques et industriels traités par 5 stations d'épuration sont déversés chaque jour.

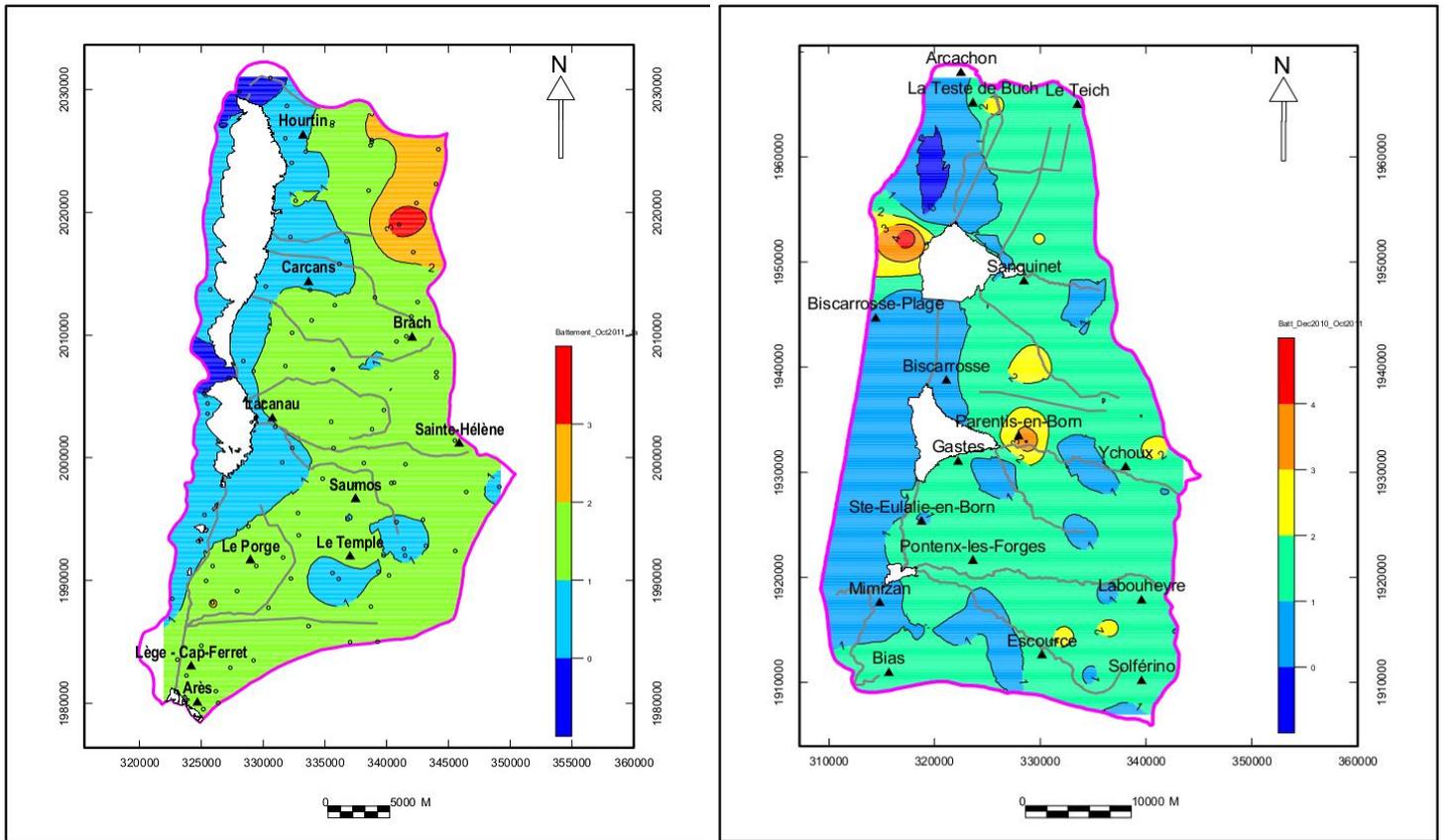


Illustration 10 : Cartes de battements maximum pour les SAGE « Lacs médocains » et « Born et Buch »

3. Investigations sur le territoire du SAGE Midouze

Conformément au descriptif technique de l'Année 4 du module 6, les investigations ont porté sur :

- l'exploitation du modèle géologique établi en Année 1 de la convention, pour mieux appréhender la géométrie des formations au droit du territoire,
- la réalisation d'une 1^{ère} campagne piézométrique (basses eaux),
- l'évaluation de la qualité des eaux souterraines (initialement non prévue mais réalisée à l'occasion de la campagne piézométrique),
- une synthèse des paramètres hydrodynamiques disponibles en vue d'ébaucher éventuellement le contour de la nappe d'accompagnement (logiciel CONNEXMIN).

3.1. CONTEXTE GENERAL

D'une superficie de 3 142 km², le bassin versant de la Midouze se situe au sud-est du triangle landais (cf. Illustration 11). Il se situe à cheval sur les départements des Landes et du Gers (cf. Illustration 12) et comporte 128 communes (72 dans les Landes et 56 dans le Gers). L'altitude est comprise entre 9 et 271 m.

D'un point de vue hydrographique, le bassin versant est parcouru par de nombreux cours d'eau dont le principal est la Midouze formée par la confluence du Midou et de la Douze qui prennent leurs sources sur les coteaux armagnacais.

Dans cette zone qui constitue l'amont du bassin versant, le substrat de nature molassique est imperméable et confère aux cours d'eau un régime contrasté avec des étiages sévères et précoces. Au droit de cette zone, 70% de la surface est consacrée à la polyculture et à l'élevage, le reste étant occupé par la forêt.

Plus à l'aval, dans la zone du plateau landais, le Midou et la Douze s'écoulent au sein de larges vallées alluviales (1 km de large en moyenne) et sont alimentés par plusieurs affluents. Dans cette zone, 70% de la surface sont occupés par la forêt et moins de 20%, par des cultures (maïs en particulier).

Le bassin versant de la Midouze rejoint celui de l'Adour à Audon.

D'un point de vue géologique, l'illustration 13 représente la succession théorique des formations mio-plio-quaternaires au droit du triangle landais.

Du fait de leur nature érosive (développement d'une surface d'érosion entre chaque dépôt), certaines formations sont absentes au droit de certains secteurs. Au droit du territoire du SAGE, 3 formations ne se sont pas déposées : les dunes, la formation de Castets et la formation de Belin.

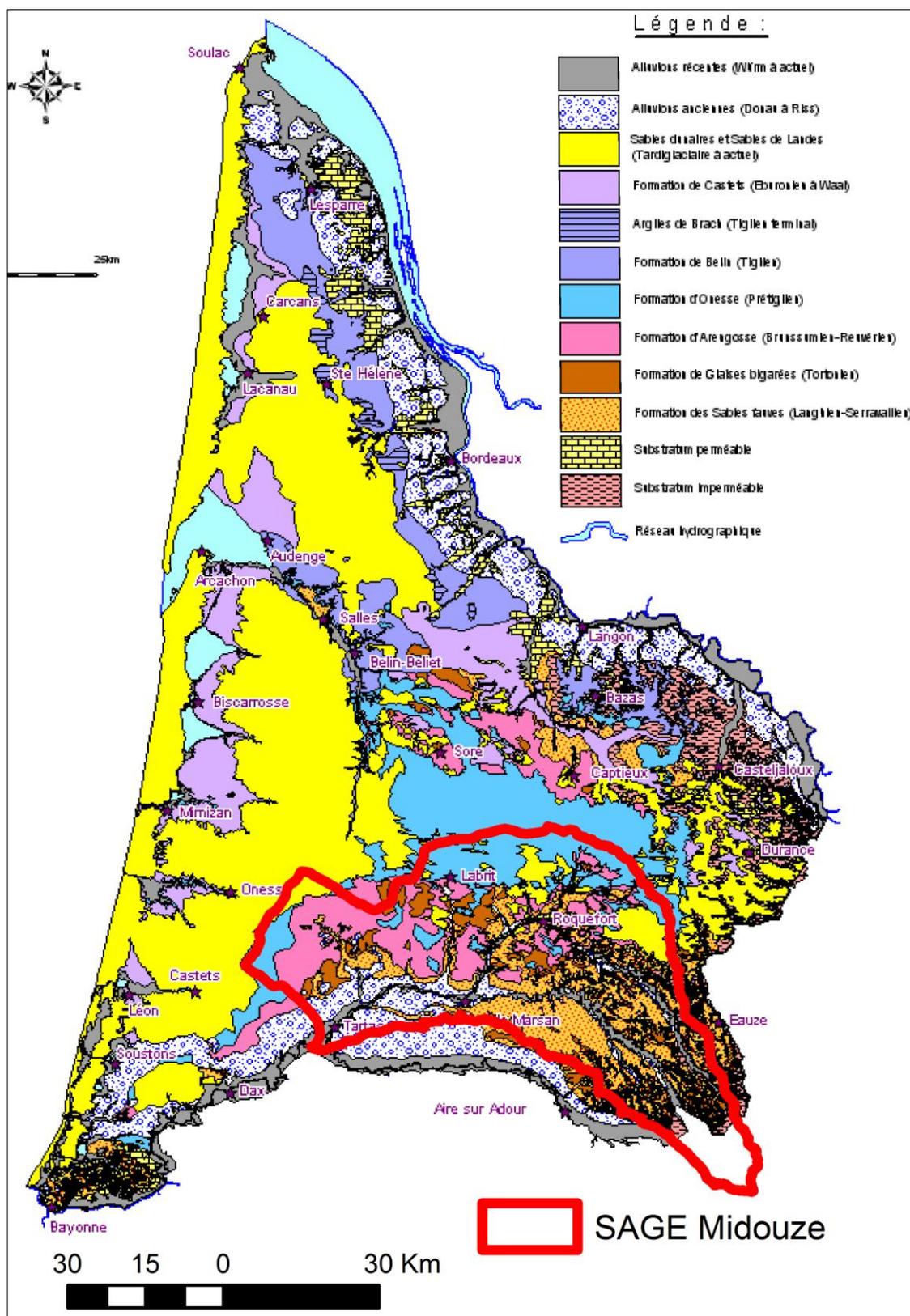


Illustration 11 : Localisation du bassin versant de la Midouze par rapport au triangle landais

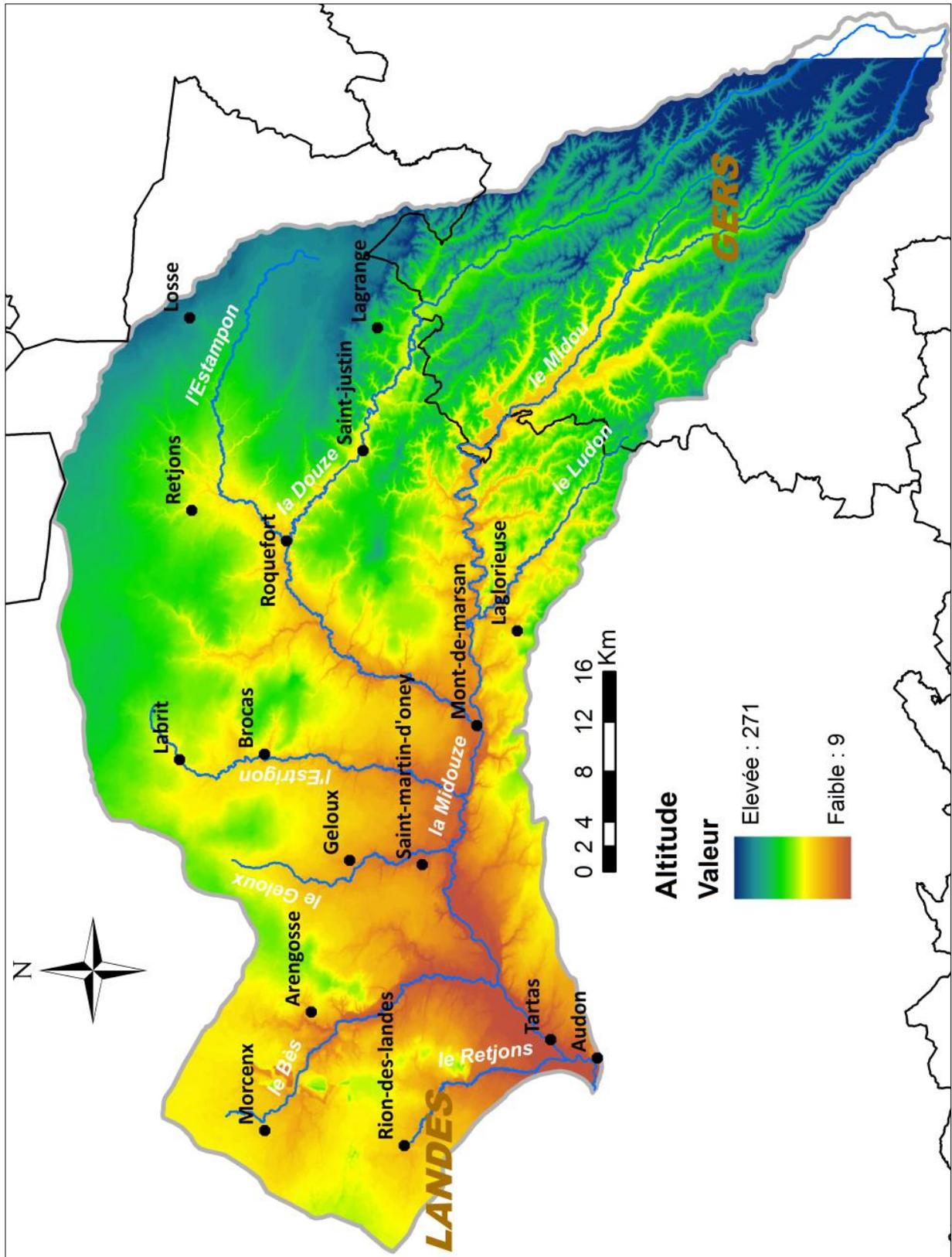


Illustration 12 : Réseau hydrographique et altimétrie au droit du bassin versant de la Midouze

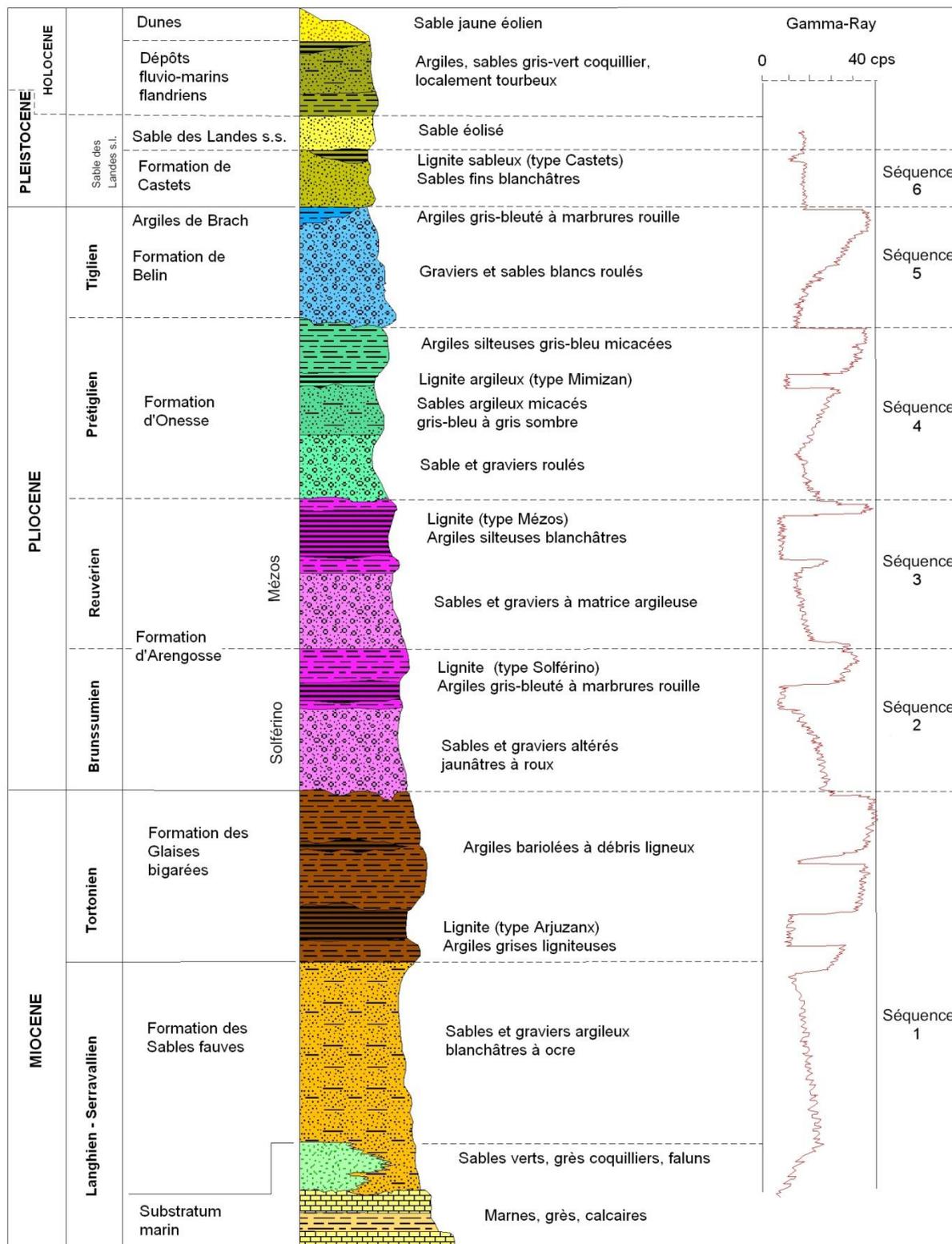


Illustration 13 : Log théorique des formations mio-plio-quaternaires du triangle landais (d'après Corbier et al., 2010)

3.2. AGENCEMENT DES FORMATIONS

L'agencement des formations a été appréhendé au moyen de 10 coupes réparties sur le territoire (cf. Illustration 14). Ces coupes ont été tracées, au moyen du logiciel GDM, à partir du modèle géologique établi en Année 1 de la convention.

Les descriptions suivantes se basent aussi sur les cartes isopaches disponibles établies dans le cadre de ce module ou d'autres études (développement du modèle nord aquitain MONA en particulier).

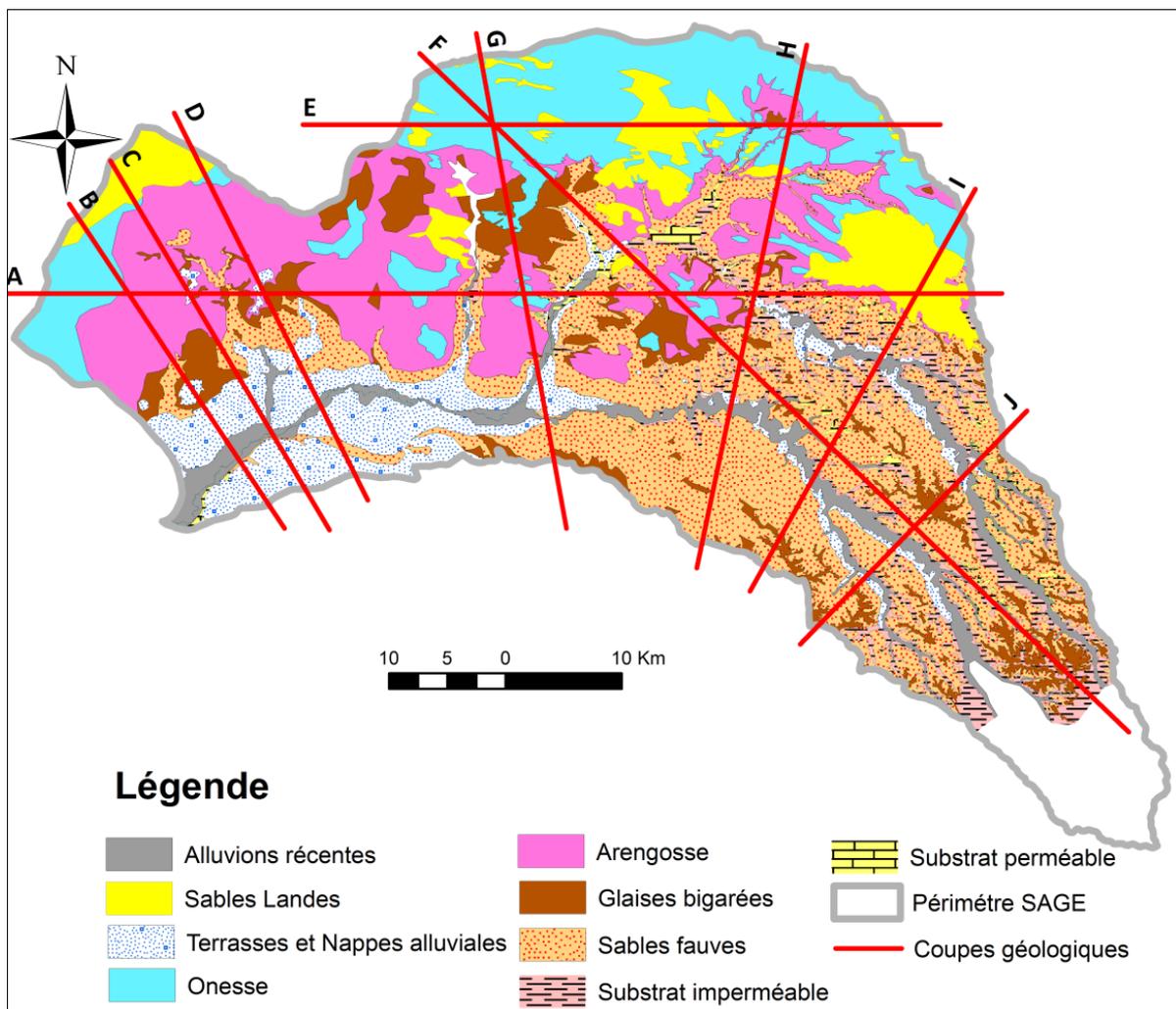


Illustration 14 : Tracé des coupes géologiques

3.2.1. L'Aquitaniens/Burdigalien (Miocène inférieur)

L'Aquitaniens est considéré comme le substratum du modèle.

Il est constitué de calcaires marins, gréseux couronnés par des sables à faluns ou d'argiles riches en matière organique (cf. Illustration 15).

L'illustration 16 montre que cette formation n'est présente que la partie occidentale du bassin versant. Son épaisseur est très variable et maximale au sud de Morcenx.

Au-dessus, le Burdigalien, constitué de molasses fluvio-lacustres, forme une éponte.



Illustration 15 : Affleurement d'Aquitaniens

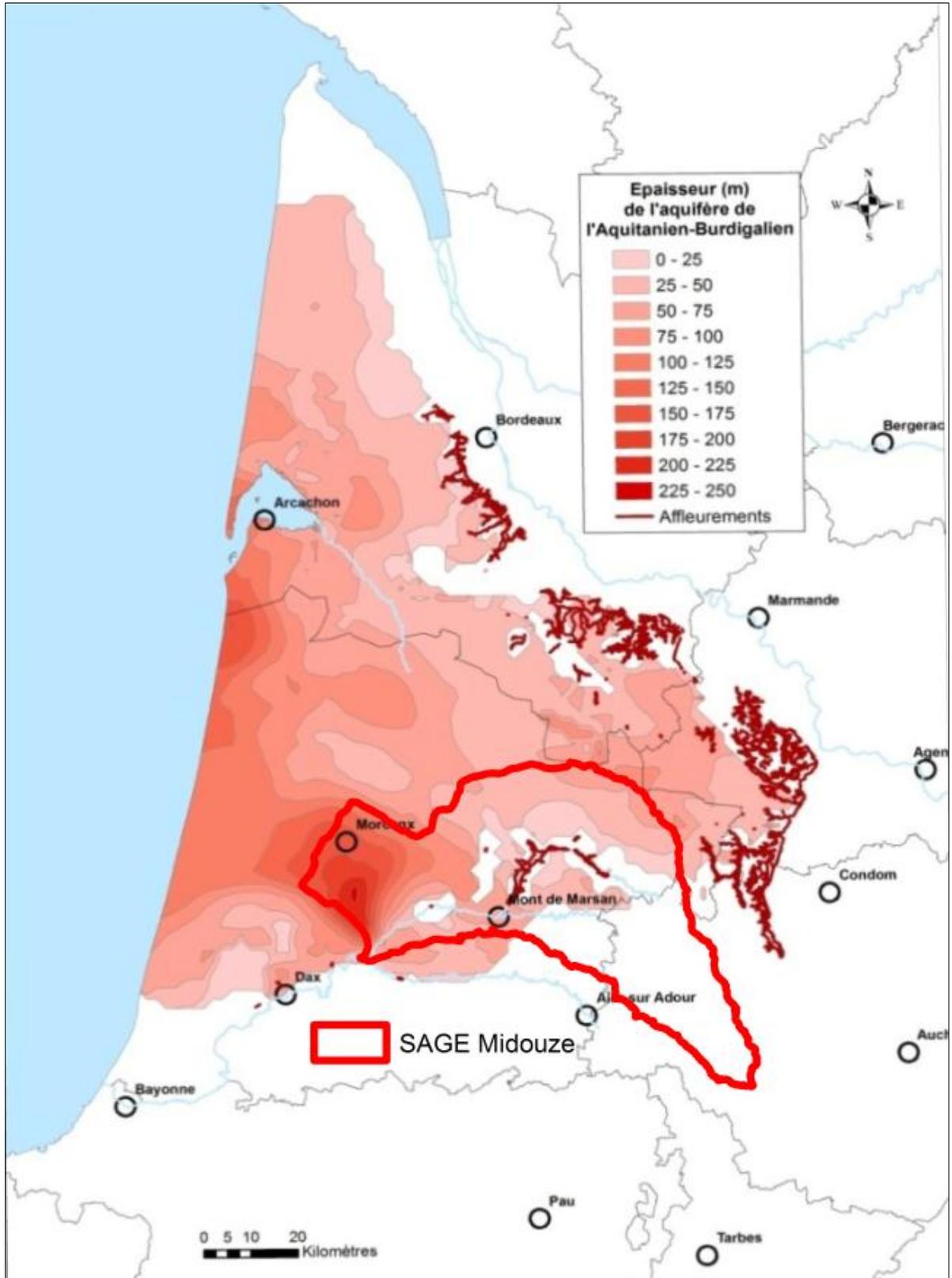


Illustration 16 : Epaisseur de l'aquifère de l'Aquitainien-Burdigalien sur la zone du triangle landais (d'après MONA)

3.2.2. La formation des sables fauves (Helvétien, Miocène supérieur)

Les sables fauves se présentent sous la forme de niveaux sableux plus ou moins ocres, avec des grès carbonatés plutôt cohésifs brun roux à nombreuses empreintes et débris de bivalves.

Des stratifications obliques peu pentées sont repérables dans ce niveau dans lequel des nodules d'oxyde de fer centimétriques sont observables. La couleur rouge sombre de cette formation, atteste de l'importance de la fraction ferrugineuse (cf.

Illustration 17).

L'illustration 14 montre que la formation affleure majoritairement au sud-est du bassin versant.

Elle est aussi présente sur la quasi-totalité du bassin versant, comme le montre l'illustration 18, avec des épaisseurs maximales observées à l'est d'Onesse.

Les coupes réalisées (cf. Illustration 19) montrent que l'épaisseur diminue d'ouest en est. Elle est de l'ordre de 30 à 40 mètres à l'ouest (coupe D) et diminue fortement pour ne plus atteindre que 5 à 10 mètres à l'est (coupe H).

Cette diminution s'explique par le comblement du bassin qui est plus important à l'ouest qu'à l'est et par une érosion plus importante au niveau du réseau hydrographique (coupe F).



Illustration 17 : Affleurements de sables fauves

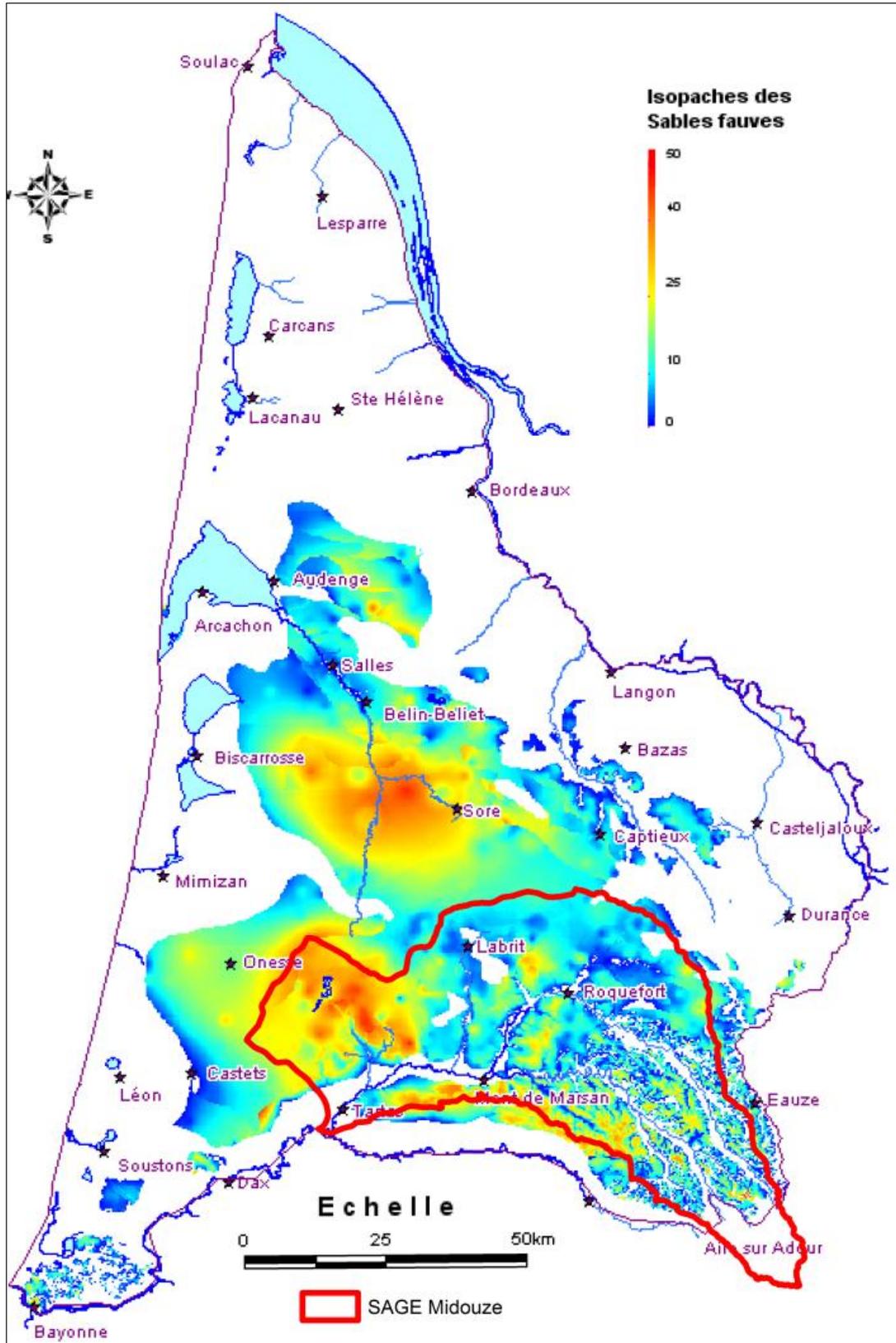


Illustration 18 : Isopaches de la formation des sables fauves (d'après Corbier et al., 2010)

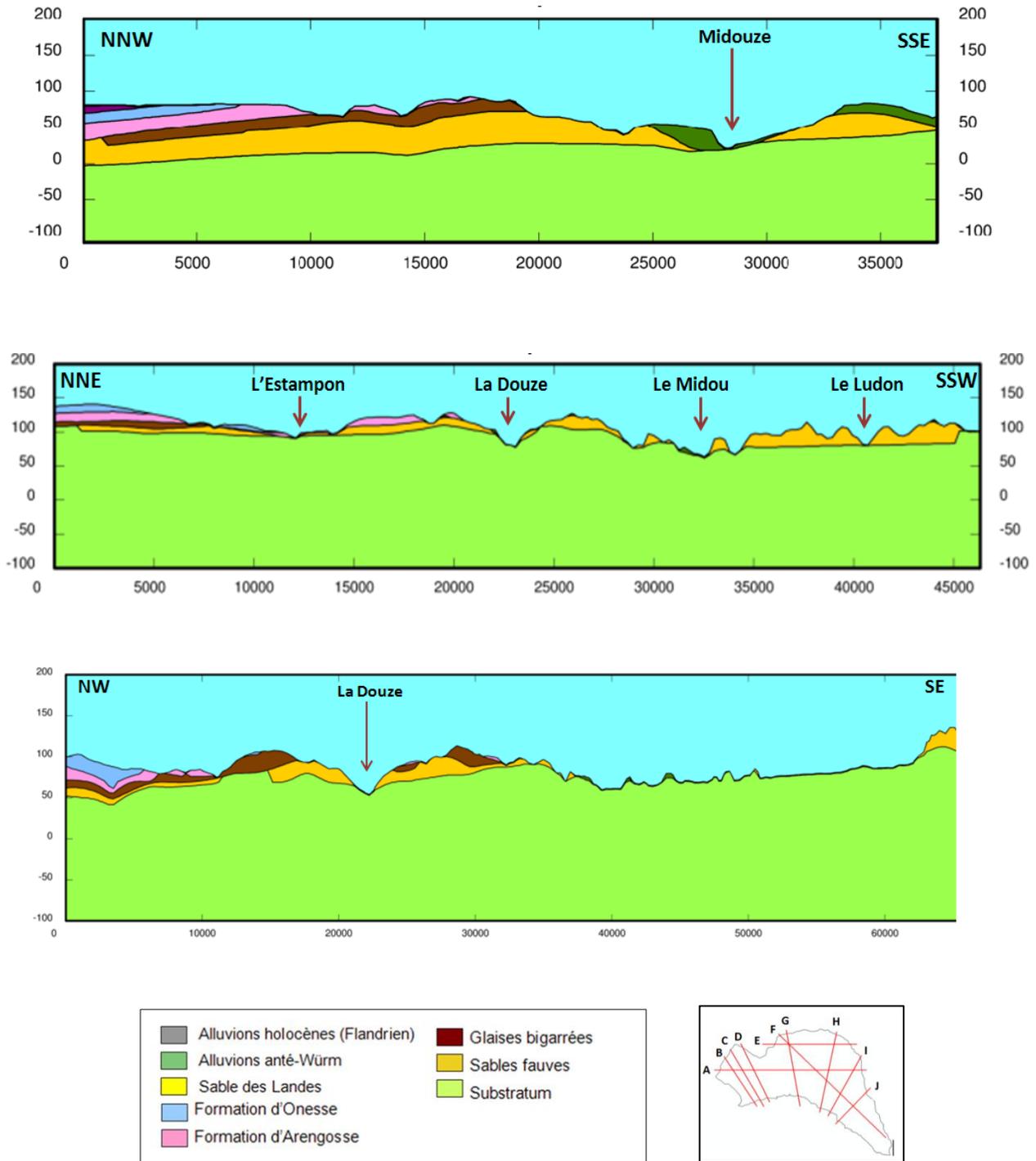


Illustration 19 : Coupes D, H et F (de haut en bas)

3.2.3. La formation des glaises bigarrées (Miocène supérieur)

Les glaises bigarrées se sont sédimentées au Miocène supérieur dans un contexte relativement plat de vaste plaine d'inondation, sans influence marine.

Elles se présentent sous la forme d'argiles bariolées à débris ligneux (cf. Illustration 20), témoins d'environnements marécageux très riches en végétation.

L'illustration 14 montre que la formation est présente de manière assez discontinue à l'affleurement. On la retrouve parfois au sommet des plus hauts reliefs (cf. coupe J de l'illustration 22).

L'illustration 21 montre, quant à elle, que la formation est quasi absente dans toute la partie sud-est du bassin versant alors qu'elle peut être relativement continue au nord du bassin versant avec une épaisseur variant de 5 à 10 mètres (cf. coupe G de l'illustration 22).

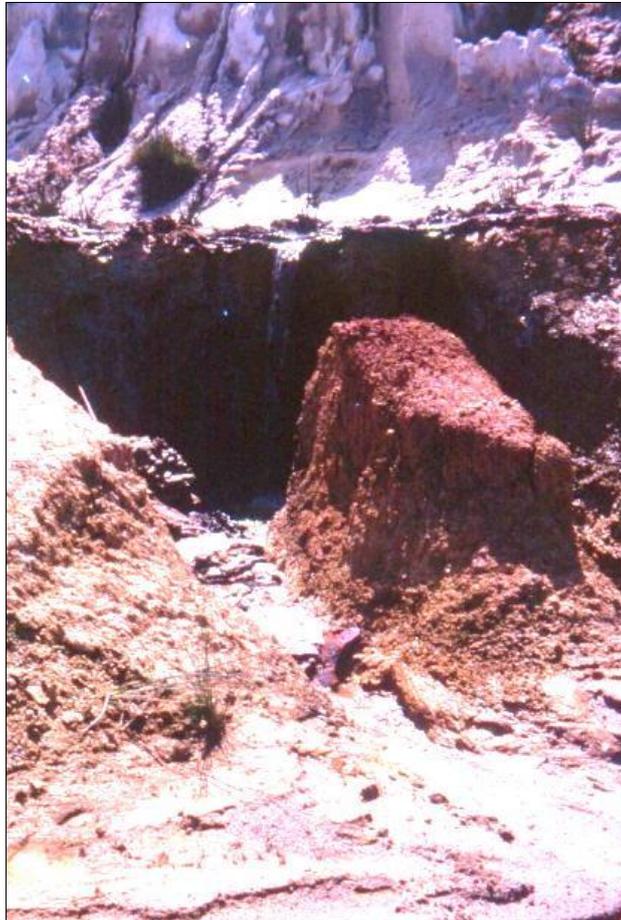


Illustration 20 : Affleurement de glaises bigarrées

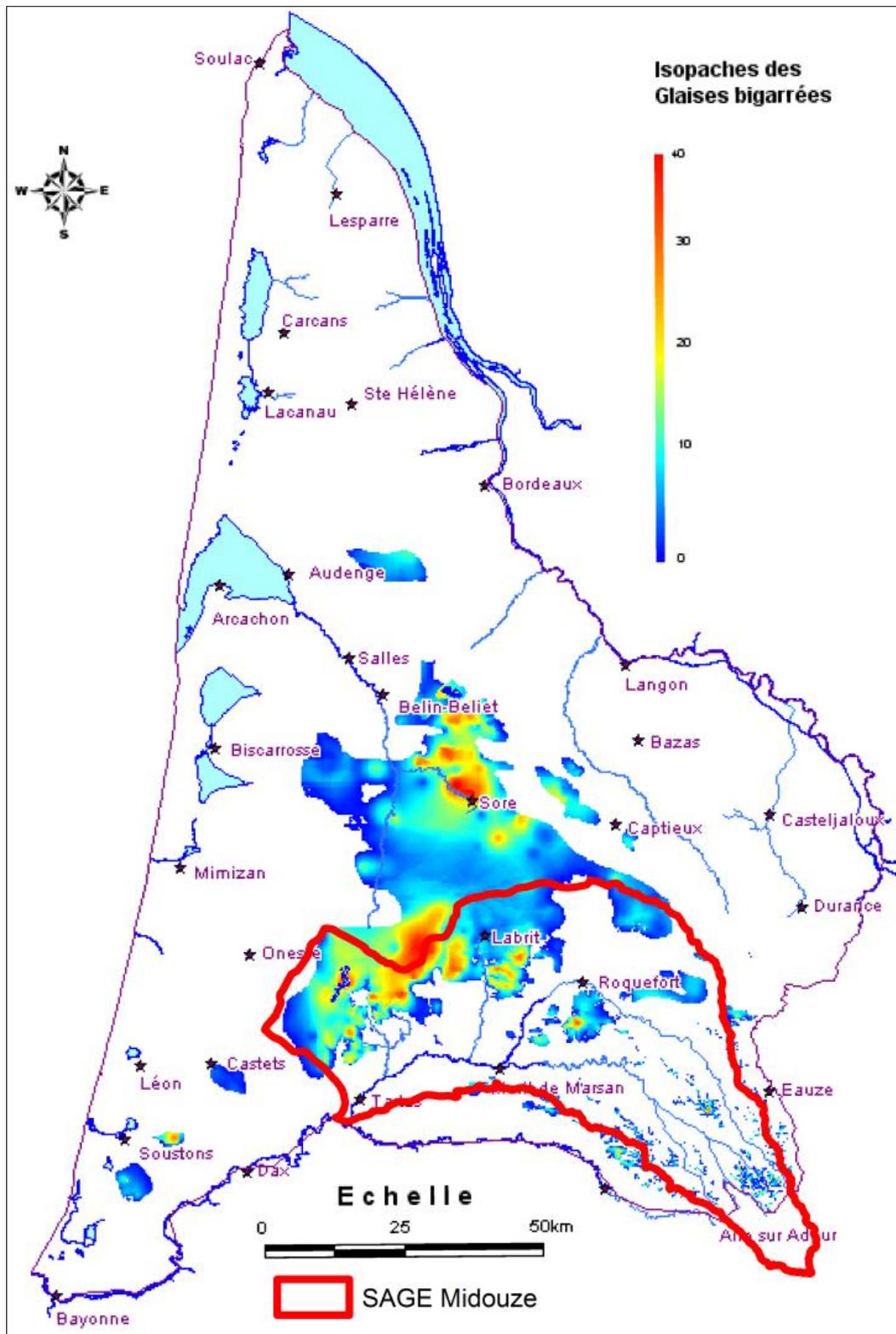


Illustration 21 : Isopaches de la formation des glaises bigarrées (d'après Corbier et al., 2010)

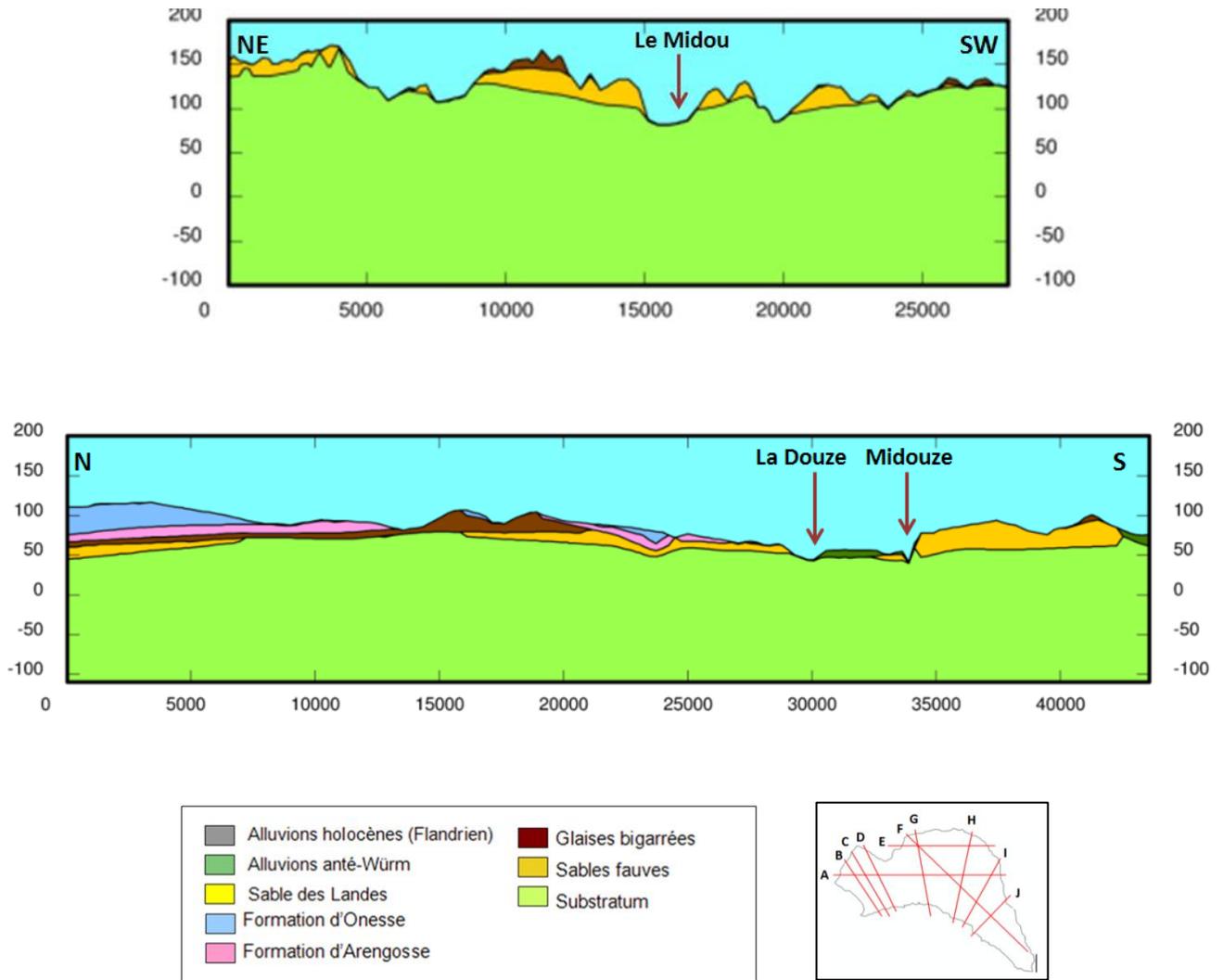


Illustration 22 : Coupes J et G (de haut en bas)

3.2.4. La formation d'Arengosse

La formation d'Arengosse est composée de sables plus ou moins grossiers accompagnés de quelques graviers de quartz hyalins (cf. Illustration 23). Elle est composée de deux séquences : la séquence inférieure, dite de Solferino, et la séquence supérieure, dite de Mézos. Des niveaux argileux gris bleuté avec parfois de la matière organique sont aussi présents dans la partie supérieure de chaque séquence.

La formation est bien présente à l'affleurement dans toute la partie nord et la partie centrale du bassin versant (cf. Illustration 14). Elle se caractérise par une épaisseur qui diminue d'ouest (20-30 mètres) en est (quelques mètres) (cf. Illustration 24). Au sud-est, la formation est totalement absente (cf. Illustration 25).



Illustration 23 : Affleurement de la formation d'Arengosse

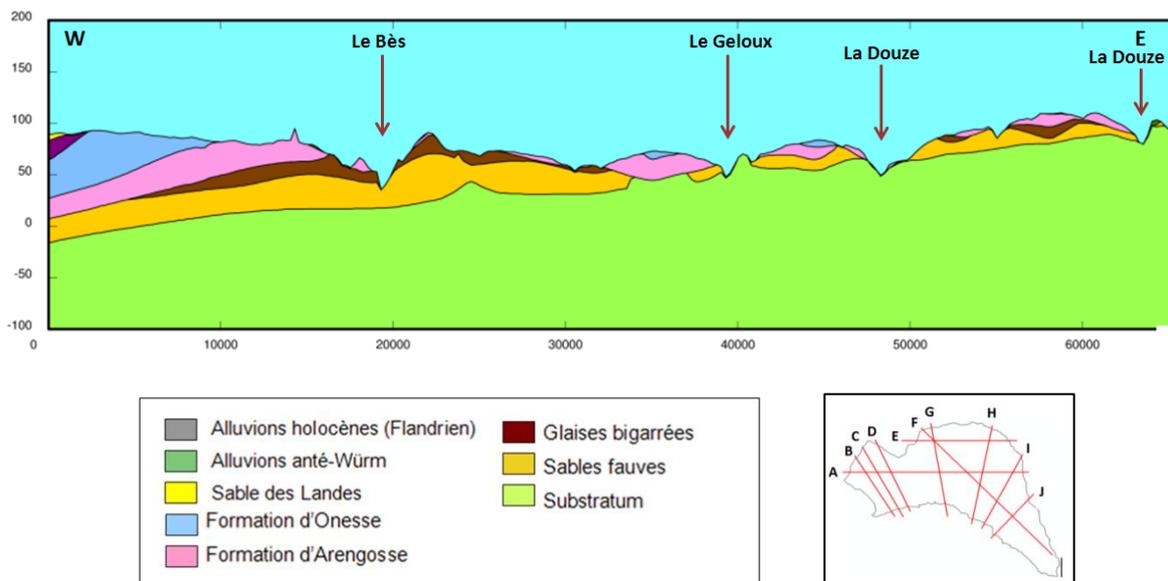


Illustration 24 : Coupe A

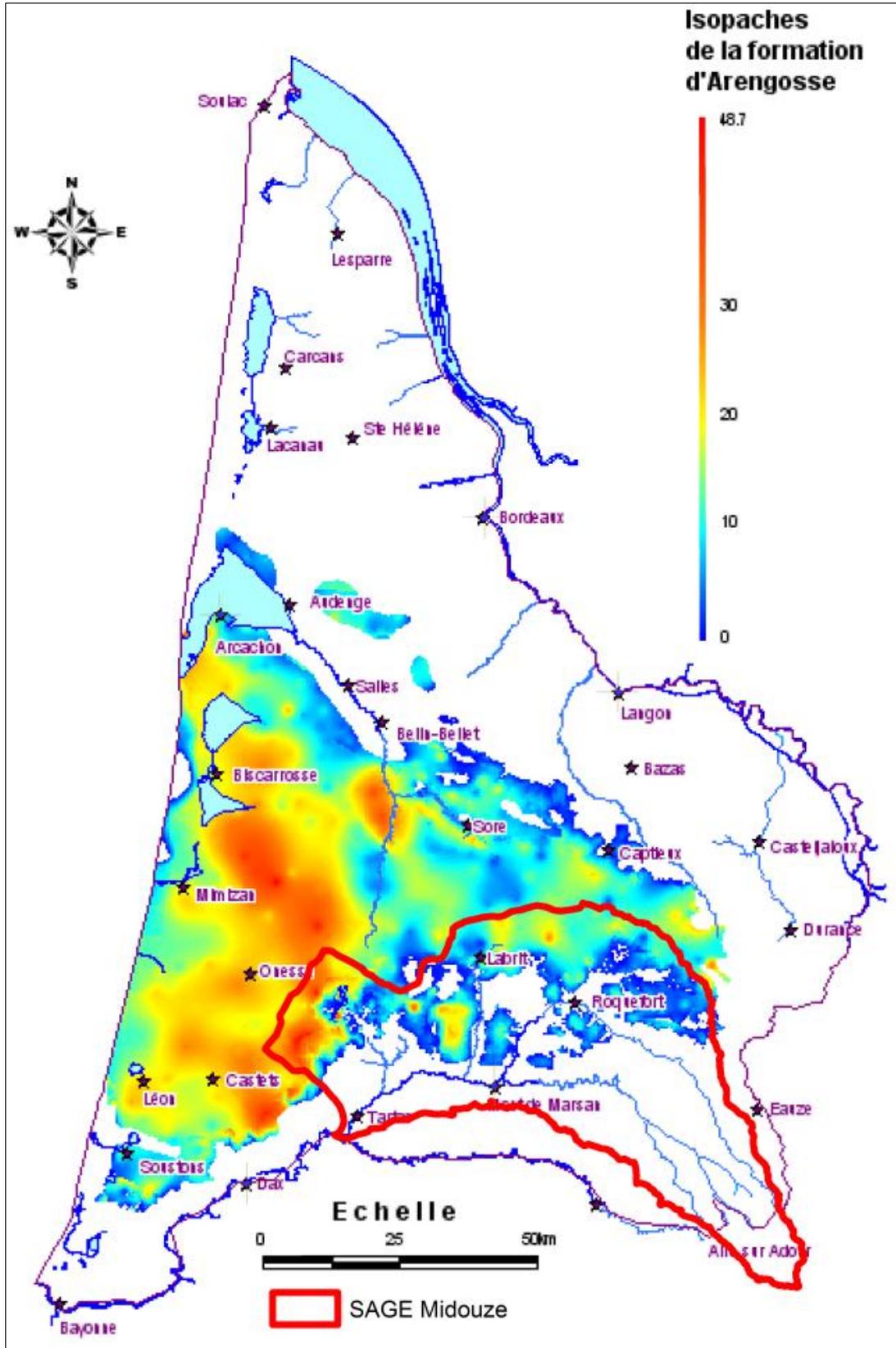


Illustration 25 : Isopaches de la formation d'Arengosse (d'après Corbier et al., 2010)

3.2.5. La formation d'Onesse

La formation d'Onesse marque, dans les Landes de Gascogne, l'arrivée des premiers froids en Europe du Nord. Les éléments siliceux gris clairs sont surmontés par des sables micacés blancs grisâtres fins (cf. Illustration 26). Ces venues sableuses sont le plus souvent coiffées par des passées d'argiles silteuses grises pouvant contenir des débris organiques et des niveaux ligniteux.

La formation affleure essentiellement au nord du bassin versant (cf. Illustration 14). Elle est quasiment absente ailleurs (cf. Illustration 27).

La coupe A de l'illustration 28 montre que les épaisseurs peuvent être importantes dans la partie ouest (aux environs de 40 mètres). La coupe E met en évidence des épaisseurs plus faibles mais une bonne continuité de la formation.



Illustration 26 : Affleurement de la formation d'Onesse

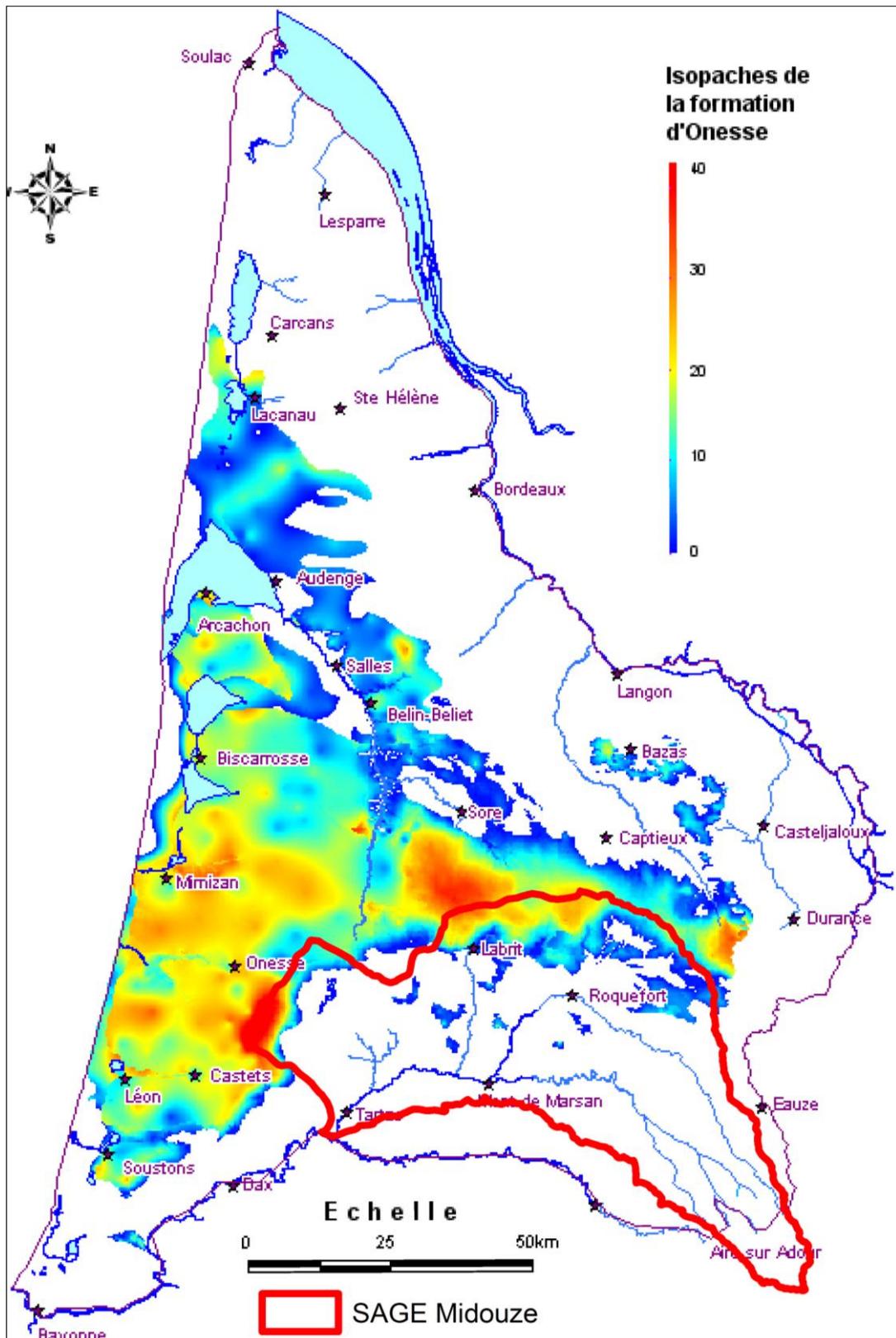


Illustration 27 : Isopaches de la formation d'Onesse (d'après corbier et al., 2010)

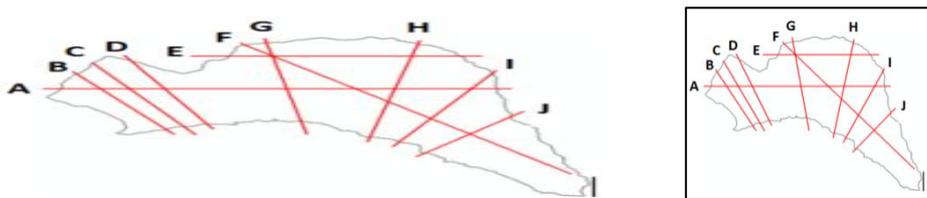
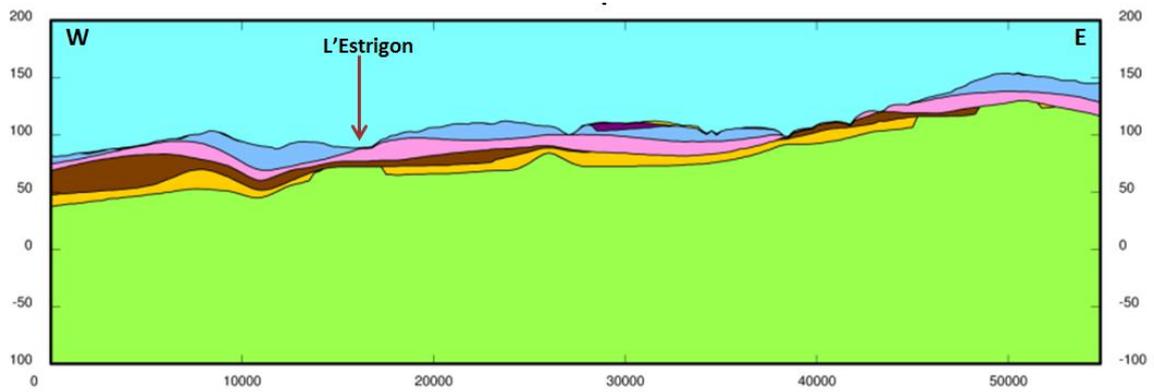
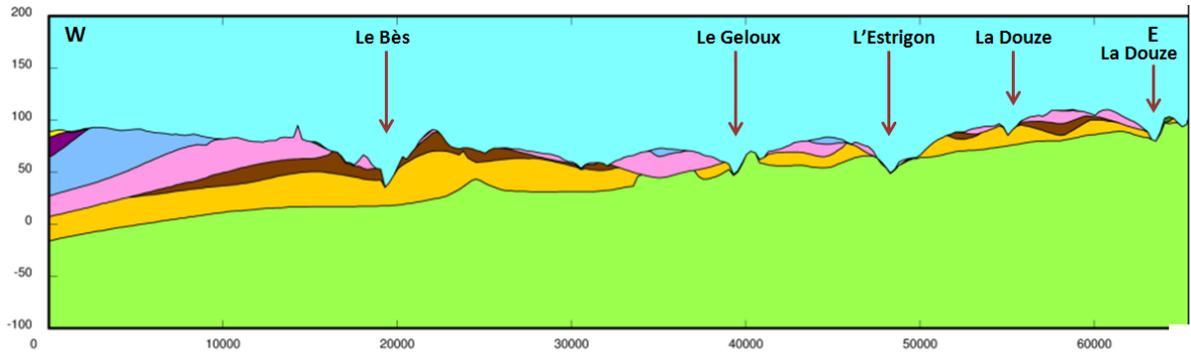


Illustration 28 : Coupes A et E (de haut en bas)

3.2.6. La formation du sable des Landes

Ces sables jaunâtres à blanchâtres (cf. Illustration 29) sont généralement peu épais. 20% des grains portent encore les stigmates d'un transport fluvial alors que le reste des grains est fortement éolisé avec même parfois des traces d'influences glaciaires. Le sommet de la formation est souvent le siège d'une podzolisation avec parfois la présence d'une couche aliotique plus ou moins grésifiée.

Les principaux affleurements des sables des Landes se situent au nord-ouest et au nord-est du bassin versant (cf. illustration 14). Ces sables se caractérisent par de faibles épaisseurs (de 2 à 5 mètres) comme le montrent les Illustration 30 et Illustration 31.



Illustration 29 : Affleurement du Sable des Landes

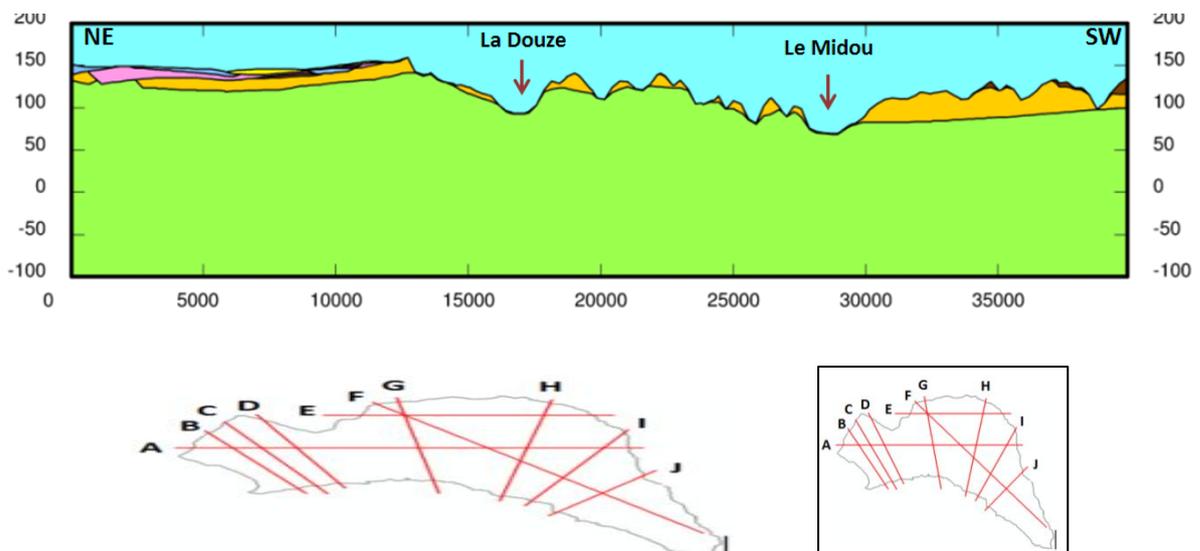


Illustration 30 : Coupe I

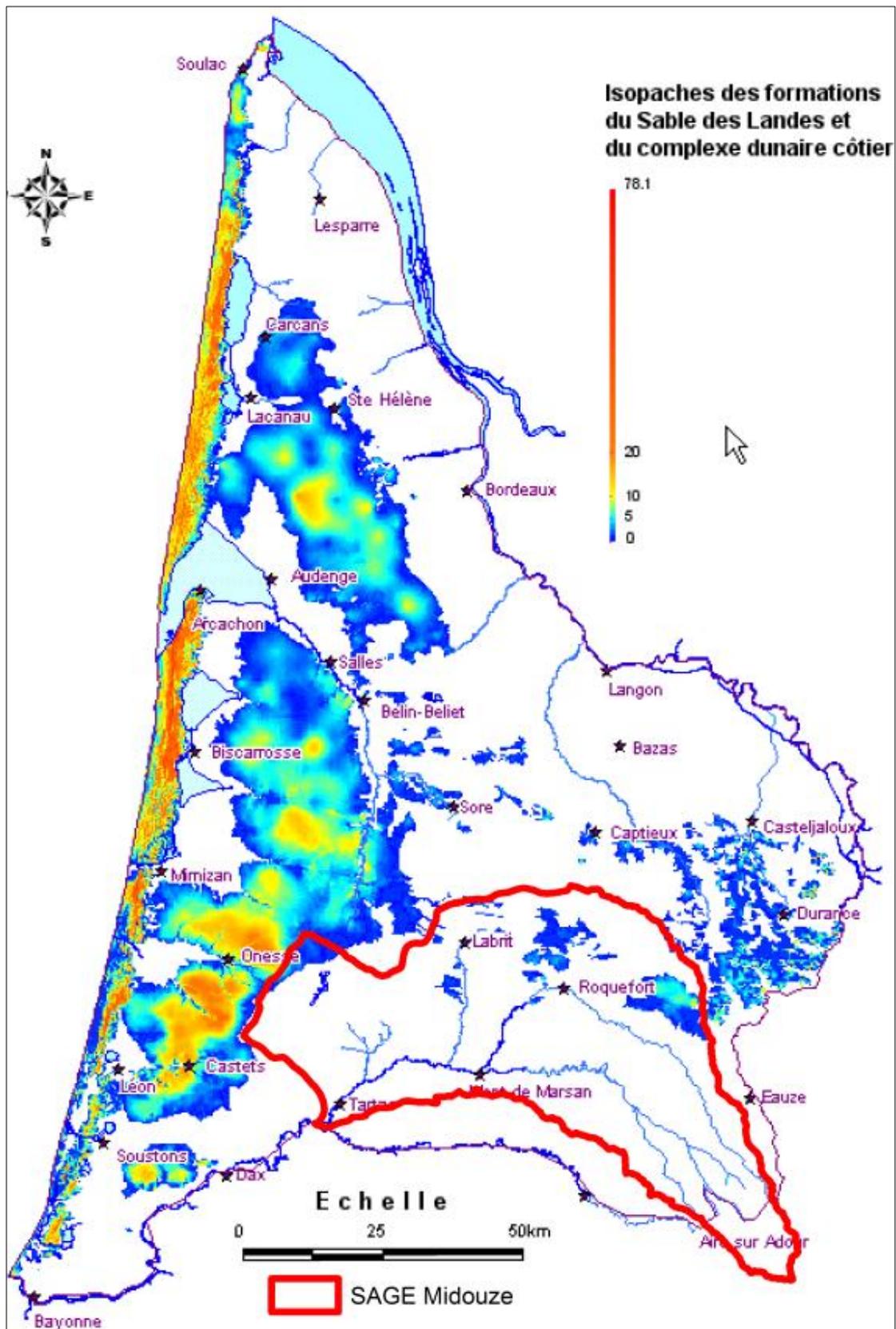


Illustration 31 : Isopaches du sable des Landes

3.2.7. Les alluvions récentes et les terrasses anciennes

Les terrasses anciennes et les alluvions récentes sont en général constituées d'argiles sableuses, de sables et de galets (cf. Illustration 32).

On retrouve des terrasses anciennes le long de la Douze et du Midou (épaisseurs pouvant atteindre la quinzaine de mètres) mais les plus importantes se situent en rive gauche de la Midouze avec des épaisseurs pouvant atteindre 30 mètres (coupes B et C de l'illustration 34). A l'est du bassin versant, l'épaisseur de ces terrasses est beaucoup moins importante (coupe G).

L'illustration 33 montre, quant à elle, que l'extension et l'épaisseur des alluvions récentes sont très réduites sur le territoire du SAGE.



Illustration 32 : Affleurement des alluvions de l'Adour (secteur proche de la Midouze)

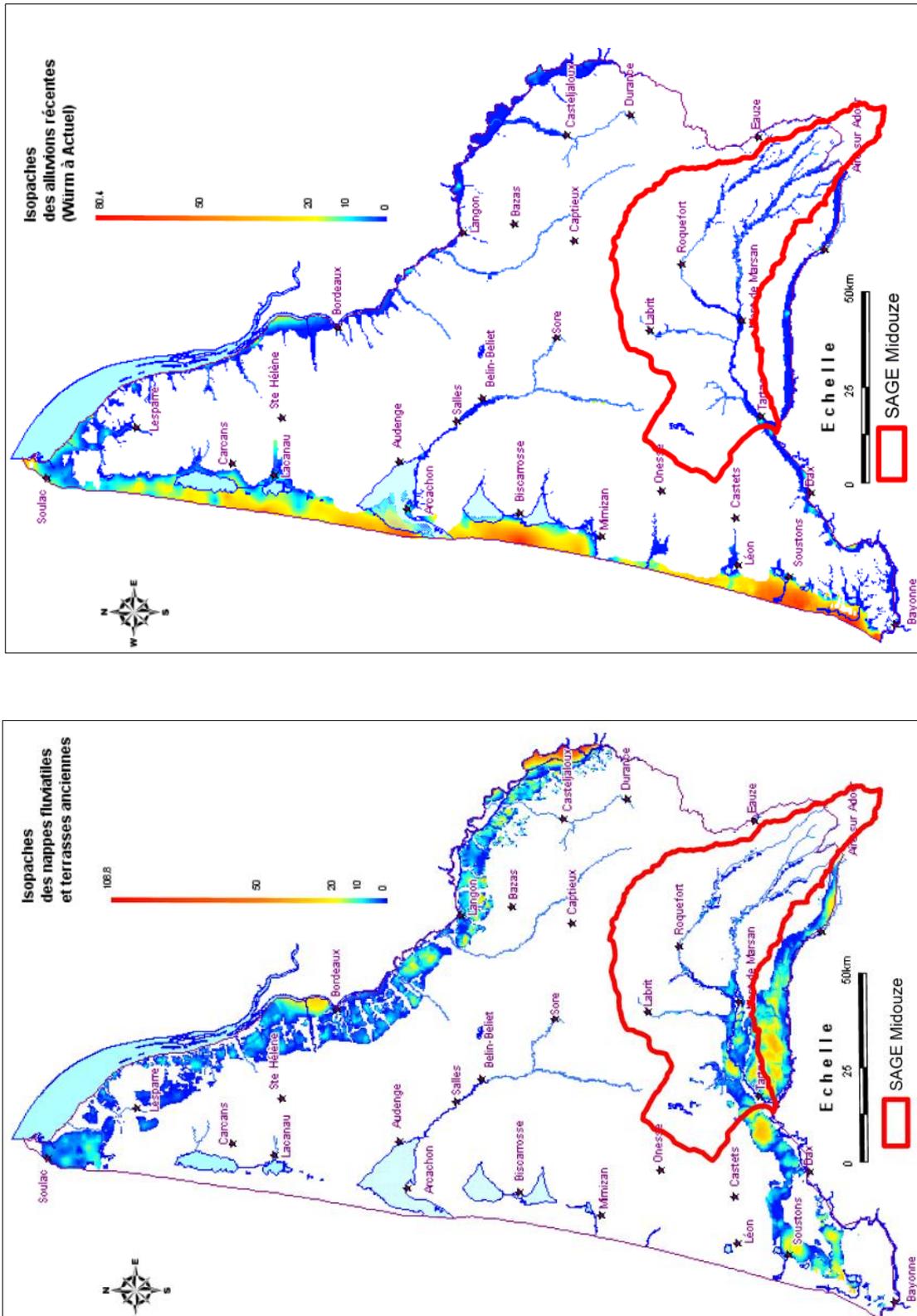


Illustration 33 : Cartes isopaches des terrasses anciennes et des alluvions récentes

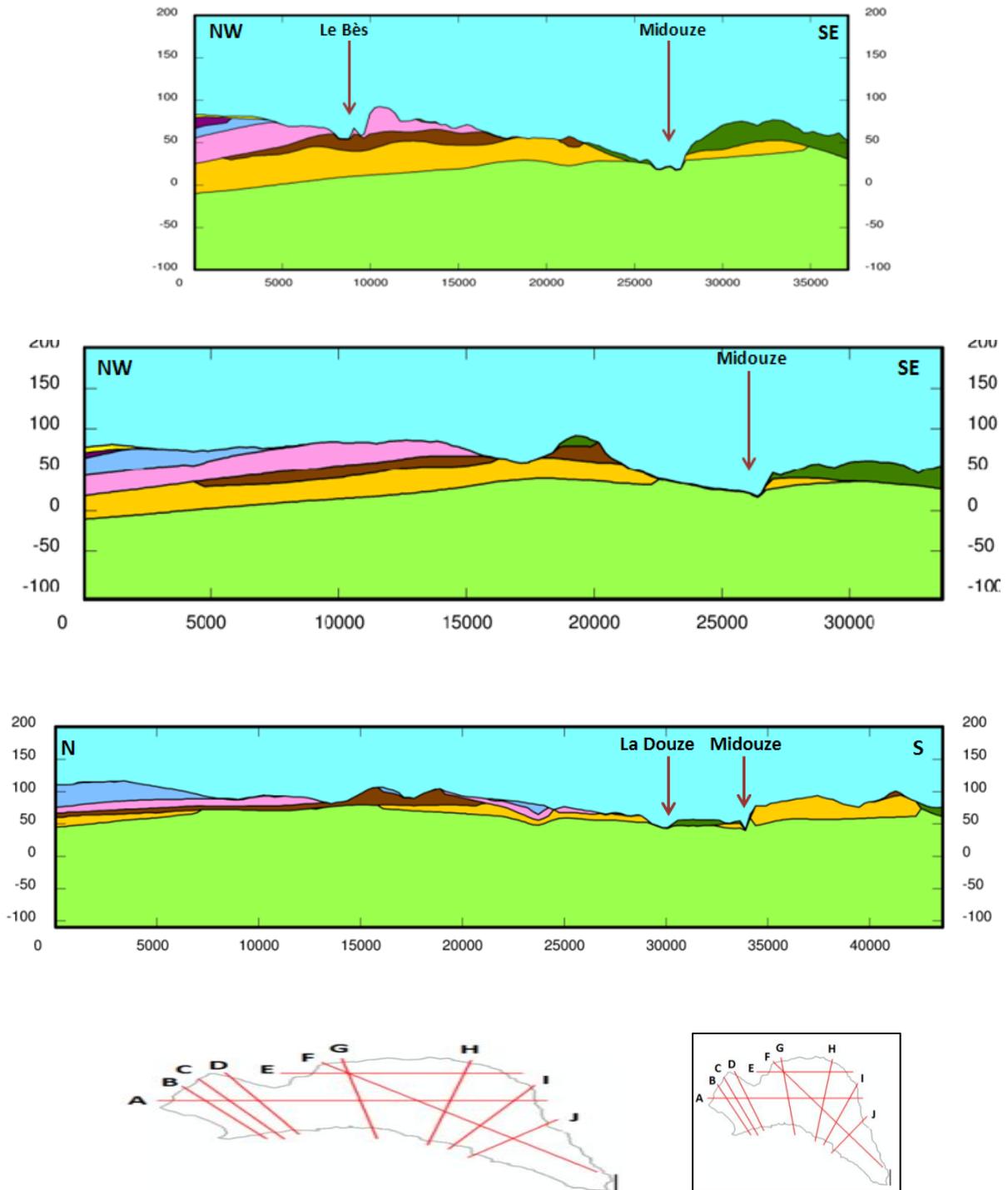


Illustration 34 : Coupes C, B, G (de haut en bas)

3.2.8. Synthèse

Les informations relatives à la présence et à l'épaisseur moyenne des formations mio-plio-quaternaires au droit du territoire du SAGE Midouze ont été synthétisées sous la forme d'un tableau associé à une carte (cf. Illustration 35 et Illustration 36).

Les 4 zones identifiées définissent des zones relativement homogènes en termes de présence ou d'absence des différentes couches et d'épaisseurs moyennes.

Les zones 1 et 2 se caractérisent par la présence de toutes les formations présentes sur le territoire du SAGE avec des épaisseurs moyennes totales d'environ :

- 260 m pour la zone 1 (200 m de Miocène et 60 m de Plio-Quaternaire),
- 120 m pour la zone 2 (75 m de Miocène et 45 m de Plio-Quaternaire),

Au droit de la zone n°3, l'épaisseur des formations mio-plio-quaternaires n'est que d'une quinzaine de mètres. Elle est liée à la présence des sables fauves, des glaises bigarrées et des terrasses anciennes et/ou des alluvions récentes.

La zone n°4 se caractérise, quant à elle, par une épaisseur moyenne de 110 m et la présence de terrasses anciennes relativement développées.

Du fait de ces disparités géologiques, l'accès aux ressources souterraines n'est donc pas équivalent sur l'ensemble du territoire du SAGE.

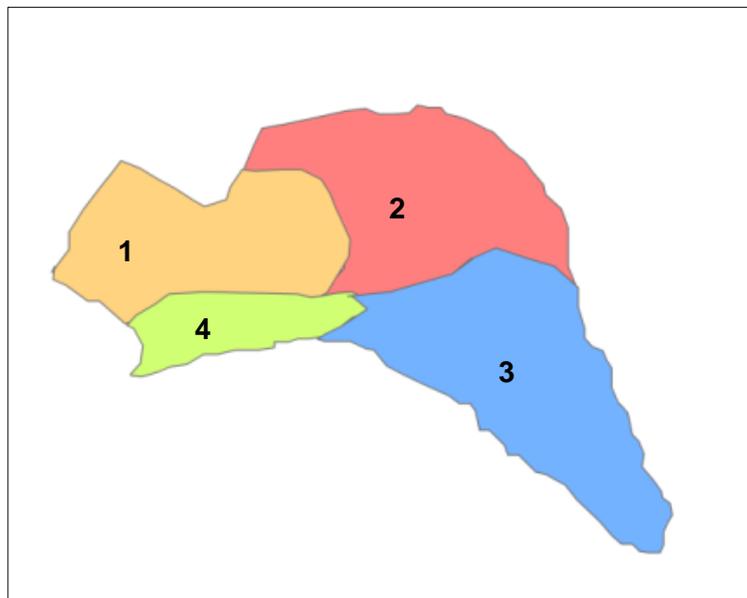


Illustration 35 : Sectorisation du bassin versant de la Midouze

Zone \ Formations	Aquitaniens	Sables fauves	Glaises bigarrées	Arengosse	Onesse	Sables des Landes	Alluvions récentes et Terrasses anciennes
1	150 m	30 m	20 m	30 m	30 m	1 m	1 m
2	50 m	15 m	10m	15 m	20 m	4 m	5 m
3	-	10 m	2 m	-	-	-	2 m
4	75 m	10 m	-	-	-	-	20-30 m

Illustration 36 : Epaisseurs moyennes des formations en fonction des secteurs

3.3. CAMPAGNE PIEZOMETRIQUE

Sur le territoire étudié, on distingue 5 aquifères principaux :

- l'Aquitaniens
- l'Helvétien (Sables fauves)
- la Formation d'Arengosse
- la Formation d'Onesse
- les Sables landais et les dépôts alluviaux

Seules les formations du Miocène (Aquitaniens et Sables fauves) sont utilisées pour l'eau potable sur le bassin versant de la Midouze. Les autres formations sont, quant à elles, principalement utilisées pour l'agriculture.

L'illustration 37 issue du SIGES Aquitaine représente la carte des piézomètres suivis par le Conseil Général des Landes en 2012. Il apparaît que le suivi est relativement dense dans l'est du département et au droit du bassin versant de la Midouze mais les ouvrages suivis sollicitent essentiellement les formations miocènes.

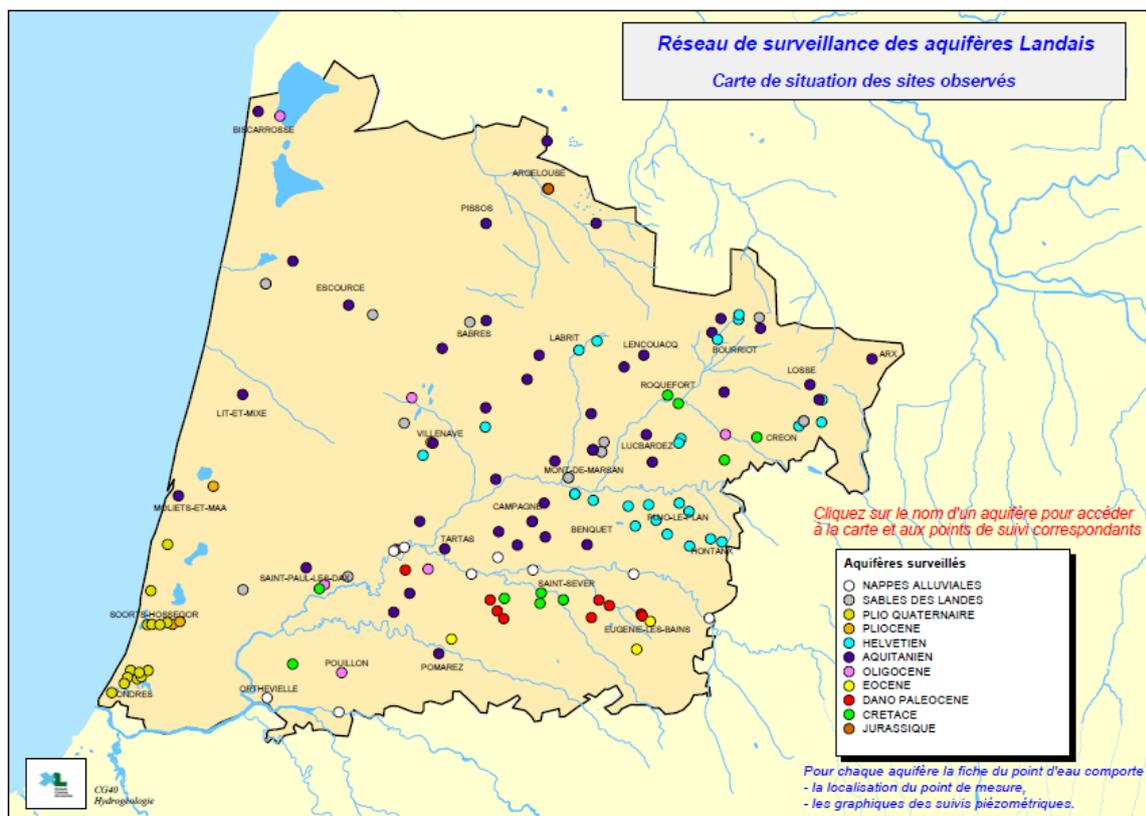


Illustration 37 : Ouvrages suivis en 2012 par le Conseil Général des Landes

Jusqu'en 2013, seules 2 cartes piézométriques de référence étaient disponibles au droit du bassin versant de la Midouze : une première établie pour les formations miocènes pour la période 1998-2000 (Pédron et al., 2001) et une seconde plus ancienne, établie en période d'étiage pour les formations plio-quaternaires entre 1968 et 1974 (Corbier et al., 2010).

Ces 2 cartes sont représentées sur les Illustration 38 et Illustration 39. Elles mettent en évidence un net drainage des formations par les cours d'eau.

Dans l'objectif d'actualiser ces références, une campagne piézométrique a été réalisée du 17 juin au 8 août 2013. Elle a concerné 194 ouvrages dont :

- 49 ouvrages agricoles,
- 33 puits particuliers,
- 10 piézomètres,
- 102 forages DFCI.

Les caractéristiques de ces ouvrages et les mesures réalisées sont détaillées en annexe 1. Le croisement de ces informations avec le modèle géologique plio-quaternaire a permis d'identifier, parmi les 194 ouvrages :

- 105 ouvrages sollicitant les formations plio-quaternaires,

- 50 ouvrages pouvant solliciter les formations plio-quaternaires (incertitudes liées au manque d'informations sur les points mesurés ou au modèle géologique) ou sollicitant la nappe libre des Sables fauves (Helvétien),
- 39 ouvrages sollicitant des formations plus anciennes.

Ces points ont été reportés sur l'illustration 40.

Compte tenu de la remarque précédente concernant le drainage des nappes par les cours d'eau, il a été considéré que le réseau hydrographique correspondait à des affleurements des nappes mio-plio-quaternaires. Le réseau hydrographique a donc été discrétisé (cf. Illustration 41) et les points ont été rajoutés aux précédents en vue d'établir la carte piézométrique.

Plusieurs cartes ont été réalisées par krigeage au moyen du logiciel ArcGis (avec ou sans les 39 forages, en laissant ou en éliminant les points aberrants parmi les 155 restants).

La version jugée la plus fiable de la carte piézométrique a été représentée sur l'illustration 42. Il s'agit de la version établie sans les 39 forages sollicitant des formations plus anciennes que l'Helvétien et sans les points jugés aberrants parmi les 155 restants (4 au total).

Le drainage de la nappe y apparaît à nouveau clairement. De façon générale, les écoulements se font vers le nord-est dans la partie sud-est du bassin (zone où la carte reste peu fiable en raison de la faible densité de points de mesure) et vers le sud, ailleurs.

L'examen de la chronique piézométrique de l'ouvrage de Largelère situé près de Mont-de-Marsan (cf. Illustration 43) et captant les formations plio-quaternaires montre que les mesures ont quasiment été réalisées au moment des plus hautes eaux 2013 qui elles-mêmes ont atteint des niveaux exceptionnellement hauts par rapport aux années précédentes.

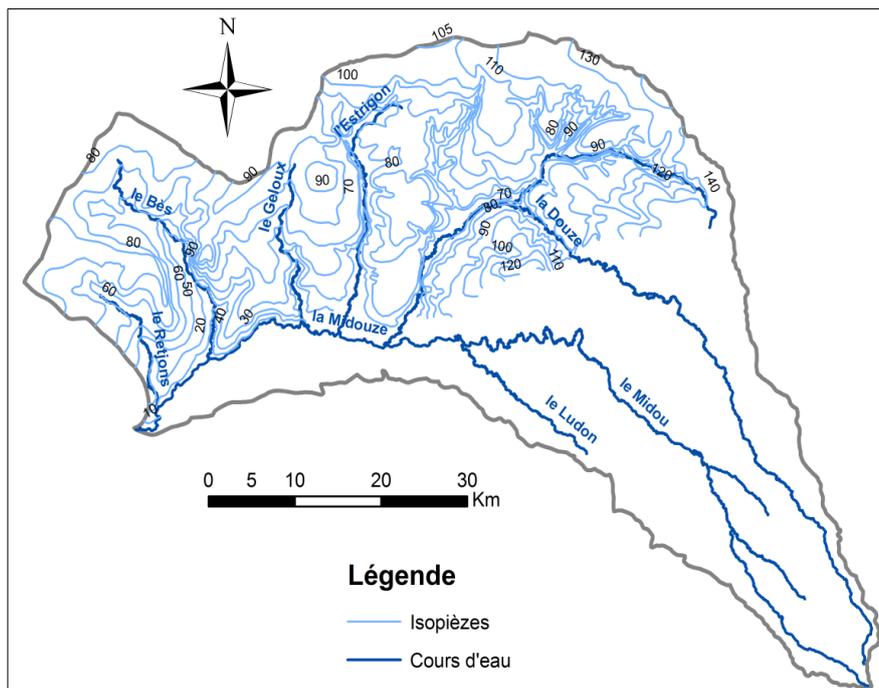


Illustration 38 : Carte piézométrique des formations miocènes pour la période 1998 à 2000 (d'après Pédron et al.)

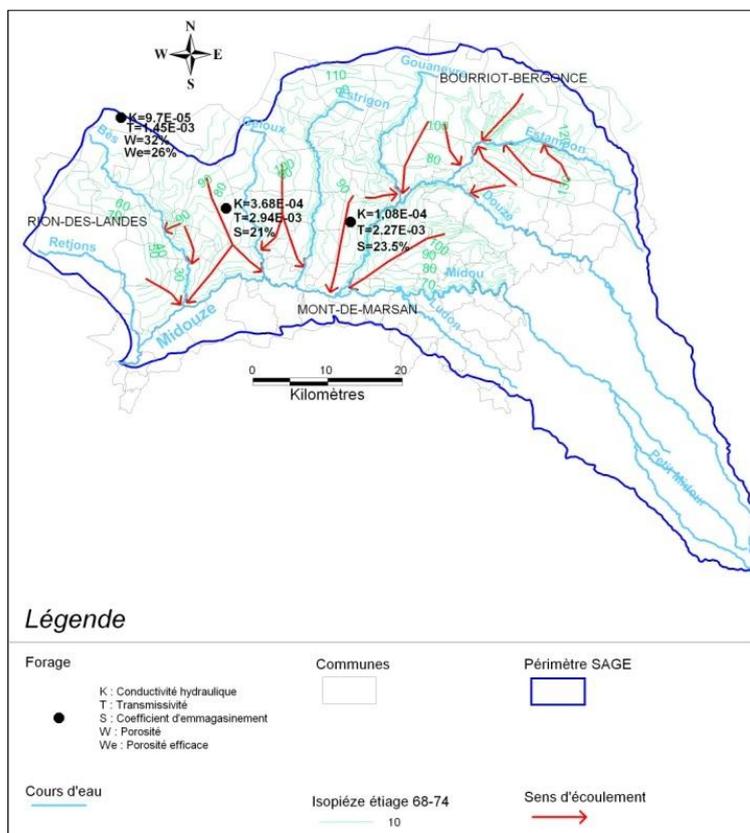


Illustration 39 : Carte piézométrique des formations plio-quaternaires pour la période 1968-1974 (d'après Corbier et al.)

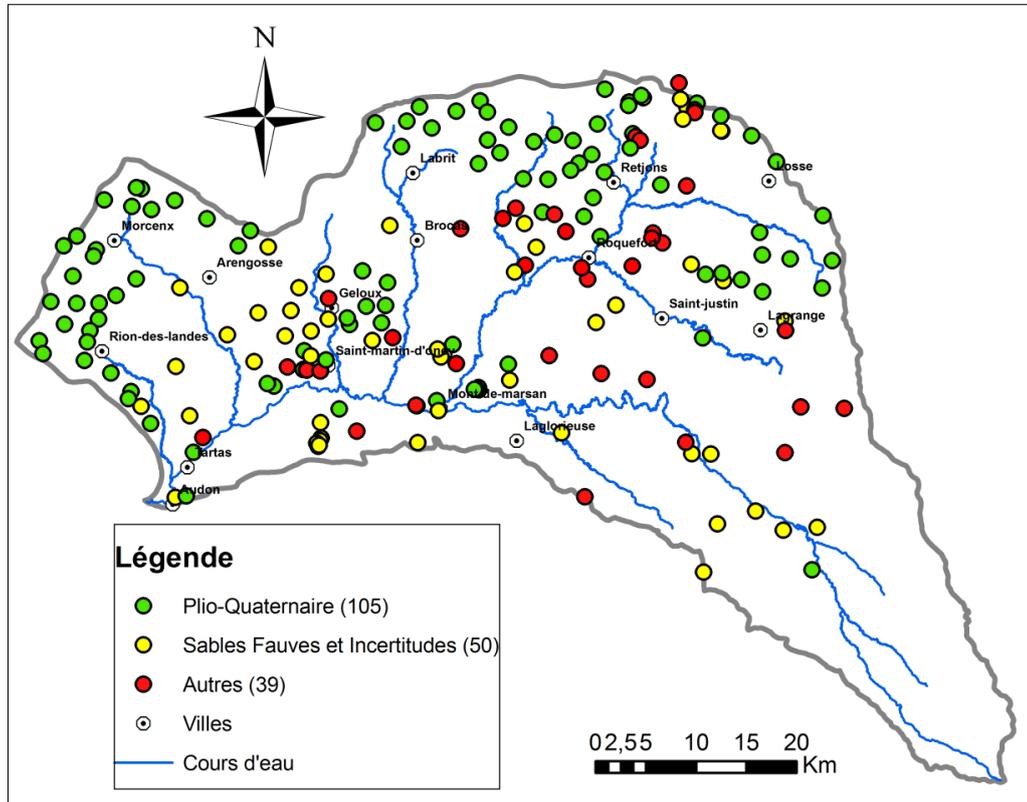


Illustration 40 : Ouvrages ayant fait l'objet de mesures piézométriques en 2013

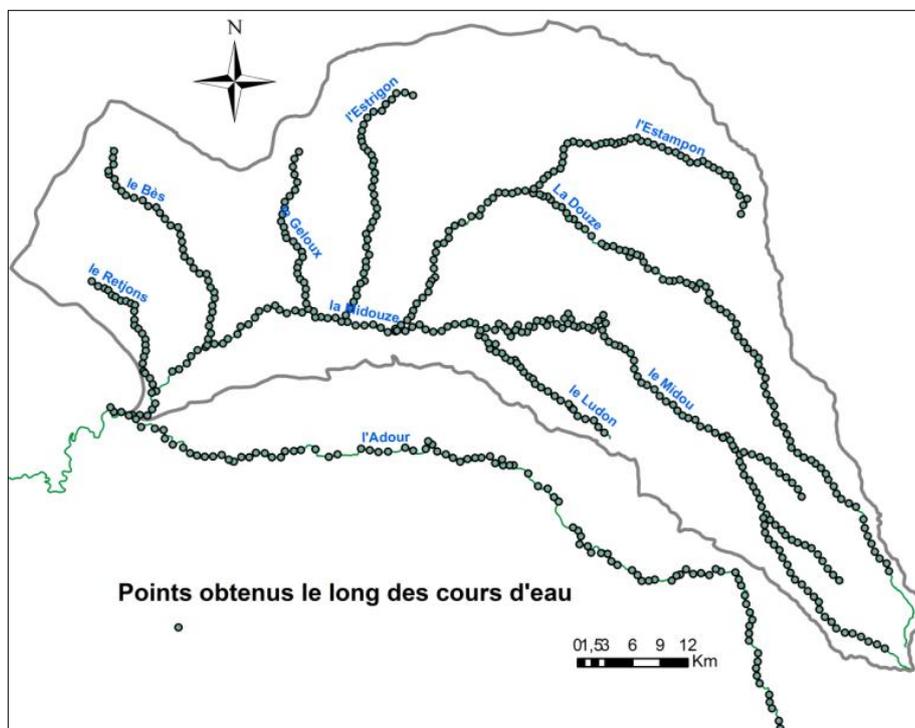


Illustration 41 : Discrétisation du réseau hydrographique

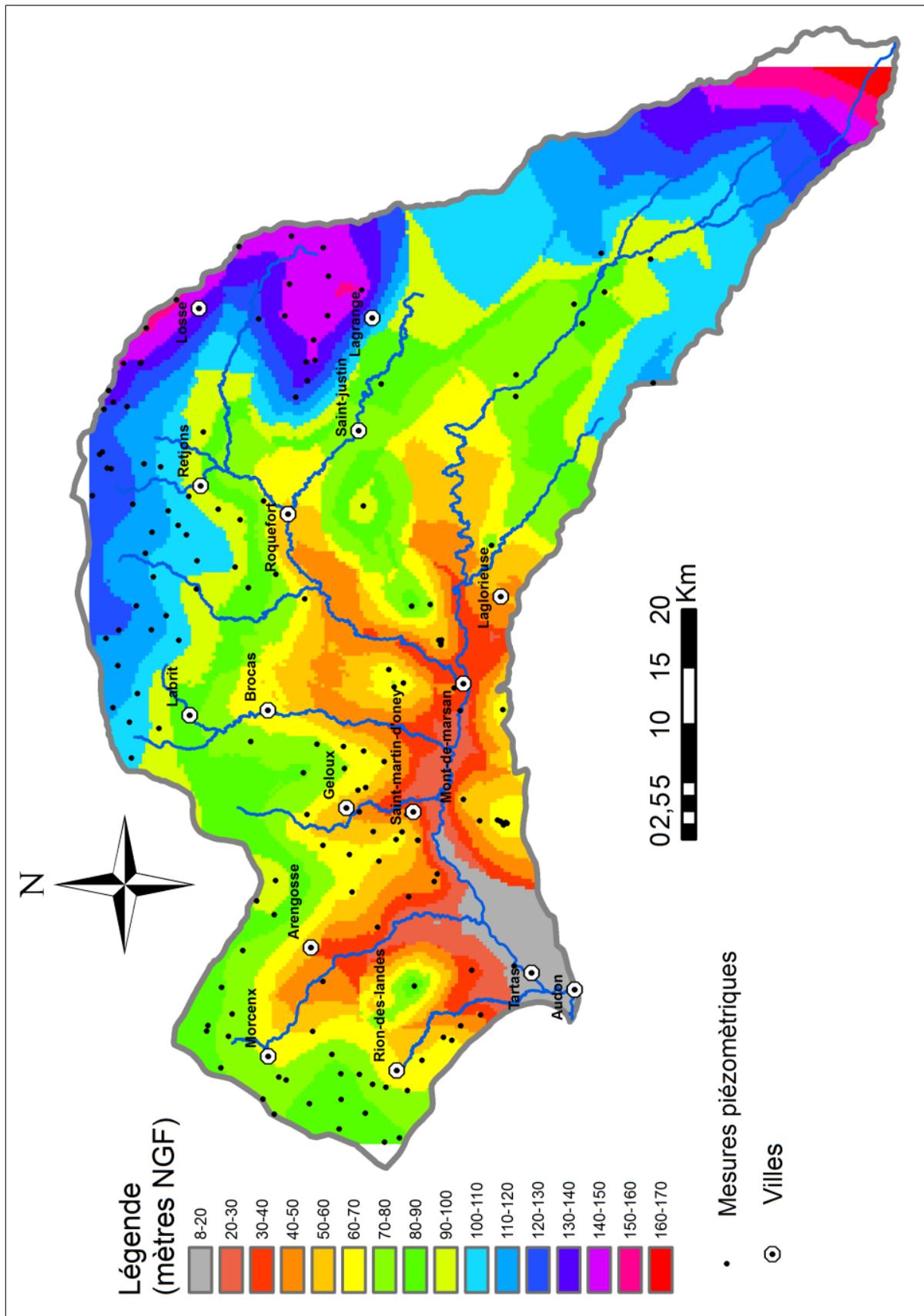


Illustration 42 : Carte piézométrique été 2013 (juin à août)

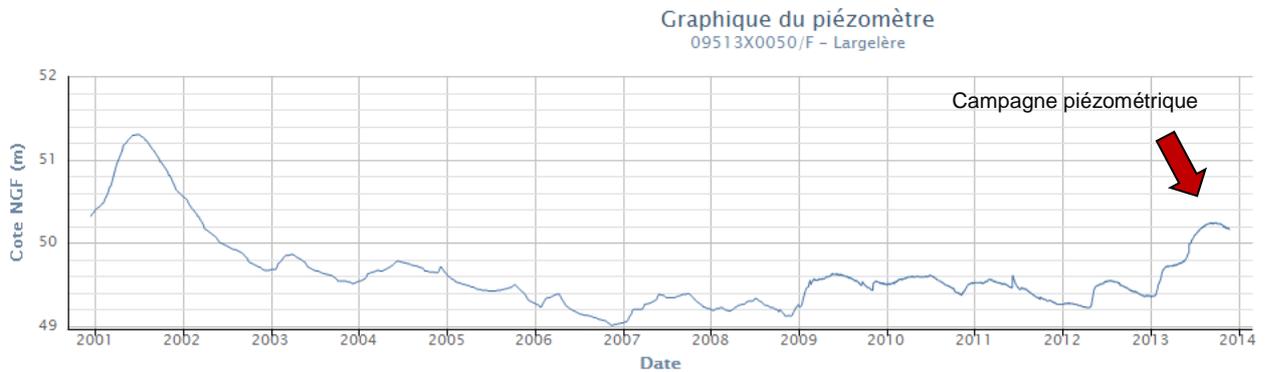


Illustration 43 : Chronique piézométrique de l'ouvrage 09513X0050/F (ouvrage situé près de Mont-de-Marsan et captant les formations plio-quaternaires)

3.4. QUALITE DE L'EAU

A l'occasion de la campagne piézométrique, 69 points d'eau ont fait l'objet d'une caractérisation chimique qui a consisté en :

- une mesure in-situ des paramètres physico-chimiques (température, conductivité, pH) au moyen d'un multi-mètre relié à différentes sondes (cf. Illustration 44 photo de gauche),
- un dosage in-situ des teneurs en nitrates au moyen de tests colorimétriques (cf. Illustration 44 photo de droite).



Illustration 44 : Dispositifs utilisés pour caractériser la chimie des points d'eau

Les mesures et dosages ont été réalisés sur des échantillons d'eau prélevés soit :

- après un pompage de 15 à 20 minutes au moyen d'une pompe immergée de 3 m³/h pour les ouvrages non utilisés (DFCI en particulier),
- au droit des robinets pour les ouvrages qui en étaient équipés,
- directement dans les sources pour cette catégorie d'ouvrages.

Sur les 69 points d'eau échantillonnés, il s'avère que seuls 41 pouvaient indiscutablement être attribués au Plio-Quaternaire. Seules les données relatives à ces points ont été représentées sur les Illustration 45, Illustration 46, Illustration 47 et Illustration 48.

En ce qui concerne les températures, la gamme de variation s'étend de 12 à 15,7°C. Les écarts de température peuvent être liés à la profondeur des ouvrages (de 2,5 à 25 m) et/ou aux conditions atmosphériques qui peuvent influencer les mesures. Aucun zonage ne peut être établi sur la base des intervalles de variation retenus sur l'illustration 45.

Dans le cas de la conductivité qui témoigne de la minéralisation des eaux, la gamme de variation s'étend de 60 à 493 µS/cm avec une majorité de points (39 sur 41) présentant une conductivité inférieure à 300 µS/cm. De façon générale, la minéralisation des eaux est donc faible à moyenne, en lien avec la nature sableuse des formations. Un secteur situé à l'ouest de Retjons se caractérise par des eaux très peu minéralisées (cf. Illustration 46).

En matière de pH, il apparaît que tous les échantillons testés, à l'exception d'un seul, se sont caractérisés par des pH inférieurs ou égaux à 7 (cf. Illustration 47). La plupart d'entre eux (33 sur 41) présentent même des valeurs comprises entre 4,35 et 6. L'acidité de l'eau est à mettre en relation avec la nature sableuse du sous-sol. Comme dans le cas des températures, il apparaît difficile d'établir un zonage sur la base des intervalles de variation retenus.

Enfin, la contamination des eaux par des nitrates d'origine naturelle ou anthropique semble très limitée dans la mesure où les plus fortes teneurs n'ont pas dépassé 5 mg/l (cf. Illustration 48). Les tests colorimétriques sont moins fiables que les analyses réalisées en laboratoire mais ils ont permis d'obtenir une première image de la qualité des eaux.

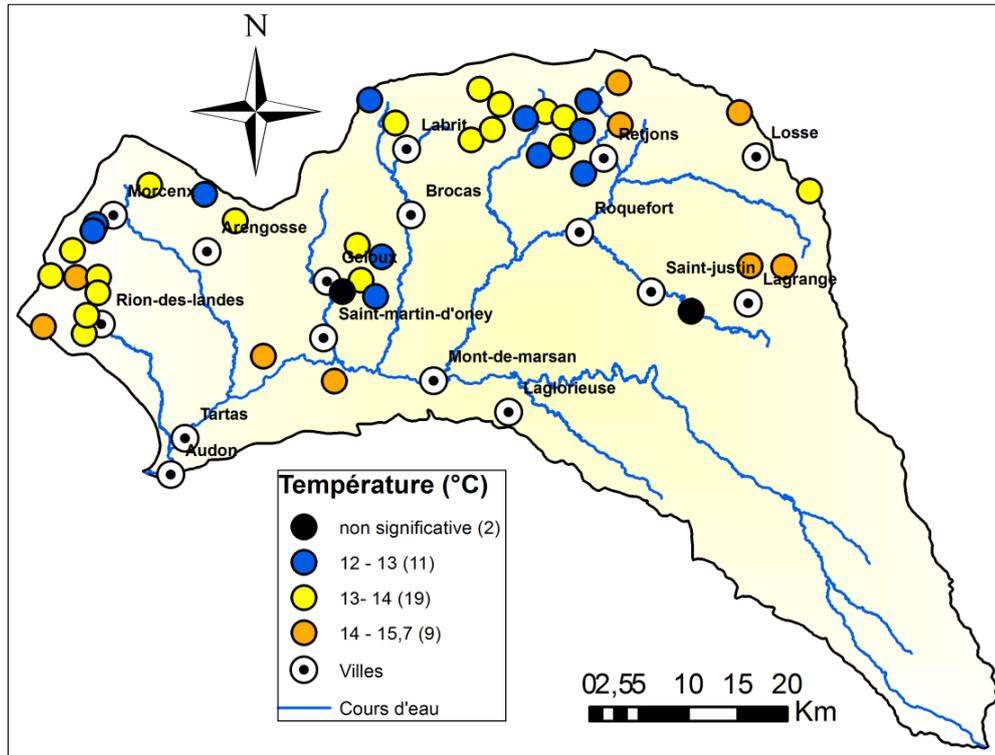


Illustration 45 : Températures des échantillons d'eau

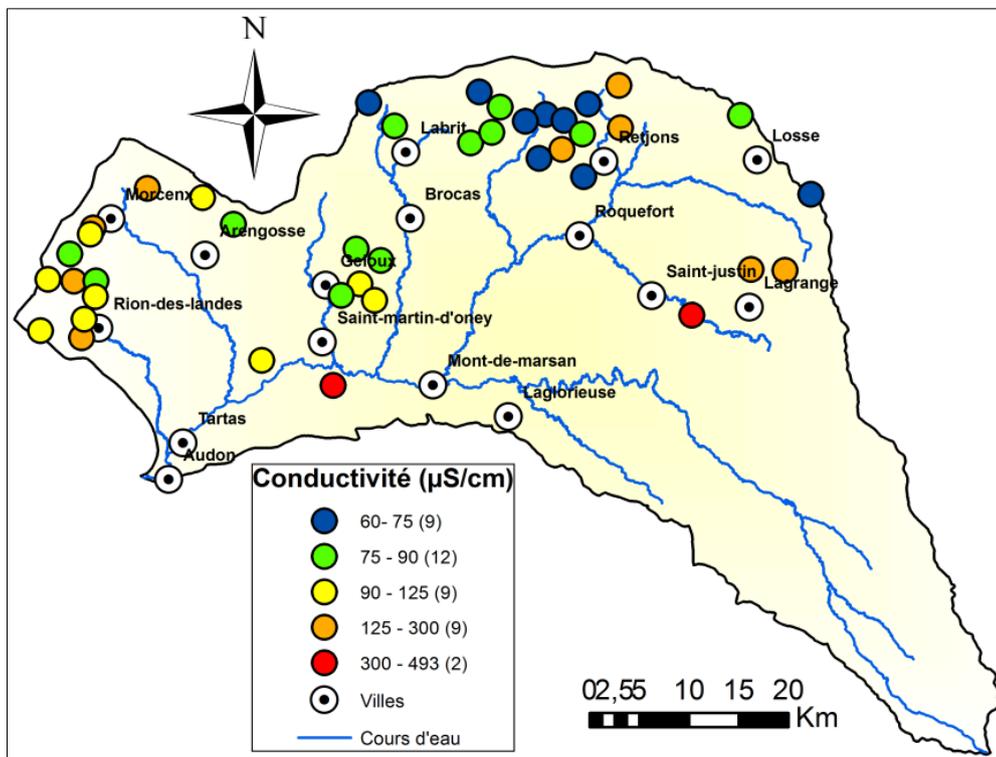


Illustration 46 : Conductivités des échantillons d'eau

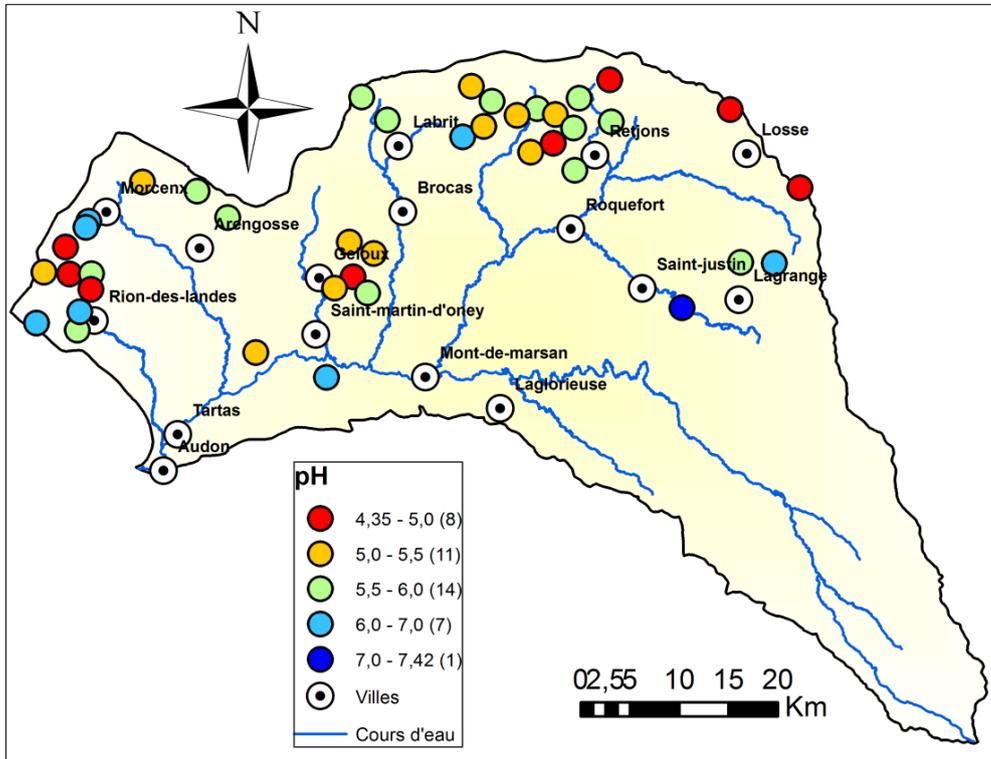


Illustration 47 : pH des échantillons d'eau

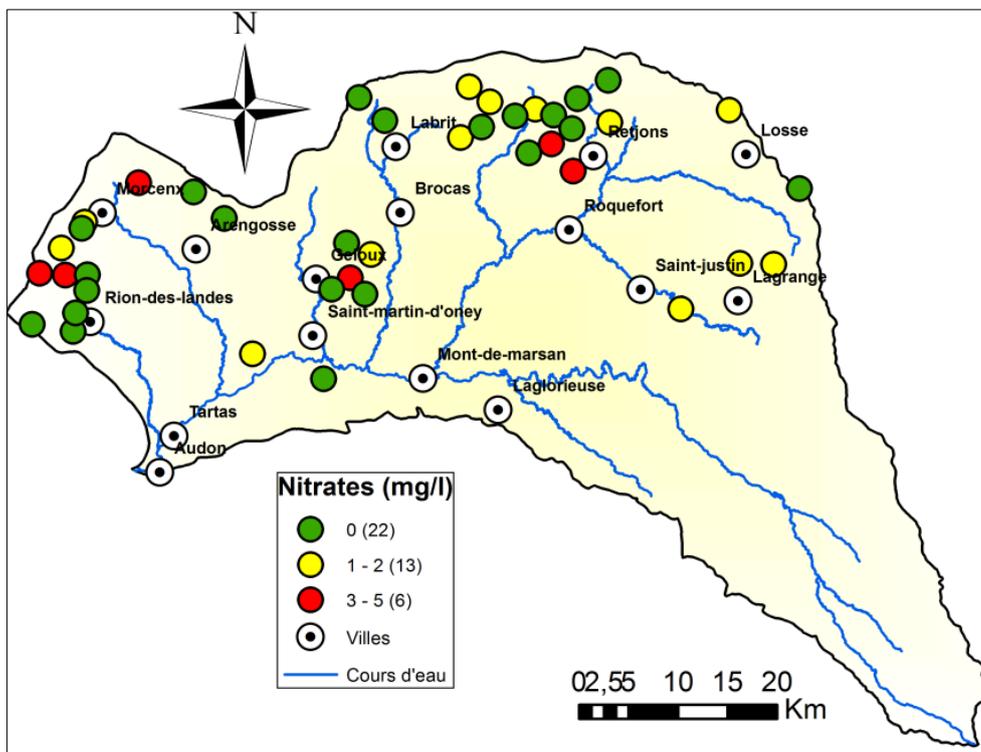


Illustration 48 : Teneurs en nitrates des échantillons d'eau

3.5. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES

A l'occasion d'une réunion de présentation des premiers résultats du module 6, à Mont-de-Marsan en juin 2010, Jean-Paul Hauquin, alors hydrogéologue au Conseil Général des Landes, avait mentionné que cette structure disposait d'un nombre important de rapports d'études faisant état de résultats de pompages d'essai.

L'Année 4 du module 6 devant comporter une étude du territoire du SAGE Midouze, il a été décidé de proposer une synthèse de ces données à cette occasion.

Plusieurs missions au Conseil Général des Landes ont été effectuées pour recueillir un maximum d'informations sur l'ensemble du département, ces données devant alimenter le modèle hydrodynamique plio-quaternaire en cours de construction et permettre d'ébaucher les contours des nappes d'accompagnement au moyen du logiciel CONNEXMIN.

Au total, 33 documents relatifs à des forages sollicitant des formations alluviales ou plio-quaternaires ont été consultés parmi lesquels, seuls 8 comportaient des valeurs de transmissivité. Les informations relatives à ces rapports ont été consignées dans l'annexe 3 et valorisées sous la forme d'une carte (cf. Illustration 49).

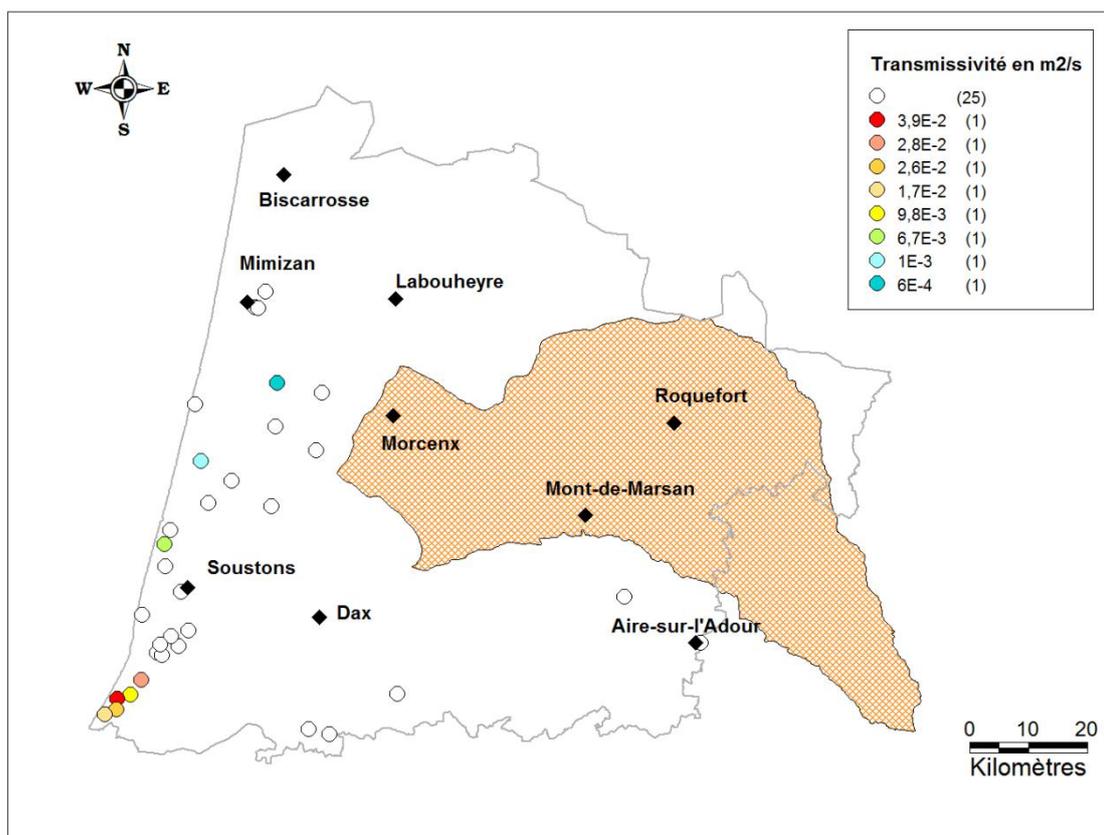


Illustration 49 : Points d'eau pour lesquels une valeur de transmissivité a été déterminée et emprise du territoire du SAGE Midouze

Les transmissivités déterminées varient de 6.10^{-4} à $3,9.10^{-2}$ m²/s et ne concernent aucun point situé dans l'emprise du territoire du SAGE Midouze comme le montre l'illustration 49.

Sur les 8 points disposant d'une information relative à la transmissivité, un seul dispose d'une valeur de S (coefficient d'emmagasinement). Il se situe à Labenne et se caractérise par le couple de valeurs $T = 9,8.10^{-3}$ m²/s et $S = 7\%$.

Le descriptif technique de l'étude prévoyait le recours au logiciel CONNEXMIN pour ébaucher le contour de la nappe d'accompagnement au droit du territoire du SAGE Midouze. Ce logiciel permet en effet de définir le pourcentage d'eau soutirée à la rivière au bout d'un temps t de pompage après introduction des valeurs de T et de S qui caractérisent la nappe au droit de la zone de pompage.

En l'absence de données fiables sur le territoire du SAGE Midouze, il a été décidé de ne pas utiliser ce logiciel. On peut par contre recommander la réalisation d'une campagne de pompages d'essai (5 à 10 tests à mener à proximité du cours d'eau) en vue d'un futur travail de délimitation.

3.6. BILAN

Le bilan des opérations menées sur la Midouze a été réalisé dans la conclusion générale de ce rapport.

4. Travaux de modélisation

4.1. MODELE CONCEPTUEL

Le descriptif des contextes géologique et hydrogéologique du multicouche du Mio-Plio-Quaternaire dans le triangle landais est présenté ci-dessous. Il se réfère principalement aux contributions apportées par les 4 rapports élaborés dans le cadre du module 6 consacré à la reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE :

- BRGM/RP-56475-FR (Karnay et al., 2008),
- BRGM/RP-57813-FR (Corbier et al., 2010),
- BRGM/RP-60259-FR (Corbier et al., 2011),
- BRGM/RP-61303-FR (Corbier, 2012).

L'ensemble de ces travaux a permis d'actualiser la vision géologique et hydrogéologique de ce vaste réservoir aquifère de plus de 100 m d'épaisseur (Illustration 50).

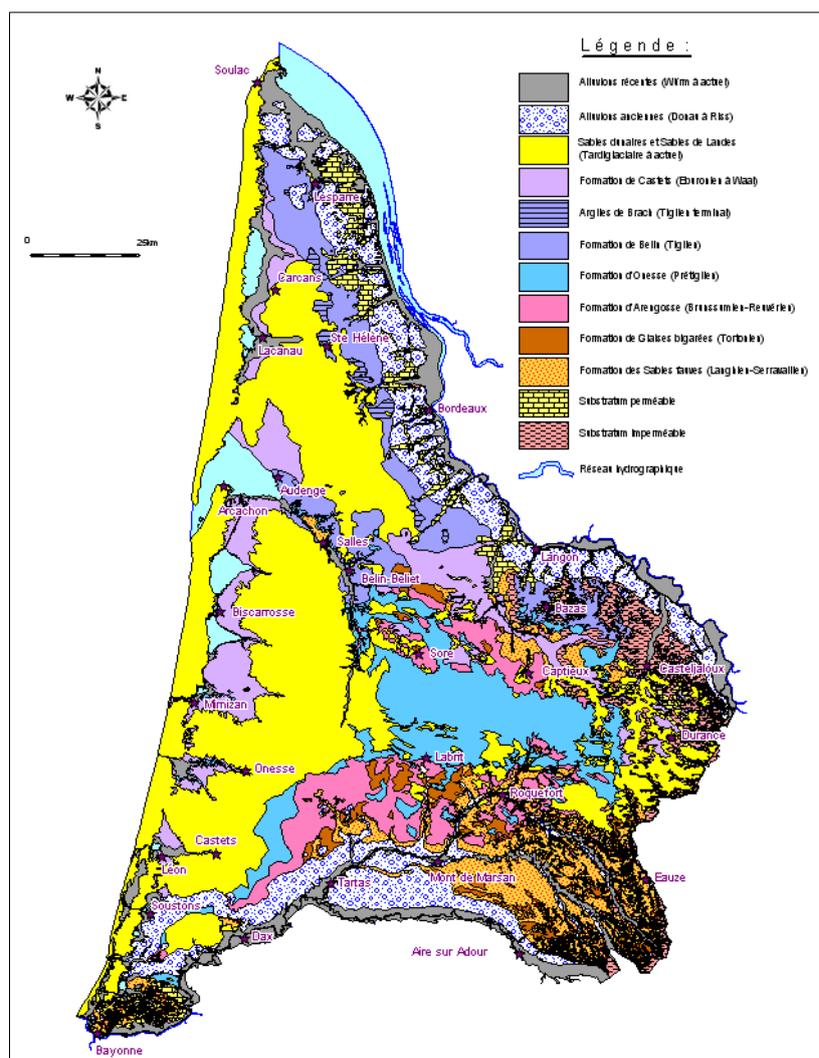


Illustration 50 : Carte géologique simplifiée du Triangle Landais

4.1.1. Modèle géologique

Sur la base de 1 091 sondages et de 16 coupes géologiques de référence, la réinterprétation de l'ensemble mio-plio-quaternaire du Triangle landais a mis en évidence la complexité de la répartition et de la géométrie des dépôts détritiques (Karnay et al., 2008). En effet, depuis le Miocène moyen, la régression marine a favorisé la sédimentation continentale dans le delta landais. Cette sédimentation a conduit à l'alternance de couches sablo-graveleuses et d'assises argileuses. Au sein de cette pile sédimentaire, 6 séquences de dépôts ont pu être identifiées (Illustration 51), lesquelles sont surmontées par la formation du Sable des Landes et/ou des dépôts alluviaux et/ou du sable des systèmes dunaires.

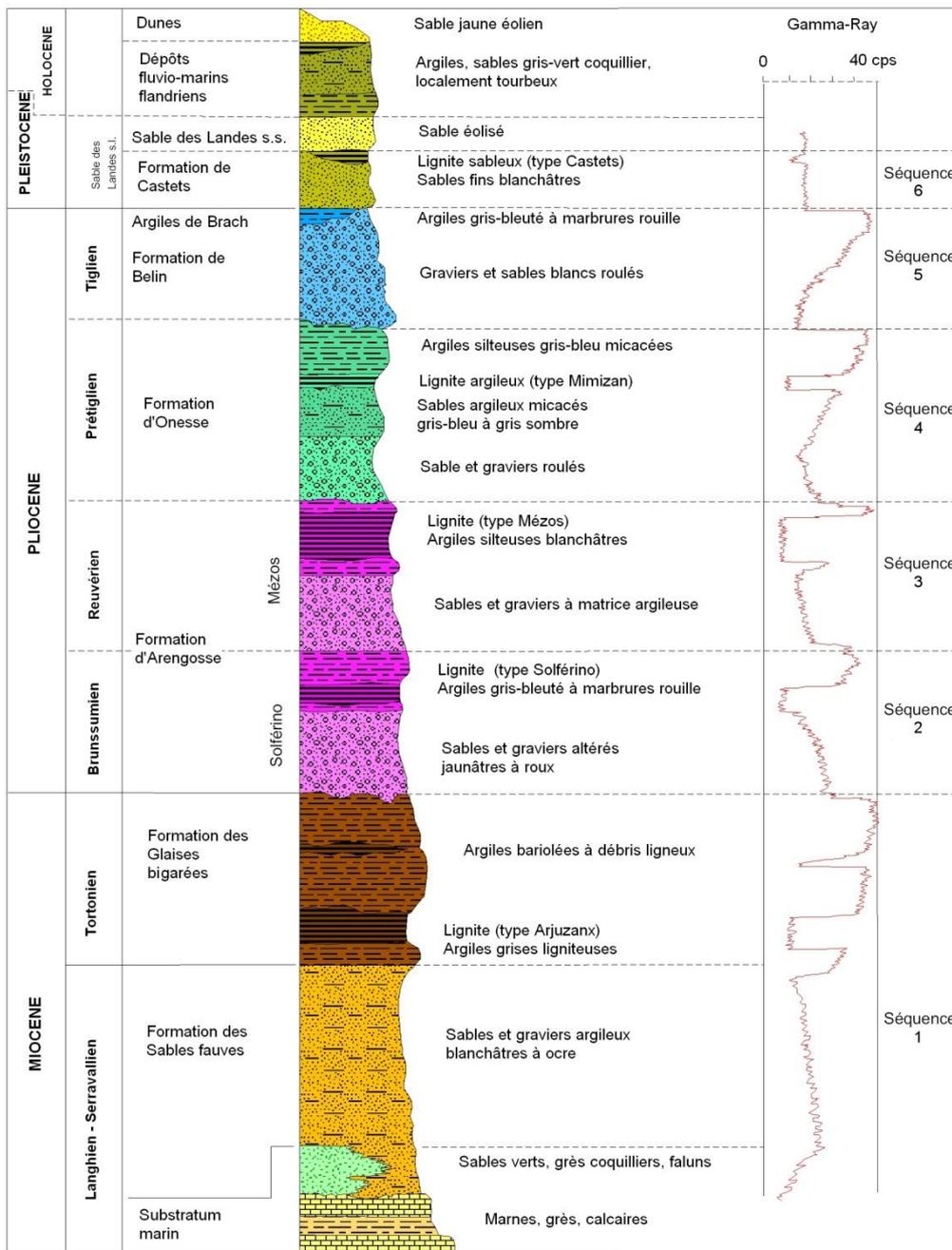


Illustration 51 : Succession lithostratigraphique synthétique des formations du Mio-Plio-Quaternaire (Karnay et al., 2008)

A l'issue de cette réinterprétation, un modèle géologique 3D de l'ensemble des formations plio-quaternaires a été réalisé sous GDM à partir du MNT au pas de 250 m. Ce modèle reprend au total 10 couches avec du bas vers le haut :

- Couche n°1 : le **Substratum**. Cette couche correspond schématiquement au Miocène. Sa géologie, décrite ci-dessous, est reprise des travaux de Bichot *et al.* (2001). Au début du Miocène, les dépressions de Parentis et des Landes reçoivent des sédiments détritiques fins provenant de la poursuite du démantèlement des reliefs bordiers. Dans les zones côtières (Médoc, région de Bordeaux et de Mont-de-Marsan, vallée de l'Adour) se déposent des faciès coquilliers et carbonatés (Faluns de Saucats, de St-Avit, de Salles, ...). Plus à l'est, les faciès continentaux correspondent aux molasses de l'Agenais et de l'Armagnac dans lesquelles s'intercalent des barres de calcaires lacustres (Calcaires blancs et gris de l'Agenais). Après deux épisodes transgressifs, à l'Aquitaniens et à l'Helvétien, le Miocène se termine par un net recul du rivage et le dépôt de faciès continentaux sableux (les Sables fauves) ou argileux (les Glaises bigarrées).

Le toit du Miocène apparaît localement érodé par les différents dépôts, en particulier par les terrasses alluviales qui se sont mises en place lors des phases froides du Quaternaire.

- Couche n°2 : la formation des **Sables Fauves** (Illustration 52). Elle correspond aux termes inférieurs de la première séquence continentale de comblement final du bassin. Cette formation est constituée de sables assez bien classés ferruginisés généralement roux à orangés, moyens à fins, assez argileux et très micacés. Des stratifications obliques, attestant de transport dans les chenaux, sont soulignées par de petits lits de graviers, voire de galets, plus fréquents dans la base de la formation et dans le sud du bassin (Pédron *et al.*, 2002). D'une puissance moyenne de 25 m, les Sables fauves présentent une épaisseur maximum de 50 à 70 m dans la région de Morcenx et en amont de la Leyre. Les zones d'affleurement sont situées essentiellement au nord-ouest du département du Gers, la fenêtre affleurante de Salles étant due au rejeu de la faille de la Leyre. La formation des Sables Fauves repose en discordance régionale sur les molasses du Miocène inférieur le plus souvent (en dehors des zones structurées), mais quelquefois directement sur des terrains plus anciens, jusqu'au Mésozoïque à l'aplomb des anticlinaux de Villagrains-Landiras, Roquefort, Créon d'Armagnac et d'Audugnon.

Dans le centre et l'ouest des Landes, la base de la formation correspond aux **sables verts** glauconieux marins du Miocène mon d'âge serravallien dans le secteur de Salles (Pédron *et al.*, 2002).

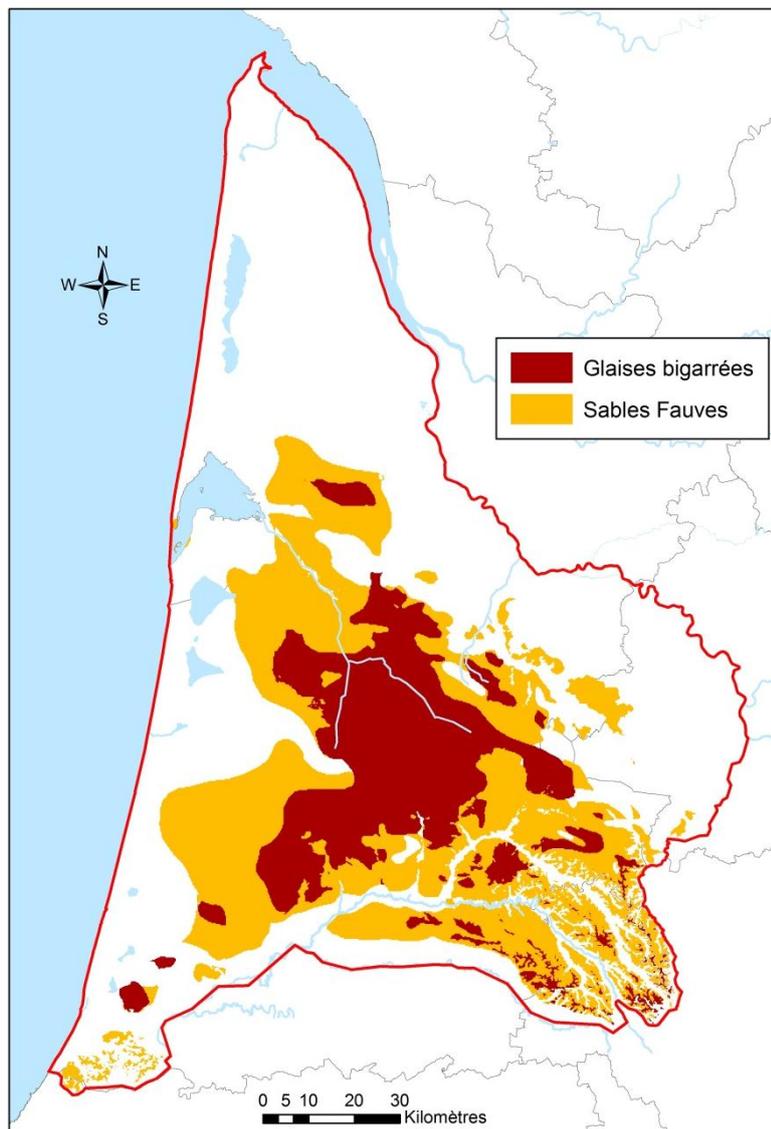


Illustration 52 : Emprise des formations des Sables Fauves et des Glaises bigarrées dans le modèle géologique

- Couche n°3 : la formation des **Glaises bigarrées** (Illustration 52). Elle est toujours superposée aux Sables Fauves sauf quand elle recouvre directement le substrat. Avec une puissance moyenne de 20 m dans les Landes girondines, les Glaises bigarrées sont formées d'assises massives d'argiles compactes gris-sombre à bleu-vert admettant localement des niveaux de silts ou sables argileux verts à débris ligneux (Pédron *et al.*, 2002). La baisse généralisée du niveau marin à la fin du Miocène supérieur (Messinien) va provoquer, au toit de la formation, de profondes entailles par des chenaux à graviers de la formation d'Arengosse.

- Couche n°4 : la formation d'**Arengosse** (Illustration 53). Elle est constituée de deux séquences lithologiques identiques, Solférino à la base et Mézos au sommet. Ces deux membres commencent chacun par des dépôts de sables et graviers et se terminent par des argiles et des couches de lignite. La base de la formation ravine le toit des Glaises bigarrées (secteur de Morcenx-Labrit) et est discordante sur le toit des Sables Fauves et Sables verts dans tout l'ouest de Landes. L'ensemble de la formation, telle qu'introduite dans le modèle géologique, forme une seule et même couche intégrant le toit argileux et peut atteindre 50 m de puissance à l'est de Mimizan et au sud-est d'Onesse.

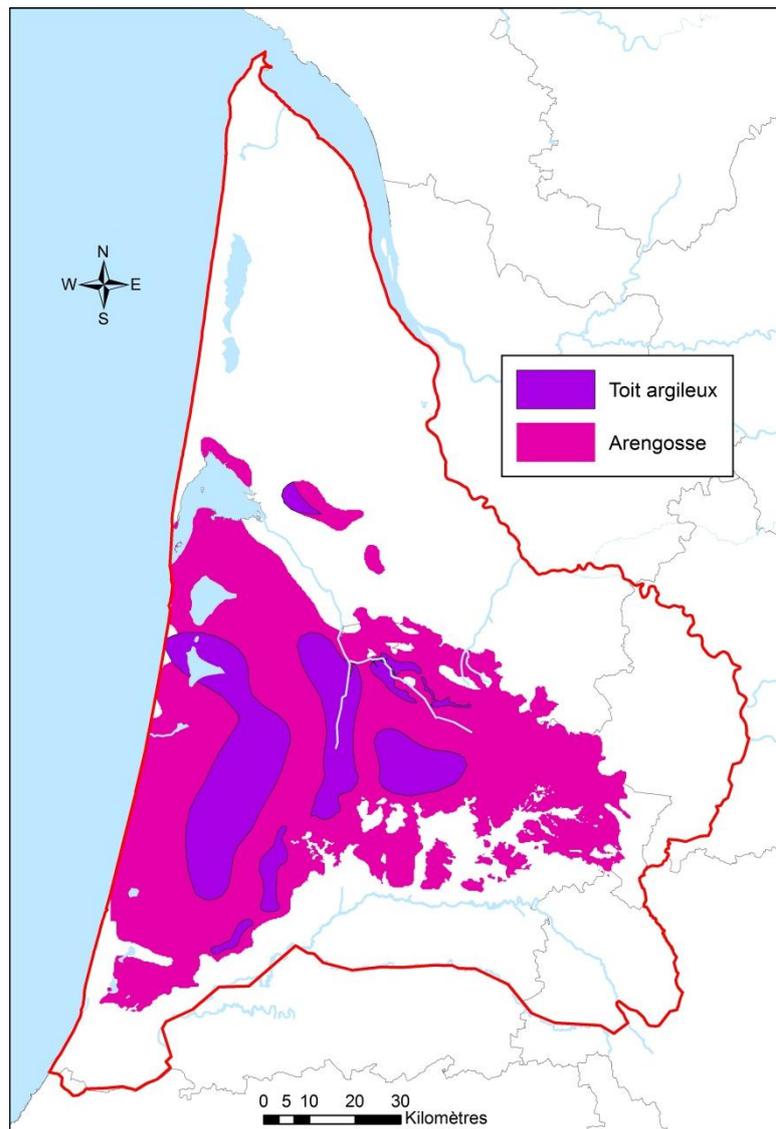


Illustration 53 : Emprise de la formation d'Arengosse et de son toit argileux dans le modèle géologique

- Couche n°5 : la formation d'**Onesse** (Illustration 54). Cette formation est constituée de sables et graviers surmontés par des sables plus fins, plus ou moins argileux et silteux parfois organiques qui passent au sommet à des argiles silteuses micacées, parfois organiques et souvent totalement oxydées par l'altération (Pédron *et al.*, 2002). D'une épaisseur moyenne de l'ordre de 20 m, La formation d'Onesse atteint près de 40 m dans la région occidentale des Landes, depuis Parentis jusqu'au sud d'Onesse.

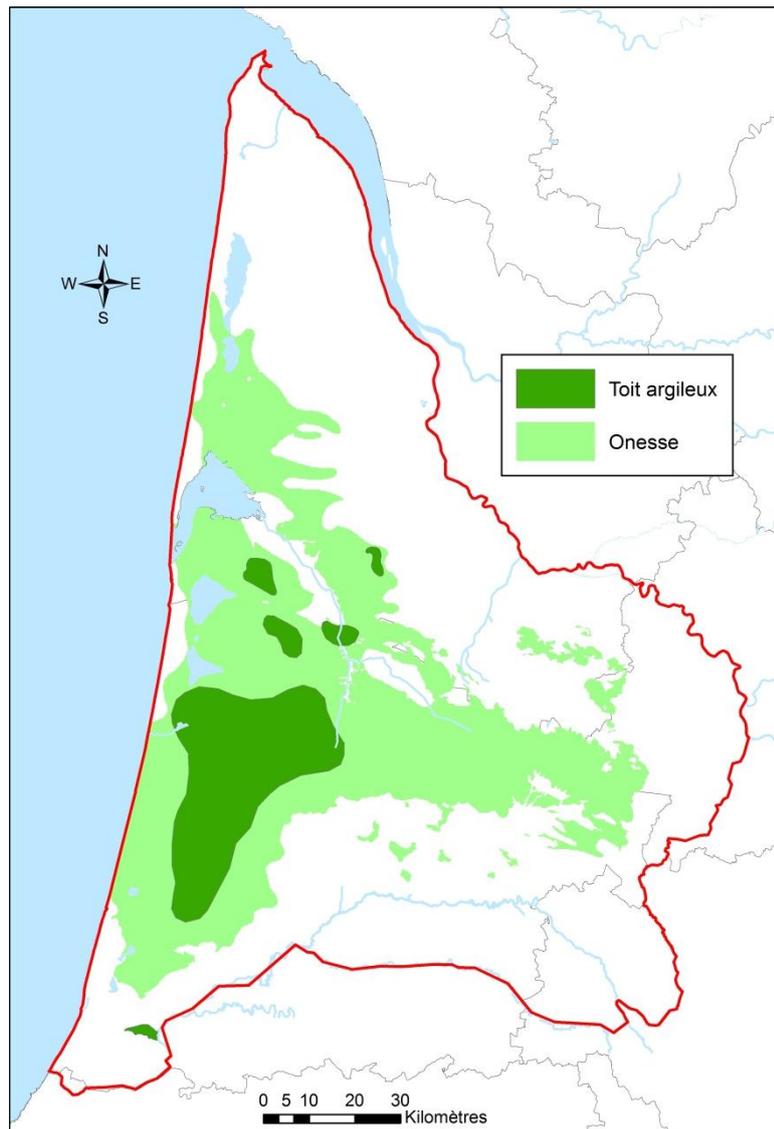


Illustration 54 : Emprise de la formation d'Onesse et de son toit argileux dans le modèle géologique

- Couche n°6 : la formation de **Belin** (Illustration 55). Par une nette accentuation du relèvement du Sud du bassin, le delta landais est rejeté largement vers le Nord, la zone d'épandage de la Formation de Belin épousant la bordure nord-est des dépôts précédents, en empruntant un couloir subparallèle à la Garonne à la fin de cet épisode (Pédron *et al.*, 2002). La série est constituée par des graviers centimétriques et des sables grossiers emballés dans une matrice d'argile kaolinique plus ou moins abondante. L'épaisseur des dépôts varie de 5 m à 10-20 m mais peut atteindre 30 m (Naujac). A la fin de la séquence de dépôt, une sédimentation fine vaseuse apparaît. Les Argiles de Brach forment alors des dépôts lenticulaires d'argiles silteuses gris-bleuâtre à blanchâtre.

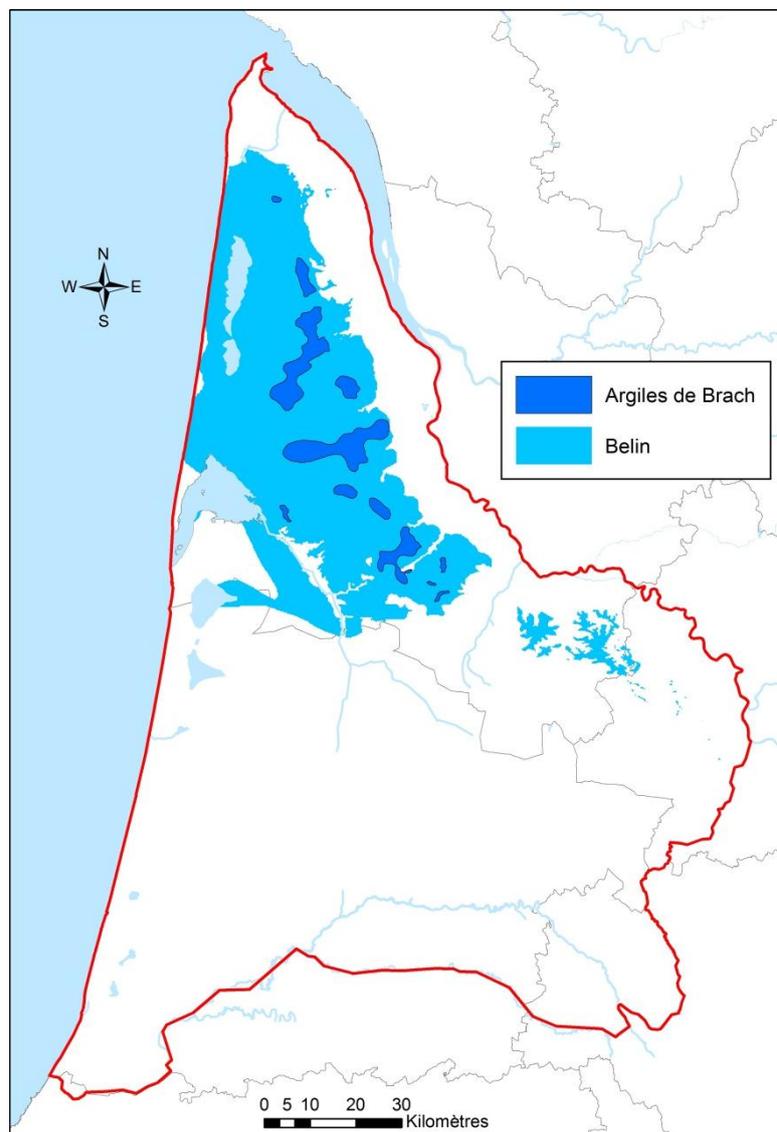


Illustration 55 : Emprise de la formation de Belin et des Argiles de Brach dans le modèle géologique

- Couche n°7 : la formation de **Castets** (Illustration 56). Dernière séquence de comblement détritique du Triangle landais, elle présente une épaisseur très variable de l'ordre de 5 à 15 m mais peut atteindre plus de 30 m. Il s'agit d'un sable blanc à grisâtre, fin et très peu argileux. Au niveau de la partie supérieure, on rencontre des couches minces de lignite très sableux (Castets) et des argiles silteuses gris-bleu, les Argiles d'Argelouse qui ne sont connues que près d'Argelouse, entre Sore et Belin-Beliet.

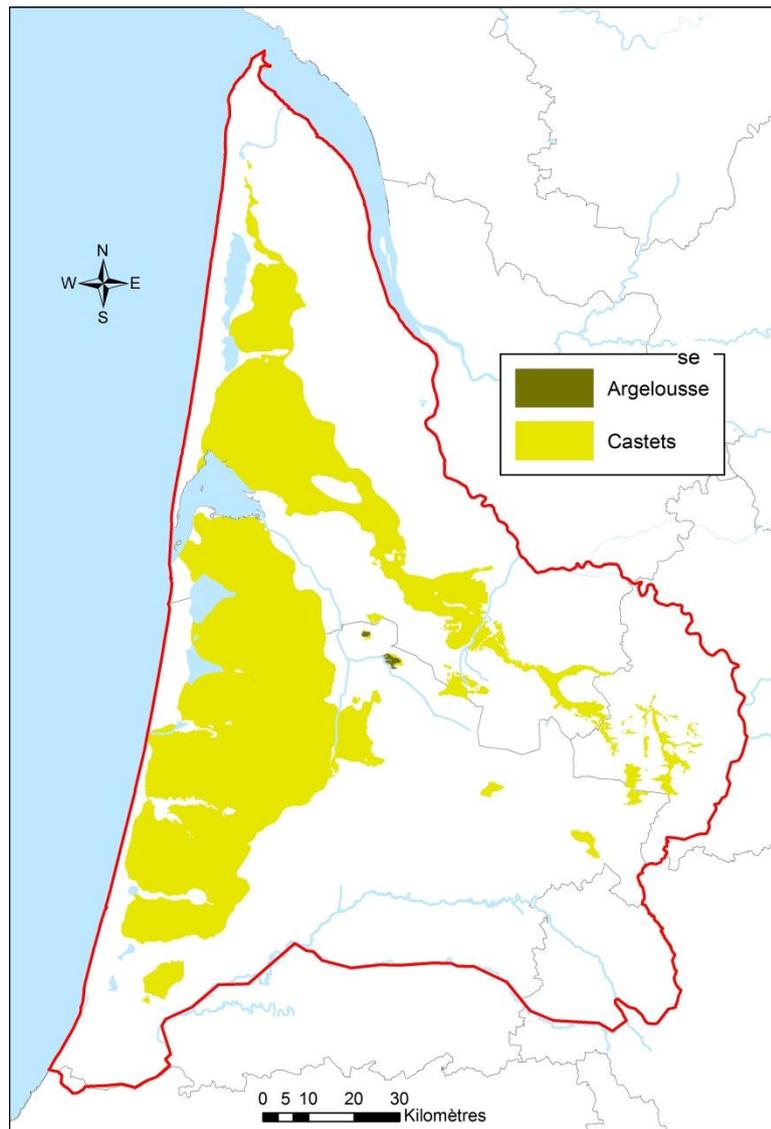


Illustration 56 : Emprise de la formation de Castets et des Argiles d'Argelouse dans le modèle géologique

- Couche n°8 : la formation du **Sables des Landes** et des **Sables dunaires** (Illustration 57). Ces dépôts éoliens constituent un recouvrement sableux présent sur l'ensemble des Landes de Gascogne. Généralement superficiel (épaisseur de 2-3 m), il peut parfois atteindre plusieurs dizaines de mètres dans les dépressions du plateau, près des rebords de thalweg mais surtout dans le complexe dunaire côtier, entre Arcachon et Mimizan, là où les systèmes dunaires se télescopent (dune du Pilat par exemple). Alors que sa base comprend encore des lits déposés par ruissellement, ce niveau est surtout constitué par un sable moyen bien à très bien classé (320 μ m en moyenne), presque exclusivement formé par des grains de quartz (Pédron *et al.*, 2002). Dans le cadre du modèle géologique, les zones où les sables éoliens étaient peu épais n'ont pas été représentées. Elles correspondent aux zones situées près des lacs et du Bassin d'Arcachon qui ont été déblayées au cours du Quaternaire par les réseaux hydrographiques ou par ruissellement.

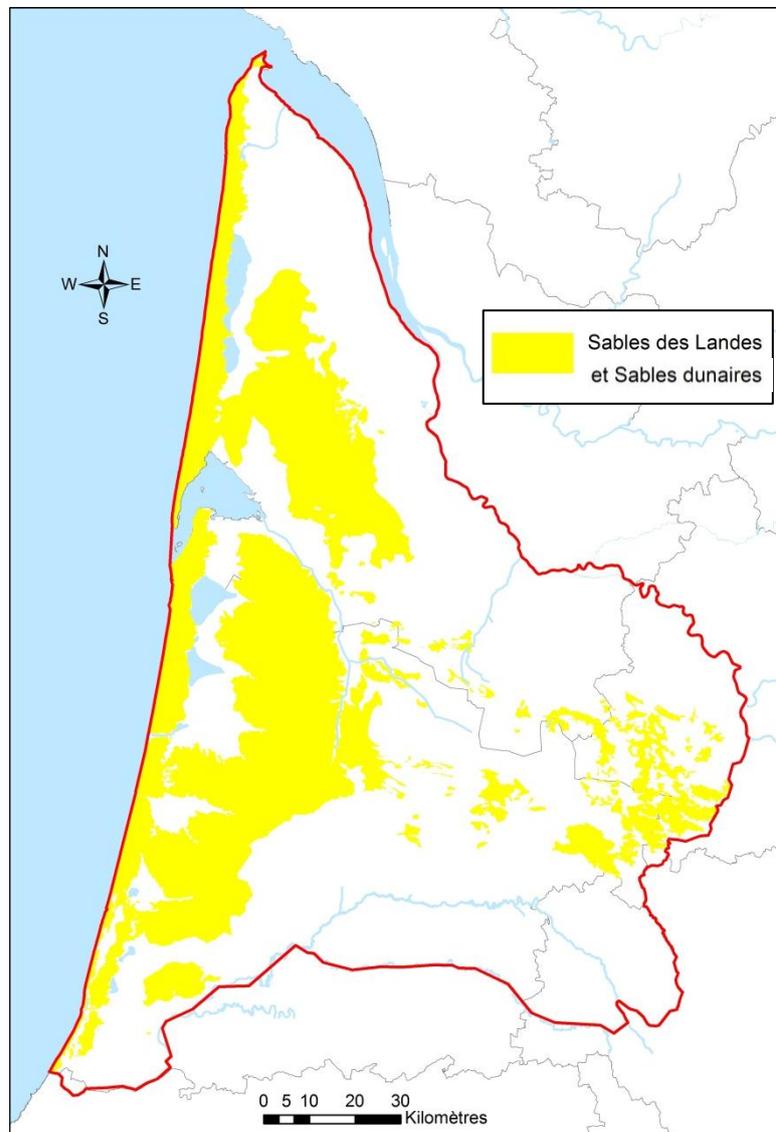


Illustration 57 : Emprise de la formation des Sables des Landes et Sables dunaires dans le modèle géologique

- Couche n°9 : les **nappes alluviales et terrasses anciennes** (Illustration 58). Les dépôts alluviaux en nappes caractérisent le début de la structuration du réseau hydrographique en Aquitaine. Les nappes de Cénac et Listrac sont constituées de petits graviers de quartz, de quartzites et de sables, emballés dans une gangue argileuse. Les terrasses anciennes marquent le creusement net des vallées dans la région et ont été successivement creusées et remblayées au cours des phases froides du Quaternaire. Au Günz, le surcreusement de la vallée est d'environ 20 m par rapport aux nappes alluviales antérieures et le matériel est constitué de galets grossiers (5 à 10 cm) dans une matrice sableuse. Au Mindel, un encaissement de 20 m dans la région bordelaise par rapport à la terrasse Günz est constaté. Les éléments sont plus fins (5 à 7 cm) et emballés dans une matrice sablo-argileuse. Au Riss, un nouvel encaissement d'environ 10 m apparaît et les alluvions sont constituées de sables et graviers à gros galets (5 à 20 cm).

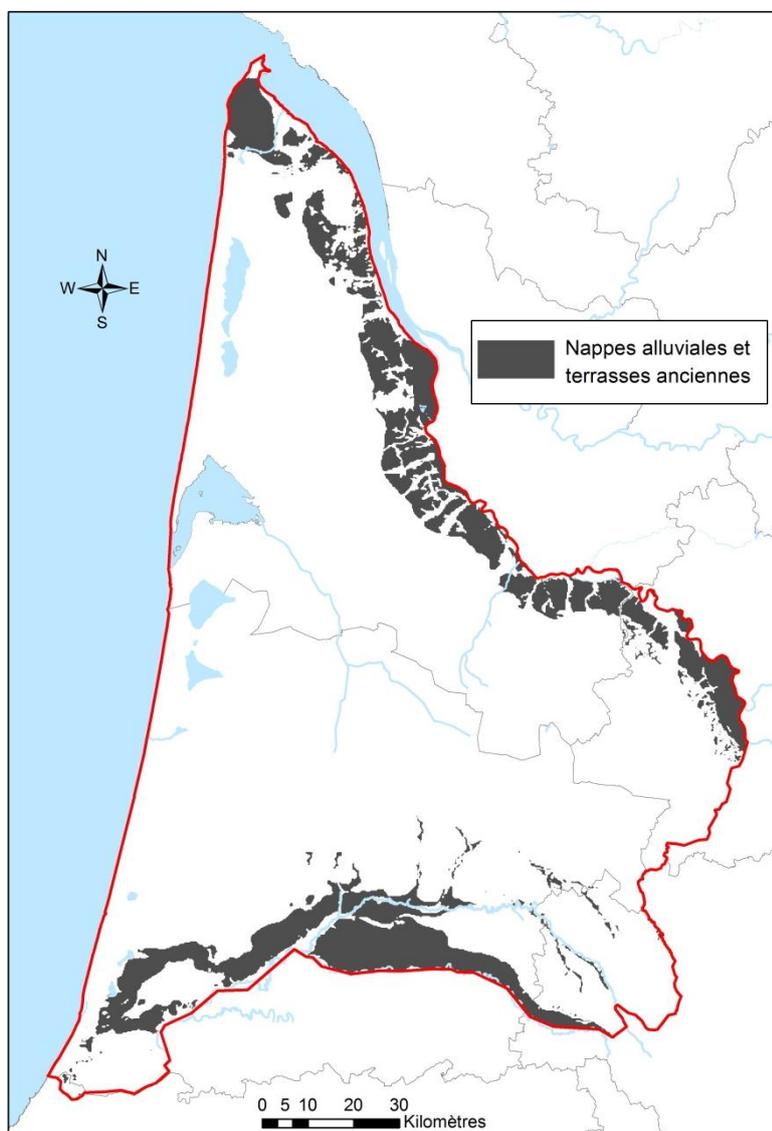


Illustration 58 : Emprise de la formation des nappes alluviales et terrasses anciennes dans le modèle géologique

- Couche n°10 : les **alluvions récentes** (Illustration 59). Les alluvions würmiennes sont constituées, dans la vallée de la Garonne et de la Gironde, de sables et graviers plus ou moins argileux à galets. En bordure de la côte atlantique, les dépôts würmiens sont des sables grossiers argileux à rares graviers. Les alluvions d'âge Würm sont recouvertes par les dépôts fluviaux argilo-sableux du Flandrien (Holocène) dans les cours inférieurs de la Garonne et de l'Adour. On retrouve les sédiments flandriens sous les dunes et sables éoliens récents de la façade atlantique, dans les paléocours de l'Adour et à proximité des étangs côtiers.



Illustration 59 : Emprise de la formation des alluvions récentes dans le modèle géologique

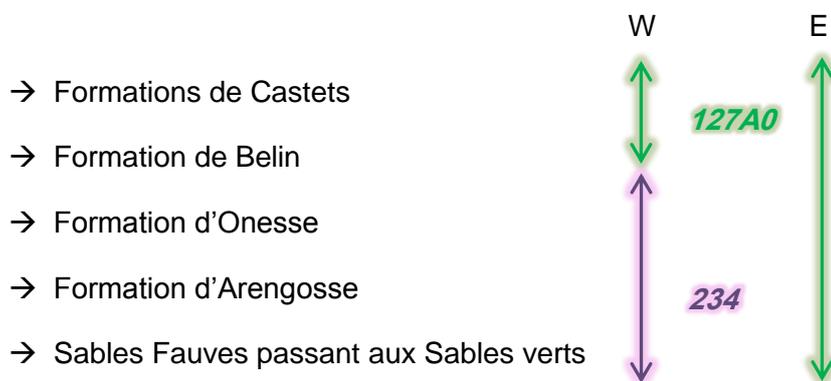
Au final, il ressort de cette synthèse que l'ensemble des formations du Mio-Plio-Quaternaire constitue un vaste ensemble multicouche dont la géométrie est assez bien connue. Elle confère au modèle mis en place une certaine fiabilité même si des écarts entre la théorie et la réalité pourront être observés à l'occasion des nouveaux travaux de forage.

4.1.2. Etat des connaissances hydrogéologiques du multicouche mio-plio-quaternaire

Le système multicouche aquifère du Mio-Plio-Quaternaire est constitué de réservoirs sableux ou graveleux qui sont, selon les endroits, soit directement connectés soit isolés par des niveaux argileux dont l'extension et l'épaisseur sont très variables. Toutefois, une distinction peut être réalisée selon deux grands ensembles aquifères dont les caractéristiques principales sont reprises des travaux de Pédron *et al.* (2002).

a) Les deux grands ensembles aquifères du Plio-Quaternaire

La répartition des formations selon les deux grands ensembles (127A0 et 234) est la suivante :



• Le système aquifère libre (127A0¹)

Défini comme la partie libre ou semi-captive du multicouche mio-plio-quaternaire, ce système aquifère s'étend sur l'ensemble du triangle landais, depuis les axes Gironde-Garonne et Adour-Midouze jusqu'au littoral (Illustration 60).

À l'est, en l'absence de zones réellement captives, ce système correspond aux réservoirs de toute la série continentale. Il est en relation étroite avec les aquifères captifs plus profonds du Miocène (code 235). Dans la partie occidentale, il ne correspond qu'aux formations de Castets et de Belin.

Du fait de sa faible profondeur et de ses réserves importantes, il présente un intérêt économique primordial que ce soit pour l'irrigation agricole, les arrosages collectifs et individuels ou encore pour l'industrie. Le nombre d'ouvrages le captant est très important, vraisemblablement bien supérieur à 10 000. Sur les départements de la Gironde, des Landes et du Lot-et-Garonne, les prélèvements agricoles, relativement mal connus, peuvent être estimés à plus de 200 millions de m³ par an. Cet aquifère est particulièrement vulnérable. En dehors de teneurs variables en nitrates et pesticides, en fonction des activités de surface, il est caractérisé par des teneurs naturellement élevées en fer et parfois métaux lourds, des pH souvent acides (Bichot *et al.*, 2001).

¹ Selon la nomenclature établie en 1976 par J. Margat pour identifier et codifier les systèmes aquifères français

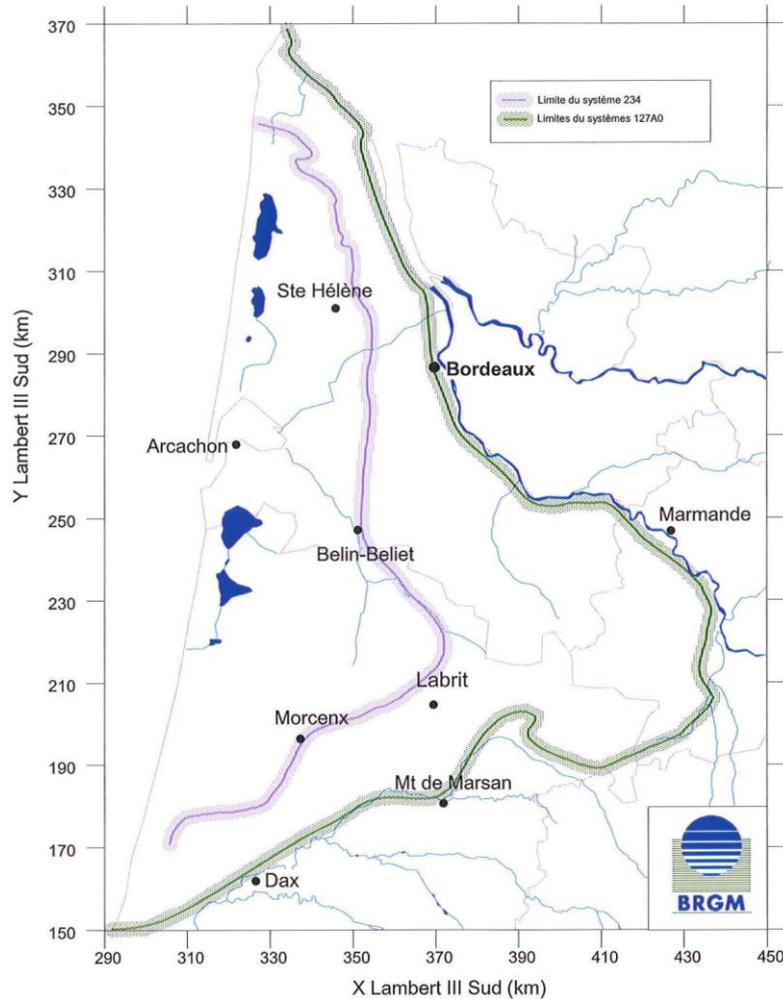


Illustration 60 : Limites des systèmes aquifères libre (127A0) et captif (234) du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne (Pédron et al., 2002)

Ce système alimente directement le réseau hydrographique en contribuant significativement au débit des cours d'eau du « massif landais ». En effet, la carte piézométrique de référence du système aquifère libre (Illustration 61) met bien en évidence la relation étroite qui existe entre la nappe et le réseau hydrographique. Outre le réseau dense de fossés du massif landais, le drainage de la nappe est assuré par les cours d'eau et les étangs côtiers de la Gironde et des Landes. En Gironde, la Garonne et ses affluents en rive gauche, la Leyre et le Ciron constituent les trois principaux axes de drainage de la nappe. Dans la partie landaise, les axes de drainage sont induits par la vallée de la Midouze au sud et par les différents cours d'eau se jetant dans l'océan ou dans les différents étangs côtiers à l'ouest.

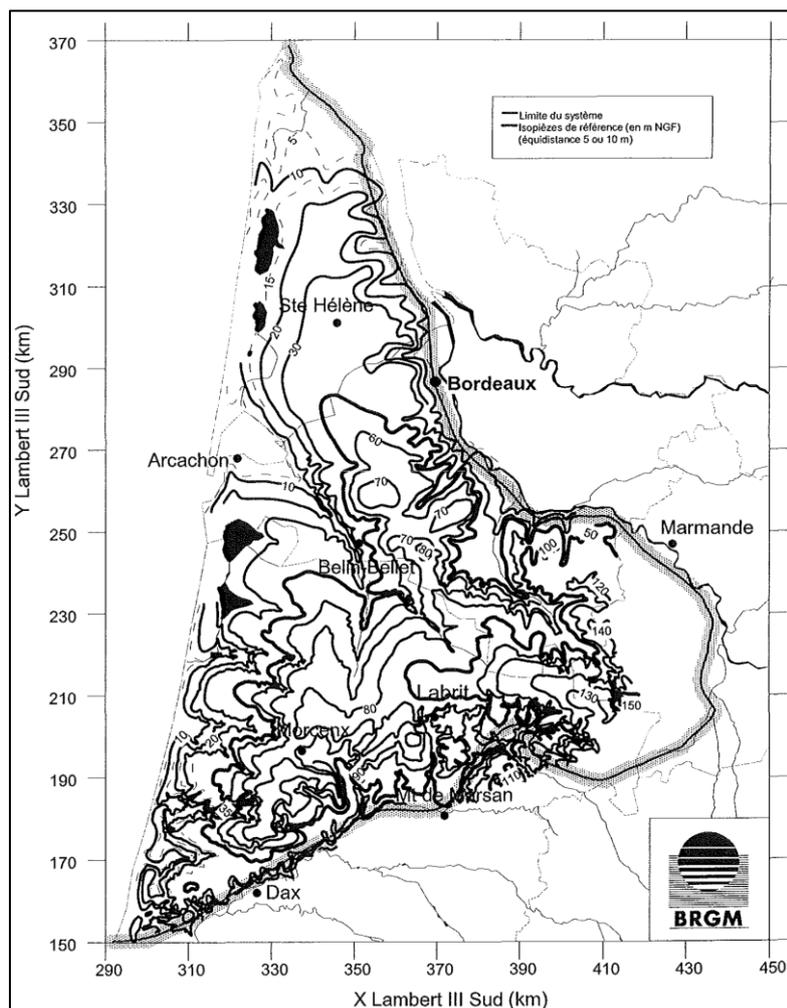


Illustration 61 : Piézométrie de référence du système aquifère libre (127A0) du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne (Pédron et al., 2002)

L'analyse des chroniques piézométriques indique que le niveau de la nappe évolue annuellement en fonction des phénomènes climatiques et des prélèvements agricoles. Les hautes eaux sont atteintes en hiver et au printemps avec un maximum généralement autour de la mi-mars. Les basses eaux se situent en été avec un minimum en août-septembre. L'effet combiné de l'arrêt des irrigations et de la reprise de l'infiltration induit généralement une remontée brutale du niveau piézométrique dès le mois d'octobre. Elle est facilitée par les faibles pentes topographiques et la couverture sableuse superficielle, qui limitent le ruissellement et favorisent l'infiltration. Pendant tout l'hiver, la nappe, drainée par un intense réseau de fossés, est très près du sol, généralement à une profondeur inférieure à 2 m. La descente ne commence qu'au mois d'avril avec la reprise de la végétation. Entre la période de hautes et de basses eaux, le niveau piézométrique varie généralement de 1 à 2 m et n'excède pas les 3 m, ce qui, au regard des prélèvements saisonniers et du drainage important par les cours d'eau, montre les bonnes potentialités hydrauliques de ces systèmes aquifères.

Sur les chroniques les plus longues, la nappe présente en général une évolution interannuelle faible, mais nette, en relation étroite avec le régime des précipitations. Bien que les années très

sèches soient marquées du point de vue piézométrique, les chroniques sur plus de 30 ans révèlent que la nappe ne montre pas de tendance significative à la baisse ce qui indique que d'une année sur l'autre les réserves sont généralement reconstituées.

- **Le système aquifère captif (234)**

Le système aquifère captif a une extension moindre que le système libre (127A0) et ses limites sont moins bien connues. Il s'étendrait à l'est jusqu'aux communes de Sainte-Hélène, Belin-Beliet, Labrit, au sud jusqu'à Morcenx et à l'ouest jusqu'au littoral (Illustration 60).

Il correspond, dans la partie landaise, principalement aux sables et graviers de la formation d'Arengosse. Vers le nord, en Gironde, cette formation disparaît progressivement et les formations d'Onesse et de Belin prennent le relais de ce réservoir.

Les unités sableuses des différentes formations constituent des aquifères, soit en communication, soit isolés par les niveaux argileux intercalaires. Ce système hétérochrone devient captif, et même localement artésien jaillissant, dans la partie occidentale du massif landais. En bordure du littoral, son toit est surmonté par les argiles de la formation d'Onesse qui le maintiennent captif et l'isolent du système libre. Lorsque la formation des glaises bigarrées n'est pas représentée (bande littorale), il est en contact avec l'aquifère des sables verts du Miocène, qui est peu transmissif mais fortement capacitif. Au-dessus, il est souvent bien isolé de la nappe phréatique par les argiles de la formation d'Onesse, qui le maintiennent captif.

Cet aquifère peut être en relation avec le réseau hydrographique superficiel, qu'il vient alimenter. Constituant souvent une ressource abondante, il est utilisé pour l'AEP, l'agriculture et l'industrie. Toutefois, en bordure du littoral, cet aquifère peut être envahi par l'eau de mer ; c'est le cas dans la partie méridionale de la presqu'île du Cap-Ferret.

b) L'aquifère captif du Miocène (235) : Helvétien et Aquitanien-Burdigalien

La répartition stratigraphique et géographique des faciès sableux et calcaires aquifères conduit à subdiviser classiquement le système miocène en deux entités, plus ou moins en continuité dans la région bordelaise ou séparés par une série relativement épaisse, à tendance argileuse, marquée vers le sud et vers l'ouest (Bichot et *al.*, 2001) :

- à la base, les calcaires et faluns de l'aquifère de l'**Aquitainien-Burdigalien** présentent une épaisseur moyenne de 30 m, dans la partie plate-forme du bassin miocène, et une épaisseur beaucoup plus importante (plus de 100 m), dans la partie mer ouverte (Illustration 62). Dans ces secteurs, les faciès deviennent toutefois plus argileux entraînant une perte progressive des qualités aquifères. Au sud de l'anticlinal de Villagrains-Landiras, les zones d'affleurement se poursuivent en rive gauche de la vallée de la Garonne. La limite méridionale est complexe avec des zones où le miocène n'est pas représenté, du fait de remontées structurales (anticlinaux de Thétieu, de Roquefort et de Créon, diapir de Dax) et des zones, où les faciès aquifères disparaissent progressivement. Au-dessous, cet aquifère est souvent en relation avec celui calcaire de l'Oligocène.

Les zones d'affleurement apparaissent comme des zones d'exutoire de la nappe : c'est le cas dans la région bordelaise et en rive gauche de la Garonne, où cet aquifère vient alimenter les nombreux cours d'eau latéraux. C'est aussi le cas dans les vallées de l'Adour, de la Midouze et de ses affluents. L'alimentation de la nappe s'effectue à travers d'importants transferts verticaux :

- ascendants à partir de la nappe de l'Oligocène le long du littoral,

- descendant à partir du Plio-Quaternaire et de l'Helvétien. Une telle alimentation de la nappe peut être mise en évidence au nord de Roquefort ainsi qu'au nord de Morcenx et autour de l'anticlinal de Villagrains-Landiras.

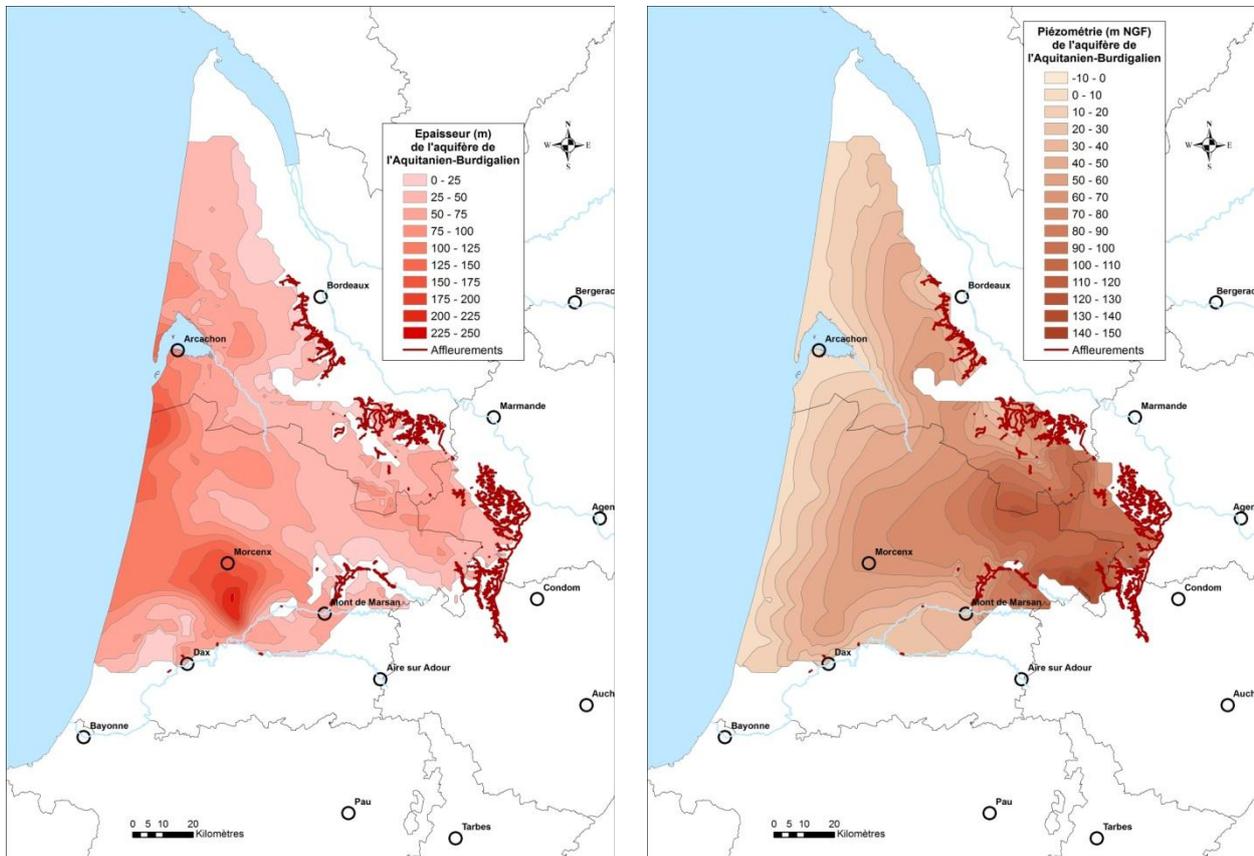


Illustration 62 : Epaisseur et piézométrie de l'aquifère de l'Aquitaniens-Burdigalien extraites du MONA

- au sommet, les sables marins et grès coquilliers de l'aquifère de l'**Helvétien** sont d'extension inférieure à celle de l'Aquitaniens-Burdigalien et ont une épaisseur moyenne de quelques dizaines de mètres (Illustration 63). Le littoral correspond approximativement à une limite de faciès étanche. Au sud, dans les vallées de la Midouze et de ses affluents, la limite complexe épouse les contours des vallées. Plus au sud, entre Adour et Midouze, l'Helvétien disparaît sous l'effet de l'érosion de la vallée de l'Adour. Au-dessus, les importants stocks d'eau des séries sableuses (Sables fauves, multicouche plio-quaternaire) peuvent constituer des apports latéraux et verticaux non négligeables.

Comme précédemment, les zones d'affleurement apparaissent comme des zones d'exutoire de la nappe. On retrouve le « dôme » piézométrique de Morcenx - nord de Roquefort, semblant témoigner d'une alimentation de la nappe par les Sables Fauves et le Plio-Quaternaire. Il en est de même à l'ouest de la région bordelaise.

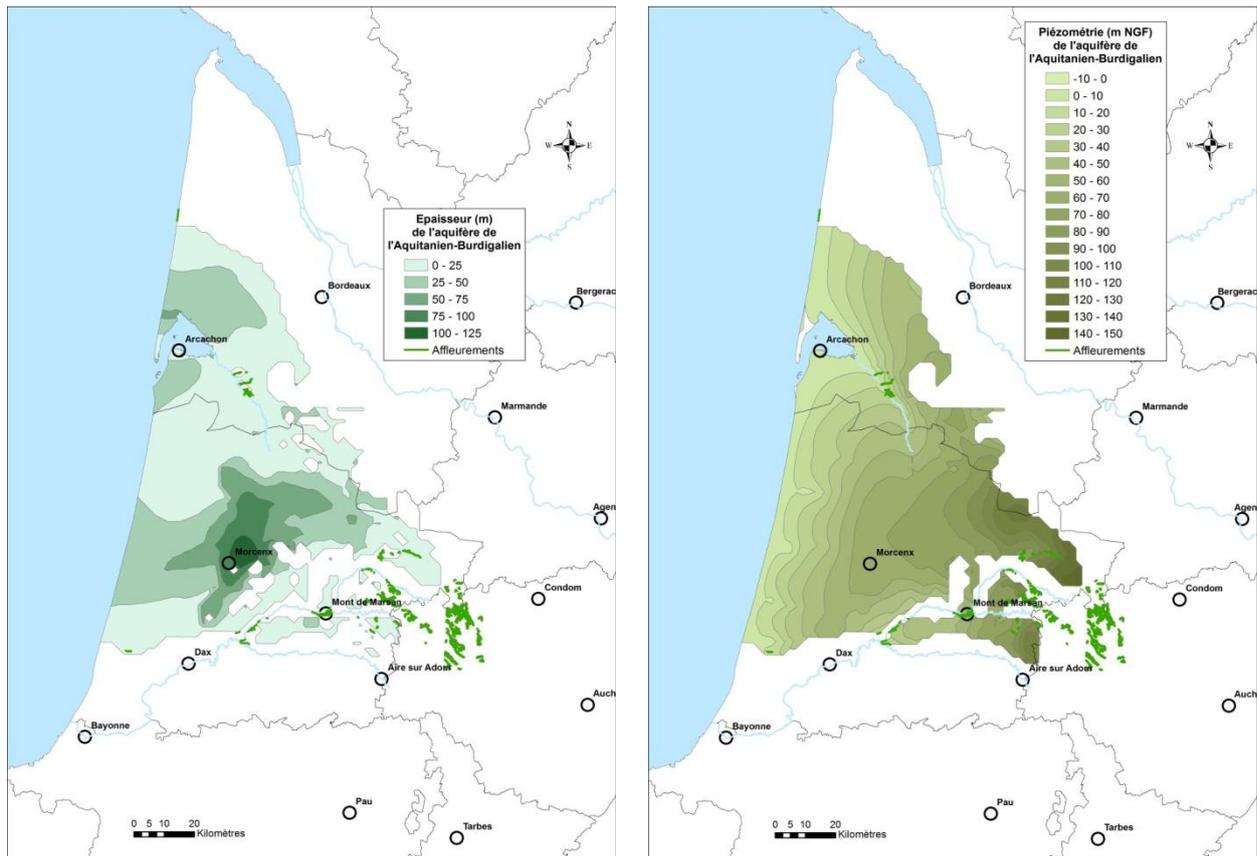


Illustration 63 : Epaisseur et piézométrie de l'aquifère de l'Helvétien extraites du MONA

c) Relations entre le Plio-Quaternaire et les nappes profondes

Une caractérisation des relations peut être appréhendée par l'outil de modélisation (Pédron *et al.*, 2002).

L'illustration 64 montre les flux de drainance entre le Mio-Plio-Quaternaire et les aquifères plus profonds du Miocène (Helvétien et Burdigalien-Aquitainien). Ces cartes sont issues des résultats fournis par le modèle hydrodynamique des aquifères du Miocène, qui comprend 4 couches : le Plio-Quaternaire, l'Helvétien, le Burdigalien-Aquitainien et l'Oligocène. Ce modèle, à vocation régionale, permet d'appréhender le fonctionnement des aquifères et leurs interactions de manière globale ; les chiffres fournis ne sont donc qu'estimatifs et n'autorisent pas une quantification exacte des échanges, mais ils permettent de dégager et de qualifier les grands phénomènes hydrodynamiques.

Ainsi, les échanges entre le Mio-Plio-Quaternaire et les couches sous-jacentes du Miocène (Helvétien et Burdigalien-Aquitainien) se font essentiellement par drainance verticale descendante. Le Mio-Plio-Quaternaire alimente l'Helvétien et le Burdigalien-Aquitainien, qui eux-mêmes alimentent les couches plus profondes. Ce processus s'inverse à l'ouest du domaine, le long du littoral et au niveau du bassin d'Arcachon, où les faciès du Miocène deviennent plus marneux et beaucoup moins aquifères, ce qui limite les écoulements vers l'ouest et induit des remontées vers le Mio-Plio-Quaternaire. Cette drainance verticale est également ascendante dans la vallée de la Leyre, à l'est dans la vallée du Ciron et au sud dans les vallées de l'Adour et de la Midouze.

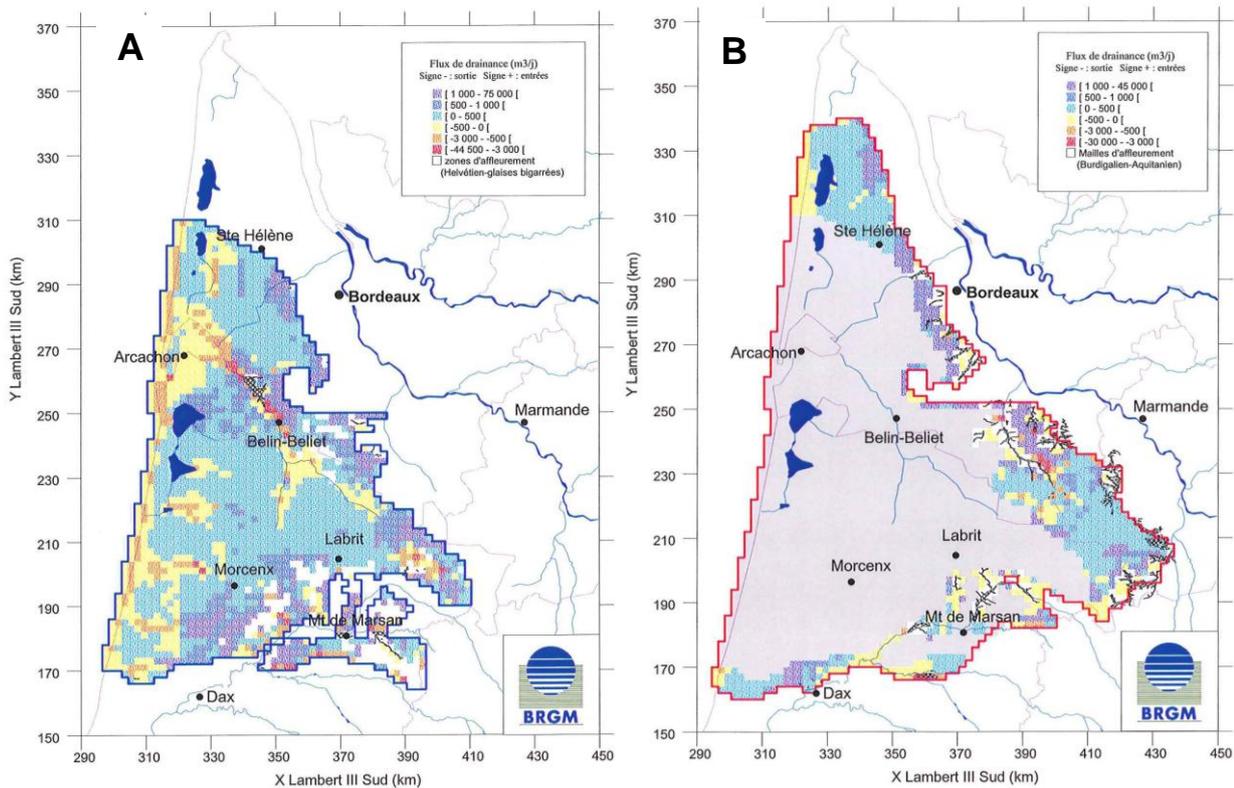


Illustration 64 : Flux de drainance entre (A) l'Helvétien et le Plio-Quaternaire, (B) le Burdigalien-Aquitainien et le Plio-Quaternaire (Pédron et al., 2002)

4.1.3. Synthèse des données disponibles

a) Piézométrie

Les données piézométriques qu'elles soient sous forme de chroniques au niveau de points d'observation ou de cartes à l'échelle de la zone d'étude, servent au calage et à la validation du modèle ; celui-ci devant restituer au mieux les niveaux observés, la phase, la pente et l'amplitude des variations.

- **Chroniques piézométriques**

Pour qu'une chronique piézométrique soit exploitable, elle doit être suffisamment étoffée et longue. L'aquifère capté doit être connu avec certitude et être unique (sauf lorsque deux réservoirs sont sollicités, mais pas individualisés par une épente). Le pas d'acquisition des mesures est variable d'un point à un autre (journalier, hebdomadaire, ..., annuel).

A l'échelle du triangle landais, les mesures piézométriques sont issues de différentes sources :

- la base ADES identifie 102 points d'observation captant les aquifères du Mio-Plio-Quaternaire (Illustration 65). 14 autres points sont disponibles, mais ont été écartés car soit, ils présentent un très faible nombre de mesures soit, ils sont largement influencés

par les pompages. La majorité des 102 points fait l'objet d'un suivi mensuel, et ce depuis les années 1990. Il s'agit des chroniques les plus étoffées à l'échelle du triangle landais.

- la base BSS-EAU dispose de 26 points, mais seulement 7 montrent plus d'une mesure. Les autres points n'affichent qu'une seule mesure bien souvent réalisée en juin.
- 342 autres points d'observation proviennent des campagnes de terrain réalisées au cours des années précédentes au niveau de 3 SAGE : Born-et-Buch, Midouze et Lacs médocains. Pour les plus renseignés d'entre eux, 5 mesures sont disponibles depuis 2010, obtenues au cours des étés et hivers.

Au total, 470 points d'observation ont pu être identifiés et pourront potentiellement être utilisés durant les phases de développement du modèle en régime permanent et en transitoire.

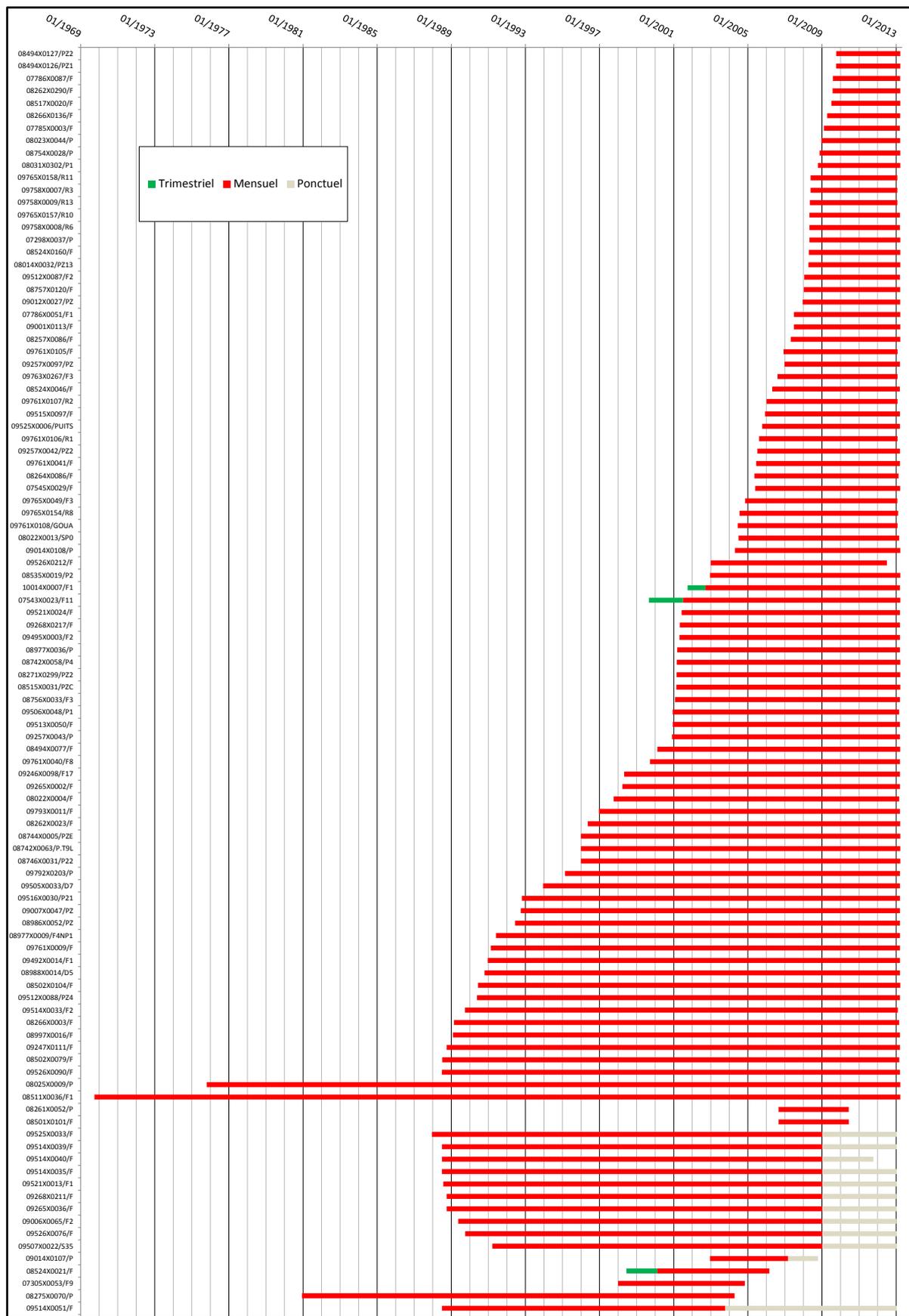


Illustration 65 : Répartition temporelle des 102 chroniques d'observation issues d'ADES

• **Cartes**

En complément de la piézométrie de référence du système aquifère libre 127A0 (Illustration 61), des cartes de piézométrie ont été réalisées au cours des travaux précédents de ce module.

Le territoire du SAGE des Lacs médocains a fait l'objet de deux campagnes de mesures, sur 98 points, afin de réaliser deux cartes piézométriques : pour mai 2010, correspondant à une période de « moyennes eaux » et pour janvier 2011, correspondant à une période de « très hautes eaux » (Corbier et al., 2011).

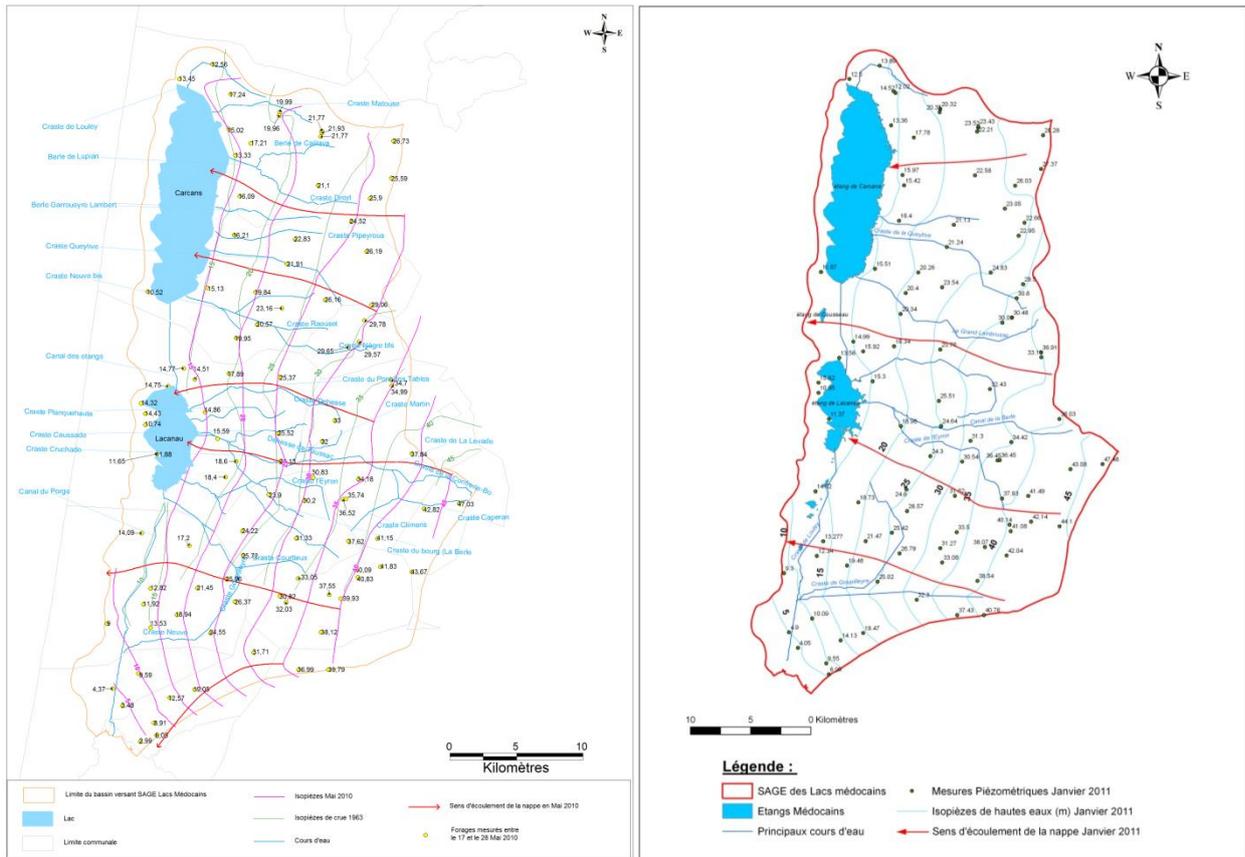


Illustration 66 : Cartes piézométriques 2010 sur le territoire des lacs médocains (Corbier et al., 2011)

L'examen de ces cartes avait alors révélé que :

- les modalités d'écoulement en période de hautes eaux sont les mêmes qu'en période de moins hautes eaux, avec un écoulement général vers l'ouest ;
- faute d'une densité de points suffisante à l'ouest des étangs, aucune isopièze n'a été tracée, mais des études ponctuelles ont montré que ces zones contribuaient à l'alimentation des lacs ;
- le battement interannuel de la nappe du Plio-Quaternaire est faible. La quasi-totalité du territoire se caractérise par des différences de cotes piézométriques entre mai 2010 et janvier 2011, comprises entre 25 et 50 cm.

Au final, il est apparu que les modalités d'écoulement sont stables au fil du temps et des saisons, sur le territoire du SAGE des Lacs médocains, et que le niveau de la nappe n'a pas connu de baisse significative.

Le territoire du SAGE Born et Buch a également été investigué (Corbier et al., 2011). Deux campagnes de mesures piézométriques ont été menées, sur 142 points, du 1^{er} au 10 juin 2010, correspondant à une période de « moyennes eaux » et du 13 au 22 décembre 2010, correspondant à une période de « très hautes eaux ».

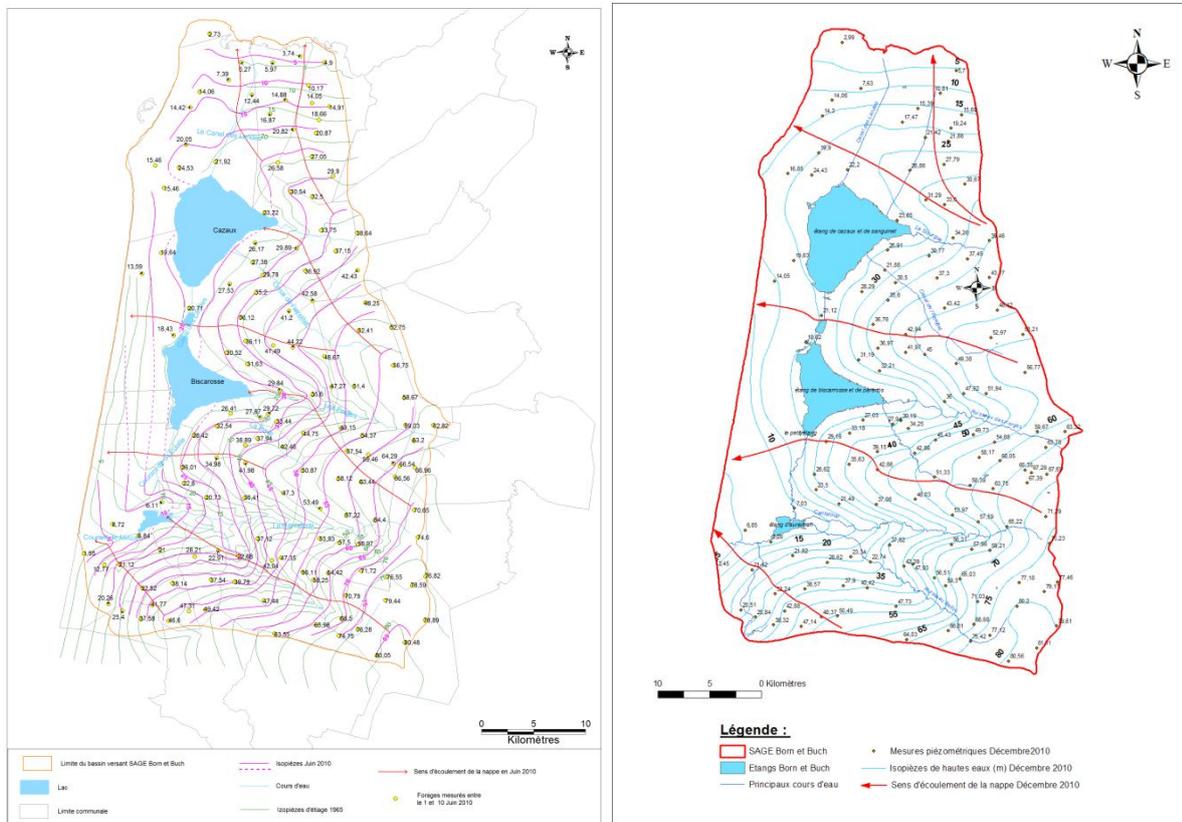


Illustration 67 : Cartes piézométriques 2010 sur le territoire de Born et Buch (Corbier et al., 2011)

L'examen de ces cartes avait alors révélé que :

- les modalités d'écoulement en période de hautes eaux sont les mêmes qu'en période de moins hautes eaux, avec un écoulement général vers l'ouest ;
- les rares mesures effectuées à l'ouest des lacs laissent aussi supposer que la zone comprise entre l'océan et les lacs ne contribue pas à l'alimentation de ces derniers ;
- le battement interannuel de la nappe du Plio-Quaternaire est faible. La quasi-totalité du territoire se caractérise par des différences de cotes piézométriques entre moyennes eaux et très hautes eaux comprises entre 25 et 75 cm.

Au final, il est apparu que les modalités d'écoulement sont stables au fil du temps et des saisons, sur le territoire du SAGE de Born et Buch, et que le niveau de la nappe n'a pas connu de baisse significative.

Enfin, la dernière carte disponible sur le triangle landais est celle obtenue des investigations menées sur le territoire du SAGE Midouze qui a permis d'édifier une carte piézométrique de l'été 2013 (Illustration 42).

b) Données météorologiques

La recharge des aquifères par infiltration directe des eaux de pluie est un des termes « source » d'un modèle des plus délicats à appréhender. Elle correspond à la part de pluie efficace qui percole jusqu'à la nappe. Son évaluation s'appuie généralement sur le calcul d'un bilan hydrologique, pour lequel les résultats montrent une forte sensibilité aux paramètres utilisés. Ainsi, la recharge s'apparente davantage à une inconnue dans le processus de modélisation et constitue un des principaux paramètres de calage du modèle.

Le bilan hydrologique utilise communément les données de pluie et d'évapotranspiration potentielle (ETP) fournies par les stations météorologiques. Dans le cadre de la première année de développement du modèle plio-quaternaire, nous emprunterons la méthodologie employée dans le Modèle Nord-Aquitain (MONA - Pédrón et al., 2008) et le modèle oligocène (Saltel et al., 2010), qui consiste à rattacher, à chaque zone d'affleurement des couches géologiques (ou maille de recharge directe), une station météorologique en fonction de sa localisation géographique (en utilisant les polygones de Thiessen), de façon à moduler la recharge calculée en fonction de la variabilité spatiale des pluies efficaces (Pédrón et al., 2008). A l'échelle du triangle landais, seules 2 stations météorologiques peuvent être utilisées pour le calcul de la recharge. Il s'agit des stations de Mérignac et de Mont-de-Marsan appartenant à Météo-France. Ces stations sont jugées représentatives, équi-réparties sur le territoire modélisé et disposent de chroniques de pluie et d'ETP sur plus de 35 ans, permettant le développement futur du modèle en régime transitoire (depuis 1972).

c) Caractéristiques hydrodynamiques

Les différents aquifères sont considérés comme des milieux isotropes. Les valeurs de caractéristiques hydrodynamiques disponibles sur le triangle landais sont issues d'un premier recueil réalisé dans le rapport BRGM/RP-57813-FR (Corbier et al., 2013) qui a été complété et révisé avec d'autres travaux de thèse (Jullien, 1968 ; Sourisseau, 1967 ; Torelli, 1968). Ces valeurs sont synthétisées dans le tableau ci-dessous (Illustration 68) :

Formation	K (m/s)	S	ω (%)	ω_e (%)
Sables dunaires	$4 \cdot 10^{-4}$ (1 mesure)	20 % (1 mesure)	33 (1 mesure)	18 (1 mesure)
Nappes alluviales ; alluvions	$2,67 \cdot 10^{-5}$ à $6,7 \cdot 10^{-4}$ (7 mesures)	20,5 à 33,5 (4 mesures)	33 à 36 (2 mesures)	21 (1 mesure)
Castets	$6,9 \cdot 10^{-5}$ à $9,6 \cdot 10^{-4}$ (5 mesures)	$3 \cdot 10^{-5}$ à $4,2 \cdot 10^{-2}$ (4 mesures)	33,75 à 34 (2 mesures)	12,5 (1 mesure)
Belin	$3 \cdot 10^{-5}$ à $3,1 \cdot 10^{-4}$ (4 mesures)	0,23 % à 21,2 % (3 mesures)	20 (1 mesure)	17,5 (1 mesure)
Onesse	$9,5 \cdot 10^{-5}$ à $2,6 \cdot 10^{-4}$ (5 mesures)	0,56 à 21,3 % (3 mesures)	(0 mesure)	(0 mesure)
Arengosse	$4 \cdot 10^{-5}$ à $3,2 \cdot 10^{-4}$ (7 mesures)	$2,3 \cdot 10^{-3}$ à $3,4 \cdot 10^{-3}$ (3 mesures)	(0 mesure)	(0 mesure)
Sables fauves	$2,6 \cdot 10^{-4}$ (1 mesure)	(0 mesure)	(0 mesure)	(0 mesure)

Illustration 68 : Valeurs indicatives des paramètres hydrodynamiques issus de la bibliographie

Ces valeurs font, pour la plupart, référence à des mesures de perméabilité et de porosité obtenues à partir d'essais en laboratoire (granulométrie, tassement, perméamètre à charge constante...). Des erreurs importantes peuvent alors être engendrées par le simple remaniement des échantillons et les mesures ne sont représentatives qu'à l'échelle centimétrique. Ainsi, les valeurs obtenues sont très souvent sous-estimées. Quelques-unes, plus récentes, sont issues de mesures *in situ* par pompages d'essai. Elles permettent d'intéresser un volume de formations plus important, mais sont actuellement trop ponctuelles et concernent parfois plusieurs formations ; elles ne sont pas suffisamment représentatives de la situation générale de l'aquifère.

Au final, les valeurs obtenues ne sont qu'indicatives et permettent de cerner le champ des différentes propriétés hydrodynamiques, de guider les affectations au moment de la phase de calage.

d) Conditions imposées

Le lac de Hourtin-Carcans couvre une superficie de plus de 60 km² et présente une profondeur maximale aux alentours de 11 m. L'altitude du plan d'eau est relevée depuis 1986 par le SIAEBVELG (Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondin). Elle montre une bonne stabilité dans le temps avec des niveaux qui varient autour de 14 m NGF (max. relevé = 14,93 m NGF / min. relevé = 13,03 m NGF). Ces observations ont été confirmées lors du relevé bathymétrique (EPOC, 2006), qui indiquait alors un niveau d'eau situé entre 13 et 13,99 m NGF.

Le lac de Lacanau, plus réduit en taille, a une superficie d'environ 20 km² avec une profondeur pouvant dépasser les 8 m. Les variations du niveau d'eau relevé par le SIABVELG sont situées entre 12,95 et 14,42 m NGF avec une moyenne de l'ordre de 13,3 m NGF.

Ces deux lacs sont alimentés par un réseau de crastes (ou fossés), qui avaient pour vocation de drainer les marais (Illustration 69). Ces nombreux aménagements présents dans le secteur produisent un réseau hydraulique très complexe, dans lequel les niveaux des lacs sont directement liés aux débits des crastes et à la hauteur de la nappe phréatique. Ils sont par conséquent fortement dépendants de la pluviométrie. La gestion de leur niveau a donc nécessité l'aménagement d'ouvrages de régulation (A'urba, 2010).



Illustration 69 : Une craste (A'urba, 2010)

Le lac de Hourtin-Carcans se jette dans celui de Lacanau par l'intermédiaire du canal des étangs. Réalisé dans les années 1865-1870, il a une longueur de 7,5 km. Un barrage à pelles, situé à l'amont du canal, permet de réguler la hauteur d'eau du lac de Hourtin-Carcans (A'urba,

2010). L'exutoire des deux lacs est le bassin d'Arcachon, auquel ils sont reliés par le canal du Porge.

Le bassin d'Arcachon dispose d'un marégraphe situé à Arcachon (jetée d'Eyrac), qui mesure le niveau moyen quotidien de la mer. Depuis 2001, ce niveau a varié entre une moyenne mensuelle minimale à 0,24 m NGF et une maximale à 0,72 m NGF (www.sonel.org). Les relevés du SHOM font état d'un niveau moyen à 0,5 m NGF (SHOM, 2012). La marée est de type semi-diurne (2 pleines mers et 2 basses mers par jour). Le marnage peut être très important avec des variations du niveau d'eau comprises entre 1 et 5 m dans la lagune du bassin d'Arcachon (Mugica et *al.*, 2010). Il en résulte une surface totale qui atteint 160 km² à la pleine mer des marées de vive eau alors que seuls 40 km² de chenaux demeurent immergés à basse mer (Cayocca, 1996).

Au sud du bassin d'Arcachon, 4 plans d'eau, faisant partie d'un ensemble cohérent, sont présents. Ils montrent tous le profil type des plans d'eau côtiers aquitains, à savoir une dissymétrie de la bathymétrie avec une faible pente à l'est et une forte pente à l'ouest (Syndicat Mixte Géolandes, 2013). L'interdépendance de ces lacs par le biais d'ouvrages de régulation confère à l'ensemble un fonctionnement complexe (Illustration 70).

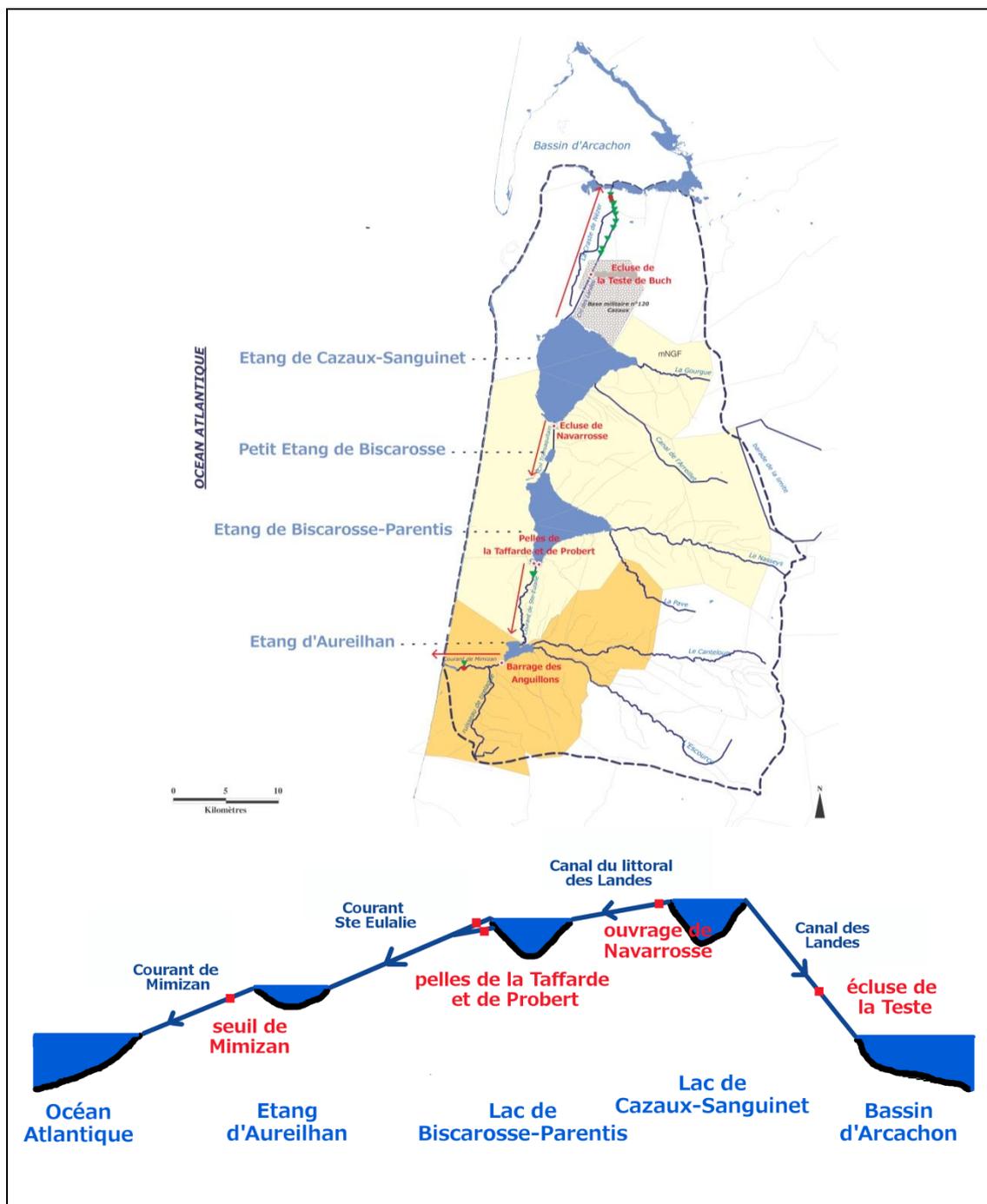


Illustration 70 : Carte des étangs du SAGE Born et Buch et les ouvrages hydrauliques (Géolandes 2006)

Le lac de Cazaux-Sanguinet est le plus grand (58 km²) et le plus profond (8,6 m). Il constitue une zone de partage des eaux puisque les eaux s'écoulent vers le nord, jusqu'au bassin d'Arcachon, par l'intermédiaire du canal des Landes, et vers le sud, par un déversement en cascade suivant l'étagement topographique des plans d'eau (Géolandes, 2013). Les écoulements se dirigent du lac de Cazaux-Sanguinet, vers le lac de Parentis-Biscarosse, par l'intermédiaire du petit étang de Biscarosse (≈ 70 cm de profondeur) et du canal Transaquitain, puis du lac de Parentis-Biscarosse (≈ 7 m de profondeur) vers l'étang d'Aureilhan (2,7 m e

profondeur), par l'intermédiaire du courant de Sainte-Eulalie, et terminent leur cheminement vers l'Océan Atlantique, par l'intermédiaire du courant de Mimizan. On notera que la gestion des ouvrages est opérée, soit par la Base Aérienne de Cazaux (écluse de la Teste), soit par la Communauté de Communes des Grands Lacs (écluse de Navarrosse et barrages de Probert et Taffarde), soit par la commune d'Aureilhan (barrage d'Anguillons). Depuis 2010, le Système d'Information et de Régulation InterLacs (SIRIL) a été mis en place, par la Communauté de Communes des Grands Lacs, afin de connaître en temps réel les niveaux des plans d'eau, la position des barrages et les débits transitant vers les cours d'eau.

Les niveaux des plans d'eau varient entre les hautes et basses eaux d'environ 30 cm (Géolandes, 2013). Le niveau moyen du lac de Cazaux-Sanguinet est de 20,8 m NGF ; celui du lac de Biscarosse-Parentis est de 20,35 m NGF et celui de l'étang d'Aureilhan est de 6,4 m NGF.

Plus au sud, les autres étangs (Etangs de Léon, de Soustons ou encore le marais d'Orx) ne disposent que de données éparses.

A l'ouest, la façade atlantique représente généralement un exutoire pour les aquifères et est alors représentée par des potentiels imposés dont la charge correspond au niveau moyen de la mer. Le long de la bordure littorale, plusieurs marégraphes sont installés à l'image de ceux présents dans le bassin d'Arcachon. Les niveaux moyens de la mer sont donnés pour différentes stations (SHOM, 2012), que ce soit à la Pointe de Grave (0,439 m NGF), au Cap-Ferret (0,389 m NGF), à Capbreton (0,32 m NGF) puis Hendaye (0,3 m NGF).

e) Données de débit des cours d'eau

Les échanges nappes/rivières ont un rôle prépondérant dans l'hydrodynamique régionale : les nappes sont en effet souvent en étroite relation avec les rivières, avec en particulier un rôle de soutien des débits d'étiage des cours d'eau. Ainsi, la restitution du réseau hydrographique doit faire l'objet d'une attention particulière.

Les données de débit dans les cours d'eau et canaux proviennent en partie de la banque nationale de données pour l'hydrométrie et l'hydrologie (<http://www.hydro.eaufrance.fr>). En complément, des jaugeages ont été réalisés au cours de deux campagnes ponctuelles effectuées par la DIREN Aquitaine (maintenant DREAL Aquitaine) en Gironde et dans les Landes (DIREN, 2009a et 2009b).

Dans la partie landaise du triangle landais, le réseau hydrographique est davantage suivi par les services de la DREAL Aquitaine. Quelques points de jaugeages ponctuels réalisés sur le territoire de Born et Buch permettent de compléter l'ensemble. En Gironde, au contraire, les différents affluents de la Garonne sont très peu suivis. Les valeurs de débits ne sont renseignées qu'au travers des mesures ponctuelles réalisées par la DIREN Aquitaine (maintenant DREAL Aquitaine) en 2009. En complément, la connaissance des débits des lacs médocains provient de mesures de 2010 à 2012, réalisées dans le cadre de ce module 6 de la convention.

On notera par ailleurs que les niveaux dans les lacs de la façade atlantique sont gérés par des ouvrages de régulation. Les débits transitant par ces ouvrages pourront être récupérés auprès des SAGE.

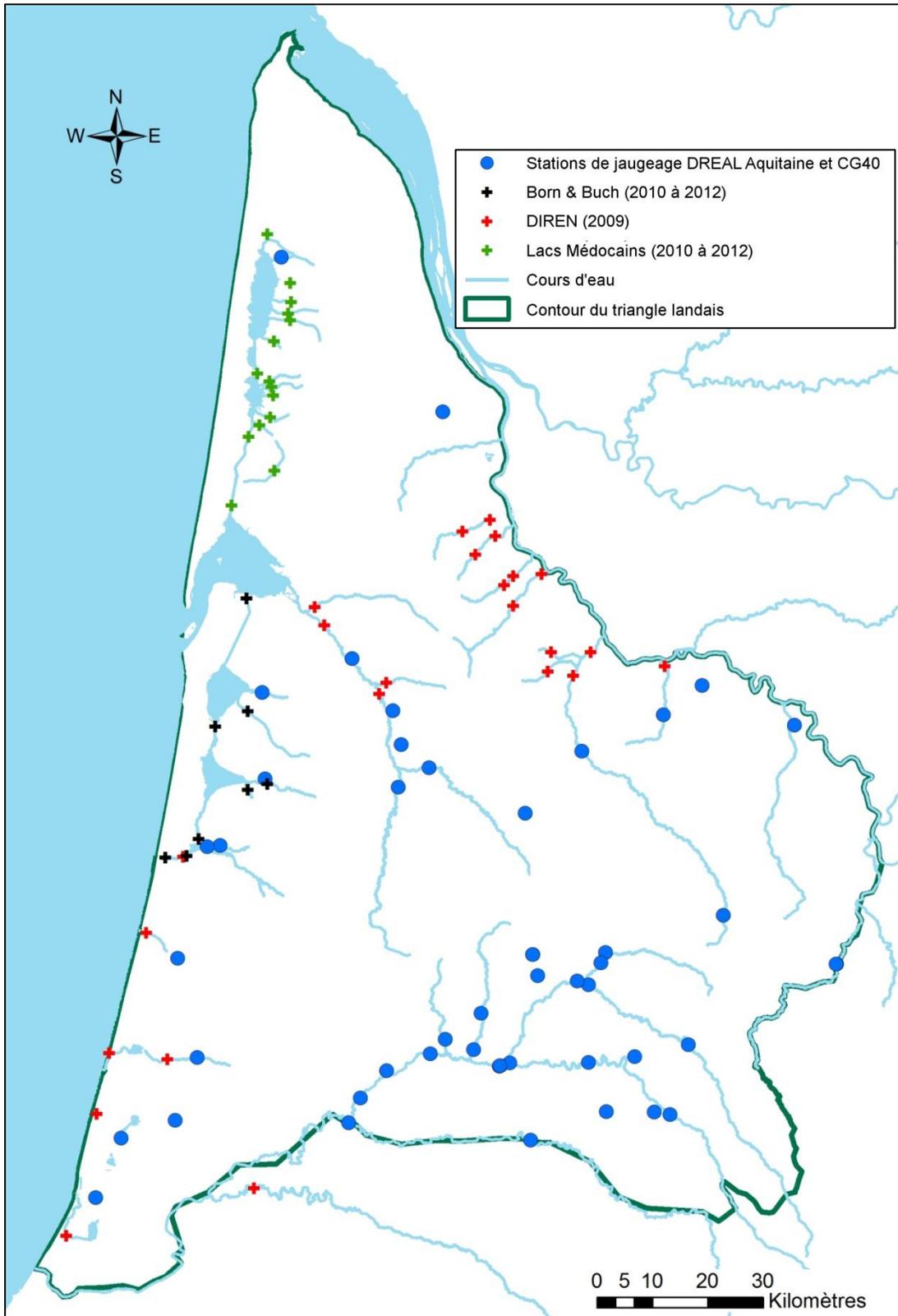


Illustration 71 : Localisation des points de mesures de débits (mesures pérennes et ponctuelles) sur les cours d'eau du triangle landais

f) Prélèvements

Les prélèvements effectués dans les ouvrages du triangle landais sont annuellement récupérés dans le cadre de l'actualisation du Modèle hydrodynamique Nord Aquitain (MONA) et de la gestion des nappes en Aquitaine (GN33, GN24, ...), auprès de différents organismes (AEAG, DDAF33, Chambre d'agriculture) et sont intégrés dans une base interne du BRGM et en BSS-ES. Dans cette base, seuls les volumes de prélèvements du Plio-Quaternaire en Gironde sont présents (Illustration 72). Ceci s'explique notamment par le fait que le modèle MONA n'intègre pas les volumes du Plio-Quaternaire, en raison de la faible exhaustivité des inventaires de volumes soutirés à cette nappe (la nappe fonctionne alors en équivalence de flux). Dans cette base, ne sont donc intégrés que les volumes plio-quaternaires obtenus dans le cadre de la GN33. Dans les autres départements, les données de l'Agence de l'Eau sont disponibles. La carte de répartition montre alors que les volumes sont rapportés aux centroïdes des communes, rendant difficile (Illustration 72) le travail d'affectation et de validation hydrogéologique des prélèvements.

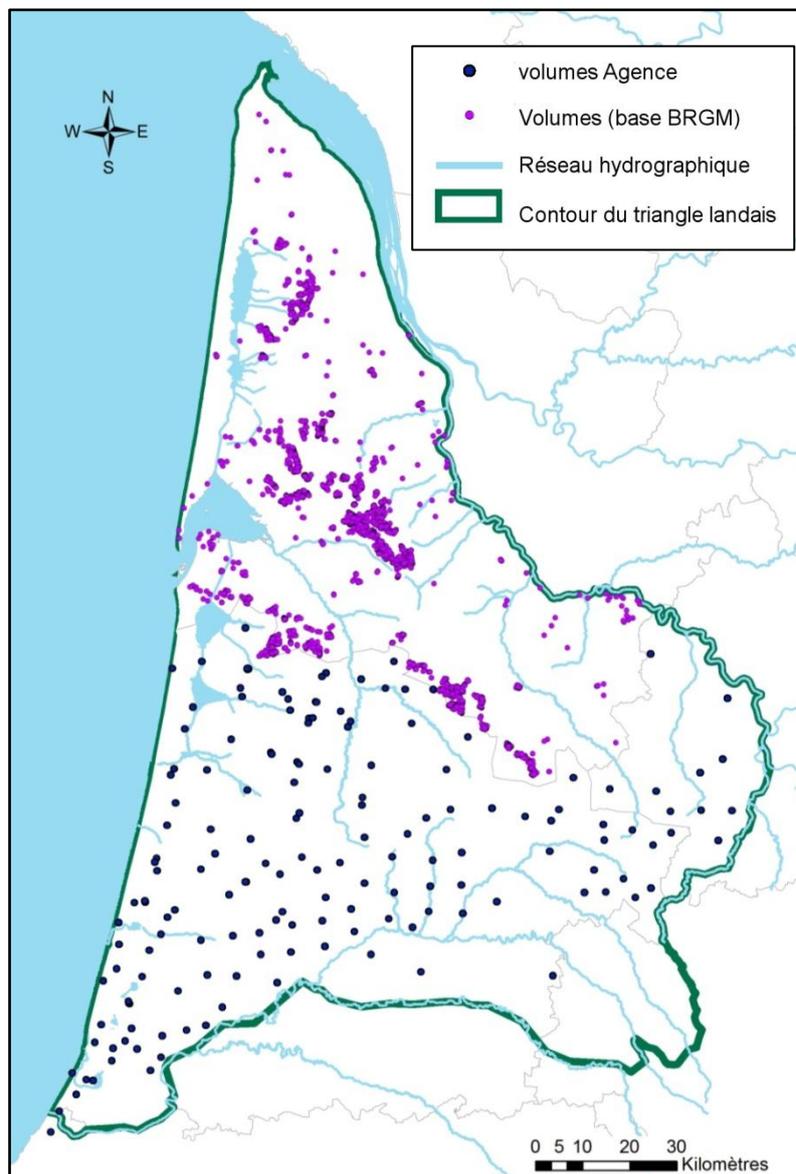


Illustration 72 : Localisation des prélèvements dans les aquifères du Plio-Quaternaire du triangle landais

g) Bilan

Au terme de cet inventaire des données disponibles, on se rend compte que :

- les données piézométriques, bien qu'essentiellement concentrées sur 3 territoires du SAGE, couvrent une bonne partie du triangle landais. A court terme, une densification des données à l'échelle des autres territoires permettra d'obtenir une piézométrie générale plus complète ;
- les valeurs de propriétés hydrodynamiques sont issues, en grande partie, de la littérature. Leurs conditions d'obtention et leur répartition spatiale ne permettent pas une bonne représentativité du champ des transmissivités dans les formations plio-quaternaires. Un complément de mesure est donc nécessaire afin de mieux caractériser les propriétés des aquifères ;
- les données de débits des cours d'eau sont très hétérogènes, à l'échelle du territoire avec des données ponctuelles sur certains territoires des SAGE. Il y a nécessité de pérenniser les données de débits des cours d'eau afin de disposer de valeurs plus importantes à la fois en basses eaux et en hautes eaux ;
- les prélèvements sont loin d'être exhaustifs. Un travail important de validation hydrogéologique et d'affectation des volumes à des ouvrages géolocalisés devra être mené.

4.2. MODELE HYDRODYNAMIQUE

4.2.1. Rappels sur le principe général de la modélisation

L'outil de modélisation a pour objectif de représenter de manière schématique la réalité d'un système, qu'il soit complexe ou non, en vue de le décrire, de le comprendre ou de le prévoir. En hydrogéologie, il s'attache à reproduire, à l'aide de modèles mathématiques ou numériques, l'écoulement des eaux ou encore la migration de polluants. Plus précisément, le modèle hydrogéologique consiste à résoudre numériquement les équations aux dérivées partielles de l'écoulement, au sein d'une structure maillée, en vue d'en déterminer spatialement la charge hydraulique, variable ou non au cours du temps, en fonction des paramètres d'entrée et/ou de sortie du système (recharge, prélèvements, ...), de ses caractéristiques intrinsèques (paramètres hydrodynamiques, conditions aux limites, ...) ou encore de ses conditions initiales.

La résolution numérique des équations repose notamment sur la discrétisation du système dans l'espace, sous forme de mailles, et, dans le cas d'un régime transitoire, sur la discrétisation du système dans le temps.

La méthode numérique retenue pour la modélisation hydrogéologique réalisée par la suite est celle des différences finies qui consiste à reproduire en trois dimensions le système étudié, en découpant l'ensemble en mailles parallélépipédiques. Au sein de chacune des mailles qui constitue le modèle, sont renseignés la géométrie (cotes du toit et du mur), les paramètres hydrodynamiques (emmagasinement et conductivité hydraulique) et, selon les mailles, les flux entrants (infiltration de l'eau de pluie, injection, ...) ou sortants (prélèvements, ...).

Les variables spatio-temporelles calculées par le modèle (niveaux des nappes, débits des cours d'eau) sont comparées aux données observées sur le terrain. Pour reproduire au mieux cette réalité, des paramètres (particulièrement ceux hydrodynamiques) du modèle doivent être ajustés au travers d'une phase dite de calage. Une fois le calage jugé satisfaisant, le modèle peut être utilisé en tant qu'outil prédictif sur la base de différents scénarios.

4.2.2. Construction du modèle et début du calage en régime permanent

À partir des connaissances géologiques et hydrogéologiques connues du système et du recueil et synthèse des données nécessaires à la construction d'un modèle hydrogéologique (cf chapitre 4.1 sur le modèle conceptuel), l'étape suivante consiste à intégrer dans le logiciel de modélisation l'ensemble des informations récupérées.

Le modèle construit utilise le code de calcul MARTHE (**M**odélisation d'**A**quifères par **M**aillage **R**ectangulaire en régime **T**ransitoire pour le calcul **H**ydrodynamique des **E**coulements) développé par le BRGM. Le schéma de résolution utilise les différences finies avec un maillage parallélépipédique (ou rectangulaire) irrégulier.

a) Géométrie du modèle : Passage de GDM à Marthe

La définition des unités hydrogéologiques est adaptée des couches définies dans le modèle géologique (cf 4.1.1 Modèle géologique). Toutefois, des ajustements ont été nécessaires pour répondre au mieux aux enjeux de la simulation :

- Dans la succession hydrogéologique verticale des couches, les Glaises bigarrées représentent le seul niveau imperméable d'extension régionale. La captivité des formations d'Arengosse, Onesse et Belin, principalement à l'ouest du domaine d'étude (Aquifère 234 du code Margat), n'est pas représentée dans le modèle géologique. Dans ce dernier, les autres niveaux argileux susceptibles d'isoler localement les aquifères et représentés par les toits argileux des formations d'Arengosse (Illustration 53) et d'Onesse (Illustration 54), ainsi que par les Argiles de Brach au sommet de la formation de Belin (Illustration 55), ont été directement intégrés aux aquifères.

De manière à pouvoir simuler ces épontes (étanches ou semi-perméables) lorsqu'elles existent, trois couches représentant ces niveaux argileux ont été créées sur la base des extensions définies dans le modèle géologique. Afin d'assurer une cohérence avec les ordres de grandeurs disponibles dans la littérature (Dubreuilh *et al.*, 1995) et dans les notices explicatives des cartes géologiques, l'épaisseur de la couche correspondant aux Argiles de Brach a été considérée égale à 10 % de celle de la couche de Belin. De la même façon, les épaisseurs des toits argileux des formations d'Onesse et d'Arengosse ont été considérées respectivement égales à 20 % et 30 % de celles admises à l'origine pour ces réservoirs dans le modèle géologique. Au final, la présence de ces zones argileuses pourra être simulée par une diminution de la perméabilité verticale.

- Dans la version 4 du MONA, les Sables fauves n'ont pas fait l'objet d'une couche à part entière pour des raisons de simplification du modèle et parce qu'ils sont très peu transmissifs. Ainsi, ils sont directement intégrés à l'éponte entre l'Helvétien et le Plio-Quaternaire en « accompagnement » des Glaises bigarrées. Localement, dans le sud du domaine d'étude, ils présentent des propriétés hydrauliques plus importantes. Ils sont alors intégrés à l'aquifère du Miocène (Helvétien).

Afin de respecter l'agencement vertical des couches, tel que défini dans le modèle géologique, et permettre une meilleure synergie des deux modèles (Plio-Quaternaire et MONA), il a été décidé de reprendre la géométrie de l'Helvétien, issue du MONA v4. Dans cette nappe, les charges seront totalement imposées de manière à rendre compte des échanges entre les aquifères du multicouche plio-quaternaire et helvétien.

De plus, l'éponte entre le Plio-Quaternaire et l'Helvétien a été scindée en deux couches. La première, au sommet, correspond aux Glaises bigarrées. La seconde, en base, correspond à la couche des Sables fauves présentant de faibles caractéristiques hydrauliques. On notera que l'extension et l'épaisseur de la couche des Glaises bigarrées a été reprise de la modélisation des aquifères du Miocène (Pédron *et al.*,

2001). En effet, des disparités sont apparues dans les épaisseurs des Glaises Bigarrées entre le modèle géologique servant d'appui à notre modèle hydrodynamique et le modèle des aquifères miocènes. Ces différences s'expliquent notamment par un modèle géologique s'appuyant sur un découpage par formation tandis que le modèle hydrodynamique se concentre davantage sur un découpage hydrogéologique (aquifère ou aquitard).

Enfin, des adaptations ont dû être réalisées afin de faire correspondre les deux modèles hydrodynamiques. En effet, la comparaison dans les deux modèles du mur du Plio-Quaternaire (correspondant au mur de la formation d'Arengosse) montre des différences notables. Celles-ci s'expliquent par la prise en compte d'un nombre de forages plus importants lors de la révision du MONA, mais également par des différences d'interprétation de la géologie selon les auteurs. Il a été décidé de conserver la base du Plio-Quaternaire telle qu'elle a été définie dans le modèle géologique et l'épaisseur de l'Helvétien données par le MONA v4. La seule différence entre les deux modèles intervient donc dans l'épaisseur de l'éponte entre le multicouche plio-quaternaire et l'Helvétien, qui a été adaptée afin d'intégrer au mieux les aquifères plio-quaternaires et helvétien. Il en sera tenu compte lors du calage : les perméabilités restituées seront des « perméabilités équivalentes ».

Au terme de cet exercice, le modèle hydrodynamique est composé d'un total de 13 couches (Illustration 73) avec un maillage au pas de 500 m, compatible avec les temps de calcul, le degré de précision du modèle souhaité est celui du MONA v4. Il s'agit d'un modèle multicouche 3D (toutes les formations sont des couches de calcul prises en compte de manière explicite).

Modèle hydrogéologique		Modèle géologique
Couche 1	Dune et Sable des Landes	Couche n°8
Couche 2	Alluvions récentes	Couche n°10
Couche 3	Nappes alluviales et terrasses anciennes	Couche n°9
Couche 4	Formation de Castets	Couche n°7
Couche 5	TSP* Belin = Argiles de Brach	Couche n°6
Couche 6	Formation de Belin	
Couche 7	TSP* Onesse	Couche n°5
Couche 8	Formation d'Onesse	
Couche 9	TSP* Arengosse	Couche n°4
Couche 10	Formation d'Arengosse	
Couche 11	Glaises bigarrées	Modélisation des aquifères du Miocène (Pédron et al., 2001)
Couche 12	Sables Fauves semi-perméables	
Couche 13	Helvétien	Issu du MONA v4

Illustration 73 : Agencement schématique des différentes couches du modèle hydrodynamique et correspondance avec le modèle géologique

*TSP = Toit Semi-Perméable

La topographie intégrée au modèle est issue du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN au pas de 25 m. Les fortes interactions entre les aquifères et le réseau hydrographique ont amené à reconsidérer la topographie intégrée au modèle. En effet, un maillage à 500 m tend à lisser la topographie. Afin d'obtenir une précision supérieure, un nouvel MNT a été généré en intégrant notamment la bathymétrie de la façade atlantique, du bassin d'Arcachon, de l'Estuaire de la Gironde et des principaux lacs (Hourtin, Lacanau, Cazaux et Biscarosse). Pour les mailles concernées par un cours d'eau intégré au modèle, c'est l'altitude minimum calculée à partir du MNT, sur le tronçon de rivière traversant cette maille, qui a été affectée à la maille, (abaissement de la topographie au niveau des rivières), avec pour objectif d'affiner localement la piézométrie et de mieux prendre en compte les échanges possibles entre nappes et rivières.

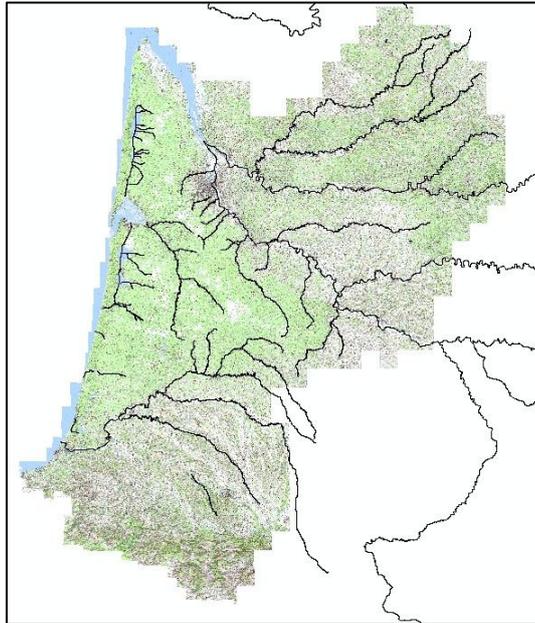


Illustration 74 : Cours d'eau accentués pour le MNT

b) Justification du calage permanent

Dans un premier temps, un calage en régime permanent est nécessaire. Cette phase a pour objectif de s'assurer du bon fonctionnement du modèle en termes de convergence, d'apprécier les modalités d'écoulement au sein de chaque aquifère et de cerner et ajuster la recharge et les champs de perméabilités.

Ce calage en régime permanent doit s'effectuer sur la base de valeurs moyennes de recharge, de charges imposées, de prélèvements ou encore de points d'observation. La synthèse des données (chapitre 4.1.3) a montré que les données d'entrée devront être prises sur des années ou des saisonnalités différentes mais que l'évolution du système (faible variation des niveaux au cours du temps) permet cette approximation.

Par la suite, nous présentons les données retenues pour le futur calage du modèle et la méthodologie employée pour leur intégration.

c) Conditions aux limites

- **Potentiels imposés**

Les charges sont imposées sur la limite ouest du modèle, qui correspond au niveau imposé par l'Océan Atlantique. Cette limite se situe à quelques kilomètres de la ligne littorale (largeur de deux kilomètres) dans l'Atlantique afin de réduire l'influence de ce potentiel constant sur la partie continentale du modèle hydrodynamique. La valeur attribuée dans ces mailles est de +0,4 m NGF, correspondant au niveau moyen de la mer obtenu des différents marégraphes disposés le long de la façade océanique (chapitre 4.1.3).

En dehors de cette limite ouest, des conditions de charges imposées ont été introduites au niveau des lacs et étangs (elles seront intégrées plus tard au réseau hydrographique). Sur la base des connaissances obtenues précédemment, les charges affectées correspondent à +14 m NGF au lac d'Hourtin, +13,3 m NGF au lac de Lacanau, +0,4 m NGF au bassin d'Arcachon, +20,8 m NGF au lac de Cazaux-Sanguinet, +20,35 m NGF au lac de Biscarosse-Parentis et +6,4 m NGF à l'étang d'Aureilhan.

Enfin, de manière à rendre compte des échanges entre les aquifères du Plio-Quaternaire et du Miocène, la couche représentant le Langhien-Serravalien est entièrement à charges imposées. Ces dernières sont issues du Modèle Nord-Aquitain (MONA), développé par le BRGM (Saltel et al., 2012) et rendent compte de l'état de la nappe de l'année 2009.

- **Flux nuls**

Les conditions de flux nul sont appliquées à toutes les limites du domaine, qui ne sont pas régies par des conditions de potentiels imposés. Elles correspondent :

- soit à la disparition des aquifères par biseautage, à proximité des zones d'affleurement,
- soit à des limites de faciès, lorsque la lithologie passe progressivement à des molasses ou à des marnes.

- **Réseau hydrographique**

Les échanges nappes/rivières jouent un rôle majeur dans l'hydrodynamisme régional. Les nappes sont ainsi largement drainées par le réseau hydrographique et participent de ce fait au soutien de leurs débits d'étiage. Afin de rendre au mieux compte des relations étroites entre les aquifères et les rivières, plusieurs cours d'eau du triangle landais ont été intégrés au modèle (Illustration 71).

Les cours d'eau sélectionnés concernent en premier lieu les rivières principales du domaine d'étude :

- la Gironde, la Garonne, puis la Gélisse servant de limite nord et est du modèle,
- l'Adour constituant la limite sud du modèle,
- les cours d'eau équipés de stations de jaugeages pérennes permettant de suivre les hauteurs d'eau et/ou débits (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>), parmi lesquels se trouvent la Leyre, le Ciron, la Douze, le Midou ou encore la Midouze,
- les cours d'eau annexes, disposant de mesures ponctuelles de débit, obtenues dans le cadre de ce module. Il s'agit notamment de ruisseaux et canaux des territoires des SAGE Lacs Médocains et Born et Buch.

Les données sur les hauteurs d'eau ou le débit des ruisseaux restent, notamment sur certains secteurs, peu nombreuses et le manque de chroniques de longue durée ne permettra pas

d'aboutir à une restitution fine des échanges nappes-rivières dans le modèle. Néanmoins, les valeurs ponctuelles de débit, obtenues par jaugeage serviront de paramètre de contrôle des échanges nappe/rivières et permettront notamment de vérifier l'ordre de grandeur des débordements de la nappe.

- **Mailles à débordement**

Pour tous les aquifères, les mailles considérées comme affleurantes ont été affectées de cotes de débordement car ces mailles constituent des zones où la nappe est libre et est donc susceptible de déborder.

Le débordement s'opère lorsque la charge hydraulique calculée par le modèle dans une maille affleurante est supérieure à la cote de débordement, c'est-à-dire à la surface topographique. Les dimensions du maillage (maille de 500 m de côté) permettent une bonne restitution de la topographie et donc des grands axes de drainage.

Les mailles à débordement correspondent ainsi à toutes les mailles considérées comme mailles de recharge donc identifiées dans le modèle comme zones météorologiques.

d) Prélèvements

L'inventaire des données de prélèvements a montré les insuffisances des données de volumes à l'échelle du territoire. Celles-ci s'expriment par :

- une faible exhaustivité des volumes prélevés à la nappe, notamment due à la difficulté d'accès aux volumes agricoles,
- la complexité d'attribution des volumes à des ouvrages parfaitement identifiés (localisation et aquifère capté).

Afin de limiter les problèmes de fonctionnement du modèle et en attendant d'améliorer la qualité des données de volumes, il a été décidé de ne pas les intégrer dans un premier temps.

e) Recharge

La recharge par précipitations s'appréhende, en première approche, selon un bilan hydrologique classique, basé sur la résolution de l'équation qui se présente, par pas de temps, sous la forme :

$$P - ETP - (R + Ip) = [\Delta S]_{-z}^0 \quad \text{avec} \quad (R + Ip) = P_{eff}$$

où

- P = Précipitations,
- ETP = Évapotranspiration potentielle,
- R = Ruissellement,
- Ip = Infiltration en profondeur,
- ΔS = Variation de stock d'eau dans le sol sur une épaisseur Δz de sol et durant le pas de temps.

Le calcul de cette pluie efficace nécessite donc la prise en compte de la réserve utile du sol, qui représente le seuil de saturation du sol pour lequel un excédent de pluie entraînera l'infiltration. Cette valeur de réserve utile a été fixée à 100 mm correspondant, à l'échelle du triangle landais, à une valeur relativement haute (GisSol, 2011) mais permettant de fixer une première valeur réaliste pour le travail de calage en régime permanent.

A partir des chroniques de précipitations et d'ETP (méthode Penman) fournies par Météo France aux stations de Mérignac et de Mont-de-Marsan, les pluies efficaces potentielles ont été déterminées. Le calage en régime permanent va s'effectuer sur la base des valeurs moyennes de la précipitation efficace calculées sur la dernière décennie (2000-2009) davantage représentatives des conditions météorologiques que celles obtenues sur les 40 dernières années. Ainsi, en première approximation, la pluie efficace retenue pour le régime permanent est de 213 mm/an pour la station de Mérignac et de 269 mm/an pour celle de Mont-de-Marsan (Illustration 75).

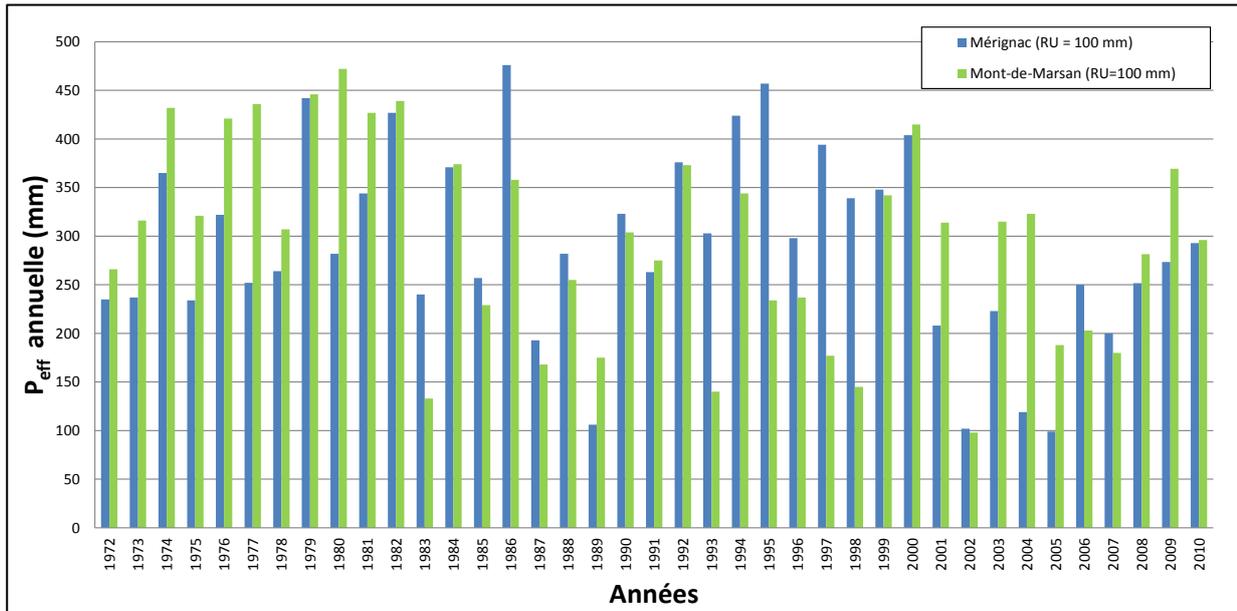


Illustration 75 : Evolution des précipitations efficaces annuelles aux stations de Mérignac (33) et de Mont-de-Marsan (40)

Ce calcul ne permet pas à lui seul de définir la part de pluie efficace qui percole dans le sous-sol et constitue la recharge de la nappe par infiltration. Ce dernier paramètre est en effet très variable et donc difficilement estimable. Des corrections sont alors nécessaires afin de prendre en compte la nature du sol (sable, gravier, argile, ...) et son occupation (végétation, urbanisation) et donc de préciser les flux d'infiltration. Ainsi, 4 zones de recharge ont été définies afin de faciliter le travail de calage (Illustration 76). Les valeurs de pluies efficaces ont été pondérées selon la nature des affleurements, qu'elle soit sableuse à sablo-graveleuse (zone 1), alluvionnaire (zone 2), argileuse (zone 3) et sablo-gréseuse (zone 4).

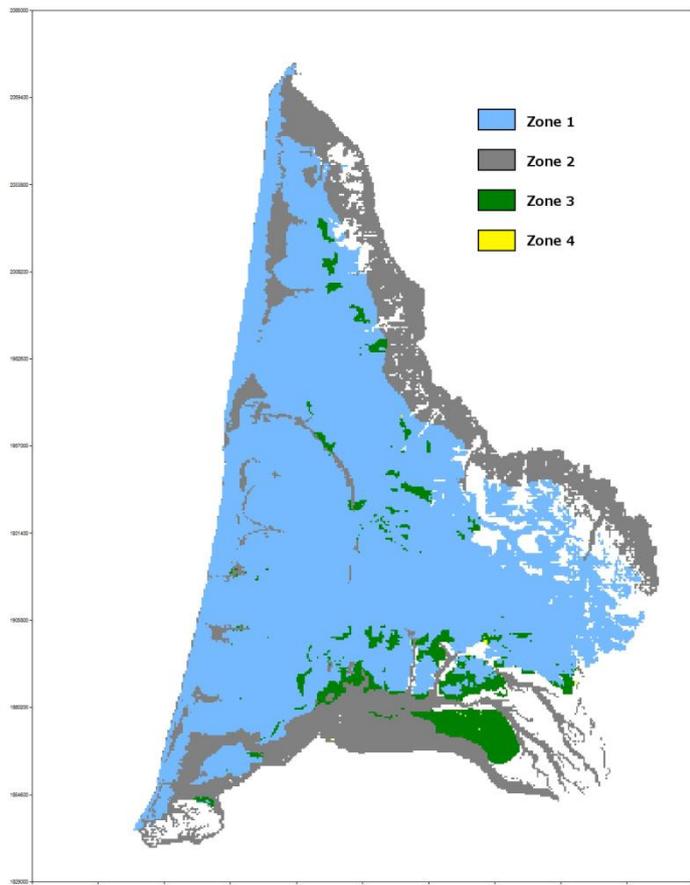


Illustration 76 : Localisation des différentes zones de recharge du modèle

f) Paramètres hydrodynamiques

Sur la base des éléments bibliographiques, le faible nombre de valeurs de perméabilité ne permet pas de les extrapoler, ni d'identifier les zones plus ou moins productives des différentes formations du Plio-Quaternaire. On indiquera, en première approche, que les valeurs obtenues indiquent des perméabilités relativement moyennes de l'ordre de 1.10^{-4} à 1.10^{-5} m/s.

Dans chaque maille du modèle, deux coefficients d'emmagasinement sont introduits :

- le coefficient d'emmagasinement à surface libre : c'est en quelque sorte une porosité efficace ; il est utilisé quand une maille (quelle que soit la couche) n'est pas entièrement saturée (ce coefficient est celui qui serait déduit d'un pompage d'essai dans une région où la nappe est libre) ;
- le coefficient d'emmagasinement captif pour lequel il est possible d'introduire, soit le coefficient d'emmagasinement spécifique, soit le coefficient d'emmagasinement captif des hydrogéologues (Thiéry, 2004).

Les quelques valeurs d'emmagasinement obtenues varient énormément selon le caractère libre ou captif des formations et de la méthode d'interprétation. Ainsi, ils sont importants : compris aux alentours de 20 %, et correspondent alors à la porosité efficace des terrains. En domaine captif, ils peuvent atteindre des valeurs très faibles, de l'ordre de 1.10^{-5} .

En première approche, une valeur homogène des propriétés hydrodynamiques a été attribuée à chacune des formations. Ces propriétés feront ensuite l'objet d'un calage en régime permanent et transitoire.

g) Points d'observation

Pour chacun des 470 points d'observation identifiés au cours de la première phase, une attribution du réservoir capté a été effectuée. Dans un premier temps, seuls les points ne captant qu'une seule couche ont été conservés. Ainsi, 267 piézomètres de contrôle ont été implémentés dans le modèle, dont 247 concernent les formations du Plio-Quaternaire (Illustration 77).

Couche du modèle	Nappe considérée	Nombre de points d'observation
1	Dune et Sable des Landes	19
2	Alluvions récentes	21
3	Nappes alluviales et terrasses anciennes	22
4	Formation de Castets	74
6	Formation de Belin	19
8	Formation d'Onesse	38
10	Formation d'Arengosse	54

Illustration 77 : Nombre et répartition par couche des points d'observation

La répartition spatiale de ces 247 points (Illustration 78) n'est pas homogène à l'échelle du triangle landais. D'une part, les formations ne sont pas présentes sur la totalité du territoire (chapitre 4.1) et d'autre part, les points se concentrent sur les secteurs ayant fait l'objet d'investigations de terrain spécifiques, à savoir les territoires des SAGE Lacs Médocains, Born et Buch et Midouze. En dehors de ces secteurs, les points d'observation sont extraits d'ADES.

La nappe du Plio-Quaternaire est relativement peu suivie (dans le domaine spatial et temporel). Ainsi, le calage du modèle hydrodynamique se fera, pour partie, par comparaison des charges restituées par rapport à la carte piézométrique de référence (Illustration 61).

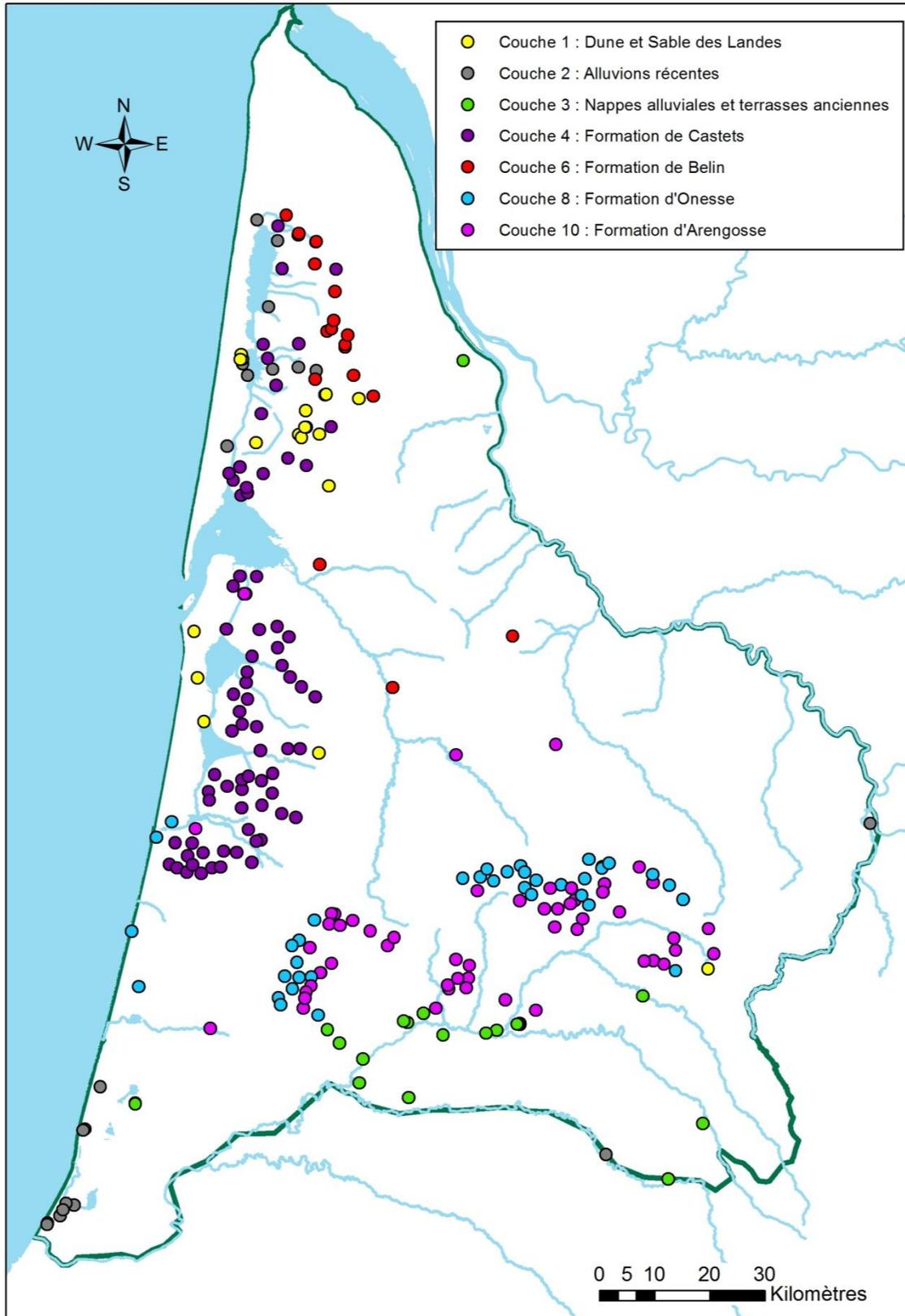


Illustration 78 : Localisation des points d'observation du Plio-Quaternaire implémentés dans le modèle

4.2.3. Premiers résultats de régime permanent

Les premières simulations permettent :

- de s'assurer du bon fonctionnement du modèle et de sa bonne convergence,
- de valider les choix de construction du modèle (en termes de nombre de couches, de conditions limites, ...).

La bonne restitution des niveaux piézométriques s'observe alors généralement de manière visuelle par comparaison des charges calculées à la carte piézométrique de référence, mais aussi à l'aide des diagrammes de dispersion.

Les premières cartes piézométriques restituées par le modèle (Illustration 79 et Illustration 80) montrent une bonne correspondance avec les charges hydrauliques existantes. Ces observations sont appuyées par le diagramme de dispersion de l'ensemble des couches du modèle (Illustration 81). Ce dernier regroupe 247 points (de la couche 1 à la couche 10) et permet d'appréhender la corrélation entre les charges mesurées et les charges simulées. D'une manière générale, les hauteurs restituées et celles observées montrent une corrélation relativement correcte pour une première simulation. Les charges calculées surestiment, dans leur ensemble, celles observées. 40 % des charges restituées sont différentes de 5 m au maximum avec les valeurs observées et plus de la moitié montre des différences inférieures à 10 m. Des différences de corrélation apparaissent également entre les couches puisque, celles correspondant aux dunes et Sables des Landes (couche 1), aux alluvions récentes (couche 2) et à la formation de Belin (couche 6) ont près de 60 % de charges restituées de 5 m maximum différentes à celles observées ; alors que près de 80 % des charges restituées des alluvions anciennes (couche 3) et de la formation d'Onesse (couche 8) sont différentes de plus de 10 m avec les charges observées.

On notera également que le rôle de drainage des nappes libres par les cours d'eau n'apparaît pas évident lors de cette première simulation, probablement en lien avec des charges hydrauliques calculées, globalement inférieures à celles observées.

Au terme de ce premier exercice, la poursuite du travail de calage apparaît nécessaire. Les étapes importantes concernent :

- la vérification et le calage des recharges et paramètres hydrodynamiques,
- la meilleure prise en compte du réseau hydrographique,
- l'intégration des données de volumes après un travail important d'inventaire et d'identification de l'aquifère capté.

Ces axes prioritaires seront donc traités à grande échelle sur l'ensemble du triangle landais puis des calages plus précis seront réalisés au niveau des territoires des SAGE disposant de données spatio-temporelles plus importantes (SAGE Lacs Médocains et SAGE Born et Buch).

Ce travail se poursuivra jusqu'à l'obtention de résultats, en niveaux et débits, acceptables sachant que ce calage en permanent ne constitue pas une fin en soi, mais est un prélude au passage en régime transitoire, réel objectif de ce travail de modélisation. Dans cette optique, une réflexion sera menée sur une possible intégration de ce modèle, à terme, dans la nouvelle version du Modèle Nord Aquitain.

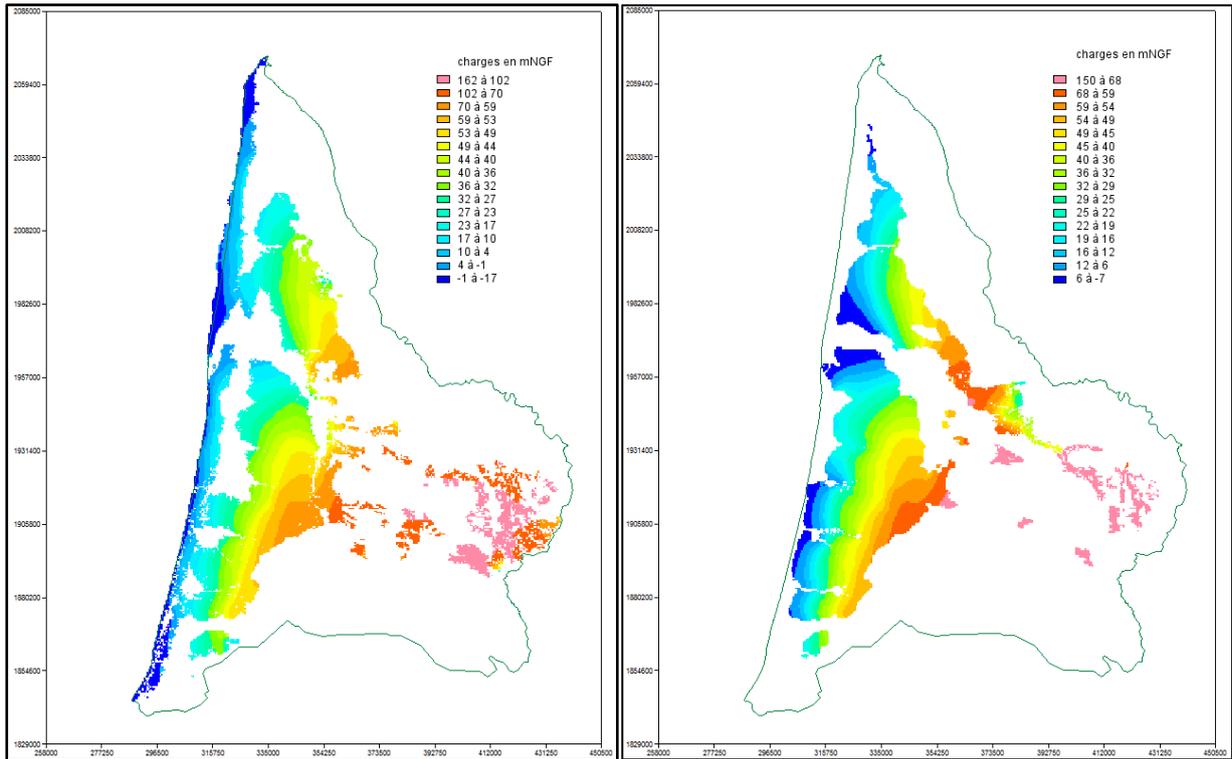


Illustration 79 : Exemples des niveaux piézométriques restitués par le modèle pour la formation des dunes et Sable des Landes(couche 1, à gauche) et la formation de Castets (couche 4, à droite)

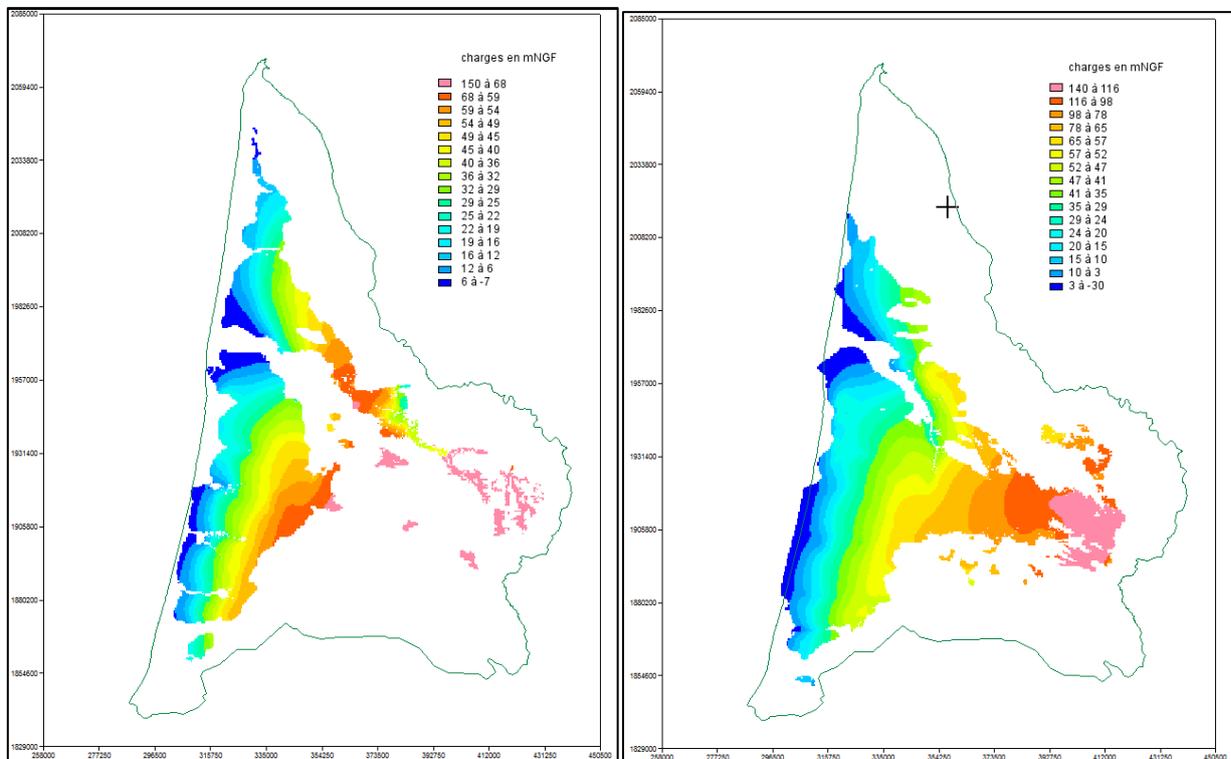


Illustration 80 : Exemples des niveaux piézométriques restitués par le modèle pour la formation de Belin (couche 6, à gauche) et la formation d'Onesse (couche 8, à droite)

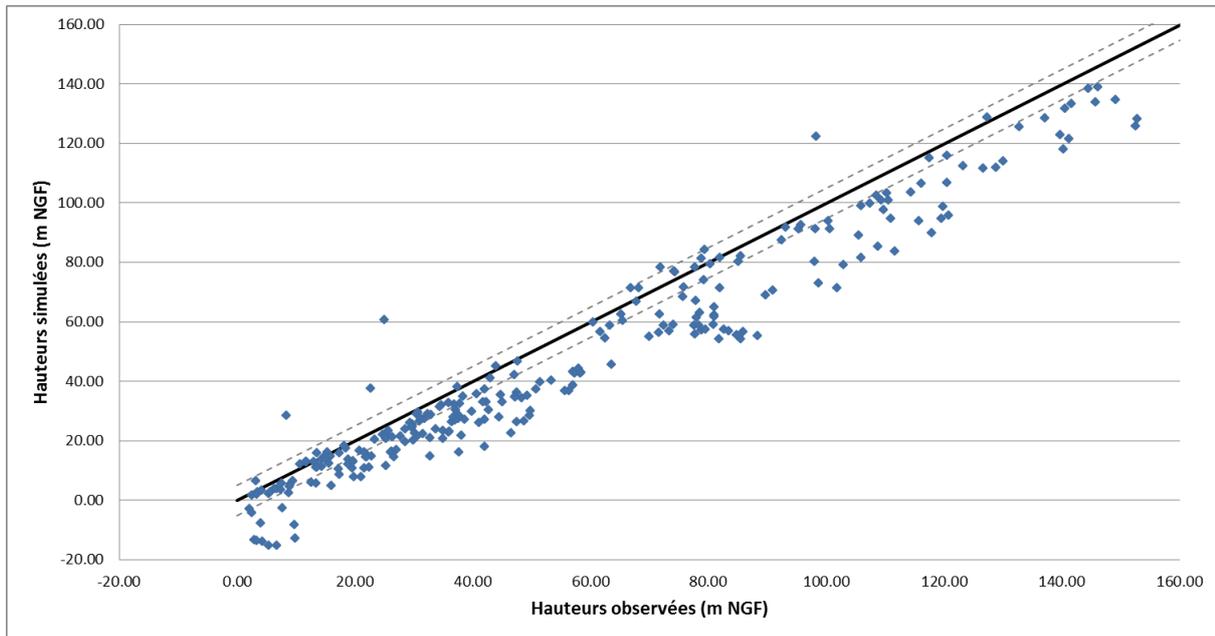


Illustration 81 : Diagramme de dispersion des hauteurs piézométriques calculées et observées

5. Conclusion

Conformément au descriptif technique de l'étude, l'appui au SAGE « Midouze » réalisé en année 4 de la convention régionale « Eaux souterraines » a consisté à exploiter le modèle géologique, établi en Année 1 de la convention, afin de mieux appréhender la géométrie des formations au droit du territoire, réaliser une 1^{ère} campagne piézométrique (basses eaux), évaluer la qualité des eaux souterraines et faire une synthèse des paramètres hydrodynamiques disponibles.

Au final, quatre zones, se caractérisant par des épaisseurs moyennes des formations plio-quaternaires très variables, ont pu être distinguées, les quadrants nord-ouest et sud-ouest présentant les plus fortes épaisseurs (respectivement 60 et 110 m) et les quadrants nord-est et sud-est, les plus faibles (45 et 15 m).

La carte piézométrique réalisée à partir de 112 mesures de niveau d'eau effectuées entre le 7 juin et le 8 août 2013 met, quant à elle, en évidence un net drainage de la nappe par les cours d'eau. De façon générale, les écoulements se font vers le nord-est dans la partie sud-est du bassin (zone où la carte reste peu fiable en raison de la faible densité de points de mesure) et vers le sud, ailleurs. On retiendra aussi que les mesures ont quasiment été réalisées au moment des plus hautes eaux 2013 qui elles-mêmes ont atteint des niveaux exceptionnellement hauts par rapport aux années précédentes.

D'un point de vue de la qualité des eaux, les mesures physico-chimiques et les dosages effectués sur 41 points d'eau sollicitant les formations plio-quaternaires ont mis en évidence des températures allant de 12 à 15,7°C, des conductivités allant de 60 à 493 $\mu\text{S}/\text{cm}$ traduisant une minéralisation faible à moyenne et des pH acides à mettre en relation avec la nature sableuse du sous-sol. La contamination des eaux par des nitrates d'origine naturelle ou anthropique semble aussi très limitée dans la mesure où les plus fortes teneurs n'ont pas dépassé 5 mg/l.

Enfin, il n'a pas été jugé possible d'ébaucher un contour de la nappe d'accompagnement sur la base des valeurs de transmissivité et de coefficient d'emmagasinement récupérées au Conseil Général des Landes (valeurs trop peu nombreuses et de plus, ne concernant pas le territoire du SAGE Midouze).

En ce qui concerne la mise en place du modèle hydrodynamique, la première étape a été de réaliser la synthèse des données disponibles à l'échelle du triangle landais, qu'elles soient issues de la bibliographie ou des travaux menés dans le cadre de ce module, afin d'évaluer les possibilités de modélisation. Par la suite, l'ensemble de ces données a été intégré, puis les premières simulations ont permis de s'assurer du bon fonctionnement de l'outil et de valider les choix de construction du modèle. Les résultats obtenus, même s'ils sont cohérents en première approche avec les observations de terrain, montrent la nécessité de poursuivre les travaux de modélisation en se focalisant sur la vérification et le calage des recharges et paramètres hydrodynamiques, sur une meilleure prise en compte du réseau hydrographique et sur l'intégration des données de volumes. Ces priorités seront menées sur l'ensemble du territoire, puis à l'échelle des territoires des SAGE Lacs médocains et Born et Buch, pour lesquels davantage de données sont disponibles. En complément, le calage du modèle en régime transitoire sera engagé et une réflexion sera menée sur une possible intégration du modèle Plio-Quaternaire, à terme, dans le Modèle Nord-Aquitain (MONA).

6. Bibliographie

Ouvrages de référence

A'urba (2010). Schéma de Cohérence Territoriale des Lacs Médocains - Rapport de présentation TOME 3/5 - Etat initial de l'environnement. A'urba pour la Communauté de Communes des Lacs Médocains, 102 p.

DIREN (2009a). Campagnes de jaugeages isolés 2008 en Gironde en relation avec les affleurements du Plio-Quaternaire et de l'Oligocène - (GI 815) DIREN AQUITAINE Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 8 p.

DIREN (2009b). Campagnes de jaugeages isolées menées en 2009 en Gironde et Landes en relation avec les affleurements du Plio-Quaternaire et de l'Oligocène - (GI 815) DIREN AQUITAINE Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 11 p.

Dubreuilh J., Capdeville J.P., Farjanel G., Karnay G., Platel J-P., Simon-Coinçon R. (1995). Dynamique d'un comblement continental néogène et quaternaire : l'exemple du Bassin d'Aquitaine. Géologie de la France, n° 4, p.3-26. 15 fig.

Gissol (2011). L'état des sols de France Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 188 p.

Klingebiel A., Legigan Ph., (1981). Histoire géologique de la Grande Lande. Actes du colloque de Sabres 27-29 novembre 1981. Edition du C.N.R.S. et du Parc naturel régional des Landes de Gascogne. 18 p., 11 fig.

Klingebiel A., Platel J.P., (2001). Histoire géologique et structures profondes du triangle landais. Actes du colloque de Brocas (mars 2000), Travaux et Colloques scientifiques, PNR Landes de Gascogne édit, n°3, p.11-33.

Legigan P., (1981). Origine et mise en place du sable des Landes : apports de l'exoscopie. Actes du colloque de Sabres 27-29 novembre 1981. Edition du C.N.R.S. et du Parc naturel régional des Landes de Gascogne. 6 p., 2 An.

SHOM (2012). Références Altimétriques Maritimes - Ports de France métropolitaine et d'outre-mer - Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée. Edition 2012. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 104 p.

Syndicat Mixte GEOLANDES (2006). Projet de SAGE Etang Littoraux Born et Buch – Dossier de consultation. 80 p., 384 p.

Syndicat Mixte GEOLANDES (2013). SAGE Etangs littoraux Born et Buch - Etat initial, 384 p.

Travaux universitaires

Albesa J. (1966). La nappe phréatique de la rive droite de la basse vallée du Ciron. Thèse d'hydrogéologie.

Aurouze J., Aubic J., Lacazedieu G. (1972). Etude géologique et hydrogéologique de l'ensemble Tertiaire-Quaternaire du Sud-Ouest de l'Aquitaine. Cartes piézométriques et des chlorures de la nappe du Plio-Quaternaire. Région des Landes.

Banas D. et Lata J.C. Les nitrates. Université Paris-Sud; Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution ; CNRS/ENGREF/Univ. Paris-Sud.

Budzinski H., Tapie N., Gonzalez J.L., Le Ménach K. et Geny T. (2010). Etude de la variabilité des effluents du Wharf de la Salie et suivi dans le milieu. Caractérisation de la concentration en contaminants organiques et métalliques, 25 pages.

Cayocca F. (1996). Modélisation morphodynamique d'une embouchure tidale : Application aux passes d'entrée du Bassin d'Arcachon Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 419 p.

Corrège P. (1967). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de l'étang de Parentis-Biscarosse. Thèse d'hydrogéologie.

Dagassan E. (1962). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du bassin de l'Eyre : rive gauche de Salles à Pissos. Thèse d'hydrogéologie.

Denis A. (1962). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du bassin de l'Eyre, la basse vallée. Thèse d'hydrogéologie.

Dupuy J. (1964). Etude hydrogéologique de la bordure côtière du Médoc entre Soulac et Hourtin. Thèse d'hydrogéologie.

Denis A., (1962). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du Bassin de l'Eyre (la basse vallée). Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Bordeaux pour obtenir le titre de docteur en hydrogéologie-géochimie. p.45, 3 An.

Dubreuilh J., (1976). Contribution à l'étude sédimentologique du système fluvial Dordogne-Garonne dans la région bordelaise. Les ressources en matériaux alluvionnaires du département de la Gironde. Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Bordeaux I pour obtenir le titre de docteur en sciences de la terre option géologie. 273 p., 41 fig., 73 tab., 2 planches photo, 1 annexe.

Elmounhi M., (1984). Les aquifères: miocène et plio-quaternaire entre Bordeaux et le Bassin d'Arcachon. Diplôme universitaire des sciences et travaux géologiques, mention Sciences de la Terre option hydrogéologie présenté à l'Université de Bordeaux III. 97p., 45Fig., 11An.

EPOC (2006). Etude bathymétrique du Lac de Carcans-Hourtin : 2005-2006. Rapport UMR EPOC - Université Bordeaux 1, 37 p.

Galharret P. (1985). Le lac de Parentis-Biscarosse et son environnement. Thèse d'hydrogéologie.

Gassita S. (1968). Etude hydrogéologique du haut Médoc entre Macau et Cussac. Thèse d'hydrogéologie.

Hubert C. (1967). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de l'étang d'Aureilhan. Thèse d'hydrogéologie.

Jehl J. (1967). Etude hydrogéologique de la bordure orientale du haut Médoc entre Sainte-Hélène et la Garonne. Thèse d'hydrogéologie.

Jullien, J. (1968). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire de la région de Soustons (40). Thèse de 3^{ème} cycle, Bordeaux.

- Folliot M. (1993).** Les faluns de Salles et de Mios (Gironde). Etude paléoécologique et propositions paléogéographiques. Thèse Bordeaux I, p.156.
- Korom S.F. (1992).** Natural denitrification in the saturated zone: a review. Water Resources, Research, Vol. 28 n°6, p. 1657-1668.
- Lagorce A. (1964).** Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du bassin de l'Eyre, périmètre compris entre la Grande et la Petite Leyre. Thèse d'hydrogéologie.
- Leblond B. (1969).** Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de Morcenx. Thèse d'hydrogéologie.
- Mariotti (1994).** Dénitrification in situ dans les eaux souterraines, processus naturels ou Provoqués : revue Hydrogéologie, n°3, p. 43-68.
- Meybeck M. (1989).** The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. Palaeogeogr. Palaeoclimatol., 75, 283-309.
- Meybeck M. (1982).** Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. Amer. J. Sci., 282, 401-450.
- Milcen A. (1963).** Etude hydrogéologique : la nappe phréatique de la bordure occidentale du Médoc entre Lacanau et Hourtin. Thèse d'hydrogéologie.
- Müller C., Pujol C. (1979).** Etude du nanoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine. Géologie Méditerranéenne, VI, n°2, p.357-368
- Olivo C. (1967).** Etude hydrogéologique du bassin versant du Ciron (rive gauche, moyenne et basse vallée). Thèse d'hydrogéologie.
- Oller G. (1974).** Essai d'infiltration d'un effluent épuré dans les sables dunaires. Thèse d'hydrogéologie.
- Ressouches P. (1962).** Etude hydrogéologique ; la nappe phréatique du bassin de l'Eyre : rive gauche de Pissos à Lestage. Thèse d'hydrogéologie.
- Sasmayoux J. (1970).** Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la région située au nord de Mont-de-Marsan. Thèse d'hydrogéologie.
- Sauret J. (1967).** Etude hydrogéologique et géochimique de la nappe du Plio-Quaternaire de la haute vallée du Ciron. Thèse d'hydrogéologie.
- Schoeller H. (1964).** Etude hydrogéologique du Bassin de l'Eyre - Bulletin Technique du Génie Rural N°70, 1964.
- Sourisseau B. (1967).** Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire de la région de l'étang de Léon (40), Thèse de Bordeaux, p.1-114, 70 pl., 7 dpl.
- Teissier J.L. (1967).** Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de l'Etang de Cazaux. Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Bordeaux pour obtenir le titre de docteur en hydrogéologie. 75 p., 22 Fig.

Torelli L. (1968). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire de la région de saint-julien en Born. Thèse de Bordeaux.

Tournier M. (1961). Etude hydrogéologique du bassin de l'Eyre. Document cartographique : carte des hydrohypes.

Vouve J. (1962). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du bassin de l'Eyre : rive droite de la Petite Eyre, d'Argelouse à Cazalis. Thèse d'hydrogéologie.

Zumstein J. (1965). Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la bordure occidentale du Médoc entre Sainte-Hélène et le Porge. Thèse d'hydrogéologie.

Rapports BRGM

Barbier J., Chery L. (1999)- Origine des éléments indésirables ou toxiques dans les eaux souterraines. Réalisation d'un inventaire national et essai d'identification de l'origine des teneurs anormales. Rapport BRGM R 40448, 62 page, 3 figures, 2 tableaux, 1 An.

Bichot F., Alexandre A. et Baraton A. (2001). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 5. Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines. Atlas hydrogéologique de l'Aquitaine. BRGM/RP-51175-FR, 172 p.

Chery L., Barbier J. (2000). Le phosphore dans les eaux souterraines de France. Etat des connaissances. Rapport BRGM/RP-40857-FR.

Corbier P. (2003). Note d'information sur la dénitrification naturelle et ses incidences sur la qualité des eaux souterraines. Note réalisée dans le cadre de l'appui aux services chargés de la Police de l'Eau.

Corbier P., Capdeville J.P., Pedron N., Platel J.P., Winckel A. (2005). SAGE Nappes profondes de Gironde. Atlas des zones à risques. Rapport final. BRGM/RP-53756-FR.

Corbier P., Karnay G. avec la collaboration de Bourguine B. et Saltel M. (2010) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 7 - Année 1 - BRGM/RP-57813-FR, 187 pages, 36 figures, 6 annexes.

Corbier P., Saltel M. et David A. avec la collaboration de Bourdonné R. et Labarthe B. (2011) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 6 - Année 2 - BRGM/RP-60259-FR, 63 pages, 26 figures, 10 annexes.

Corbier P. avec la collaboration de Bourdonné R. et Joncheray Y. (2012) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 6 - Année 3 - BRGM/RP-61303-FR, 112 pages, 59 figures, 5 annexes.

Daum J.R. et Durand F. (1995). Impact des prélèvements réalisés dans les nappes d'accompagnement sur les eaux superficielles associées. Rapport BRGM R38586.

Durst P., Rodriguez G. (2008). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine – Géologie et hydrogéologie des réservoirs du Plio-Quaternaire dans le secteur du Bassin d'Arcachon. Rapport final. BRGM-RP-56680-FR.

Guillemin C., Roux J.C. (1991), Pollution des eaux souterraines en France. Bilan des connaissances, impacts, et moyens de prévention. Manuelles et méthodes n°23. Editions du Brgm.

Karnay G., Corbier P. avec la collaboration de Blanchin R., Jaouen T., Porquet M. et Peter M. (2008) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 7 - Année 4 - BRGM/RP-56475-FR, 73 pages, 25 figures, 6 tableaux.

Karnay G. (2007). Carte géologique harmonisée du département des Landes (1/250000) et notice technique. Rapport final, BRGM/RP-55511-FR, 180 p., 3 fig., 3 pl. hors-texte, 1 annexe.

Landreau A., Roux J.C. (1985). Les nitrates dans les eaux souterraines, exemples de répartition et d'évolution des teneurs dans quelques aquifères français. Rapport BRGM 84 SGN 361 ENV.

Lenôtre N., Blanchin R., Delfau M., Thiery P. (1994). Carte isocline de la France, comparaison des nivellements de 1° et de 2° ordre. Rapport ANDRA n° 6AO RP ANT 94-006.

Mauroux B., Capdeville J.P., Ducasse G. (2007). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine – Géologie et hydrogéologie des réservoirs plio-quaternaires dans le secteur du Bassin d'Arcachon – Module 1 – Année 3 – BRGM/RP-55239-FR, 56 pages, 24 figures, 3 annexes.

Moreau C. (1989). Département des Landes. Étude de la nappe du Miocène dans le secteur de Mont-de-Marsan. Préservation de sa qualité et évaluation des potentialités - BRGM/RR-30275-FR.

Mugica J., Delvallée E., Pedreros R. (2010). Application de modèles numériques pour l'estimation de l'altitude du plan d'eau à Andernos-les-Bains. Rapport BRGM/RP-58723-FR. 92 p., 64 fig., 14 tab., 6 ann

Pédron N., Seguin J. J. et Bichot F. (2001). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - Année 5 - Evaluation des ressources - Modélisation des aquifères du Miocène - Calage et simulations. Rapport BRGM/RP-51176-FR.

Pédron N., Platel J.P., Dubreuilh J., Mauroux B. (2002). Aspects géologiques et hydrogéologiques des connaissances sur les systèmes aquifères mio-plio-quaternaires des Landes de Gascogne - Note BRGM 02 AQI 17, 24 p., 7 fig.

Pédron N., Platel J.P., Bourguin B., Loiseau J. (2008). Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Année 4 - Module 4 - BRGM/RP-56614-FR, 99 p., 49 fig., 6 ann.

Platel J.P. (2005). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Réunion du Comité de Pilotage. 17 mai 2005. Excursion géologique sur les formations réservoirs sablo-graveleuses des nappes du Quaternaire et du Pliocène des Landes de Gascogne. Note. BRGM Aquitaine. 05 AQI 06. 17p.

Saltel M., Jankowski C., Platel J.P. et Pédron N. (2009). Forages agricoles des Landes – Attribution d'un indice BSS et d'un code aquifère – Appui à la Police des Eaux Souterraines en Aquitaine - BRGM/RP-57738-FR.

Saltel M., Pédrón N., Platel J.P., Corbier P., Bourguine B. (2010). Atlas des zones à risque du SAGE Nappes Profondes de Gironde - Phase 2 - Problématique du dénoyage de l'Oligocène au Sud de l'agglomération Bordelaise. BRGM/RP - 58156-FR 123 p., 64 fig., 11 tab., 7 ann.

Thiéry D. (2004). Définition des coefficients d'emmagasinement captif dans le code MARTHE - Note technique BRGM NT EAU 2004/05 BRGM, 2004

Winckel A., Seguin J.J., Pedron N. (2005). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Piézométries d'objectif d'étiage et de crise. Module 3. Année 2. BRGM/RP-53658-FR. 109 p., 80 illustrations.

Cartes et notices géologiques

Alvinerie J., Gayet J. (1973). Carte géol. France (1/50000), feuille Hostens (851). Orléans : BRGM. Notice explicative par Alvinerie J., Gayet J., Kieken M., Legigan P., Duvergé J., Prativiel L., (1973), 21p.

Burger J.J., Bocherens R., Endrey G., Verdier P., Richert J.P., Arrents C., Gros H., Lorsignol S., Kieken M., Thibault C. (1971). Carte géol. France (1/50000), feuille Hasparren (1002). Orléans : BRGM. Notice explicative par Kieken M., Thibault C., (1971), 24p.

Capdeville J.P. (1990). Carte géol. France (1/50000), feuille Mont de Marsan (951). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1990), 41p.

Capdeville J.P. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Labrit (899). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1991), 35p.

Capdeville J.P. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Nogaro (952). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1991), 35p.

Capdeville J.P. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Bazas (876). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1992), 44p.

Capdeville J.P. (1996). Carte géol. France (1/50000), feuille Tonneins (877). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., Turq A., Dautant A., Réginato A., (1996), 52p.

Capdeville J.P., Bouchet J.M. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Audenge (828). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1992), 32p.

Capdeville J.P., Bouchet J.M. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Audenge (828). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., (1992), 32p.

Capdeville J.P., Darboux F. (1998). Carte géol. France (1/50000), feuille Aire sur l'Adour (979). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., Millet D., Millet F., (1998), 51p.

Capdeville J.P., Karnay G. (1996). Carte géol. France (1/50000), feuille Podensac (826). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., Charnet F., Lenoir M., (1996), 60p.

Capdeville J.P., Karnay G. (2006). Carte géol. France (1/50000), feuille Montréal du Gers (927). Orléans : BRGM. Notice explicative par Capdeville J.P., Millet D., (2006), 68p.

Crouzel F. (1989). Carte géol. France (1/50000), feuille Eauze (953). Orléans : BRGM. Notice explicative par Crouzel F., Cosson J., Bel F., Galarhague J., (1989), 48p.

Crouzel F., Icole M. (1982). Carte géol. France (1/50000), feuille Plaisance (953). Orléans : BRGM. Notice explicative par Cosson J., Crouzel F., Icole M., Roche J., (1987), 51p.

Dubreuilh J., Alvinerie J., Pratviel L. (1978). Carte géol. France (1/50000), feuille Langon (852). Orléans : BRGM. Notice explicative par Alvinerie J., Dubreuilh J., Moussié B., Pratviel L., Wilbert J., Gayet J., Ringeade M., (1978), 28p.

Dubreuilh J., Capdeville J.P., Bouchet J.M. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Lit et Mixe (923). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Karnay G., (1991), 56p.

Dubreuilh J. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Sabres (898). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Platel J.P., (1991), 52p.

Dubreuilh J., Bouchet J.M. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Arcachon (825). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Karnay G., Bouchet J.M., Le Nindre Y.M., (1992), 53p.

Dubreuilh J., Marionnaud J.M. (1977). Carte géol. France (1/50000), feuille St Laurent et Benon - Etang de Carcans (777-778). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Marionnaud J.M., Andreieff P., Moussié B., Vouvé J., Wilbert J., Fried E., (1977), 25p.

Gayet J., Alvinerie J., Dubreuilh J., Marionnaud J.M. (1976). Carte géol. France (1/50000), feuille Ste Hélène - le Porge (801-802). Orléans : BRGM. Notice explicative par Gayet J., Dubreuilh J., Marionnaud J.M., Duvergé J., Vigneaux M., (1977), 24p.

Gayet J., Pratviel L., Alvinerie J., Dubreuilh J. (1976). Carte géol. France (1/50000), feuille Bordeaux (803). Orléans : BRGM. Notice explicative par Alvinerie J., Pratviel L., Gayet J., Dubreuilh J., Moisan J.L., Wilbert J., Astié H., Duvergé J., (1977), 40p.

Gayet J., Pratviel L., Alvinerie J., Dubreuilh J. (1977). Carte géol. France (1/50000), feuille Pessac (827). Orléans : BRGM. Notice explicative par Alvinerie J., Pratviel L., Duvergé J., Dubreuilh J., Wilbert J., Astié H., Gayet J., Duphil J., (1978), 32p.

Karnay G., (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Losse (900). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., (1991), 39p.

Karnay G. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille La Teste (849). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., Dubreuilh J., Bouchet J.M., (1992), 52p.

Karnay G. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Mimizan (897). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., (1993), 43p.

Karnay G. (1993). Carte géol. France (1/50000), feuille St Symphorien (875). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., (1993), 41p.

Karnay G. (1996). Carte géol. France (1/50000), feuille Nérac (901). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., Turq A., (1996), 50p.

Karnay G., Dubreuilh J. (1990). Carte géol. France (1/50000), feuille Brocas (925). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., (1991), 52p.

Karnay G., Dubreuilh J., Bouchet J.M. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Soustons (949). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., Dubreuilh J., (1991), 56p.

Kieken M., Burger J.J., Thibault C., Boulanger D., Dupouy-Camet J. (1975). Carte géol. France (1/50000), feuille St Vincent de Tyrosse (976). Orléans : BRGM. Notice explicative par Kieken M., Thibault C., (1975), 46p.

Lamare P. (1963). Carte géol. France (1/50000), feuille Bayonne (1001). Orléans : BRGM. Notice explicative par Lamare P., (1963), 15p.

Le Pochat G., Thibault C. (1977). Carte géol. France (1/50000), feuille Dax (977). Orléans : BRGM. Notice explicative par Le Pochat G., Thibault C., (1977), 26p.

Mazurier C., Karnay G. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Biscarrosse (873). Orléans : BRGM. Notice explicative par Karnay G., (1992), 38p.

Marionnaud J.M., Dubreuilh J. (1972). Carte géol. France (1/50000), feuille St Vivien - Soulac (729-730). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Marionnaud J.M., Allard A., Andreieff P., Astié H., Chateauneuf J.J., Latouche C., Paquereau M., Vouvé J., Wilbert J., (1972), 41p.

Marionnaud J.M., Dubreuilh J. (1973). Carte géol. France (1/50000), feuille Lesparre – le Junca (753-754). Orléans : BRGM. Notice explicative par Dubreuilh J., Marionnaud J.M., Andreieff P., Galy-Aché C., Astié H., Moussié B., Vouvé J., Wilbert J., (1973), 47p.

Mouline M.P., Bigot M., Marionnaud J.M., Boutot B., Giresse P. (1975). Carte géol. France (1/50000), feuille Blaye (779). Orléans : BRGM. Notice explicative par Mouline M.P., Moussié B., (1977), 45p.

Mouline M.P., Dubreuilh J. (1979). Carte géol. France (1/50000), feuille Marmande (853). Orléans : BRGM. Notice explicative par Mouline M.P., Dubreuilh J., CAZAL A., Pouchan P., Le Tensorer J.M., Paquereau M., Wilbert J., (1979), 45p.

Platel J.P., (1990). Carte géol. France (1/50000), feuille Cazaubon (926). Orléans : BRGM. Notice explicative par Platel J.P., (1990), 66p.

Platel J.P., Capdeville J.P., Dubreuilh J. (1990). Carte géol. France (1/50000), feuille Tartas (950). Orléans : BRGM. Notice explicative par Platel J.P., (1990), 51p.

Platel J.P. (1992). Carte géol. France (1/50000), feuille Belin (850). Orléans : BRGM. Notice explicative par Platel J.P., (1992), 66p.

Platel J.P., Dubreuilh J. (1991). Carte géol. France (1/50000), feuille Parentis-en-Born (874). Orléans : BRGM. Notice explicative par Platel J.P., Dubreuilh J., (1991), 61p.

Autres

ADES : Accès aux données sur les eaux souterraines (<http://www.ades.eaufrance.fr/>)

BSS : Banque de données sur le sous-sol (<http://infoterre.brgm.fr/>)

Communauté des communes des Grands Lacs : <http://www.cdc-grands-lacs.fr/>

Google Map : (<http://maps.google.fr/>)

Institution-Adour : Institution Adour - Conseil Général des Landes - 40025 Mont de Marsan Cedex (<http://www.institution-adour.fr/>)

Météo-France : Bulletins mensuels climatiques du Sud-Ouest

Ministère de la Santé et des Solidarités : Arrêté du 11 juin 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R-1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du code de la santé publique.

MONA : Modèle géologique Nord Aquitain

PIGMA : La plateforme de l'information géographique mutualisée en Aquitaine (<https://www.pigma.org/>)

Schéma d'aménagement et de gestion des eaux « Estuaire de la Gironde et milieux associés » : Etat des lieux Septembre 2007.

Schéma d'aménagement et de gestion des eaux « Etangs littoraux Born et Buch » : Fonctionnement et gestion hydraulique 2006.

SIBA : Syndicat intercommunal du Bassin d'Arcachon (<http://www.siba-bassin-arcachon.fr/>)

SIGES-AQI : Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Aquitaine.

SOLSETPAYSAGES : (<https://www.solsetpaysages.canalblog.com/>)

SONEL : www.sonel.org

Annexe 1

Caractéristiques des points ayant fait l'objet d'une mesure piézométrique durant l'été 2013

Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire
Module 6 - Année 4

BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	Type	X L2Et	Y L2Et	Z MNT	PROF. OUV. (m)	Ø (mm)	DATE MESURE	REPERE (m)	PROF EAU/REPERE (m)	PROF EAU/SOL (m)	Z piezo m NGF	PQ	QUALITE EAU
08996X0182			DFCI	365363	1909628	104	16,9	160	22/07/2013	0,14	1,25	1,11	102,89	PQ	Oui
08996X0183	Labrit		DFCI	367953	1907266	99	21,4	160	05/08/2013	0,8	1,69	0,89	98,11	PQ	Oui
08996X0184			DFCI	368492	1909806	107	17,5	160	17/07/2013	0,3	1,4	1,1	105,90	PQ	Non
08997X0007	SEN(LE)	LHERTE	Agricole	375773	1911844	121	22,5	160	09/07/2013	0,05	1,48	1,43	119,57	PQ	Non
08997X0182			DFCI	375614	1905539	107	20,4	160	17/07/2013	0,32	1,8	1,48	105,52	PQ	Oui
08997X0183			DFCI	376528	1907924	117	20,3	160	17/07/2013	0,3	1,48	1,18	115,82	PQ	Non
08997X0184			DFCI	369734	1911237	115	17,95	160	17/07/2013	0,22	3,55	3,33	111,67	PQ	Non
08997X0185		voie ferré	DFCI	370971	1909113	111	20,3	160	17/07/2013	0,34	2,52	2,18	108,82	PQ	Non
08997X0186			DFCI	373410	1910795	120	17,9	160	17/07/2013	0,21	2,33	2,12	117,88	PQ	Non
08997X0187			DFCI	376502	1910728	122	16,2	160	17/07/2013	0,34	1,5	1,16	120,84	PQ	Oui
08998X0166	Belis		puits privé	380069	1904036	92	4,4	1000	02/08/2013	1,28	2,83	1,55	90,45	PQ	Non
08998X0167			DFCI	377760	1906621	113	18	160	02/08/2013	0,2	2,19	1,99	111,01	PQ	Oui
08998X0168	Lencouaq		DFCI	378604	1909202	121	20,1	160	05/08/2013	0,22	1,4	1,18	119,82	PQ	Oui
08998X0169	Lencouaq	Grand Hort	DFCI	381129	1907754	111	20	160	05/08/2013	0,44	2,07	1,63	109,37	PQ	Oui
08998X0170		Braou	DFCI	383181	1908431	112	19,55	160	17/07/2013	0,4	2,1	1,7	110,30	PQ	Oui
08998X0171	Lencouaq		DFCI	382525	1903978	112	16,5	160	05/08/2013	0,26	2,5	2,24	109,76	PQ	Oui
09002X0022	BOURRIOT-BERGONCE	JEAN JACQUES	Agricole	395546	1913622	136	20	300	09/07/2013	0,5	9,56	9,06	126,94		Non
09005X0028	RETJONS	CAPRICE	Agricole	390588	1911721	131	18	300	09/07/2013	0,35	8,13	7,78	123,22	PQ	Non
09005X0032	BOURRIOT-BERGONCE	GEME	Agricole	390950	1908556	117	18	160	04/07/2013	0,38	1,24	0,86	116,14	PQ	Non
09005X0172		Miquelot	puits privé	388131	1904680	102	8	800	02/08/2013	0,93	2,59	1,66	100,34	PQ	Non
09005X0173	Retjons		DFCI	385026	1907846	116	20,2	160	05/08/2013	0,41	1,98	1,57	114,43	PQ	Oui
09005X0174			DFCI	388184	1913010	129	21	160	22/07/2013	0,39	2,68	2,29	126,71	PQ	Non
09005X0175			DFCI	390531	1911374	131	17	160	22/07/2013	0,33	2,43	2,1	128,90	PQ	Oui
09005X0176	Retjons		DFCI	387430	1909514	122	18,2	160	05/08/2013	0,1	1,51	1,41	120,59	PQ	Oui
09005X0177	Retjons		DFCI	386882	1906470	112	12,3	160	05/08/2013	0,19	1,62	1,43	110,57	PQ	Oui
09005X0178			DFCI	385602	1905603	109	20,1	160	17/07/2013	0,44	2,05	1,61	107,39	PQ	Non
09005X0179			DFCI	384796	1904895	108	20,3	160	17/07/2013	0,4	2,4	2	106,00	PQ	Oui
09005X0180	Bourriot-Bergonce		DFCI	390707	1907103	110	22	160	05/08/2013	0,5	1,93	1,43	108,57	PQ	Oui
09006X0028	BOURRIOT-BERGONCE	AYGUELONGUE	Agricole	397094	1910960	140	60	160	09/07/2013	0,1	4,4	4,3	135,70		Non
09006X0040	BOURRIOT-BERGONCE	GEME	Agricole	391244	1908256	115	59,8	160	04/07/2013	0,1	3,06	2,96	112,04		Non
09006X0041	BOURRIOT-BERGONCE	GEME	Agricole-DFCI	391664	1907895	113	57,5	300	04/07/2013	0,145	2,26	2,115	110,89		Non
09006X0052	BOURRIOT-BERGONCE	AYGUELONGUE,LE PAYSAN	Agricole	397345	1911611	141	21	160	09/07/2013	0	0,77	0,77	140,23	PQ	Non
09006X0057	BOURRIOT-BERGONCE		Agricole	397113	1910670	139	65	160	09/07/2013	0	8,88	8,88	130,12		Non
09006X0065	BOURRIOT-BERGONCE	TUCO	Agricole	396343	1911192	140	48	160	09/07/2013	0,25	3,99	3,74	136,26		Non
09006X0066	BOURRIOT-BERGONCE	TUCO	Agricole-DFCI	395941	1909991	134	43,5	300	09/07/2013	0,16	13,39	13,23	120,77		Oui
09006X0173	BOURRIOT-BERGONCE	PESSICOT	Agricole	395697	1911997	139	40	300	09/07/2013	0,3	17,26	16,96	122,04		Non
09006X0285	BOURRIOT-BERGONCE	SAUS DE HAUT	Agricole	392003	1912143	134	50	300	09/07/2013	0,2	11,1	10,9	123,10		Non
09006X0294	SAINT-GOR	LA PEPINIERE	Agricole	396297	1903306	109	60	300	11/07/2013	0,5	9,56	9,06	99,94		Non
09006X0356			DFCI	391785	1912378	134	19	160	22/07/2013	0,43	4,32	3,89	130,11	PQ	Non
09006X0357		La carrère	puits privé	393735	1903425	100	4	800	02/08/2013	0,89	2,71	1,82	98,18	PQ	Non
09007X0048	BOURRIOT-BERGONCE	BOUTSOURBERE	Agricole	399698	1908867	142	40	300	09/07/2013	0,24	11,57	11,33	130,67		Non
09007X0049	BOURRIOT-BERGONCE	BOUTSOURBERE	Agricole	399788	1908805	142	18	160	09/07/2013	0,08	2,3	2,22	139,78	PQ	Non
09007X0236			DFCI-Suivi CG40	399718	1910308	144	14	160	22/07/2013	0,21	2,9	2,69	141,31	PQ	Non
09007X0237			DFCI	402778	1908338	154	19,75	160	22/07/2013	0,29	1,7	1,41	152,59	PQ	Oui
09007X0238			DFCI	405228	1905734	155	18,1	160	22/07/2013	0,37	2,6	2,23	152,77	PQ	Non
09242X0283	Garosse	Notre dame des douleurs	Source	337345	1896283	70	0		06/08/2013					PQ	Oui/Npiezo
09242X0284			DFCI	337601	1896911	74	18	160	23/07/2013	0,2	1,79	1,59	72,41	PQ	Oui
09242X0285	Morcenx		DFCI	338406	1901899	82	18	160	23/07/2013	0,2	1,35	1,15	80,85	PQ	Non
09242X0286	Morcenx		DFCI	335686	1898279	81	18	160	23/07/2013	0,24	2,45	2,21	78,79	PQ	Non

BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	Type	X L2Et	Y L2Et	Z MNT	PROF. OUV. (m)	Ø (mm)	DATE MESURE	REPERE (m)	PROF EAU/REPERE (m)	PROF EAU/SOL (m)	Z piezo m NGF	PQ	QUALITE EAU
09242X0287	Morcenx		DFCI	334383	1897306	79	18	160	23/07/2013	0,35	1,67	1,32	77,68	PQ	Non
09243X0100	MORCENX	DARET	Agricole	341605	1903149	82	25	254	03/07/2013	0,46	1,47	1,01	80,99	PQ	Non
09243X0301	MORCENX	MARQUINE	Agricole	342104	1903017	82	25	254	03/07/2013	0,24	1,21	0,97	81,03	PQ	Non
09243X0347	Morcenx		DFCI	341138	1901265	79	18	160	23/07/2013	0,18	1,16	0,98	78,02	PQ	Non
09243X0348			DFCI	343082	1900932	80	17	160	23/07/2013	0,25	1,63	1,38	78,62	PQ	Oui
09243X0349	Morcenx		DFCI	345405	1901860	82	17	160	23/07/2013	0,21	1,24	1,03	80,97	PQ	Non
09244X0079			DFCI	351740	1897296	91	18	160	23/07/2013	0,58	1,87	1,29	89,71	PQ	Oui
09244X0080			DFCI	352932	1898819	92	19	160	23/07/2013	0,32	1,3	0,98	91,02	PQ	Non
09244X0081	Morcenx	Lenthe	DFCI	348614	1900010	79	18	160	06/08/2013	0,44	1,62	1,18	77,82	PQ	Oui
09245X0129			DFCI	331937	1887787	87	17,5	160	01/08/2013	0,2	1,7	1,5	85,50	PQ	Non
09245X0130			DFCI	332316	1886503	84	17	160	01/08/2013	0,25	2,38	2,13	81,87	PQ	Oui
09246X0215	Morcenx		DFCI	335279	1894290	85	17,5	160	23/07/2013	0,37	1,94	1,57	83,43	PQ	Oui
09246X0216	Morcenx-Bourg		DFCI	339579	1892321	80	18	160	01/08/2013	0,27	1,8	1,53	78,47	PQ	Non
09246X0217	RION-DES-LANDES	Les Rouzets	DFCI	333074	1891699	90	18,1	160	06/08/2013	0,25	1,81	1,56	88,44	PQ	Oui
09246X0218	RION-DES-LANDES		DFCI	334464	1889445	86	17,5	160	01/08/2013	0,23	1,39	1,16	84,84	PQ	Non
09246X0219			DFCI	335671	1891523	88	17	160	01/08/2013	0,16	2,22	2,06	85,94	PQ	Oui
09246X0220			DFCI	337896	1891562	84	17,3	160	01/08/2013	0,24	1,54	1,3	82,70	PQ	Oui
09246X0221			DFCI	337842	1889950	81	17,5	160	01/08/2013	0,3	1,81	1,51	79,49	PQ	Oui
09246X0222			DFCI	336985	1888816	76	15,8	160	01/08/2013	0,27	2,91	2,64	73,36	PQ	Non
09246X0223			DFCI	336441	1885798	72	16	160	01/08/2013	0,25	2,26	2,01	69,99	PQ	Oui
09246X0224			DFCI	336704	1887661	74	14,9	160	01/08/2013	0,33	2,69	2,36	71,64	PQ	Oui
09247X0182	MORCENX	LACQUES	Agricole	341584	1893996	64	13	57	03/07/2013	0,7	4,3	3,6	60,40	PQ	Non
09247X0212			DFCI	345926	1893093	51	17	160	01/08/2013	0,3	4,34	4,04	46,96		Oui
09247X0213	Beylongue	Le Clo du Loué	puits privé	345514	1885221	93	3,57	800	06/08/2013	0,78	2,03	1,25	91,75		Non
09248X0114	Ousse-Suzan	Maruque	puits privé	350639	1888375	56	18	800	06/08/21013	0,34	12,84	12,5	43,50		Non
09248X0115			DFCI	353294	1885710	41	19,85	160	18/07/2013	0,45	3,6	3,15	37,85		Non
09248X0116			DFCI	353711	1890575	68	20,7	160	18/07/2013	0,47	5,9	5,43	62,57		Oui
09251X0052	Geloux		DFCI	360458	1894486	72	20	160	23/07/2013	0,21	3,06	2,85	69,15		Non
09251X0053	Ygos St Saturnin		DFCI	354710	1897195	101	18,3	160	23/07/2013	0,38	1,95	1,57	99,43		Non
09252X0121			DFCI	366809	1899327	81	11,95	160	17/07/2013	0,43	2,5	2,07	78,93		Oui
09252X0122			DFCI	364095	1894782	84	18	160	23/07/2013	0,36	2,45	2,09	81,91	PQ	Oui
09253X0007	BELIS	M.SIMON - C.A.L.G.	Agricole	373830	1899023	96	45,4	300	10/07/2013	0,26	17,29	17,03	78,97		Non
09254X0016	CACHEN	LA BOURDETTE	Agricole	379310	1901077	102	27		10/07/2013			18	84,00		Non
09254X0041	CACHEN	LA SABLIERE	puits privé	378047	1900048	73	23		10/07/2013			8	65,00		Oui
09254X0081			DFCI	381353	1897158	86	18,6	160	16/07/2013	0,48	6,9	6,42	79,58		Non
09254X0082		Petit Tenay	DFCI	380261	1895374	70	14,62	160	17/07/2013	0,65	5,68	5,03	64,97		Oui
09254X0083	CACHEN	PREBENDERON	puits privé	381993	1900674	102	6,15	1120	10/07/2013	0,8	2,17	1,37	100,63	PQ	Non
09254X0084			DFCI	383161	1900444	94	21,5	160	16/07/2013	0,5	2,84	2,34	91,66		Non
09254X0085			DFCI	380185	1899537	94	22	160	16/07/2013	0,6	9,73	9,13	84,87		Non
09254X0086	Maillères	Lumalé	DFCI	379196	1894676	74	11	160	17/07/2013	0,3	7,13	6,83	67,17		Non
09255X0003	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Poulayne	Agricole	356627	1885166	59	75	219	02/07/2013	0,45	12,25	11,8	47,20		Non
09255X0015	GELoux	CHANTABAUDE	puits privé	360670	1889965	51	15	120	18/06/2013	0,16	2,65	2,49	48,51		Non
09255X0071	Geloux	CASSAGNE	Agricole	360713	1892014	62	20	160	23/07/2013	0,16	1,81	1,65	60,35		Non
09255X0102	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Cazade	Agricole	359886	1884742	52	25	140	02/07/2013	0	1,06	1,06	50,94		Non
09255X0103	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Cazade	Agricole	359906	1884756	52	25	160	02/07/2013	0,3	3,8	3,5	48,50		Non
09255X0104	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Pedarnaud	Agricole	358575	1884986	54	20	160	02/07/2013	0,24	0,38	0,14	53,86		Oui
09255X0106	SAINT-MARTIN-D'ONEY	PLECHAT	Agricole	358197	1884903	57	20	160	02/07/2013	0,08	1,43	1,35	55,65	PQ	Non
09255X0107	SAINT-MARTIN-D'ONEY	PLECHAT	Agricole	358222	1884913	57	20	160	02/07/2013	0	0,7	0,7	56,30	PQ	Non
09255X0149	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Bel-air	Agricole	358280	1886797	64	10	160	03/07/2013	0,24	1,56	1,32	62,68	PQ	Non

Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire
Module 6 - Année 4

BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	Type	X L2Et	Y L2Et	Z MNT	PROF. OUV. (m)	Ø (mm)	DATE MESURE	REPERE (m)	PROF EAU/REPERE (m)	PROF EAU/SOL (m)	Z piezo m NGF	PQ	QUALITE EAU
09255X0172			DFCI	358957	1888768	58	21,5	160	18/07/2013	0,25	2,06	1,81	56,19		Non
09255X0173	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Pierrot	Agricole	358545	1884853	55	22	160	02/07/2013	0,07	2,3	2,23	52,77		Non
09255X0174	St Martin d'Oney		DFCI	360463	1885868	51	4,9	160	18/07/2013	0,26	3,6	3,34	47,66	PQ	Non
09255X0175	St Martin d'Oney		DFCI	358927	1886269	61	18,5	160	18/07/2013	0,23	1,5	1,27	59,73		Oui
09255X0176		Norouvigot	DFCI	356388	1888271	62	20,5	160	18/07/2013	0,37	2,78	2,41	59,59		Oui
09255X0177			DFCI	356963	1890826	69	21,5	160	18/07/2013	0,2	3,3	3,1	65,90		Non
09255X0178	Ygos St Saturnin		DFCI	357767	1893109	68	18,8	160	23/07/2013	0,38	1,7	1,32	66,68		Oui
09256X0143			DFCI	366356	1891341	67	2,15	160	18/07/2013	0,42	2,15	1,73	65,27	PQ	Non
09256X0144			DFCI	366568	1893629	77	21	160	02/08/2013	0,42	1,75	1,33	75,67	PQ	Oui
09256X0145	Geloux	Le Hondut	puits privé	362580	1890081	64	4,7	800	06/08/2013	0,86	3,15	2,29	61,71	PQ	Oui
09256X0147			DFCI	364468	1891245	73	18,5	160	18/07/2013	0,28	1,5	1,22	71,78	PQ	Oui
09256X0148			DFCI	362796	1889414	64	19,5	160	18/07/2013	0,5	1,95	1,45	62,55	PQ	Non
09256X0149			DFCI	365042	1887800	63	19	160	18/07/2013	0,27	2	1,73	61,27		Non
09256X0150			DFCI	367095	1888086	55	18,5	160	18/07/2013	0,4	1,67	1,27	53,73		Oui
09256X0151	Uchacq et Parentis		DFCI	365956	1889591	65	16,8	160	06/08/2013	0,36	2,09	1,73	63,27	PQ	Oui
09257X0104			DFCI	373418	1885489	63	18,2	160	01/08/2013	0,45	1,91	1,46	61,54		Oui
09257X0105			DFCI-Suivi CG40	373056	1887409	73	14	160	23/07/2013	0,3	5,45	5,15	67,85	PQ	Non
09257X0106			DFCI	371885	1886150	71	18,25	160	23/07/2013	0,3	1,75	1,45	69,55		Oui
09257X0107			DFCI	371542	1886959	72	18,2	160	05/08/2013	0,41	2,71	2,3	69,70		Non
09258X0019	Gaillères	GOURGUE	Agricole	382640	1886305	94	37	300	24/07/2013	0,27	7,78	7,51	86,49		Non
09258X0027	BOUGUE	PESQUEROT	Agricole	378732	1883848	78	30	160	17/06/2013	0,05	1,85	1,8	76,20		Non
09258X0142	MONT DE MARSAN	Lagrabe	Piézomètre	378571	1885443	86	7,8	52	04/07/2013	0,42	1,3	0,88	85,12	PQ	Non
09261X0005	ROQUEFORT		Agricole	387715	1898211	81	18,3	485	01/07/2013	0,4	3,66	3,26	77,74	PQ	Non
09261X0045	SARBAZAN	BOURBON	Agricole	386457	1893958	106	65	160	19/06/2013	0,09	14,22	14,13	91,87		Non
09261X0081	SARBAZAN	BALLOCHE	puits privé	385858	1895100	98	19,5	160	19/06/2013	0	6,48	6,48	91,52		Oui
09261X0269		Lagousté	DFCI	387003	1902140	97	19	160	17/07/2013	0,53	1,81	1,28	95,72	PQ	Oui
09261X0270	Arue	Bas-Jouanay	DFCI	384293	1898737	82	13,6	160	16/07/2013	0,43	2,95	2,52	79,48		Oui
09261X0271	Roquefort	Bourdeau	DFCI	386096	1900256	100	21	160	16/07/2013	0,6	5,3	4,7	95,30	PQ	Non
09262X0017	SAINT-GOR	MAISONNEUVE,SAUTIRAN	Agricole	392971	1898603	112	63	900	01/07/2013	0,87	1,52	0,65	111,35		Non
09262X0018	SAINT-GOR	MAUBOURGUET C/O MR. BERNADET	Agricole	392850	1898083	111	52	76	11/07/2013	0,2	13,19	12,99	98,01		Oui
09262X0021	SAINT-GOR	SARPOUT	Agricole	393911	1897581	121	57	210	01/07/2013	0,18	12,04	11,86	109,14		Non
09262X0027	VIELLE-SOUBIRAN	POUYLASCROUS	DFCI	396751	1895444	128	19	160	01/07/2013	0,345	1,95	1,605	126,40		Non
09262X0051		Jeantique	DFCI	390901	1895267	109	20	160	16/07/2013	0,4	1,95	1,55	107,45		Oui
09263X0032	VIELLE-SOUBIRAN	COMMUNAL SUD MIDI	DFCI	398181	1894441	134	14	160	01/07/2013	0,31	1,5	1,19	132,81	PQ	Non
09263X0033	VIELLE-SOUBIRAN	COMMUNAL MIDI	DFCI	399833	1894559	138	16	160	01/07/2013	0,35	1,23	0,88	137,12	PQ	Non
09263X0034	SAINT-JUSTIN	TRIANGLE COMMUNES	DFCI	399962	1893777	143	16	160	01/07/2013	0,29	0,92	0,63	142,37		Oui
09263X0093		Pin Soulet	DFCI	403565	1898637	130	15,25	160	16/07/2013	0,25	2,92	2,67	127,33	PQ	Non
09263X0094			DFCI	403840	1896401	143	18,15	160	16/07/2013	0,32	1,62	1,3	141,70	PQ	Non
09263X0095			DFCI	401753	1893908	142	14	160	16/07/2013	0,235	1,71	1,475	140,53	PQ	Non
09264X0023	HERRE	BARRIERE DE COUSTE	Agricole	409782	1893073	147	14	130	01/07/2013	0,31	1,2	0,89	146,11	PQ	Non
09264X0155	LOSSE	AYGUE CLARE NORD	DFCI	406615	1895992	145	16,5	160	01/07/2013	0,34	3,28	2,94	142,06	PQ	Non
09264X0192		Estampouqué	DFCI	410774	1895807	148	16,8	160	16/07/2013	0,37	3,8	3,43	144,57	PQ	Non
09264X0193			DFCI	409871	1900351	155	18,6	160	02/08/2013	0,38	9,7	9,32	145,68	PQ	Oui
09265X0022	VILLENEUVE-DE-MARSAN	Le Bouet	Agricole	387824	1884494	93	56	100	17/06/2013	1	2,03	1,03	91,97		Non
09265X0038	POUYDESSEAUX	Lanet	Agricole	387291	1889621	117	37,5	160	19/06/2013	0,23	19,52	19,29	97,71		Non
09265X0151	Roquefort	Baqué	DFCI	389282	1891350	112	19,5	160	17/07/2013	0,46	5,88	5,42	106,58		Oui
09266X0015	FRECHE(LE)	PENIN	Agricole	392348	1883887	98	60	300	02/07/2013	0,2	16,39	16,19	81,81		Non
09267X0048			DFCI	403844	1892707	151	14	160	16/07/2013	0,305	2,09	1,785	149,22	PQ	Oui
09267X0049	Labastide d'Armagnac	Le Ruisseau st Hubert	puits privé	397898	1888072	87	4,34	800	07/08/2013	0,58	2,12	1,54	85,46	PQ	Oui

BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	Type	X L2Et	Y L2Et	Z MNT	PROF. OUV. (m)	Ø (mm)	DATE MESURE	REPERE (m)	PROF EAU/REPERE (m)	PROF EAU/SOL (m)	Z piezo m NGF	PQ	QUALITE EAU
09268X0309	Créon d'Armagnac	Pe de cos	puits privé	406091	1889746	157	9	800	07/08/2013	0,72	7,73	7,01	149,99		Non
09268X0310			DFCI	407278	1892617	147	18	160	16/07/2013					PQ	Oui/Npiezo
09268X0311	Lagrange	La Poussette	puits privé	406156	1888806	159	13	800	07/08/2013	0,99	7,69	6,7	152,30		Non
09502X0391	RION-DES-LANDES	Loncat	puits privé	339076	1884553	66	?	800	03/07/2013	0,9	2,66	1,76	64,24	PQ	Non
09503X0047	BEYLONGUE	Le Paysan	Agricole	344008	1883697	69	65		26/07/2013						Oui/Npiezo
09503X0152			DFCI	343007	1879489	44	15	160	26/07/2013	0,61	2,55	1,94	42,06	PQ	Non
09503X0153	RION-DES-LANDES	Jouanine	puits privé	341059	1882699	62	5,35	900	01/08/2013	0,72	3,12	2,4	59,60	PQ	Non
09503X0154	RION-DES-LANDES	Larrayde	puits privé	340805	1881986	65	3,5	900	01/08/2013	0,16	1,61	1,45	63,55	PQ	Non
09503X0155			DFCI	342056	1881219	52	18,4	160	01/08/2013	0,25	4,78	4,53	47,47		Oui
09504X0152	Ponson	Bourg	puits privé	347260	1876614	20	4	1000	06/08/2013	0,9	2,3	1,4	18,60	PQ	Non
09504X0153			DFCI	348200	1878093	25	14,72	160	01/08/2013	0,47	14,72	14,25	10,75		Oui
09504X0154			DFCI	346896	1880274	38	17,8	160	26/07/2013	0,47	2,76	2,29	35,71		Non
09507X0166	Audon	Nord de la ville	puits privé	345479	1872086	42	10,8	900	08/08/2013	0,4	9,95	9,55	32,45		Non
09508X0168	Audon	Rey	puits privé	346565	1872218	50	3,15	800	08/08/2013	0,27	1,59	1,32	48,68	PQ	Non
09511X0013	CAMPAGNE	TAUZIA	Agricole	359978	1878031	64	25	160	19/06/2013	0,07	0,83	0,76	63,24		Oui
09511X0020	CAMPAGNE	GENTIEU	Agricole	359848	1877781	67	21	160	19/06/2013	0,6	0,99	0,39	66,61		Non
09511X0039	CAMPAGNE	JEANDOUILLE	Agricole	359547	1877521	71	25	160	19/06/2013	0,26	2,12	1,86	69,14		Non
09511X0040	CAMPAGNE	BIGNE	Agricole	359757	1877331	73	22	160	19/06/2013	0	8,16	8,16	64,84		Non
09511X0042	CAMPAGNE	BIGNE	Agricole	359677	1877201	76	35	160	19/06/2013	0	9,91	9,91	66,09		Non
09511X0061	ST YAGUEN	Baque	Agricole	355282	1883246	51	16	160	18/06/2013	0,11	6,64	6,53	44,47	PQ	Non
09511X0288			DFCI	359920	1879584	52	19	160	18/07/2013	0,6	1,44	0,84	51,16		Oui
09511X0289			DFCI	354605	1883497	52	18	160	18/07/2013	0,435	2,6	2,165	49,84	PQ	Oui
09512X0015	SAINT-PERDON	BERTHEUIL C/O MR LAMAISON	Agricole	363504	1878726	71	52	300	11/07/2013	0,57	35,66	35,09	35,91		Non
09512X0212			DFCI	361771	1880966	58	13,4	160	02/08/2013	0,43	1,37	0,94	57,06	PQ	Oui
09513X0051	SAINT-PIERRE-DU-MONT	GUDE,MENJOULIN	Agricole	369580	1877565	92	31	300	11/07/2013	0	21,47	21,47	70,53		Non
09513X0199	MONT DE MARSAN	Confluence	Piézomètre	371617	1880776	29	7,5	160	30/07/2013	0,57	6,29	5,72	23,28		Non
09513X0200	MONT DE MARSAN	Pont Midou	Source	371744	1880790	31	0		30/07/2013						Oui/Npiezo
09513X0201	MONT DE MARSAN	Caserne pompier	Piézomètre	375620	1882881	59		35	04/07/2013	0,57	1,19	0,62	58,38	PQ	Non
09513X0202	MONT DE MARSAN	Caserne pompier	Piézomètre	375596	1883085	59		35	04/07/2013	0,67	1,24	0,57	58,43	PQ	Non
09513X0203	MONT DE MARSAN	Caserne pompier	Piézomètre	375395	1882923	59		35	04/07/2013	0,57	1,29	0,72	58,28	PQ	Non
09513X0204	MONT DE MARSAN	Entrée N-E mont de	Piézomètre	375195	1882911	58		35	04/07/2013	0,54	1,29	0,75	57,25	PQ	Non
09513X0205	MONT DE MARSAN	rue rigoberta menchu	Piézomètre	371448	1881772	45		35	04/07/2013	0,63	1,64	1,01	43,99	PQ	Non
09513X0206	MONT DE MARSAN	STEP chemin de thore	Piézomètre	369483	1881261	38		52	04/07/2013	0,7	6,51	5,81	32,19	PQ	Non
09513X0207	MONT DE MARSAN	STEP chemin de thore	Piézomètre	369412	1881303	37		52	04/07/2013	0,35	5,9	5,55	31,45		Non
09513X0208	MONT DE MARSAN	STEP chemin de thore	Piézomètre	369388	1881331	37		52	04/07/2013	0,36	6,08	5,72	31,28		Non
09521X0133	Pujo-le-plan	Cebe	puits privé	383874	1878548	84	84	900	07/08/2013	0,68	1,54	0,86	83,14		Non
09522X0214	Monguilhem	Pedeloup	puits privé	396809	1876467	84	5,1	1300	31/07/2013	0,77	3,62	2,85	81,15		Oui
09522X0216	Monguilhem	Rebert	puits privé	396227	1877616	77	24	1300	31/07/2013	0,85	11,95	11,1	65,90		Non
09523X0035	Cartex d'Armagnac	D30 à 200m de cartex vers l'est	puits privé	398713	1876434	92	?	920	31/07/2013	0,32	12,55	12,23	79,77		Non
09524X0023	Larée	Puit communal-Bourg	puits privé	407670	1881140	110	8	800	07/08/2013	0,72	4,38	3,66	106,34		Non
09524X0024	Lias d'Armagnac	Puit communal	puits privé	406075	1876566	122	4,8	800	07/08/2013	0,9	3,02	2,12	119,88		Non
09525X0086	PERRON	D30 ave Mont de Marsan	Agricole	386187	1872149	116	63	300	02/07/2013	0,4	29,77	29,37	86,63		Non
09527X0061	Lauguzan	Barraquet	puits privé	403171	1870727	88	7,13	800	31/07/2013	0,75	4,28	3,53	84,47		Oui
09527X0062	Mormès	Village	puits privé	399366	1869437	122	11,1	900	31/07/2013	0,85	9,05	8,2	113,80		Non
09527X0063	Houga	D169 sud Houga	puits privé	398007	1864594	136	?	1000	31/07/2013	0,63	20,9	20,27	115,73		Non
09528X0037	CAUPENNE D'ARMAGNAC	Le Tillet	puits privé	405920	1868787	97	9,1	800	31/07/2013	0,57	7,28	6,71	90,29		Non
09528X0038	Nogaro	Rue de la gare	puits privé	408781	1864812	105	6,7	800	31/07/2013	0,34	3,5	3,16	101,84	PQ	Non
09528X0039	Panjas	Mamboy	Source	404856	1871437	110	0		31/07/2013						Oui/Npiezo
09528X0040	St Christie d'armagnac	La tire	puits privé	409294	1869076	126	12	1250	31/07/2013	0,6	6,19	5,59	120,41		Non
09531X0030	Campagne d'armagnac	Village	puits privé	411977	1881010	125	13,2	800	07/08/2013	0,72	12,18	11,46	113,54		Non

Annexe 2

Caractéristiques des points ayant fait l'objet de mesures physico-chimiques durant l'été 2013

Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire
Module 6 - Année 4

BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	Type	X L2Et	Y L2Et	PQ	Moyen de prélèvement (P:pompage ou R:robinet ou S:source)	T (°C) eau	Conductivité (µS/cm)	pH	Nitrates mg/l
08996X0182			DFCI	365363	1909628	PQ	P	12,7	73	5,6	0
08996X0183	Labrit		DFCI	367953	1907266	PQ	P	13,4	84	5,72	0
08997X0182			DFCI	375614	1905539	PQ	P	13,3	81	6,1	1
08997X0187			DFCI	376502	1910728	PQ	P	14	74	5,13	1
08998X0167			DFCI	377760	1906621	PQ	P	13,6	78,6	5,33	0
08998X0168	Lencouaq		DFCI	378604	1909202	PQ	P	13,6	81	6	2
08998X0169	Lencouaq	Grand Hort	DFCI	381129	1907754	PQ	P	12,9	73	5,28	0
08998X0170		Braou	DFCI	383181	1908431	PQ	P	13,6	71	5,7	1
08998X0171	Lencouaq		DFCI	382525	1903978	PQ	P	12,7	64	5,32	0
09005X0173	Retjons		DFCI	385026	1907846	PQ	P	13,8	60	5,37	0
09005X0175			DFCI	390531	1911374	PQ	P	14,2	150	4,35	0
09005X0176	Retjons		DFCI	387430	1909514	PQ	P	12,9	75	5,59	0
09005X0177	Retjons		DFCI	386882	1906470	PQ	P	12,6	78	5,51	0
09005X0179			DFCI	384796	1904895	PQ	P	13,5	138	4,6	5
09005X0180	Bourriot-Bergonce		DFCI	390707	1907103	PQ	P	14,9	291	5,8	1
09006X0066	BOURRIOT-BERGONCE	TUCO	Agricole-DFCI	395941	1909991		R	16	291	6,97	1
09007X0237			DFCI	402778	1908338	PQ	P	14,1	84	4,98	1
09242X0284			DFCI	337601	1896911	PQ	P	13	144	6,5	1
09243X0348			DFCI	343082	1900932	PQ	P	13,9	159	5,35	5
09244X0079			DFCI	351740	1897296	PQ	P	13,6	84	5,7	0
09244X0081	Morcenx	Lenthe	DFCI	348614	1900010	PQ	P	13	105	5,84	0
09245X0130			DFCI	332316	1886503	PQ	P	14,1	123	6,1	0
09246X0215	Morcenx		DFCI	335279	1894290	PQ	P	13,3	82	4,94	1
09246X0217	RION-DES-LANDES	Les Rouzets	DFCI	333074	1891699	PQ	P	13,4	94	5,21	3
09246X0219			DFCI	335671	1891523	PQ	P	14,1	155,2	4,97	5
09246X0220			DFCI	337896	1891562	PQ	P	13,4	83,1	5,53	0
09246X0221			DFCI	337842	1889950	PQ	P	13,8	94,3	4,69	0
09246X0223			DFCI	336441	1885798	PQ	P	13,7	127,4	5,65	0
09246X0224			DFCI	336704	1887661	PQ	P	13,6	111,5	6,19	0
09247X0212			DFCI	345926	1893093		P	13	101,6	4,7	0
09248X0116			DFCI	353711	1890575		P	14,4	140	4,25	10
09252X0121			DFCI	366809	1899327		P	13,6	99	5,41	1
09252X0122			DFCI	364095	1894782	PQ	P	13,6	76	5,4	0
09254X0041	CACHEN	LA SABLIERE	puits privé	378047	1900048		R	16,4	343	7,01	20
09254X0082		Petit Tenay	DFCI	380261	1895374		P	13,1	80	4,55	3
09255X0104	SAINT-MARTIN-D'ONEY	Pedarnaud	Agricole	358575	1884986		R	15,4	131	6,46	2
09255X0175	St Martin d'Oney		DFCI	358927	1886269		P	13,5	117	4,8	2
09255X0176		Norouvigot	DFCI	356388	1888271		P	14	255	5,1	60
09255X0178	Ygos St Saturnin		DFCI	357767	1893109		P	13,6	182	5,3	7
09256X0144			DFCI	366568	1893629	PQ	P	13	87,2	5,2	1
09256X0145	Geloux	Le Hondut	puits privé	362580	1890081	PQ	R	PV	78	5,29	0
09256X0147			DFCI	364468	1891245	PQ	P	13,7	95	4,9	4
09256X0150			DFCI	367095	1888086		P	12,6	95	5,39	3
09256X0151	Uchacq et Parentis		DFCI	365956	1889591	PQ	P	12,5	98	5,53	0
09257X0104			DFCI	373418	1885489		P	14,6	97,1	4,83	7
09257X0106			DFCI	371885	1886150		P	14,2	445	4,9	1
09261X0081	SARBAZAN	BALLOCHE	puits privé	385858	1895100		R	14,2	248	6,02	3-4
09261X0269		Lagousté	DFCI	387003	1902140	PQ	P	13	74	5,9	5
09261X0270	Arue	Bas-Jouanay	DFCI	384293	1898737		P	13,5	131	6	3
09262X0018	SAINT-GOR	MAUBOURGUET C/O MR. BERNADET	Agricole	392850	1898083		R	15,2	257	7,28	1
09262X0051		Jeantique	DFCI	390901	1895267		P	13,6	118	6,16	1
09263X0034	SAINT-JUSTIN	TRIANGLE COMMUNES	DFCI	399962	1893777		P	13,1	66	5,2	0
09264X0193			DFCI	409871	1900351	PQ	P	13,1	71,3	5	0
09265X0151	Roquefort	Baqué	DFCI	389282	1891350		P	14	107	4,6	5
09267X0048			DFCI	403844	1892707	PQ	P	14,4	154	5,9	1
09267X0049	Labastide d'Armagnac	Le Ruisseau st Hubert	puits privé	397898	1888072	PQ	R	PV	304	7,14	1
09503X0155			DFCI	342056	1881219		P	13,6	91,3	5,5	1
09504X0153			DFCI	348200	1878093		P	14,9	140	4,74	0
09511X0013	CAMPAGNE	TAUZIA	Agricole	359978	1878031		R	14,4	315	5,44	70
09511X0288			DFCI	359920	1879584		P	13,9	122	4,35	2
09511X0289			DFCI	354605	1883497	PQ	P	14,1	107	5,13	1
09512X0212			DFCI	361771	1880966	PQ	P	15,7	318	6,85	0
09522X0214	Monguilhem	Pedeloup	puits privé	396809	1876467		R	15,2	760	6,3	10
09527X0061	Lauguzan	Barraquet	puits privé	403171	1870727		R	PV	612	6,3	40
09242X0283	Garosse	Notre dame des douleurs	Source	337345	1896283	PQ	S	12,9	102	6,26	0
09268X0310			DFCI	407278	1892617	PQ	R	14,5	268	6,6	1
09503X0047	BEYLONGUE	Le Paysan	Agricole	344008	1883697		P	15,2	248	7,2	0
09513X0200	MONT DE MARSAN	Pont Midou	Source	371744	1880790		S	15,1	493	7,42	30
09528X0039	Panjas	Mamboy	Source	404856	1871437		S	16,2	716	7,03	20

Annexe 3

Caractéristiques des points ayant fait l'objet de pompages d'essai

COMMUNE	INDICE_BSS	X LZET	Y LZET	ANNEE_CREATION	PROFONDEUR	AQUIFERE	Valeurs	Méthode utilisée
VIELLE-SAINT-GIRONS	09236X0018/F3	306647	1889798	1976	46	PLIO QUATERNAIRE	T=10-3/K=10-4	Cooper-Jacob
ONDRES	09758X0016	292233	1847303	2004	32	PLIO QUATERNAIRE	T=2,6.10-2	Cooper-Jacob
ONDRES	09758X0014/GOLF3	292350	1849145	1990	39	PLIO QUATERNAIRE	T=3,9.10-2	Cooper-Jacob
MEZOS	09234X0008/F2	319515	1903234	1976	75	PLIO QUATERNAIRE	T=6.10-4/K=4.10-5	Theis
MESSANGES	09495X0018/FZAC	300421	1875591	1985	108,27	PLIO QUATERNAIRE	T1=6,7.10-3/T2=5.10-3/T3=5.2.10-3/T4=5.10-3	Cooper-Jacob
LABENNE	09765X0160/F12	294564	1849848	2008	55	PLIO QUATERNAIRE	Td=1,1.10-2/Tr=9,8.10-3/ S=0,07%	Cooper-Jacob
TARNOS	10014X0422	290273	1846460	2003	28	PLIO QUATERNAIRE	Td=1,8.10-2/ Tr=1,7.10-2	Cooper-Jacob
LABENNE	09765X0179	296509	1852382	2004	70,7	PLIO QUATERNAIRE	Td1=1,9.10-2/ Td2=1,1.10-2/Tr1=2,1.10-2/Tr2=2,8.10-2	Cooper-Jacob



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

Direction Régionale Aquitaine
Parc technologique Europarc
24 avenue Léonard de Vinci
33600 Pessac - France
Tél. : 05 57 26 52 70