

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

Rapport final

BRGM/RP-56475-FR
Juin 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 1

Rapport final

BRGM/RP-56475-FR
Juin 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 06EAUC14

G. Karnay, P. Corbier avec la collaboration de R. Blanchin,
T. Jaouen, M. Porquet et M. Peter



Vérificateur :

Bruno Mauroux

Approbateur :

Philippe Dutartre

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

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AF AQ ISO 9001:2000

Mots clés : Eaux souterraines, Potentialités, Nappes du Mio-Plio-Quaternaire, Landes de Gascogne et Médoc, SAGE, Aquitaine.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : **G. Karnay, P. Corbier** avec la collaboration de R. Blanchin, T. Jaouen, M. Porquet et M. Peter (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 1 - BRGM/RP-56475-FR, 73 pages, 25 figures, 6 tableaux.

Synthèse

Dans le cadre de la convention pluriannuelle (2002 - 2006) "Gestion des Eaux Souterraines en région Aquitaine", entre l'État (BRGM - Service Public) et la Région Aquitaine, le Service Géologique Régional Aquitaine a entrepris des actions de recherches, de mise en valeur des ressources en eaux souterraines et d'aménagements dont l'objectif est d'améliorer les connaissances sur les nappes d'intérêt régional.

Le module 7 intéresse la reconnaissance des potentialités aquifères du Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE. Il est soutenu dans le cadre des actions de Service Public du BRGM (fiche 06EAUC14), et cofinancé par la Région Aquitaine, par l'Agence de l'Eau Adour – Garonne ainsi que par le Conseil Général de la Gironde.

La réinterprétation de mille quatre-vingt-huit (1088) sondages retenus sur les vingt quatre mille six cent soixante-quatre (24 664) existants dans la Banque de Données du Sous-sol (BSS) du BRGM, a mis en évidence la complexité déjà pressentie des dépôts dans leur répartition et leur géométrie.

D'un point de vue hydrogéologique, elle se traduit par des réservoirs aquifères plus ou moins individualisés à la faveur de l'extension des formations peu à très peu perméables. Ces dernières sont bien marquées par la présence des Glaises bigarrées au caractère argileux prononcé, par les toits localement argileux de la formation d'Arengosse et localement semi-perméable de la formation d'Onesse, par les flaques lenticulaires d'argiles de Brach et d'Argelouse.

Dans les secteurs où des niveaux argileux isolent les aquifères, des phénomènes de drainance peuvent exister. Ailleurs, le complexe détritico mio-plio-quaternaire présente une continuité hydraulique.

La présente étude s'est attachée à élaborer une synthèse géologique actualisée de la succession des dépôts mio-plio-quaternaires du "Triangle" landais-médocain, matérialisée par une base de données sous GDM. Les données ainsi validées et géoréférencées ont permis d'établir un modèle hydrogéologique simplifié à 5 couches (dont 4 aquifères et 1 imperméable) retranscrivant d'une façon assez réaliste l'agencement des formations.

L'examen des résultats d'analyses disponibles dans la banque de données ADES et concernant les points d'eau plio-quaternaires a ensuite montré que les 4 couches préalablement mentionnées présentaient des caractéristiques hydrochimiques différentes et que ces dernières semblaient plus influencées par le contexte environnemental que par la nature lithologique du réservoir.

Ces premiers résultats devront toutefois être confrontés à des données plus locales en année 2 dont le programme prévoit aussi l'amélioration du modèle et l'évaluation des réserves ainsi que la poursuite de la caractérisation des ensembles aquifères (recherche d'informations concernant les paramètres hydrodynamiques, évaluation de l'impact des prélèvements sur les niveaux aquifères, étude des relations nappes/rivières...).

A l'issue de ces travaux, des ouvrages seront sélectionnés pour faire partie du réseau de suivi quantitatif des formations plio-quaternaires et des recommandations sur la gestion des ressources seront formulées.

Sommaire

1.	INTRODUCTION	9
1.1.	CONTEXTE - HISTORIQUE.....	9
1.2.	OBJECTIFS DU MODULE 7.....	10
1.3.	PROGRAMME DE L'ANNEE 1 DU MODULE 7	11
2.	ZONE D'ETUDE ET ECHELLE STRATIGRAPHIQUE	13
2.1.	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE L'ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DE TRAVAIL.....	13
2.1.1.	CADRE GEOGRAPHIQUE	13
2.1.2.	Description du cadre géologique.....	14
2.1.3.	Approche géologique des aquifères peu profonds aux abords du Bassin d'Arcachon.....	20
2.2.	RECONNAISSANCE A L'AFFLEUREMENT DES FORMATIONS RESERVOIRS DU PLIO-QUATERNAIRE ET DE LEUR SUBSTRATUM MIOCENE	23
2.2.1.	Le Miocène moyen (Langhien-Serravallien) substratum marin et formation des Sables fauves	23
2.2.2.	Le Pliocène inférieur à moyen (Brunssumien-Reuvérien) : la formation d'Arengosse	26
2.2.3.	Le Pliocène moyen (Prétiglien): la formation d'Onesse	27
2.2.4.	Le Pliocène supérieur (Tiglien): la formation de Belin.....	27
2.2.5.	Le Pléistocène inférieur à supérieur (Eburonien-Waal à Würm) : la formation de Castets et la formation du Sable des Landes.....	29
2.2.6.	Sable des systèmes dunaires	32
3.	ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES ET DEFINITION DE LA GEOLOGIE DES RESERVOIRS	33
3.1.	METHODOLOGIE GENERALE, MISE EN PLACE DE LA BASE DE DONNEES.....	33
3.1.1.	Collecte des données.....	33
3.1.2.	Synthèse sur les données récoltées	36

3.2	DEFINITION DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET RECONSTITUTION DE LA GEOMETRIE DES RESERVOIRS	37
3.2.1	Cartes enveloppe des différentes formations.....	37
3.1.3	Cartes en isohypses et isopaches des différentes formations.....	52
3.1.4	Identification du substratum géologique du Triangle landais.....	52
4.	DEFINITION ET CARACTERISATION DES ENSEMBLES AQUIFERES	53
4.1.	EXTENSION ET AGENCEMENT DES ENSEMBLES AQUIFERES.....	53
4.2.	CARACTERISATION DES ENSEMBLES AQUIFERES	58
4.2.1.	Données hydrodynamiques	58
4.2.2.	Données hydrochimiques	58
4.3.	BILAN.....	64
5.	CONCLUSION	67
6.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69

Liste des figures

Figure 1 :	Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées.....	13
Figure 2 :	Esquisse du modelé d'un horizon proche de la base du Miocène moyen et anticlinaux à cœur crétacé	18
Figure 3 :	carte géologique simplifiée du Triangle landais (élaborée d'après quarante et une cartes géologiques régulières à 1 /50 000	21
Figure 4 :	Carte de la répartition des 1089 forages interprétés et tracé des coupes de référence	36
Figure 5 :	Carte enveloppe de la formation des Sable fauves et zones d'affleurement.....	38
Figure 6 :	Carte enveloppe de la formation des Glaises bigarrées au toit des Sable fauves.....	39
Figure 7 :	Carte enveloppe de la formation d'Arengosse avec son toit argileux et les lignites de Mézos	40
Figure 8 :	Carte enveloppe de la formation d'Onesse avec son toit silto-argileux et zones d'affleurement.....	42
Figure 9 :	Carte enveloppe de la formation de Belin et des Argiles de Brach.....	43

Figure 10 : Carte enveloppe de la formation de Castets	45
Figure 11 : Carte enveloppe de la formation du Sable des Landes et des sables dunaires de la façade Atlantique	46
Figure 12 : Extension des nappes de Cénac (a) et de Listrac (b)	47
Figure 13 : Extension des alluvions du Günz et affleurements.....	48
Figure 14 : Extension des alluvions du Mindel et affleurements.....	49
Figure 15 : Extension des alluvions du Riss et affleurements	50
Figure 16 : Extension des alluvions holocènes et affleurements des alluvions du Würm et des dépôts fluvio-marins de l' Holocène.....	51
Figure 17 : Extension des différentes formations	54
Figure 18 : Regroupement des formations aquifères	55
Figure 19 : Cartes isohypses du mur des 3 ensembles aquifères retenus et des Glaises bigarrées.....	56
Figure 20 : Comparaison entre la coupe « modèle » et la coupe « géologue »	58
Figure 21 : Sélection des ouvrages plio-quaternaires	59
Figure 22 : Localisation des qualitomètres implantés sur le domaine d'étude	60
Figure 23 : Détermination automatique des niveaux captés.....	61
Figure 24 : Moyennes établies pour les points d'eau ne captant qu'un seul ensemble aquifère.....	61
Figure 25 : Analyses en composantes principales sur les analyses chimiques retenues	63

Liste des tableaux

Tableau 1 : Compilation sur la stratigraphie des formations plio-quaternaires aquitains	15
Tableau 2 : Présentation synthétique de la superposition virtuelle des formations continentales présentes à l'échelle de la zone d'étude (Karnay G. & Dubreuilh J. Juin 2007).....	22
Tableau 3 : Libellés du code stratigraphique	34
Tableau 4 : Libellés du code lithologique et correspondance avec la perméabilité.....	34
Tableau 5 : Libellés du code de perméabilité.....	35
Tableau 6 : Exemple d'interprétation de forage	35

1. Introduction

1.1. CONTEXTE - HISTORIQUE

Dans le cadre de la convention pluriannuelle établie pour cinq années, entre l'État (BRGM Service Public) et la Région Aquitaine, le Service Géologique Régional (SGR) Aquitaine a entrepris des actions de recherches, de mises en valeur des ressources en eaux souterraines et d'aménagements. Elles contribuent à la "Gestion des Eaux Souterraines en région Aquitaine" et comportent six modules auxquels s'est ajouté un septième module en 2007 :

- ↳ l'appui à la mise en place de réseaux de suivi "quantité" et "qualité" pour les aquifères d'intérêt régionaux,
- ↳ la caractérisation géologique et hydrogéologique de la crête piézométrique de l'Éocène au sud de l'estuaire de la Gironde,
- ↳ la détermination des piézométries d'objectif de gestion et de crise en Aquitaine,
- ↳ le développement et la maintenance du modèle nord aquitain de gestion des systèmes aquifères,
- ↳ la gestion intégrée des nappes alluviales et d'accompagnement d'Aquitaine,
- ↳ le Système d'Information et de Gestion des Eaux Souterraines en Aquitaine (SIGES AQI),
- ↳ la 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).

Le présent document concerne l'année 1 du module 7. Il est soutenu dans le cadre des actions de Service Public du BRGM (fiche 06EAUC14, et financé avec l'aide de la Région Aquitaine, de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et du Conseil Général de la Gironde.

Ce programme fait suite aux actions engagées lors du précédent contrat régional de "Gestion des eaux souterraines en Aquitaine". Ce dernier, décliné en cinq volets annuels s'est déroulé entre 1996 et 2001. Pour chaque département, la faisabilité des réseaux "quantité" et "qualité" a été évaluée. Cette approche a abouti à l'établissement de propositions agréées par les différents Conseils Généraux et l'Agence de l'Eau. En complément, des travaux destinés à contribuer à la validation ou à la construction de points à intégrer dans ces réseaux ont été entrepris.

L'objectif de la convention régionale (2002-2006) est d'améliorer les connaissances sur les aquifères présentant un intérêt régional. La mise en place de réseaux de suivi de niveaux piézométriques et de la qualité des eaux de ces nappes, objet du présent module, concourt à atteindre ce but. Cette surveillance doit être d'une part, en cohérence avec le projet global de hiérarchisation et d'organisation des réseaux patrimoniaux de connaissance et de suivi dans le Bassin Adour-Garonne entrepris par l'Agence de l'Eau Adour – Garonne (AEAG) et par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) pour le compte de la Direction de l'Eau du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) et d'autre part, complémentaire aux contrôles d'eau potable effectués par les D. D. A. S. S. des départements concernés.

1.2. OBJECTIFS DU MODULE 7

Pour la poursuite du programme, l'objectif du présent module est de concourir à une gestion appropriée et raisonnée des nappes du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc par des suivis tant en terme de quantité que de qualité. Ces derniers doivent compléter et être en cohérence avec ceux des réseaux de gestion patrimoniale et départementale réalisés dans le cadre de la "surveillance et la gestion des nappes d'eaux souterraines de la Gironde", de "la surveillance et la gestion des nappes du Plio-Quaternaire du Bassin d'Arcachon" (module 1), ainsi qu'avec les contrôles sur les eaux potables effectués par les D. D. A. S. S. de la Gironde et des Landes.

Cette action viendra en appui à l'élaboration des SAGE "Leyre", "Etangs médocains", "Ciron" et "Midouze".

Pour cette opération, il est proposé :

- d'effectuer une synthèse géologique actualisée de la succession des dépôts mio-plio-quaternaires du "Triangle landais",
- de réaliser une base de données géologiques 3D géoréférencées (GDM) des forages de référence sélectionnés,
- de définir les paramètres hydrogéologiques des principales unités aquifères,
- de proposer une première sectorisation de l'ensemble du territoire en fonction des potentialités, des usages et des problèmes rencontrés lors des périodes de basses eaux.

L'étude menée s'intègre dans la démarche d'amélioration de la connaissance des nappes aquifères d'intérêt régional. Engagée par le BRGM et par la Région Aquitaine, elle bénéficie du soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et du Département de la Gironde. Par ailleurs, les Conseils Généraux des Landes et de Lot-et-Garonne ont souhaité être associés à ce projet compte tenu de leurs imbrications avec la surveillance et la gestion des nappes d'eaux souterraines.

1.3. PROGRAMME DE L'ANNEE 1 DU MODULE 7

L'année 1 correspond aux premières investigations et analyses sur le secteur du Triangle landais dans le cadre du présent projet. Dans ce contexte, le programme va s'attacher 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 et du recueil des besoins concernant les SAGE,
- **effectuer une interprétation lithostratigraphique des ouvrages** (forages et sondages de reconnaissance) inventoriés en BSS et recueillis auprès des membres du comité de pilotage, basée sur une succession lithostratigraphique nouvelle actualisée en Juin 2007,
- **déterminer des ensembles aquifères**, des niveaux peu perméables et leurs extensions géographiques, délimiter les zones d'échange ou d'individualisation des réservoirs avec l'aquifère miocène sous-jacent, mettre en cohérence les résultats avec ceux du Bassin d'Arcachon et effectuer une recherche bibliographique des données hydrodynamiques et hydrochimiques des ensembles aquifères et zones géographiques,
- **concevoir et intégrer les données de forages dans un système d'information géographique**. Mettre en œuvre une base de donnée intégrant toutes les informations point par point et réaliser des cartes en isohypses du toit et du mur des réservoirs aquifères à l'échelle du 1/250000, et des cartes en isopaches des mêmes ensembles aquifère à l'échelle du 1/250000.

2. Zone d'étude et échelle stratigraphique

2.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE L'ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DE TRAVAIL

2.1.1. CADRE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude inclut le département de la Gironde en rive gauche de la Garonne et de la Gironde, quasiment l'ensemble de celui des Landes, la partie sud-ouest de celui du Lot et Garonne et l'extrémité nord-ouest de celui du Gers et s'étend sur l'emprise de 41 cartes géologiques dont 29 cartes quasi entières (fig.1).

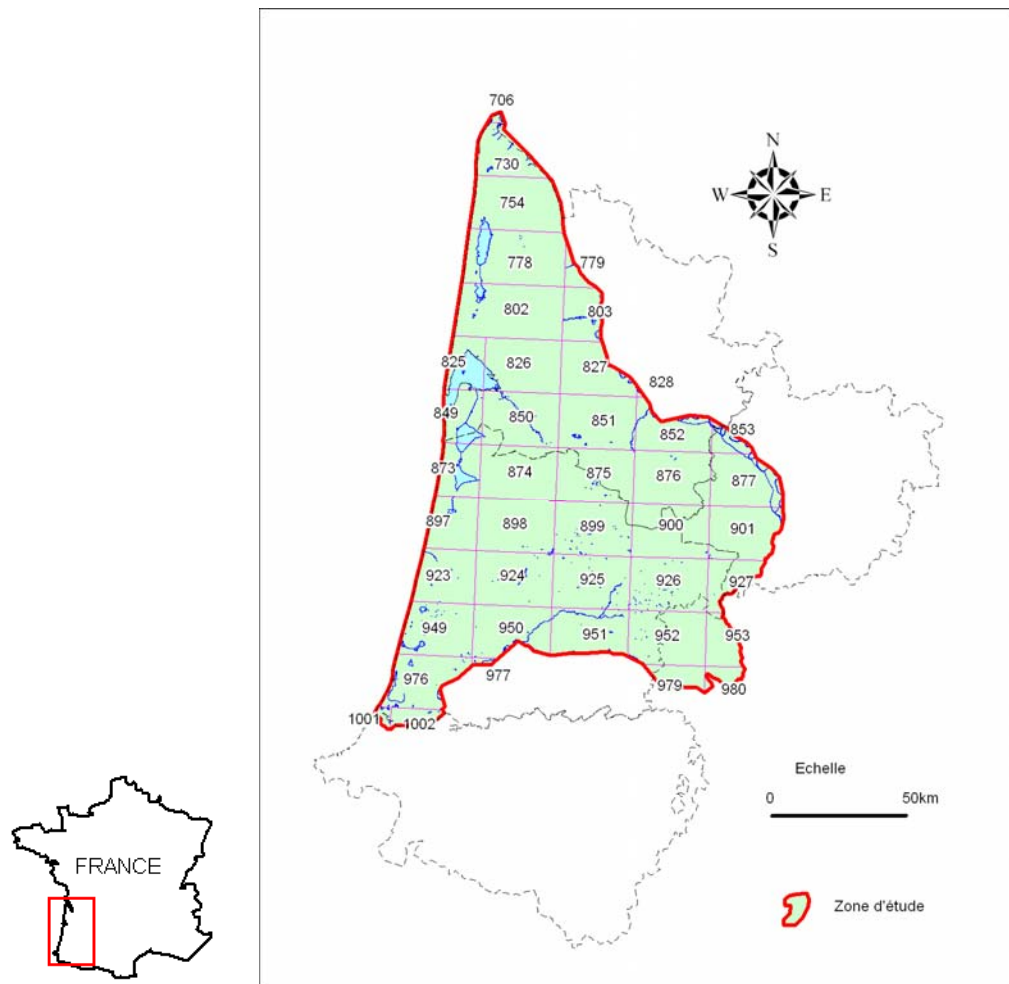


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées.

Elle s'étend sur les quarante et une cartes géologiques régulières à 1 / 50000 :

St Vivien - Soulac (729-730) J.M. Marionnaud, J. Dubreuilh, 1972, **Lesparre - le Junca** (753-754) J.M. Marionnaud, J. Dubreuilh, 1973, **St Laurent et Benon - Etang de Carcans** (777-778) J. Dubreuilh, J.M. Marionnaud, J.P. Capdeville, M. Cassoudebat, J.P. Platel 1974, **Blaye** (779) M.P. Mouline, M. Bigot, J.M. Marionnaud, 1975, **Ste Hélène - le Porge** (801-802) J. Gayet, J. Alvinerie, J. Dubreuilh, J.M. Marionnaud, 1976, **Bordeaux** (803) J. Gayet, L. Pratviel, J. Alvinerie, J. Dubreuilh, 1976, **Arcachon** (825) J. Dubreuilh, J.M. Bouchet, 1992, **Audenge** (826) J.P. Capdeville, J.M. Bouchet, 1992, **Pessac** (827) J. Gayet, L. Pratviel, J. Alvinerie, J. Dubreuilh, 1977, **Podensac** (828) J.P. Capdeville, G. Karnay, 1992, **La Teste de Buch** (849) G. Karnay, 1987, **Belin** (850) J.P. Platel, 1987, **Hostens** (851) J. Alvinerie, J. Gayet, 1973, **Langon** (852) J. Dubreuilh, J. Alvinerie, L. Pratviel, 1978, **Marmande** (853) M.P. Mouline, J. Dubreuilh, 1979, **Biscarosse** (873) C. Mazurier, G. Karnay, 1986, **Parentis en Born** (874) J.P. Platel, 1983, **St Symphorien** (875) G. Karnay, 1984, **Bazas** (876) J.P. Capdeville, 1992, **Tonneins** (877) J.P. Capdeville, 1996, **Mimizan** (897) G. Karnay, 1985, **Sabres** (898) J. Dubreuilh, 1983, **Labrit** (899) J.P. Capdeville, 1984, **Losse** (900) G. Karnay, 1986, **Nérac** (901) G. Karnay, 1992, **Lit et Mixe** (923) J. Dubreuilh, 1982, **Morcenx** (924) J.P. Capdeville, 1982, **Brocas** (925) G. Karnay, 1985, **Cazaubon** (926) J.P. Platel, 1984, **Montréal du Gers** (927) J.P. Capdeville, 2004, **Soustons** (949) G. Karnay, 1983, **Tartas** (950) J.P. Platel, 1982, **Mont de Marsan** (951) J.P. Capdeville, 1985, **Nogaro** (952) J.P. Capdeville, 1985, **Eauze** (953) F. Crouzel, 1987, **St Vincent de Tyrosse** (976) J.J. Burger, M. Kieken, Cl. Thibault, 1972, **Dax** (977) G. Le Pochat, Cl. Thibaut, 1973, **Aire sur l'Adour** (979) J.P. Capdeville, F. Darboux, 1995, **Plaisance** (980) F. Crouzel, M. Icole, 1982, **Bayonne** (1001) P. Lamare, 1959, **Hasparren** (1002) J.J. Burger, R. Bocherens, G. Endrey, P. Verdier, J.P. Richert, Cl. Arrents, H. Gros, S. Lorisignol, M. Kieken, Cl. Thibault, 1971.

Elle s'intègre dans un ensemble géologique et hydrogéologique beaucoup plus vaste, le Bassin d'Aquitaine. Sa couverture superficielle présente la particularité d'être majoritairement sableuse, où, hors des zones fortement urbanisées et des vallées, l'espace est occupé par une végétation sylvicole artificielle à base de pins maritimes.

2.1.2. Description du cadre géologique

Les descriptifs du contexte géologique (lithologique et stratigraphique) du Triangle landais présentés ci-dessous, se réfèrent à l'état des connaissances en Juin 2007, et en particulier aux notices des quarante et une cartes géologiques régulières à 1 / 50 000 du secteur et à deux articles scientifiques "Dynamique d'un comblement continental néogène et quaternaire : l'exemple du Bassin d'Aquitaine" (Dubreuilh et al., 1995) et "Histoire géologique et structures profondes du triangle landais" (Klingebiel A. & Platel J.P., 2001). L'harmonisation des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 a conduit à la réinterprétation des données géologiques sur le territoire du présent module. Les résultats de ces études permettent de disposer d'une vision actualisée sur la géologie des formations du Mio-Plio-Quaternaire et sur les structures afférentes. Les modifications les plus significatives portent sur la stratigraphie des formations

d'Onesse, des Gravieres de Belin et de l'Entre-deux-Mers. Dans ce nouveau référentiel, elles sont rattachées au Pliocène et non plus au Pléistocène inférieur comme antérieurement.

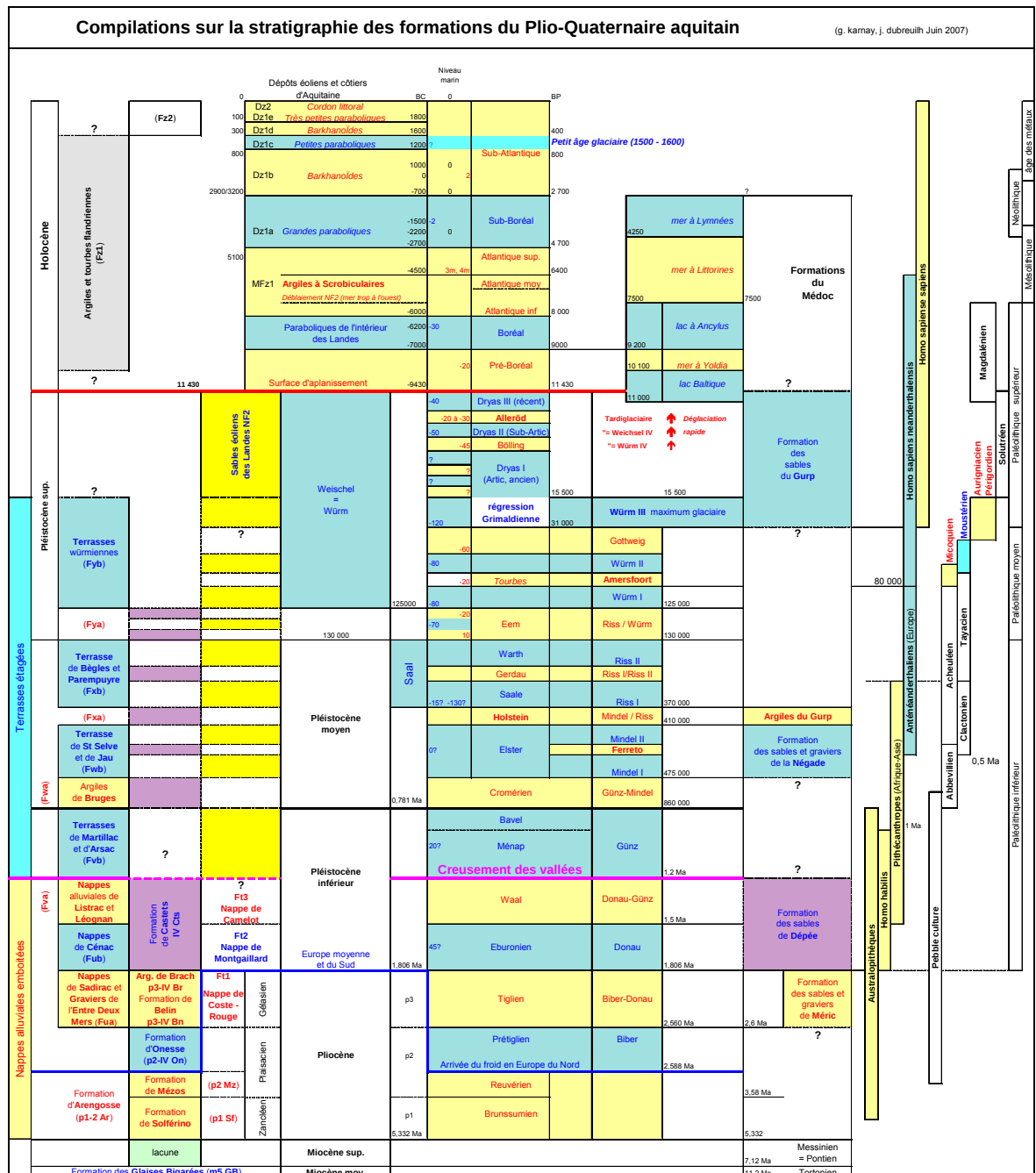


Tableau 1 : Compilation sur la stratigraphie des formations plio-quaternaires aquitaines

a) Evolution paléogéographique du comblement récent des Landes de Gascogne

Sur la carte géologique de la France à 1 / 1 000 000 (BRGM, 1998), le "Triangle des Landes de Gascogne et du Médoc" apparaît distinctement en raison de son revêtement superficiel sableux d'âge quaternaire. Schématiquement, l'évolution paléogéographique du comblement récent des Landes de Gascogne peut être décrite selon trois grandes étapes.

• Le Miocène

Le *Miocène inférieur* est marqué par la transgression aquitanienne. Le Bassin marin profond est repoussé plus à l'ouest et la sédimentation au droit de la zone étudiée se produit dans un domaine essentiellement de plate-forme interne.

D'une épaisseur totale de 70 à 100 m, plusieurs faciès représentent cet ensemble. La base est souvent marquée par des argiles carbonatées sableuses et glauconieuses. Les parties, moyennes et supérieures, sont constituées par des calcaires plus ou moins durs mais très poreux en raison de la dissolution de coquilles fossilisées.

Durant le *Miocène moyen* (Helvétien selon l'ancienne acception ou Langhien-Serravalien selon l'appellation la plus récente), le maximum de transgression est matérialisé par des faciès de sables glauconieux verdâtres (Sables verts) et des marnes à huîtres. L'extension des influences marines est cependant très difficile à cerner en raison des fluctuations du niveau de la mer qui ont entraîné une altération pédogénétique de ces faciès (Sables fauves), postérieurement à leur dépôt.

Le centre du Bassin Aquitain est alors un golfe peu profond, ouvert sur l'Atlantique à l'ouest. Le talus continental se situe approximativement à l'emplacement du littoral actuel.

Au *Miocène supérieur* (Tortonien-Messinien), après la régression marine, le calme tectonique relatif qui règne, permet le développement progradant de faciès de plaine d'inondation dans un contexte relativement plat de marécages côtiers.

Les influences marines ne sont pas nettement perceptibles dans la sédimentation :

- à l'est, un secteur légèrement surélevé par rapport à la plaine d'épandage accueille des dépôts à tendance molassique et lacustre ;
- à l'ouest, des faciès argileux (Glaises Bigarrées) occupent la plaine d'inondation, tandis que se développent des accumulations ligniteuses proches de la limite eaux douces - eaux salées.

- **Le Pliocène**

En Aquitaine, le *Pliocène inférieur à moyen* (Brunssumien à Reuvérien) est marqué par une régression marine.

Le trait de côte est souligné par des accumulations ligniteuses (dépôts organiques de Solferino et de Mézos) alors que le talus continental se situe un peu à l'ouest du trait de côte actuel. La région landaise reçoit alors un maximum d'épandages détritiques grossiers (formation d'Arengosse).

Au *Pliocène moyen* (Prétiglien) le comblement du Triangle landais-médocain se poursuit avec le dépôt de la formation d'Onesse marquant les premiers indices d'un refroidissement du climat, puis au *Pliocène supérieur* (Tiglien) par le dépôt, sous climat plus chaud, de la formation de Belin, équivalent latéral des graviers de l'Entre-Deux-Mers et des Sables et graviers de Méric du Médoc.

Ce comblement s'effectue selon un mouvement en éventail balayant l'ouest puis le nord-ouest de la région nord-aquitaine.

- **Le Quaternaire**

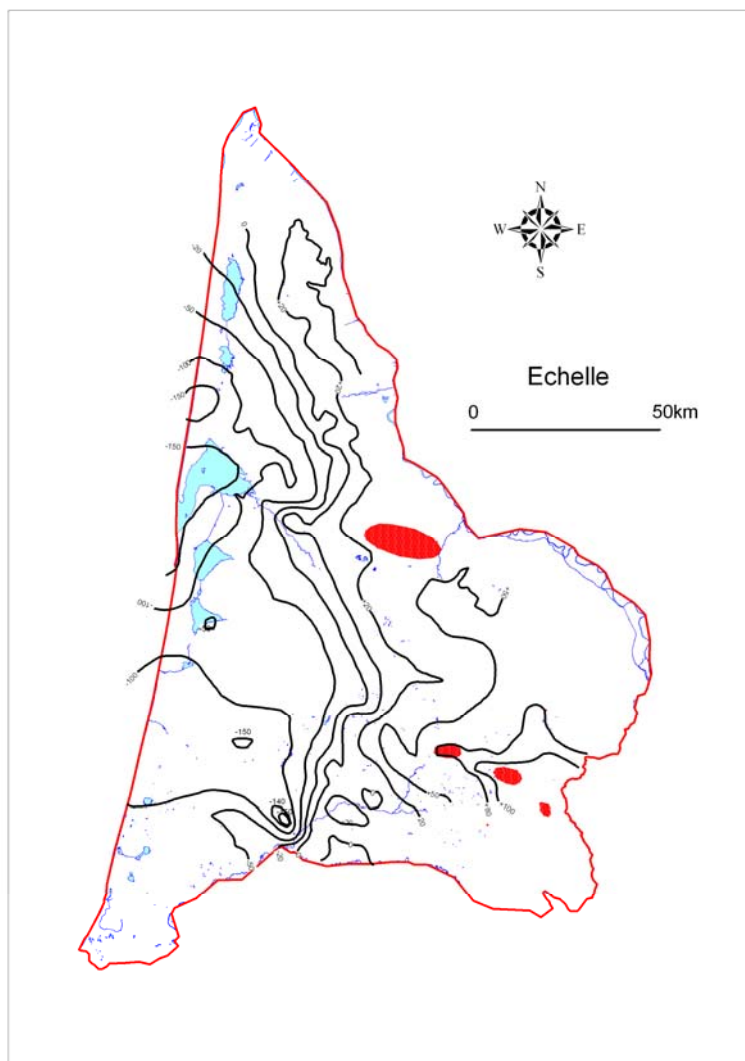
Au *Quaternaire ancien*, l'ultime comblement de la région des Landes de Gascogne (et du Médoc) est marqué par l'arrivée franche du froid en Europe moyenne et du sud.

Lors des phases quaternaires, la région landaise est soumise aux phénomènes périglaciaires, mais aussi à un ruissellement et à une éolisation intense. Se déposent alors des sables fins, blanchâtres, d'origine fluviatile (formation de Castets), éolisés par la suite au Würm récent, pour donner le Sable des Landes.

Au sein de la zone d'étude, le Quaternaire affleurant est essentiellement représenté par la formation dite du Sable des Landes et la formation de Castets. Il s'agit d'un revêtement superficiel éolien et hydro-éolien très étendu et relativement homogène qui marque la fin du comblement du Bassin Aquitain. Deux autres faciès appartenant aux épisodes quaternaires sont remarquables :

- les accumulations éoliennes détritiques sableuses *holocènes*, elles constituent, à l'ouest, un cordon dunaire côtier d'environ 6 km de large ;
- les alluvions récentes constituées de dépôts détritiques (sables et argiles silteuses grises), elles représentent l'ultime comblement des chenaux creusés lors de la dernière phase glaciaire wurmienne.

b) Contexte structural



Les données issues de la modélisation des aquifères du Miocène (rapport BRGM R40728 Octobre 1999) permettent de tracer une esquisse d'un modelé proche du mur du Langhien-Serravallien (Miocène moyen).

Cette morphologie générale plonge vers le sud-ouest (fig.2), avec toutefois un talus semblant se dessiner suivant une direction N160, depuis l'étang de Carcans jusqu'aux environs de Labrit avec un léger décrochement au sud du Bassin d'Arcachon, puis de direction N20 jusqu'à la confluence de l'Adour et de la Midouze au sud de Tartas.

Figure 2 : Esquisse du modelé d'un horizon proche de la base du Miocène moyen et anticlinaux à cœur crétacé

Cette surface porte les traces des derniers mouvements compressifs pyrénéens. Le soubassement crétacé est affecté par une importante structuration en relation avec les mouvements en distension liés à la séparation "Amérique du Nord – Europe" et les mouvements compressifs pyrénéens. Ces contraintes déterminent des plissements plus ou moins souples et des cassures :

- les mouvements souples (compressifs) ont générés plusieurs anticlinaux (c.f. fig. 2), tels ceux de Villagrains - Landiras, d'axe sensiblement est-ouest (Saint Magne, La Vignolle), de Roquefort (d'axe est-ouest), de Créon d'Armagnac, et de Barbotan. Les formations crétacées du cœur de ces anticlinaux n'ont été complètement

transgressées qu'au Miocène. D'autres brachy-anticlinaux moins marqués et surtout plus profondément enfouis (1500 m) indiquent une direction NE-SW au niveau d'Ychoux ;

- le plus important des mouvements cassants est représenté par la faille de l'Eyre. Faille normale à regard sud-ouest, dont la trajectoire se surimpose à la vallée de cette rivière dans sa partie aval depuis Belin. La cassure se prolonge le long de la cote orientale du Bassin d'Arcachon selon une direction N 120°. Au toit du Crétacé, le rejet est d'environ 100 m au droit de Mios, puis augmente jusqu'à 200 m vers le nord-ouest.

Si cet accident affecte les niveaux crétacés, il semble s'amortir ensuite pour devenir beaucoup moins décelable dans la sédimentation tertiaire. Toutefois la disposition géographique actuelle du cours aval de l'Eyre par rapport à son tracé amont et le dessin adopté par la bordure est du Bassin d'Arcachon semblent en relation avec des rejeux récents. Le rejeu apparent de la faille près de Salles peut être estimé à une dizaine de mètres pour le toit du Serravallien, d'après les données de forages.

Les composantes très actuelles de cette activité néotectonique ont été soulignées par la comparaison des relevés altimétriques le long de la voie ferrée entre Fature et Lamothe où des déplacements verticaux atteignant 4 cm / 100 ans ont été mesurés (Lenotre *al.*, 1994).

c) Bilan

De l'évolution paléogéographique abordée précédemment, il ressort que dès le Miocène moyen, la régression marine a favorisé la sédimentation continentale au sein du delta landais. Cet exutoire deltaïque était par ailleurs, plus ou moins canalisé par les accidents distensifs. Se sont alors accumulées d'épaisses formations dans lesquelles alternent couches sablo-graveleuses et passées argileuses qui constituent un vaste réservoir aquifère multicouches puissant de plus de 100 m (Dubreuilh *al.*, 1995 ; Klingebiel & Platel, 2001).

Cette sédimentation s'est produite dans des environnements fluviaux divagants au sein d'une plaine d'inondation marécageuse. La puissance totale des dépôts néogènes à quaternaires y dépasse parfois 150 m, formant un ensemble de séquences progradantes d'est en ouest avec un déplacement latéral des distributaires du sud vers le nord. Ce qui correspond à différents stades de comblement de la plaine deltaïque. De ce fait, aucune coupe complète de cette série continentale n'est observable sur une même verticale, même en sondage. Le déplacement des aires de sédimentation s'est accompagné de la réduction de leur extension latérale pour arriver peu à peu aux réseaux structurés actuels dont l'encaissement a débuté au Pléistocène inférieur terminal (Günz).

2.1.3. Approche géologique des aquifères peu profonds aux abords du Bassin d'Arcachon

a) Approche cartographique

L'examen des cartes géologiques montre que les affleurements des terrains mio-plio-quaternaires apparaissent dans la partie amont (est) de la zone d'étude, ou près des vallées importantes (fig. 3).

Le jeu initial, en distension, de la faille de la Leyre date du Crétacé inférieur (100 Ma). Il a continué à affaïsser le panneau occidental pendant le Tertiaire et le Quaternaire (Platel, 1992).

Au-delà de cet aspect structural, la zone d'étude est recouverte par les formations sableuses ou sablo-graveleuses du Pléistocène, tandis que la bordure atlantique est marquée par la présence d'édifices dunaires.

b) Approche lithostratigraphique

- **Présentation de "l'échelle stratigraphique"**

L'approche géologique est basée sur le positionnement des cinq séquences majeures constituant la série de comblement mio-plio-quaternaire.

En effet, la série continentale deltaïque, reconnue dans les Landes de Gascogne, a permis d'établir une succession lithostratigraphique virtuelle organisée en cinq grandes séquences sédimentaires à évolution grano-décroissante, recouvertes par la formation du Sable des Landes *s.l.* (Dubreuilh *al.*, 1995 ; Klingebiel & Platel, 2001 ; Karnay & Dubreuilh 2007 inédit).

Cette succession rend compte des avancées successives et du déplacement latéral du delta landais sous l'influence du relèvement du sud du Bassin toujours soumis à la compression pyrénéenne pendant le Plio-Quaternaire.

Le tableau 1 (p.14) rappelle la superposition sédimentaire admise en Juin 2007.

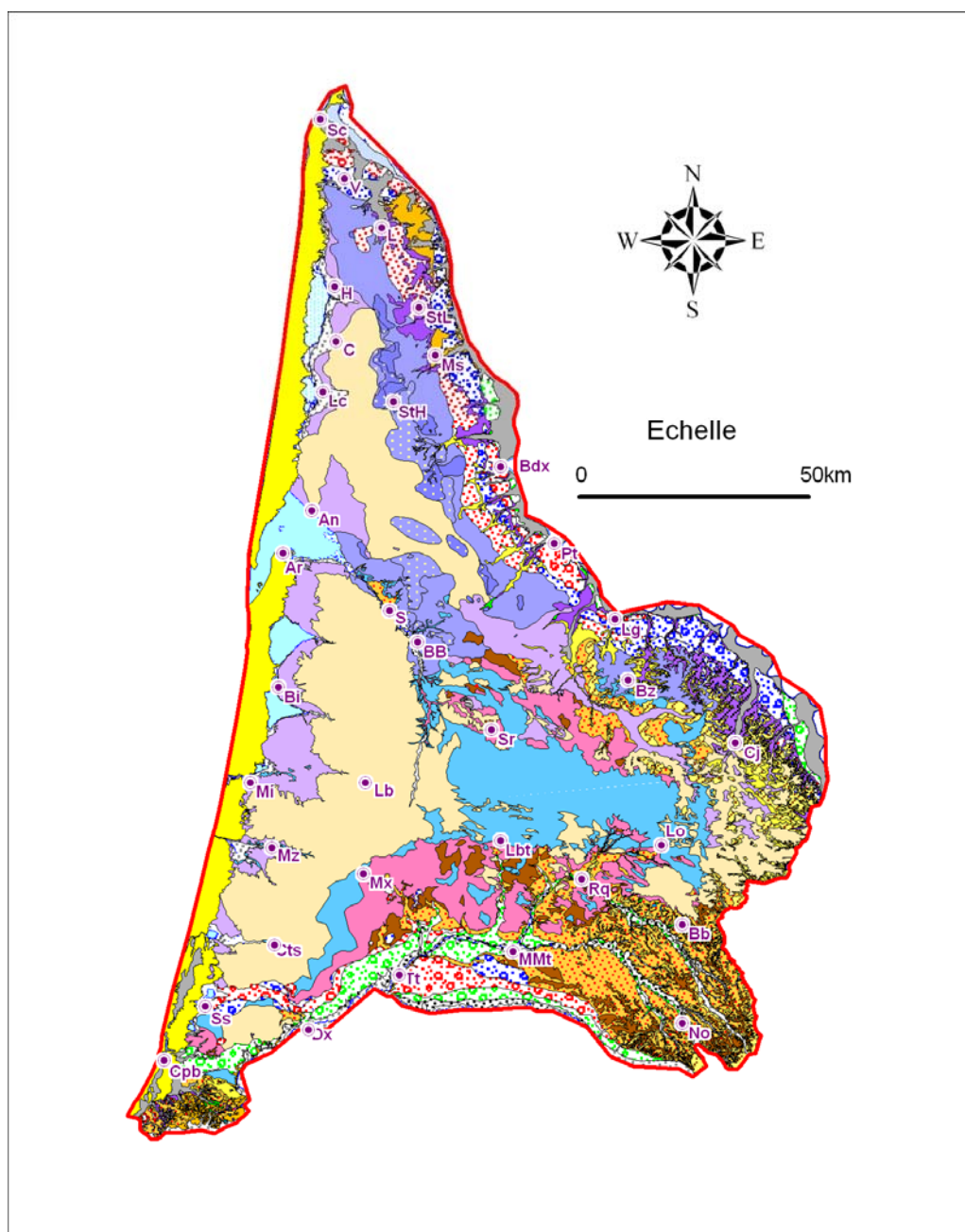


Figure 3 : carte géologique simplifiée du Triangle landais (élaborée d'après quarante et une cartes géologiques régulières à 1 /50 000

SERIE VIRTUELLE DES TERRAINS CONTINENTAUX					
a	b	c	d	e	f
QUATERNAIRE	PLEISTOCENE	11 800	D	Dunes	
			F	Dépôts alluviaux	
			NF2	Sable des Landes s.s. Sables moyens éolisés, jaunes	
		1,806 Ma	IV Cts	Formation de Castets Lignite sableux Argiles silteuses gris sombre à débris organiques (Argiles d'Argelouse) Sables grossiers blanchâtres, fluviaux	
	PLIOCENE		p3-IV Br p3-IV Bn	Formation de Belin Argiles gris bleu à marbrures rouilles (Argiles de Brach) Graviers et sables blancs kaoliniques	Séq. 5
			p2-IV On	Formation d'Onesse Argiles silteuses gris bleuté Lignite Sils et argiles gris sombre micacé Sables blanchâtres et graviers	Séq. 4
			p1-2 Ar	Formation d'Arengosse, partie supérieure (Mézos) Lignites (type Mézos) Argiles silteuses kaoliniques blanchâtres à taches rouille Sables et graviers blanchâtres à matrice kaolinique	Séq. 3
		5,332 Ma		Formation d'Arengosse, partie inférieure (Solférino) Lignites (type Solférino) Sables organiques bruns foncé et graviers altérés	Séq. 2
	MIOCENE	7,246 Ma		Formation des Glaises bigarées et des Sables fauves	
		15,97 Ma	m4-5	Lignites (type Arjuzanx) Argiles bariolées (Glaises bigarées) Sables plus ou moins fins, ocre à rouges briques, parfois verdâtres ou blanchâtres (Sables fauves)	Séq. 1

- (a) Ère stratigraphique.
- (b) Sous-système stratigraphique.
- (c) Age en millions d'années (Ma).
- (d) Notation conventionnelle.
- (e) Description lithologique des faciès les plus typiques.
- (f) Numérotation et succession des séquences deltaïques.

Tableau 2 : Présentation synthétique de la superposition virtuelle des formations continentales présentes à l'échelle de la zone d'étude (Karnay G. & Dubreuilh J. Juin 2007).

• Premiers constats hydrogéologiques

A partir de la série virtuelle reconnue dans les Landes de Gascogne, il apparaît que chaque séquence présente généralement à son toit une accumulation ligniteuse ou argileuse. Toutefois, le sommet de séquence peut être absent par non-dépôt mais le plus souvent par érosion chenalisante de la part de la séquence supérieure.

L'ensemble de ces formations superposées constituent un vaste aquifère multicouche 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 dont l'extension et l'épaisseur sont très variables.

La variabilité horizontale et verticale existant au niveau de ces épontes imperméables complique la délimitation des connexions entre réservoirs. L'un des objectifs de la présente étude est d'affiner la connaissance de la géométrie de ces formations.

2.2. RECONNAISSANCE A L'AFFLEUREMENT DES FORMATIONS RESERVOIRS DU PLIO-QUATERNAIRE ET DE LEUR SUBSTRATUM MIOCENE

L'appréciation visuelle et la description des formations plio-quaternaires (granulométrie, couleur, éléments, homogénéité ...) à l'affleurement favorisent la reconnaissance de celles-ci durant l'analyse et l'interprétation des forages reconnaissant les terrains de la zone d'étude. Cette reconnaissance a été effectuée lors de l'étude du Bassin d'Arcachon (module 1) qui reprend l'ensemble des faciès de la succession lithostratigraphique concernée. Nous reprendrons ici les descriptifs des formations aquifères.

2.2.1. Le Miocène moyen (Langhien-Serravallien) substratum marin et formation des Sables fauves

a) *Les grès carbonatés de la base du Serravalien supérieur et les Sables verts*

La falaise du Pont de l'Eyre, à l'entrée de Salles, montre sur 5 à 9 m de haut, le faciès typique des grès littoraux du Serravallien qui constituent généralement la base de la formation des Sables fauves.

Ces dépôts détritiques marins de couleur généralement jaunâtre à brun roux sont parfois décolorés par lessivage secondaire de surface.



Ces grès bioclastiques grossiers à ciment carbonaté peu indurés présentent des éléments siliceux de type sable moyen à grossier sub-arrondis et des graviers (0,3 à 0,8 cm) ainsi que des bioclastes issus de la fragmentation des coquilles de bivalves et gastéropodes.

La couleur brune provient d'un film d'oxyde de fer enrobant les différents éléments. L'organisation des dépôts laisse apparaître des stratifications à plans obliques subparallèles, inclinés de 30 à 40° sur l'horizontale, indiquant un fort courant orienté vers le sud-ouest.

La cimentation calcaire entre les éléments laisse apparaître une forte porosité, augmentée par des dissolutions secondaires dont témoignent les empreintes de tests coquilliers ou les karstifications. En effet, des cheminées karstiques subverticales d'un diamètre parfois métrique affectent toute l'épaisseur de la couche. Le dispositif karstique de surface en entonnoir piège le plus souvent du Sable des Landes.

La faune lorsqu'elle existe est riche car souvent regroupée en faluns. La microfaune est composée de foraminifères benthiques (ostracodes, bryozoaires) et quelques planctoniques : *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus* (Müller & Pujols, 1979).

La macrofaune invertébrée est aussi très diversifiée. Il a été dénombré cent cinquante espèces de lamellibranches (ostreidés, pectinidés, carditidés, corbulidés) mais aussi des gastéropodes (turritellidés, naticidés) des échinides (*Echinolampas hemisphaericus*) des articles d'astéries et des restes de crustacés (Folliot, 1993).

La macrofaune vertébrée est, elle aussi, variée mais plus réduite en terme de fossiles. Elle est surtout composée de restes dentaires de squales et de téléostéens (Duvergier, 1921), des ossements de mammifères marins (siréniens), des plaques de chéloniens, des vestiges de crocodiliens et plus rarement d'oiseaux. La reconnaissance de ces diverses espèces ainsi que l'étude du nannoplancton situe cette sédimentation dans la partie supérieure du Serravalien : zone à *Dicoaster kugleri* (Martini, 1970).

Les éléments clastiques, leurs dispositions, la microfaune et la faune sont les enregistrements de milieux de dépôts peu profonds, fortement brassés à herbiers, le plus souvent marginaux littoraux à infralittoraux proximaux sous climat chaud. Les niveaux de faluns sont le résultat de variations rapides des conditions ambiantes.

Les Sables verts affleurent en particulier près de St Martin d'Oney (feuille Brocas 925), dans un petit affluent de la vallée du Geloux. Ils sont constitués de quelques mètres à 15 m de sables verdâtres, grisâtre à jaunâtres, fins, plus ou moins argileux, à nombreux débris de coquilles. Ces niveaux retrouvés en sondage lors du lever de la carte géologique de Brocas, ont livré une faune abondante attribuée au Langhien-Serravallien par P. Andreieff (1984) et caractérisant un milieu de type vasière littorale à circalittorale. La base du Miocène moyen montre des faciès saumâtres et laguno-marins à l'ouest de Cère et près de Roquefort, des faciès marins de plateforme infralittorale au sud de Cère.

La macrofaune est représentée par des débris de lamellibranches, dentales et la microfaune relativement riche et bien conservée a fourni :

espèces benthiques – *Ammonia beccarii*, *Florilus communis*, *Hanzawaia boueana*, *Cribrononion dollfusi*, *Cancris sp.*, *Elphidium flexuosum*, *Buccella hannai*, *Cibicides sp.*, *Textularia sp.*, des miliolites et des ostracodes,

espèces planctoniques – *Orbulina suturalis*, *Globigerinoides immaturus*, *G. sacculifer*, *Globigerina praebulloides*, *Globorotalia obesa*.

L'absence de *Praeorbulina*, caractéristique du Langhien, tendrait à attribuer à ces dépôts un âge Serravallien.

Vers le sommet, les niveaux sableux deviennent parfois azoïques, riches en glauconie, ce qui leur confère après altération (oxydation) une couleur jaunâtre à orangée qui prête confusion avec la formation des Sables fauves.

b) La Formation des Sables fauves

Le site du Moulin de Dubern se situe aux abords de la route départementale D3, au nord de Salles et directement à proximité du Ruisseau des Lassieux.



Se présentant sous la forme d'un talus dégagé derrière les bâtiments du Moulin, l'affleurement de 4 à 5 m de hauteur montre deux niveaux sableux plus ou moins ocre, caractéristiques du passage de la formation miocène marine à celle des Sables fauves fluviaux.

De bas en haut, à l'affleurement, il est noté un grès carbonaté (0,4 m) plutôt cohésif brun roux à nombreuses empreintes et débris de bivalves à grosses costulations (*Grandipecten*). Des stratifications obliques peu pentées sont repérables dans ce niveau dans lequel des nodules d'oxyde de fer centimétriques sont observables.

Se superposent deux passées sableuses métriques jaunâtres, à éléments moyens à fins parfois micacés, légèrement cohérents, présentant des plans obliques en faible saillie ; pentées de 5° sur l'horizontale. Des passées fines discontinues de graviers peuvent souligner ces stratifications avec parfois des grésifications oxydées ferrugineuses très localisées. Le sommet sur 0,8 à 1 m est constitué par du sable éolisé jaune clair à sommet aliotique appartenant à la formation du Sable des Landes.

La couleur rouge sombre du ruisseau coulant à proximité immédiate, atteste de l'importance de la fraction ferrugineuse de cette formation et de l'intensité de son lessivage.

2.2.2. Le Pliocène inférieur à moyen (Brunssumien-Reuvérien) : la formation d'Arengosse

La formation d'Arengosse (fig. 4) est décrite dans la notice de la carte géologique de Morcenx (Capdeville & Dubreuilh, 1990). Vers l'ouest et le nord-ouest, cette formation se subdivise en deux séquences mises en évidence par sondages.

La séquence inférieure (séquence 2) dite de Solferino définie sur la carte géologique de Sabres (Dubreuilh, 1991) montre à sa base des sables plus ou moins grossiers clairs accompagnés de quelques graviers de quartz hyalins sub-arrondis (0,2 à 0,6 cm). La partie sableuse contient une matrice argileuse kaolinique blanchâtre pouvant montrer des colorations jaunâtre d'origine pédogénétique. Le sommet peut être marqué par des niveaux argileux gris bleuté silteux comportant de petites taches rouille et des débris de matière organique, plus rarement de petites accumulations de lignite.

La séquence supérieure (séquence 3) dite de Mézos (Dubreuilh, 1991) comporte dans sa partie inférieure des sables moyens à grossiers et des graviers clairs. Comme pour la séquence précédente, la partie sommitale est composée par des horizons argileux bleuâtre silteux plus ou moins chargés de matière organique jusqu'à présenter parfois des épaisseurs décimétriques de lignite. La fraction argileuse est constituée par un mélange de kaolinite et illite. Les éléments sableux de la formation d'Arengosse montrent un état de surface émoussé luisant évoquant un transport aquatique prolongé. Le pourcentage de graviers représente de 10 à 20 % du volume sableux. Le cortège de minéraux lourds (staurotide, sphène, grenat, zircon, épidote, sillimanite) suggère des apports en provenance du Massif Central. Les analyses palynologiques déterminent la présence de résineux (*Pinus haploxylon* et *Pinus diploxylon*) associés à des feuillus (*Quercus*, *Ulmus*, *Betula*) et des espèces subtropicales (*Symplocacés* et *Nyssa*). L'ensemble de cette flore suggère un âge Pliocène.

a) Affleurement de Lombard

Sur le site de Lombard, on observe un arrachement mettant en évidence sur 1,2 m d'épaisseur des sables clairs fins à moyens, liés par une matrice argileuse blanche kaolinique.



Des graviers de quartz épars sont visibles. Sub-arrondis, plus ou moins translucides, ils ne dépassent pas une taille de 0,5 cm. De petites passées lenticulaires d'argile gris sombre à gris bleuté peuvent être discernées. Des marbrures jaunâtres figurent sur toute la partie visible de l'affleurement.

Il est complexe de déterminer géométriquement ou chronologiquement l'appartenance de ces niveaux au membre soit de Solferino, soit de Mézos.

Affleurements du Pont du Porche

Tous les faciès et les éléments les composant, décrits auparavant, sont présents au lieu dit Pont-du-Porche.



Toutefois, la proportion de graviers paraît ici plus importante et surtout la disposition du deuxième affleurement (altimétriquement le plus haut) montrant une couche continue d'argiles gris clair permet d'envisager une épaisseur d'environ 15 m pour ces dépôts.

2.2.3. Le Pliocène moyen (Prétiglien): la formation d'Onesse

La formation d'Onesse (séquence 4) ponctue dans les Landes de Gascogne l'arrivée des premiers froids en Europe du Nord (phase glaciaire Biber). Cette formation détritique a été définie sur la carte géologique Lit-et-Mixe (Dubreuilh, 1991). Sur la carte géologique de Belin, ces dépôts, appelés formation de Beliet, peuvent atteindre une épaisseur de 5 à 25 m. A leur base, s'individualisent des sables grossiers et des petits graviers roulés (1 à 1,5 cm). Ces éléments siliceux gris clairs sont surmontés par des sables micacés blanc grisâtre fins. Leur faible cohésion provient des 10 à 20 % de matrice argileuse kaolinique. Ces niveaux sableux sont disposés en stratifications légèrement pentées (5°) dont la base peut être soulignée par des grains plus grossiers. Ces venues sableuses sont le plus souvent coiffées par des passées d'argiles silteuses grises pouvant contenir des débris organiques et des niveaux ligniteux.

Plusieurs analyses floristiques, tant dans les argiles silteuses que dans les passées ligniteuses, ont conclu à des contenus sporo-polliniques assez semblables. Ces associations situeraient cette sédimentation proche de la limite Pliocène moyen – Pliocène supérieur, donc au Prétiglien.

2.2.4. Le Pliocène supérieur (Tiglien): la formation de Belin

Cet épandage détritique affleure largement au nord-est de la vallée de l'Eyre. Cette série sédimentaire (séquence 5) est principalement constituée par des niveaux sablo-graveleux blanc grisâtre. Son épaisseur varie de 5 à 20 m suivant l'importance de la chenalisation et le comblement de celle-ci. Les stratifications de plan oblique démontrent un hydrodynamisme fort, transportant des graviers de quartz laiteux, des

quartzites gris clair, parfois de rares lydiennes et des quartz rose ainsi que des galets de calcaire corrodés. Au sommet de la formation, s'individualisent de fines passées argileuses plastiques centimétriques à décimétriques blanc crème auxquelles se mêlent de fins niveaux gréseux oxydés en plaquettes de couleur chamois. De fréquents indices de chenalisation sont décelables à la base de ces dépôts, en particulier des galets mous de reprise des sédiments de la séquence inférieure. Ce phénomène érodant fortement les terrains en place provoque parfois une incision traversant la formation normalement sous-jacente et met en contact les graviers de Belin avec des niveaux inférieurs, tels les Sables Fauves.

a) Vallée de la Hountine (Belin-Beliet)

Cet affleurement situé au lieu dit Cès (commune de Belin-Beliet) permet d'observer la transition entre :

- le sommet de la formation d'Onesse, constitué de sables très fins, peu argileux, blanc-vert à grisâtres ;
- la base de la formation de Belin dont les sables sont plus ou moins grossiers, à petits graviers (10 à 15 mm) roulés, blanchâtres, avec de très nombreux quartz.



Le passage de l'un à l'autre est souligné par des galets mous de reprise de sable.

b) Les sablières de Baillon



La carrière est à l'heure actuelle exploitée par la société SIFRACO. Elle se situe à l'est de la commune de Belin-Beliet, aux abords du ruisseau de Paillaisse. L'accès se fait par la route départementale D3.



Au niveau des fronts de taille, la formation de Belin est constituée par des assises de petits graviers centimétriques blanchâtres très arrondis et de sables grossiers blancs à grisâtres arrondis, emballés dans une matrice argileuse plus ou moins abondante. Les graviers les plus fréquents sont des quartz blancs et des quartzites crème.

Les structures en berceaux et les stratifications obliques observables témoignent de courants relativement forts d'orientation Nord-Ouest. La mise en place des graviers de Belin s'est faite dans des paléoenvironnements deltaïques à chenaux divagants à fort pouvoir incisif (où s'accumulait le matériel grossier) séparés par des zones plus calmes.

Ce type de formation, de par la nature et la granulométrie de ses constituants (sables et graviers) et donc de la porosité qui en résulte, est susceptible de contenir et de permettre la circulation d'un volume d'eau important.

2.2.5. Le Pléistocène inférieur à supérieur (Eburonien-Waal à Würm) : la formation de Castets et la formation du Sable des Landes

Ces formations correspondent à deux assises superposées dont le passage progressif de l'une à l'autre rend particulièrement complexe l'appréciation de leurs limites verticales. Elles seront par la suite traitées conjointement.

a) Eburonien à Waal (Donau à interglaciaire Donau-Günz) : la formation de Castets et les Argiles d'Argelouse

Les dépôts attribuables à la formation de Castets sont constitués par des sables fins à moyens, gris beige à blanchâtre, le plus souvent homo-métriques. Quelques grains de feldspath et de rares minéraux lourds sont présents. Leur transport fluvial est parfois attesté par des stratifications à plans obliques, mais surtout par leur morphoscopie de type émoussé luisant. La partie supérieure de cette sédimentation n'est en général que rarement marquée, par des passées argilo-organiques centimétriques entrecoupées de sable blanc fin bien trié. Au toit de cette formation, on trouve une passée d'argiles gris-bleu silteuses, préservée uniquement au nord-ouest de Sore, près d'Argelouse.

La formation de Castets présente la particularité de combler des paléovallées probablement würmiennes creusées dans la molasse et le substrat miocène marin, dans le secteur de Nérac – Bazas. Ce phénomène est probablement dû à une reprise

par ruissellement de la formation de Castets et du Sable des Landes et par apport de sables soufflés au Würm IV ou Tardiglaciaire. Les accumulations dans ces paléovallées peuvent atteindre plus de 28_m puisque le forage 09012x0027 au nord de Durance, n'a pas atteint le substrat molassique.

b) Nappes fluviales (Pléistocène inférieur)

Au cours du Pléistocène inférieur, les alluvions en nappe s'encaissent peu à peu dans le paysage et marquent un début de structuration du réseau avec le dépôt des nappes de Cénac puis Léognan-Listrac. L'extension latérale du cours de ces nappes est déjà fortement réduite à 10 – 15 km alors que la formation de Belin s'étalait sur un éventail de 50 à 60 km d'ouverture. Cette période correspond à l'arrivée du froid en Europe moyenne et du Sud.

- Les dépôts de la nappe de Cénac sont caractérisés par des graviers et des sables argileux rougeâtres à blanchâtres, associés à des argiles marbrées grises et rouille. On peut en observer des lambeaux résiduels depuis la vallée de la Baïse jusqu'aux environs de Langon. Ces dépôts sont rattachés à la période froide de l'Eburonien (Donau).
- Les dépôts de la nappe de Listrac sont caractérisés par des graviers et des sables argilo-feldspathiques jaunâtres à rougeâtres à stratifications obliques souvent surmontés par 40 cm de sables et graviers noirâtres humiques. On peut noter la présence de débris de paléosols et des lentilles de sables éoliens dans les dépôts en place sous le sable dunaire à la gravière de Dépée, près Grayan et l'Hôpital (Dubreuilh 1976). Cette nappe est rattachée à la période plus tempérée du Waal (interglaciaire Donau-Günz).

c) Terrasses fluviales et alluvions récentes (Pléistocène inférieur terminal à Pléistocène supérieur)

La fin du Pléistocène inférieur est marquée par la structuration du réseau hydrographique et en conséquence, par le premier creusement net des vallées.

- La terrasse de Martillac-Arsac (Günz)

A Arsac, la terrasse débute sur une cuirasse ferrugineuse de 5_cm liée à des argiles rougeâtres reposant sur les calcaires du substratum, puis viennent 40_cm de sables micacés, feldspathiques jaunâtres, consolidés, puis 70_cm de sables et graviers propres à galets. Au dessus, 15_cm d'argiles silteuses beige clair puis 60 cm d'argiles noirâtres à bleuâtres avec restes de troncs d'arbre et 30_cm d'argiles silteuses beige clair forment une intercalation argileuse dans ces alluvions günz, probablement une phase de redoux pendant la glaciation. La partie supérieure des alluvions est constituée par 3,5_m de sables propres et graviers jaunâtres à galets. L'épaisseur des alluvions atteint 12_m à Moulis.

- La terrasse de St Selves-Jau (Mindel)

Dans le Médoc, cette terrasse est caractérisée par des graviers et des galets enrobés dans une gangue argilo-sableuse ocre-rouge, feldspathique. L'épaisseur des dépôts varie de 3-4 m (Médoc) à 13 m en amont (Portets).

- La terrasse de Bègle-Parempuyre (Riss)

C'est une terrasse peu représentée dans le Médoc, elle constitue la première terrasse en rive gauche de la Garonne, depuis Langon jusqu'au nord de Bordeaux. Son épaisseur varie de 8m à 13m. Elle est constituée de sables, graviers et de gros galets légèrement argileux, avec une partie basale souvent formée par des sables grossiers propres.

- Alluvions würms

Elles ne sont jamais visibles à l'affleurement dans la Garonne et dans le cours inférieur de l'Adour car systématiquement recouvertes par les dépôts marins à fluviatiles holocènes.

On les rencontre dans les cours amonts des fleuves des rivières importantes, sous forme de terrasses résiduelles recoupées par les cours holocènes à actuels. Ils sont constitués par des sables et graviers à galets dont la nature lithologique est fortement conditionnée par le substrat proche.

- Alluvions holocènes

C'est en général un envasement marin ou fluviatile des cours inférieurs des fleuves et de leurs affluents qui est à l'origine des dépôts flamands. Ils sont en général constitués à la base de sables et petits graviers argileux, puis rapidement on observe un dépôt de plus en plus argileux finissant parfois par des tourbes. Les alluvions flamandes sont souvent inondables, et formaient des zones marécageuses avant les aménagements historiques et modernes.

d) Formation du Sable des Landes (Pléistocène inférieur terminal à Pléistocène supérieur)

Ces sables jaunâtres à blanchâtres ne sont généralement épais que de 2 à 5 m mais ils peuvent atteindre une dizaine de mètres à la faveur du comblement d'une dépression. Leur éolisation n'est survenue qu'après une phase de ruissellement comme le montrent les analyses morphoscopiques. En effet, environ 20 % des grains portent encore les stigmates d'un transport fluviatile, alors que le reste est fortement éolisé avec même des traces d'influences glaciaires (fragmentation des granules). Le sommet de ces sables est souvent le siège d'une podzolisation avec parfois une couche aliotique plus ou moins grésifiée.

La seule indication chronologique est fournie par Thibault (1965). Il identifie deux pointes à cran solutréennes extraites dans ces horizons sableux aux environs de

Sabres. Bien qu'on retrouve des indices de sables éoliens dès le dépôt des terrasses du Günz, la majeure partie de la formation du Sable des Landes peut être attribuée aux derniers stades de la glaciation wurmienne, en particulier au Tardiglaciaire.

2.2.6. Sable des systèmes dunaires

Trois systèmes dunaires peuvent être observés à proximité de la façade atlantique :

- **dunes actuelles** : le cordon dunaire actuel (10 à 15 m de hauteur) correspond à une frange côtière de quelques centaines de mètres de large, alimentée par les sables de l'estran par transport éolien,
- **dunes transversales à crêtes barkanoïdes** : ces édifices sableux éoliens constituent de grandes crêtes sableuses subparallèles à la côte atlantique, culminant entre 50 et 60m d'altitude, selon deux générations de dunes. La plus ancienne semble s'être édifiée entre 2700 et 800 ans BP, la plus récente entre 400 et 200 BP. Elles sont actuellement fixées par la végétation.
- **dunes paraboliques** : ces édifices sableux formés et nourris par le vent se présentent sous la forme d'un U dont l'ouverture est tournée au vent d'Ouest. Ces accumulations attribuables à la période froide du Subboréal (4700 à 2700 BP), ont entraîné un blocage des eaux à l'est, favorisant la création des étangs et zones marécageuses. Une deuxième génération de dunes paraboliques de taille plus réduite a été mise en évidence entre les deux générations de dunes barkanoïdes et une troisième génération de très petite taille est visible par endroit derrière la dune actuelle ; on peut les attribuer à la période plus froide de 800 à 400 BP, ou au "*Petit âge glaciaire*" (1500-1600) et au 19^{ème} siècle. Ces édifices éoliens sont aussi fixés par la végétation.

3. Elaboration de la base de données et définition de la géologie des réservoirs

3.1. METHODOLOGIE GENERALE, MISE EN PLACE DE LA BASE DE DONNEES

Pour reconstituer la répartition spatiale des différentes formations et leurs passages latéraux sur le domaine étudié, une base de données réunissant les paramètres relevés sur les différents sondages examinés a été élaborée ; l'interprétation de cette base de données s'est appuyée sur la réalisation simultanée de 16 coupes géologiques dont 14 est-ouest depuis la Pointe de Grave jusqu'à la vallée de l'Adour, à l'échelle du 1/50 000^{ème}.

3.1.1. Collecte des données

a) Source des données

Les ouvrages recensés dans la Banque de données du Sous Sol (BSS) gérée par le BRGM ont constitué la principale source d'informations collectées.

b) Renseignements nécessaires et codages

Chaque sondage a été analysé de façon à déterminer les "passes" le composant. Chacune d'elle représente une unité sédimentaire reconnaissable et homogène à laquelle peuvent être appliquées différentes codifications pouvant rendre compte de la stratigraphie, de la perméabilité, de la position de la passe.

- Le *code stratigraphique* se réfère à l'échelle stratigraphique (tabl. 1; p.22).

- Le *code lithologique* traduit la nature lithologique d'une "passe". Il se fonde sur des libellés primaires correspondant aux argiles (A), sables (S), calcaires (Ca) et graviers (G) et sur deux libellés secondaires pour les tourbes (T) et lignites (L). Leur combinaison et la notion d'alternance de niveaux introduisent certaines nuances. A chaque codification est associé un code de perméabilité (tabl. 2).

Code stratigraphique	Formation correspondante	Stratigraphie
D-NF	Formations éoliennes	Holocène
F	Formations fluviatiles et fluvio-marines	Quaternaire
IV Cts	Formation de Castets	Pléistocène
p3-IV Bn-Br	Formation de Belin s.l.	Pliocène sup.
p2-IV On	Formation d'Onesse	Pliocène moy.
p1-2 Ar	Formation d'Arenosse	Pliocène inf. à moy.
m5 GB	Formation des Glaises bigarées	Miocène sup.
m4 SF	Formation d'Arenosse	Miocène moy.
Subp, Subi	Substratum perméable ou imperméable	Miocène à Trias

Tableau 3 : Libellés du code stratigraphique

Code lithologique	Signification	Code de perméabilité
A	Argiles	1
L	Limon	2
T	Tourbes	2
Lig	Lignites	2
D	Sables éoliens	4
S	Sables	3
G	Graviers	4
Ga	Galets, cailloutis	4
F	Faluns	3
Ca	Calcaires	4
CaA	Marnes (calcaire argileux)	2
Mca	Molasses	1
Dol	Dolomie	4
Oph	Ophite	2
Sch	Schistes	2
Qtz	Quartzites	2

Tableau 4 : Libellés du code lithologique et correspondance avec la perméabilité.

- le *code de perméabilité*, basé sur la nature lithologique de la "passe", traduit la plus ou moins grande facilité (tabl. 3) avec laquelle l'eau est susceptible de la traverser ou d'y séjourner.

Code de perméabilité	Signification
1	Imperméable
2	Peu perméable
3	Perméable
4	Très perméable

Tableau 5 : Libellés du code de perméabilité.

- **Exemple de l'interprétation d'un forage**

Comme le montre l'exemple du forage 08502X0001, la traduction d'un forage dans la base de données se fait en plusieurs étapes.

n° BSS	Cote sol	Prof. de passe	Code carte	Code Litho	Notation	Code Strati	Perméabilité
08502x0001	20,00	1,50	59	D-NF	NF2	1	4
08502x0001	20,00	8,00	59	D-NF	NF2	1	4
08502x0001	20,00	9,00	114	SG	p3-IV Bn	6	4
08502x0001	20,00	11,00	136	S	m4 SV	11	2
08502x0001	20,00	11,25	136	S	m4 SV	11	2
08502x0001	20,00	19,00	136	SCa	m4 SV	11	2
08502x0001	20,00	27,00	346	SCa	m4	12	3
08502x0001	20,00	47,00	346	SCa	m4	12	3
08502x0001	20,00	50,00	346	CaS	m4	12	3
08502x0001	20,00	60,00	346	CaS	m4	12	3
08502x0001	20,00	65,00	346	CaS	m4	12	3
08502x0001	20,00	71,00	346	CaS	m4	12	3
08502x0001	20,00	79,00	346	CaS	m4	12	3
08502x0001	20,00	83,00	346	CaS	m4	12	3

Tableau 6 : Exemple d'interprétation de forage

3.1.2. Synthèse sur les données récoltées

Les informations recueillies portent sur mille quatre-vingt-huit (1088) ouvrages (fig. 4) de nature et d'usage différents (forage d'eau, puits, sondages de reconnaissance...).

Par ailleurs, au droit de la zone d'étude, il existe plusieurs centaines de forages pétroliers. Toutefois, leur objectif étant profond, la description des terrains superficiels lorsqu'elle existe, est souvent inexploitable.

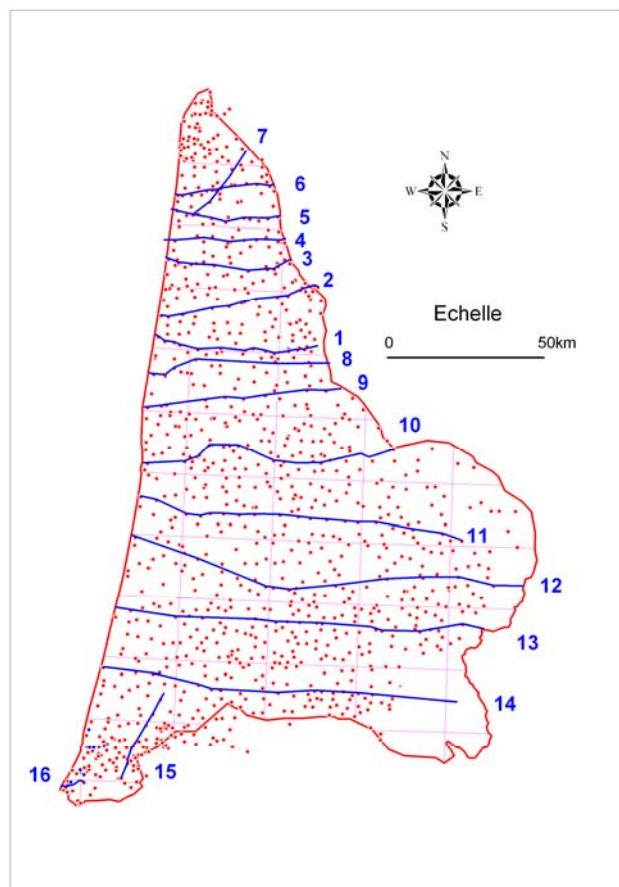


Figure 4 : Carte de la répartition des 1088 forages interprétés et tracé des coupes de référence

3.2 DEFINITION DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET RECONSTITUTION DE LA GEOMETRIE DES RESERVOIRS

A partir des informations recueillies dans la base de données, différentes cartes, des coupes lithostratigraphiques interprétatives à vocation hydrogéologique ont pu être dressées. L'analyse et l'interprétation de ses documents sont destinées à connaître :

- les ensembles réservoirs et leurs épontes (horizons peu perméables ou imperméables) ;
- l'extension géographique des différents réservoirs et de leurs éventuelles zones d'affleurement ;
- la localisation des zones où les épontes entre réservoirs sont réduites ou inexistantes.

3.2.1 Cartes enveloppe des différentes formations

a) Méthodologie

Ces cartes ont été dressées en intégrant les données interprétées des sondages appuyées par la réalisation des seize coupes de référence.

b) Description des cartes enveloppe

- **Carte enveloppe de la formation des Sables fauves (Langhien-Serravallien)**

La carte enveloppe de la formation des Sables fauves (fig. 5) suggère un remplissage de type deltaïque avec des zones d'affleurement essentiellement situées dans la partie amont du delta et sur les rebords en rive droite et rive gauche. La fenêtre affleurante de Salles étant due au rejeu de la faille de la Leyre. Les indentations et les "trous" que l'on observe sur la courbe enveloppe des Sables fauves sont le résultat des érosions postérieures au dépôt et aux points hauts du soubassement miocène marin.

Les axes distributaires sont dirigés en éventail suivant une direction SE-NW, formant un énorme cône de déjection pour les produits d'érosion de la nouvelle chaîne de montagne qui vient de se former au sud, les Pyrénées. L'axe de ce cône est dirigé depuis Pau vers l'étang de Cazaux, avec une légère courbure vers l'ouest. Deux émissaires principaux où s'exerce une forte érosion sont situés l'un plus grossier à Dax (Dx), l'autre plus fin passant par Nogaro – Mont de Marsan (No, MMt), au sud et au nord de l'anticlinal d'Audignon.

L'essentiel des sédiments provient des Pyrénées ; les apports du Massif central ne semblant pas représentés car probablement stockés à l'époque dans la région toulousaine et entre Dordogne et Lot.

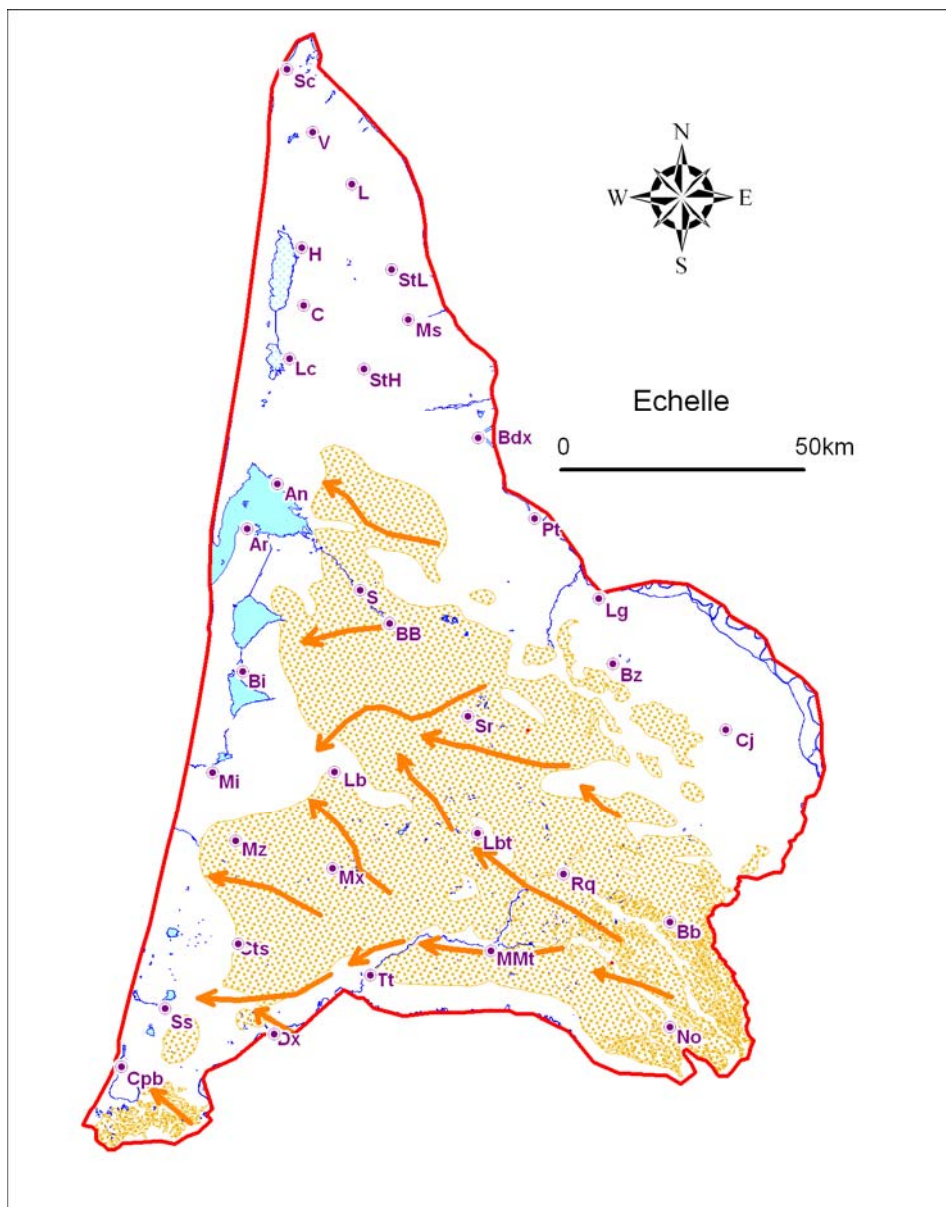


Figure 5 : Carte enveloppe de la formation des Sables fauves et zones d'affleurement

- **Carte enveloppe de la formation des Glaises bigarrées (Tortonien)**

Les Glaises bigarrées correspondent à la fin de la première séquence de dépôt continental du Triangle landais (fig.6). Elles sont toujours superposées aux Sables

fauves, sauf quand elles recouvrent directement le substrat. Les Glaises bigarrées se sont sédimentées dans un contexte relativement plat de vaste plaine d'inondation sans influence marine. Les lignites qu'elles renferment correspondent à des environnements marécageux très riches en végétation. Les meilleurs points d'observation de ces glaises et lignites se situent dans les anciennes exploitations de lignite d'Arjuzanx, près de Morcenx (Mx).

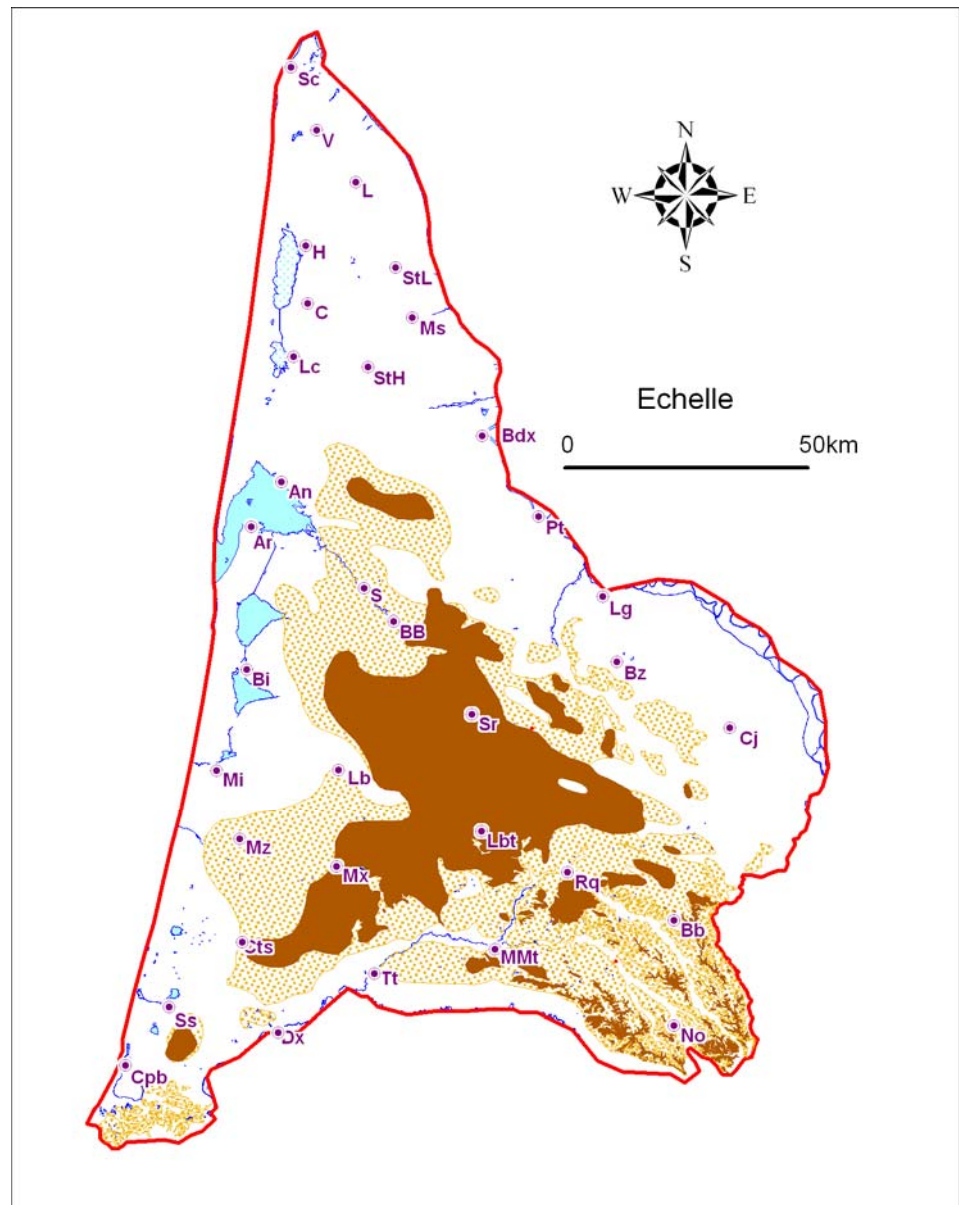


Figure 6 : Carte enveloppe de la formation des Glaises bigarrées au toit des Sables fauves

Le toit de la formation est très souvent érodé et profondément entaillé par les chenaux à graviers de la formation d'Arengosse (Pliocène).

- **Carte enveloppe de la formation d'Arengosse (Brunssumien à Reuvérien)**

La formation d'Arengosse, constituée de deux séquences lithologiques identiques, Solférino à la base et Mézos au sommet, représente les premiers dépôts pliocènes du complexe détritique landais (fig.7).

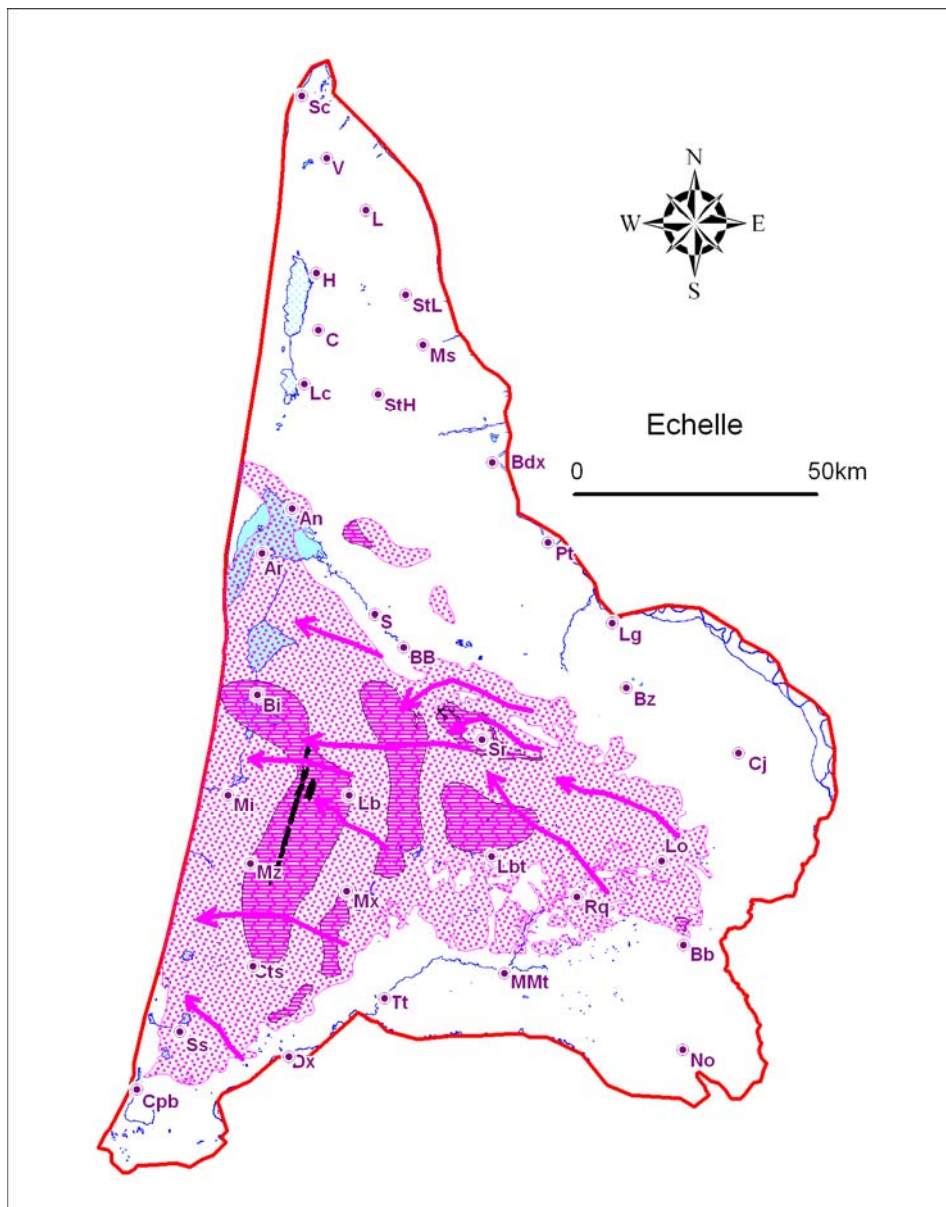


Figure 7 : Carte enveloppe de la formation d'Arengosse avec son toit argileux et les lignites de Mézos

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 des Landes.

La sédimentation de la formation d'Arengosse a eu lieu dans un environnement de chenaux fluviaux divagants au sein d'une plaine d'épandage deltaïque, où les lignites de Mézos matérialisent une zone proche du littoral à la fin du Reuvérien, sensiblement parallèle à la côte actuelle.

Les émissaires principaux sont peu à peu repoussés vers le nord suivant un axe passant par Losse (Lo) et Belin-Beliet (BB). Les flux ont tendance à provenir de l'est, soit par contournement des zones comblées aux pieds des Pyrénées avec l'édification du "cône" du Lannemezan, soit par un déplacement des origines vers la Montagne noire et le sud du Massif central.

- **Carte enveloppe de la formation d'Onesse (Prétiglien)**

La formation d'Onesse constitue la quatrième séquence de la succession landaise (fig. 8).

Le contenu floristique des argiles organiques du toit de la formation (équivalent des lignites de Mimizan) attribué au passage Pliocène-Quaternaire (1,8 Ma) a été remplacé au Prétiglien (2,56 Ma). En effet les pollens de période froide (*Pinus*, *Tsuga*) qui dominent à cette époque sont encore associés à des formes pliocène (*Carya*, *Pterocarya*). La formation d'Onesse semble donc correspondre à l'arrivée du froid en Europe du nord : glaciation Biber (Prétiglien), et non pas à la glaciation du Donau (Eburonien) qui correspond à l'arrivée du froid en Europe moyenne et du sud.

La formation d'Onesse est constituée de sables et graviers bien roulés blanchâtres à nombreux quartz hyalins, surmontés par des sables plus fins, plus ou moins argileux et silteux, micacés, gris bleutés parfois organiques. La phase basale grossière et la phase plus fine silto-argileuse se répartissent pour moitié dans l'épaisseur de la formation à l'exception des grands axes distributaires.

Localement, un horizon ligniteux à nombreux débris de bois peut s'intercaler dans les argiles silteuses du toit de la formation comme à Mimizan (Mi), St Julien en Born et à l'est de Sanguinet.

Les environnements de dépôt restent identiques à ceux de la formation d'Arengosse, mais avec une progradation des dépôts vers l'ouest et le nord.

Simultanément, le "cône" du Lannemezan poursuit son édification avec le dépôt de la partie moyenne du complexe.

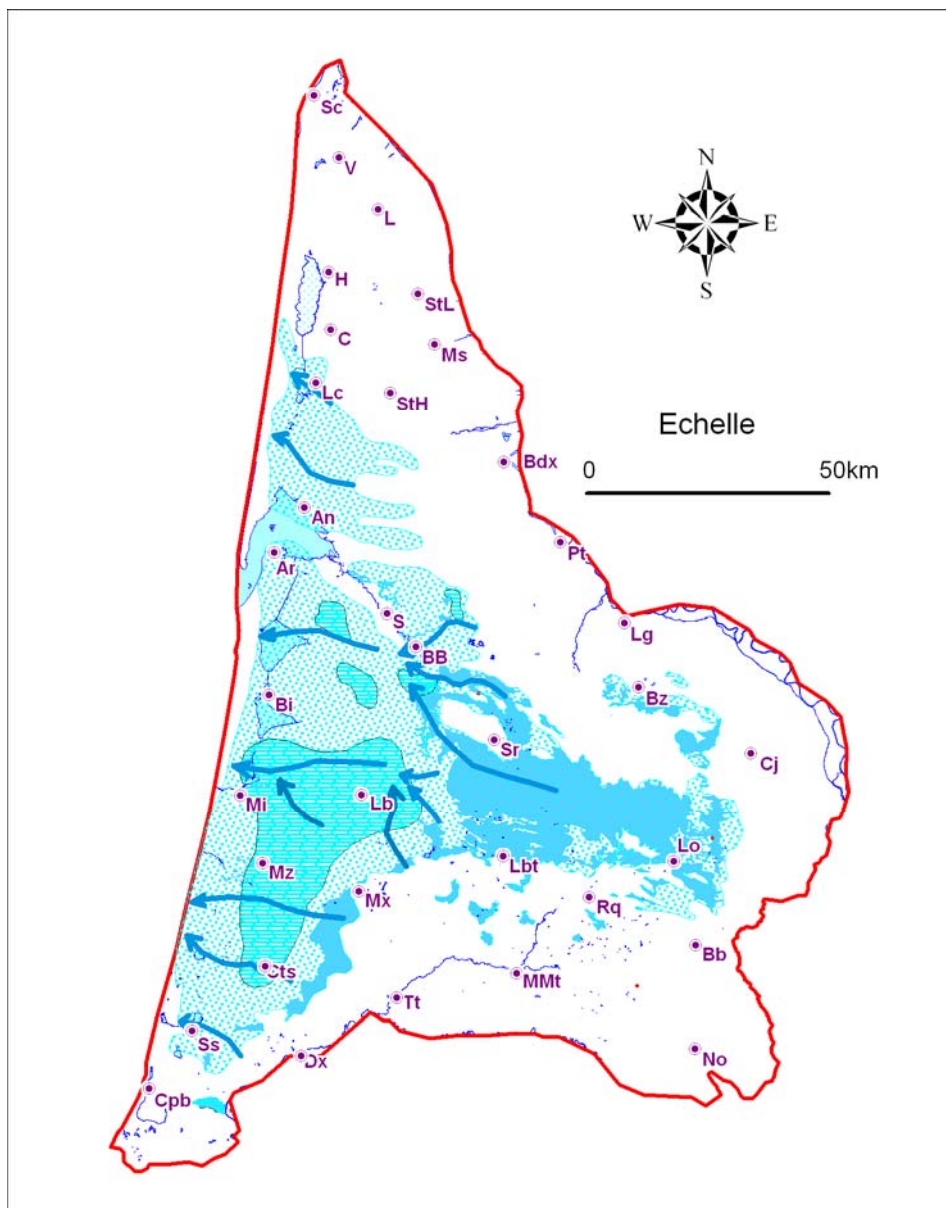


Figure 8 : Carte enveloppe de la formation d'Onesse avec son toit silto-argileux et zones d'affleurement

- **Carte enveloppe de la formation de Belin (Tiglien)**

La formation de Belin représente la cinquième séquence de dépôt du complexe détritico-landais (fig. 9). Elle est nettement discordante à l'échelle régionale et repose sur des formations très différentes : formation d'Onesse au sud, formation d'Arengosse, Glaises bigarrées, Sables fauves, Sables verts, molasses et substratum

miocène à éocène. On retrouve l'équivalent de cette formation en rive droite de la Garonne (Nappes de Sadirac et des Gravieres de l'Entre Deux Mer).

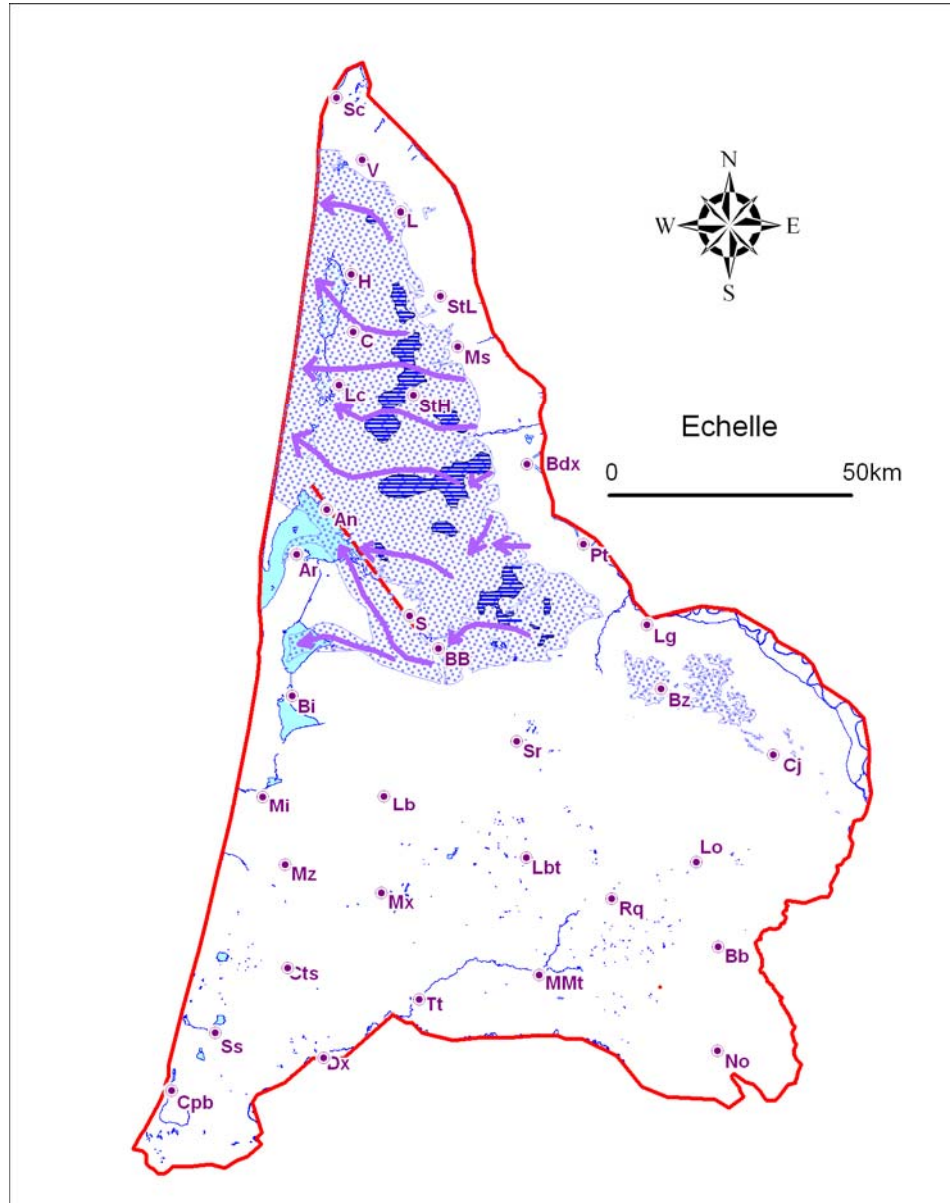


Figure 9 : Carte enveloppe de la formation de Belin et des Argiles de Brach.

La série est constituée par des graviers centimétriques et des sables grossiers blanchâtres à grisâtres, emballés dans une matrice d'argiles kaoliniques plus ou moins abondante. Les graviers les plus répandus sont des quartz et des quartzites blanc laiteux. L'épaisseur des dépôts varie de 5 m à 10-20 m mais peut atteindre 30 m (Naujac). L'étude des minéraux lourds a permis d'identifier une origine pyrénéenne (absence de disthène).

Le haut de la série se caractérise par la présence de lentilles d'argiles silteuses, plastiques, gris bleuâtre à blanches, les Argiles de Brach.

Les graviers de la formation de Belin se sont mis en place dans un environnement deltaïque où de profonds chenaux divagants vont recueillir le matériel grossier, dans un ensemble plus calme. A la fin de la séquence de dépôt, apparaissent des zones calmes et marécageuses à sédimentation fine vaseuse (Argiles de Brach).

La formation de Belin correspond au terme ultime à galets du complexe du Lannemezan et des environs de Biarritz, caractérisant le sommet du Pliocène dans la région.

- **Carte enveloppe de la formation de Castets**

La formation de Castets représente la partie fluviatile basale de la fin du comblement détritique du Triangle landais, la partie supérieure étant représentée par les sables éoliens (fig. 10).

La formation de Castets définie dans les Landes de Gascogne est l'équivalent des sables de Dépée définis dans le Médoc.

La formation de Castets a une épaisseur très variable de l'ordre de 5_m à 15_m, mais peut atteindre 30_m à 40_m. C'est un sable blanc à grisâtre, fin, bien classé, très peu argileux et presque uniquement quartzueux. A la partie supérieure, on rencontre des couches minces de lignite très sableux (Castets) et des argiles silteuses gris-bleu, les Argiles d'Argelouse. Ces argiles ne sont connues que près d'Argelouse, entre Sore et Belin-Beliet.

La formation de Castets, alimenté en grande partie par les sables sous-jacents d'Onesse, s'est déposée dans un environnement de plaine deltaïque subhorizontal, parcourue par un chevelu très dense de réseaux fluviatiles anastomosés. Ce sont surtout ces sables qui ont fourni le matériel repris par le vent durant tout le Quaternaire, en particulier au cours du Würm, et qui a nappé l'ensemble des Landes et du Médoc sous un climat froid où alternent les phases d'éolisation et de ruissellement.

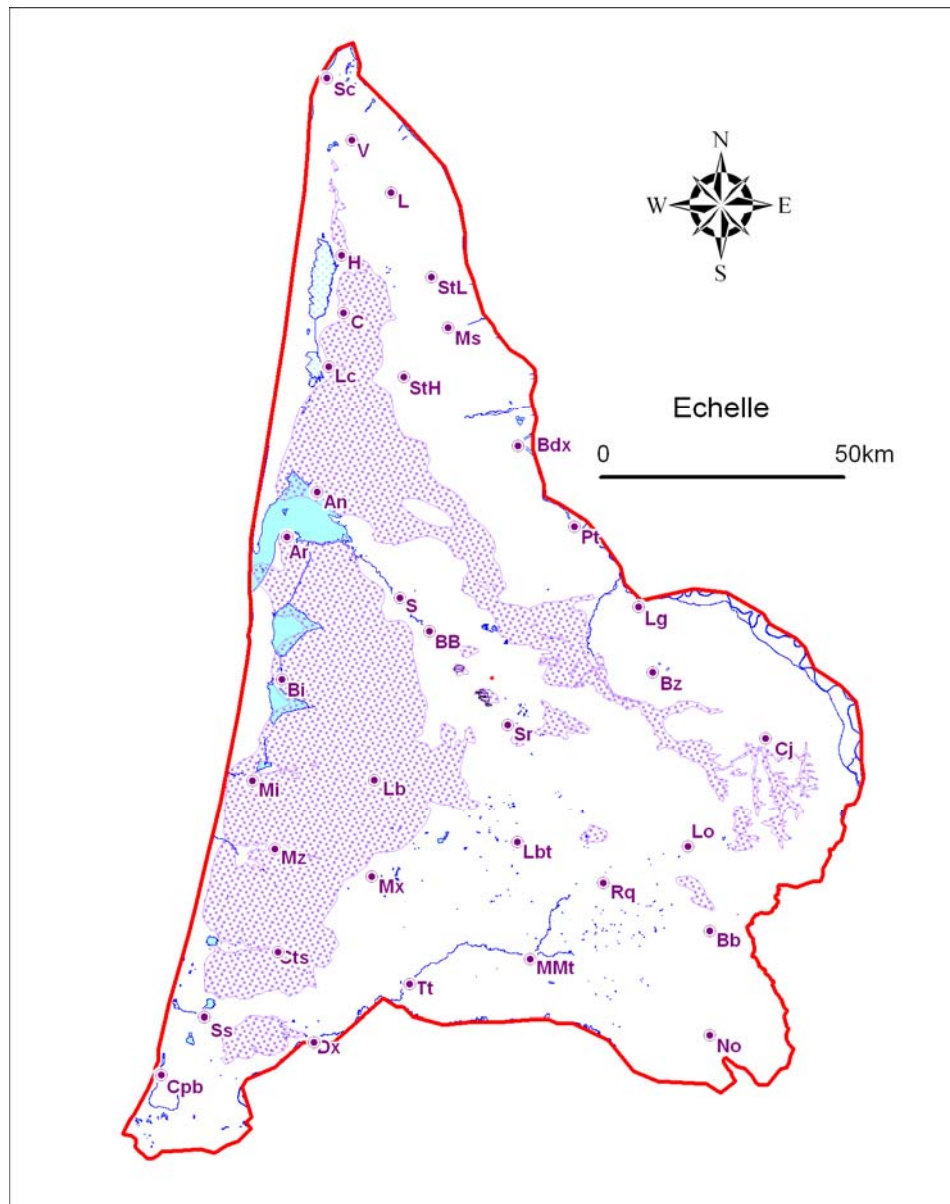


Figure 10 : Carte enveloppe de la formation de Castets

- **Carte enveloppe de la formation du Sable des Landes et des sables dunaires**

Les dépôts éoliens, formation du Sable des Landes et les sables dunaires de la côte atlantique constituent un recouvrement sableux partout présents sur l'ensemble des Landes de Gascogne (fig. 11).

Ce sont des sables jaunâtre clairs à grains de quartz subarrondis mats, et débris de coquilles pour les sables de la façade atlantique.

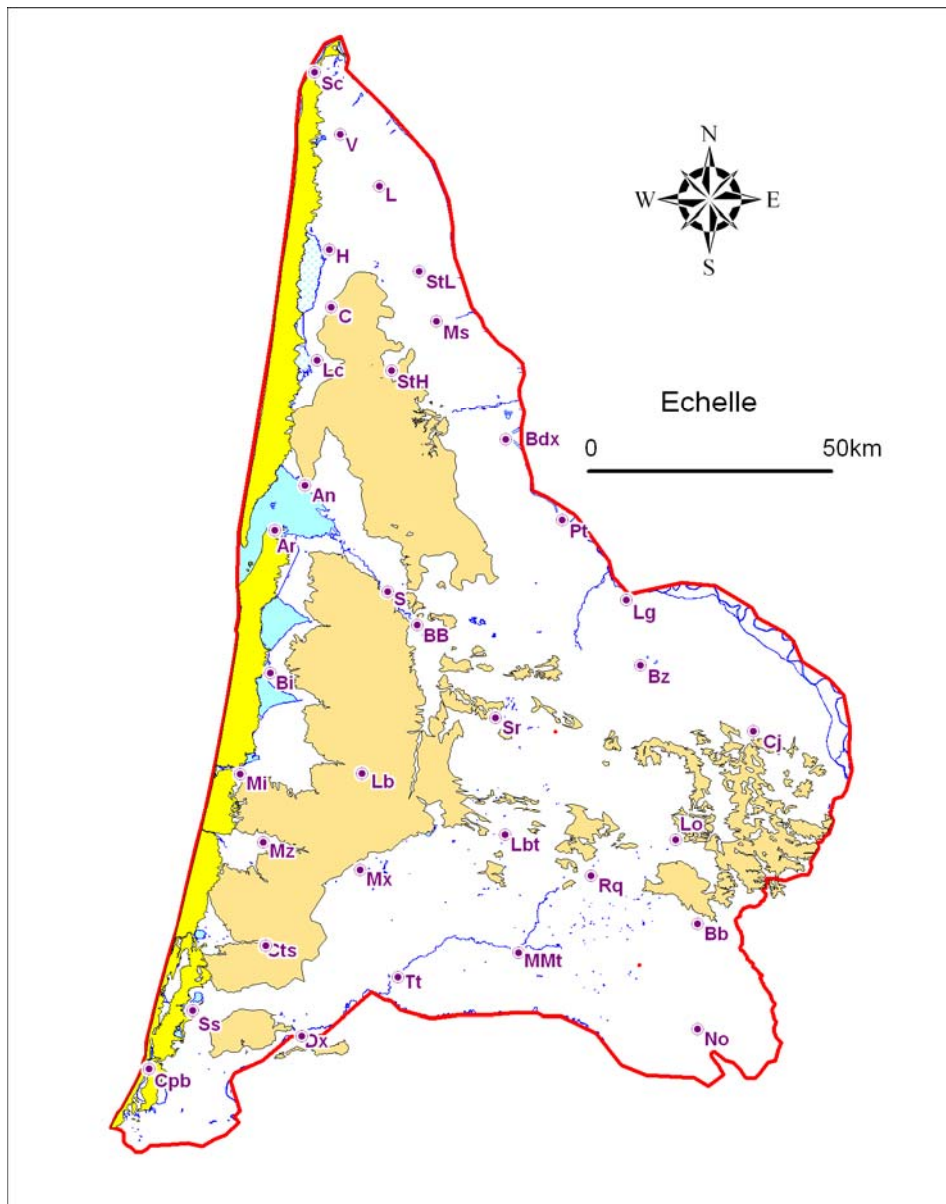


Figure 11 : Carte enveloppe de la formation du Sable des Landes et des sables dunaires de la façade Atlantique

Sur cette carte de répartition des faciès, les zones où les sables éoliens sont peu épais n'ont pas été représentées : zones près des lacs et du Bassin d'Arcachon déblayées au cours du quaternaire par les réseaux hydrographiques ou par ruissellement, où apparaît à l'affleurement la formation de Castets.

- **Carte enveloppe des nappes alluviales de Cénac (Eburonien) et de Listrac-Léognan (Waal)**

Ces dépôts alluviaux en nappes caractérisent le début de structuration du réseau hydrographique en Aquitaine, au cours du Pléistocène inférieur (fig. 12).

On peut les observer en particulier en rive gauche de la Garonne et de la Gironde, mais aussi quelques lambeaux résiduels en rive droite de l'Adour qui ne permettent malheureusement pas d'envisager le dessin d'un ancien cours pour ce fleuve.

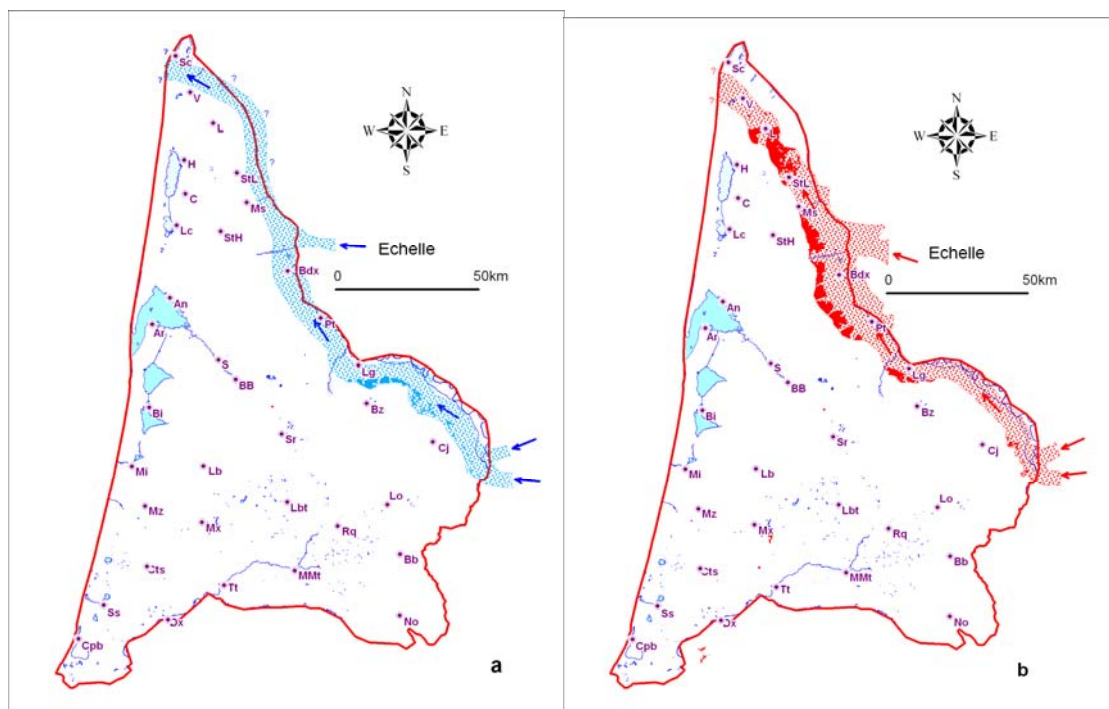


Figure 12 : Extension des nappes de Cénac (a) et de Listrac (b)

Les nappes de Cénac et Listrac, à faciès très similaires, sont constituées de petits graviers blancs de quartz et quartzites et des sables, emballés dans une gangue argileuse rougeâtre et blanchâtre.

- **Carte enveloppe des terrasses alluviales du Günz**

La fin du Pléistocène inférieur (Günz) est caractérisée par la structuration des réseaux hydrographiques et le phénomène de creusement des vallées sur toute l'Aquitaine et le piedmont pyrénéen (fig. 13).

Le creusement des vallées est consécutif au refroidissement plus intense du climat.

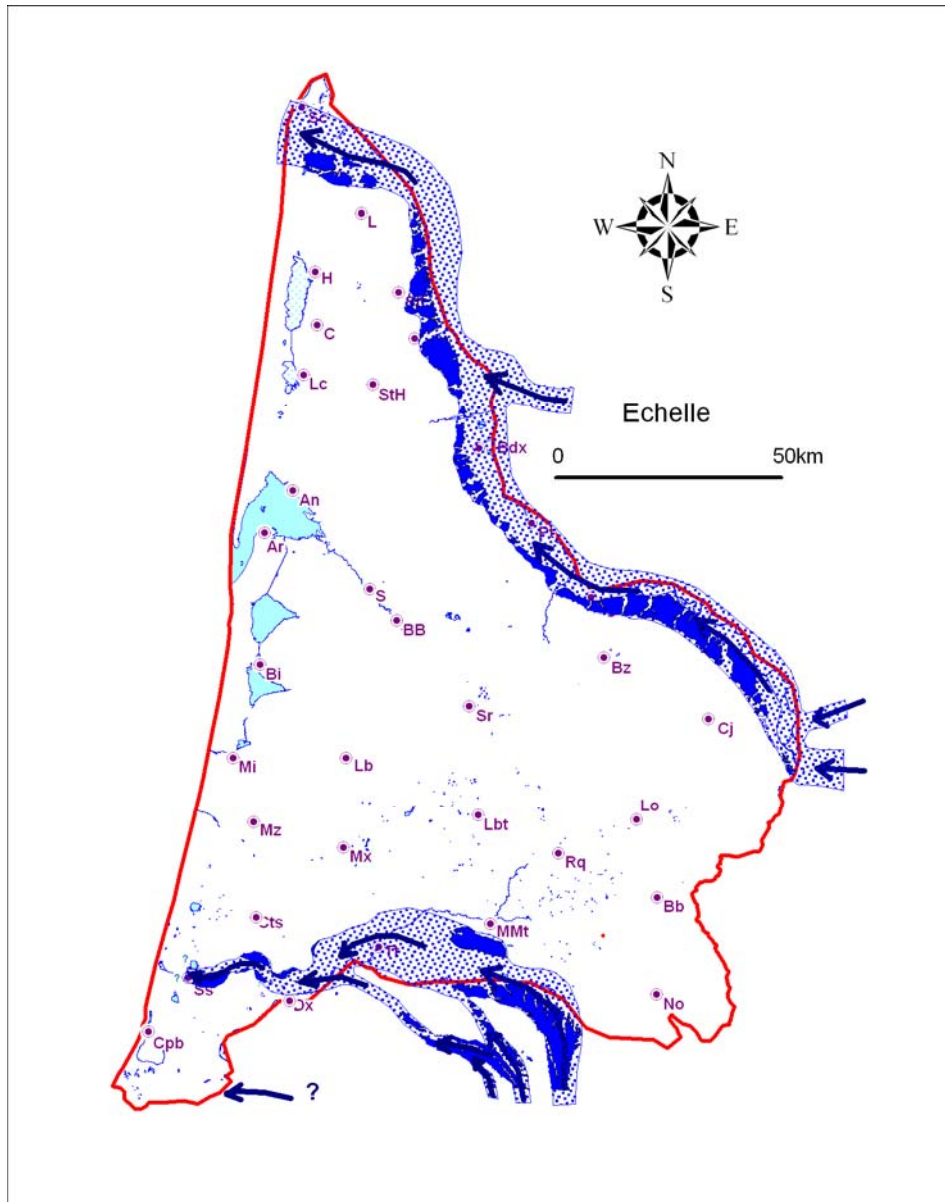


Figure 13 : Extension des alluvions du Günz et affleurements

Les terrasses alluvionnaires d'âge Günz issues du glacier de Lourdes, n'empruntaient pas le cours actuel inférieur de l'Adour, mais passaient au nord de Dax puis Soustons, pour rejoindre l'exutoire du Gouf de Capbreton.

- **Carte enveloppe des terrasses alluviales du Riss**

Les alluvions d'âge Riss sont présentes en rive gauche de la Garonne jusqu'aux alentours de Margaux où elles s'envoient sous les dépôts flandriens et sont recoupées par les alluvions d'âge Würm (fig. 15).

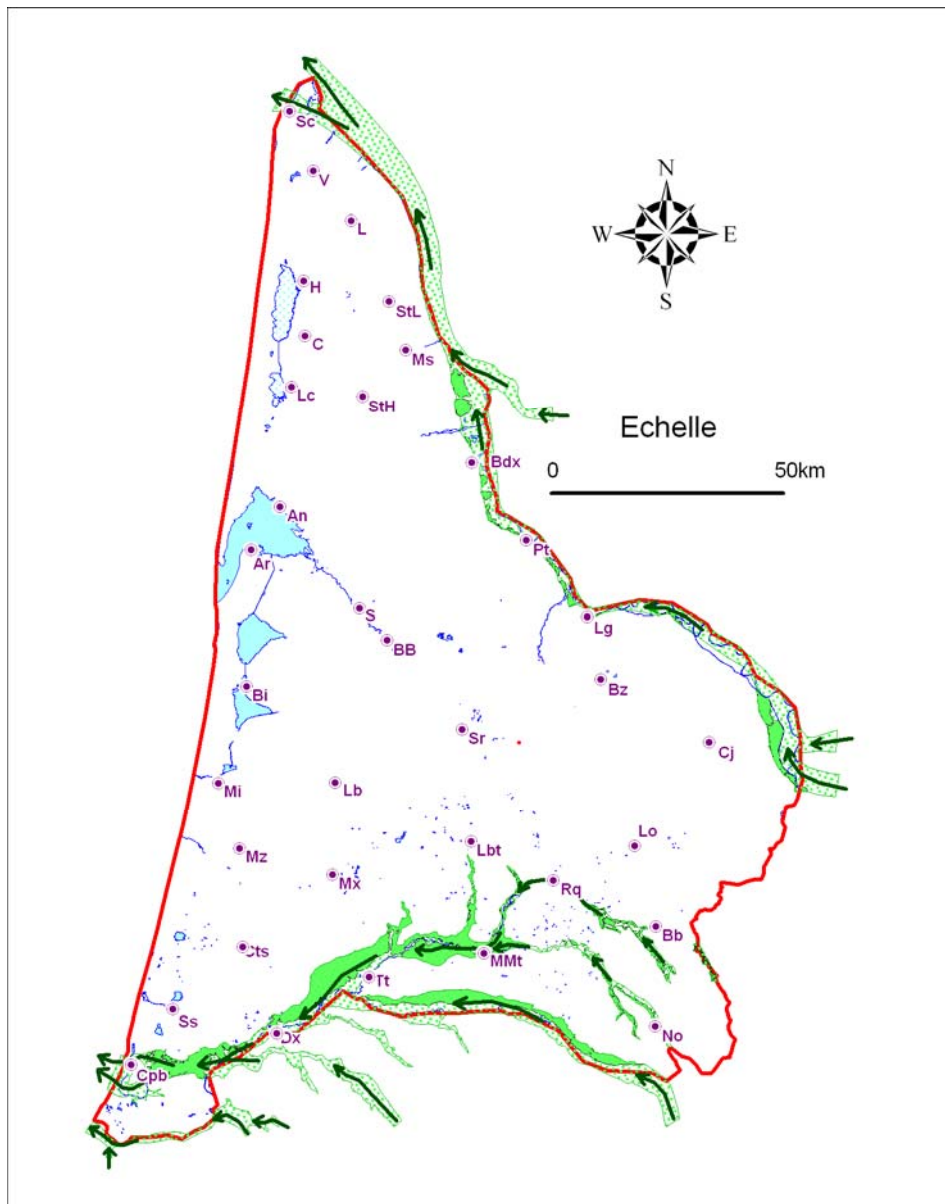


Figure 15 : Extension des alluvions du Riss et affleurements

Au sud, l'Adour délaïsse son cours passant par le dôme de Magescq pour un cours est-ouest débouchant directement sur le Gouf de Capbreton.

- **Carte enveloppe des alluvions du Würm et de l'Holocène**

Les alluvions d'âge Würm sont recouvertes par les dépôts fluviatiles argilo-sableux du Flandrien (Holocène) dans les cours inférieurs de la Garonne et de l'Adour (fig. 16). Elles sont présentes à la base des dépôts fluvio-marins des paléo-vallées wurmiennes et des marais proches de l'Océan.

On retrouve les sédiments flandriens sous les dunes et sables éoliens récents de la façade atlantique dans le secteur de St Vincent de Tyrosse.

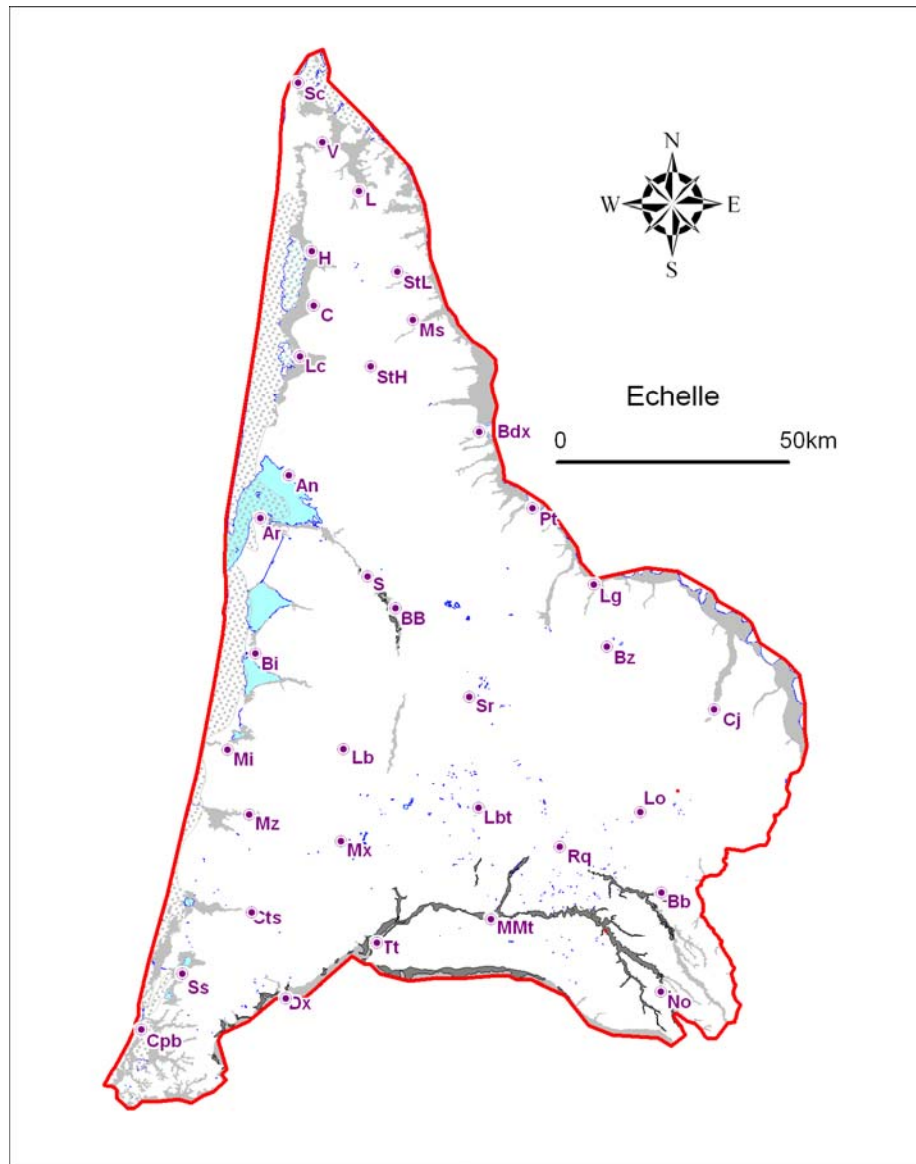


Figure 16 : Extension des alluvions holocènes et affleurements des alluvions du Würm et des dépôts fluvio-marins de l' Holocène.

3.1.3. Cartes en isohypses et isopaches des différentes formations

Par définition, les "isohypses d'une formation" correspondent aux courbes joignant, sur une carte, les points d'une surface situés à une même altitude (Foucault et Raoult, 2001). Ces courbes rendent compte du mécanisme des dépôts et de la paléogéographie. Ce support est nécessaire à la connaissance de la géométrie des différents réservoirs. Afin de définir les isohypses d'une formation donnée, tous les points concernant cette dernière ont été extraits de la base de données puis positionnés sur un fond de carte géoréférencé de la zone d'étude. Les différentes courbes sont tracées en considérant point par point la cote du toit de la formation.

Le traçage des isohypses permet par comparaison, une nouvelle vérification de la qualité des données collectées.

Les courbes en isopaches, courbes dessinant en projection sur une carte les points d'égale épaisseur réelle d'une formation géologique (Foucault et Raoult, 2001) sont nécessaires à l'élaboration du modèle hydrogéologique, en particulier pour définir les paramètres liés à la dynamique du modèle.

Avec l'accord du comité de pilotage, les courbes en isohypses et en isopaches des différentes formations ont été reportées en année 2 du présent module pour bénéficier des moyens numériques du modèle géologique 3D du secteur d'étude et du logiciel GDM. Cette alternative s'est naturellement exprimée en préférence à une représentation cartographique manuelle de la géométrie 3D des différentes formations.

Des esquisses des cartes isohypses (sans correction ou affinage des données) seront toutefois présentées dans la partie consacrée à l'hydrogéologie.

3.1.4. Identification du substratum géologique du Triangle landais

L'identification du substratum géologique du Triangle landais est directement intégrée dans la base de données 3D du BRGM. Cette base de données tient compte des 289 formations rencontrées sur les cartes géologiques à 1/50 000 du BRGM, et donc définies dans les mille quatre-vingt-huit sondages utilisés.

Les formations du substrat sont ensuite caractérisées suivant leurs paramètres hydrodynamiques pour être intégrées dans le modèle hydrogéologique.

4. Définition et caractérisation des ensembles aquifères

La mise en parallèle des cartes d'extension des différentes formations (cf. figure 17) permet de noter que les Glaises Bigarrées sont les seuls niveaux imperméables d'extension régionale.

Partant de ce constat, des résultats obtenus dans le cadre du module 1 de la convention régionale (marquage géochimique des eaux issues de la formation d'Argengosse différent de celui des eaux issues des formations plio-quaternaires plus récentes) et de l'hypothèse que les eaux issues des formations quaternaires pouvaient avoir un marquage différent des eaux issues du Pliocène terminal, il a été décidé, à ce stade des investigations, de regrouper les formations aquifères en 4 niveaux.

Les formations dunaires, les dépôts flamands, le Sable des Landes et la formation de Castets ont ainsi été regroupées pour former l'aquifère A0 (cf. figure 18). Les argiles de Brach et les formations de Belin et d'Onesse constituent l'aquifère sous-jacent A1 alors que la formation d'Argengosse et les Sables Fauves représentent respectivement les aquifères A2 et A3 (cf. figure 18).

Par la suite, il ne sera fait référence qu'à ces 4 niveaux aquifères ainsi qu'aux Glaises Bigarrées qui constituent un imperméable entre les ensembles A2 et A3 sur environ 1/5 du territoire étudié.

4.1. EXTENSION ET AGENCEMENT DES ENSEMBLES AQUIFERES

Les formations ainsi regroupées ont été codées puis introduites dans le logiciel GDM qui permet de représenter des données de forages sous forme de cartes ou de coupes.

Un premier travail d'interpolation **par krigeage** a permis d'établir les cartes de la figure 19 qui représentent les isohypses du mur de chaque ensemble aquifère et des Glaises bigarrées.

On note le plongement global des formations vers l'ouest ainsi que de petits artéfacts qui devraient disparaître après l'élimination complète des forages fournissant des informations discordantes (travail qui sera mené en année 2).

Le logiciel GDM a permis dans un deuxième temps de tracer des coupes qui ont été comparées à celles établies par le géologue. Malgré les petites erreurs précédemment mentionnées, il apparaît que le modèle retranscrit bien la réalité du terrain (cf. figure 20).

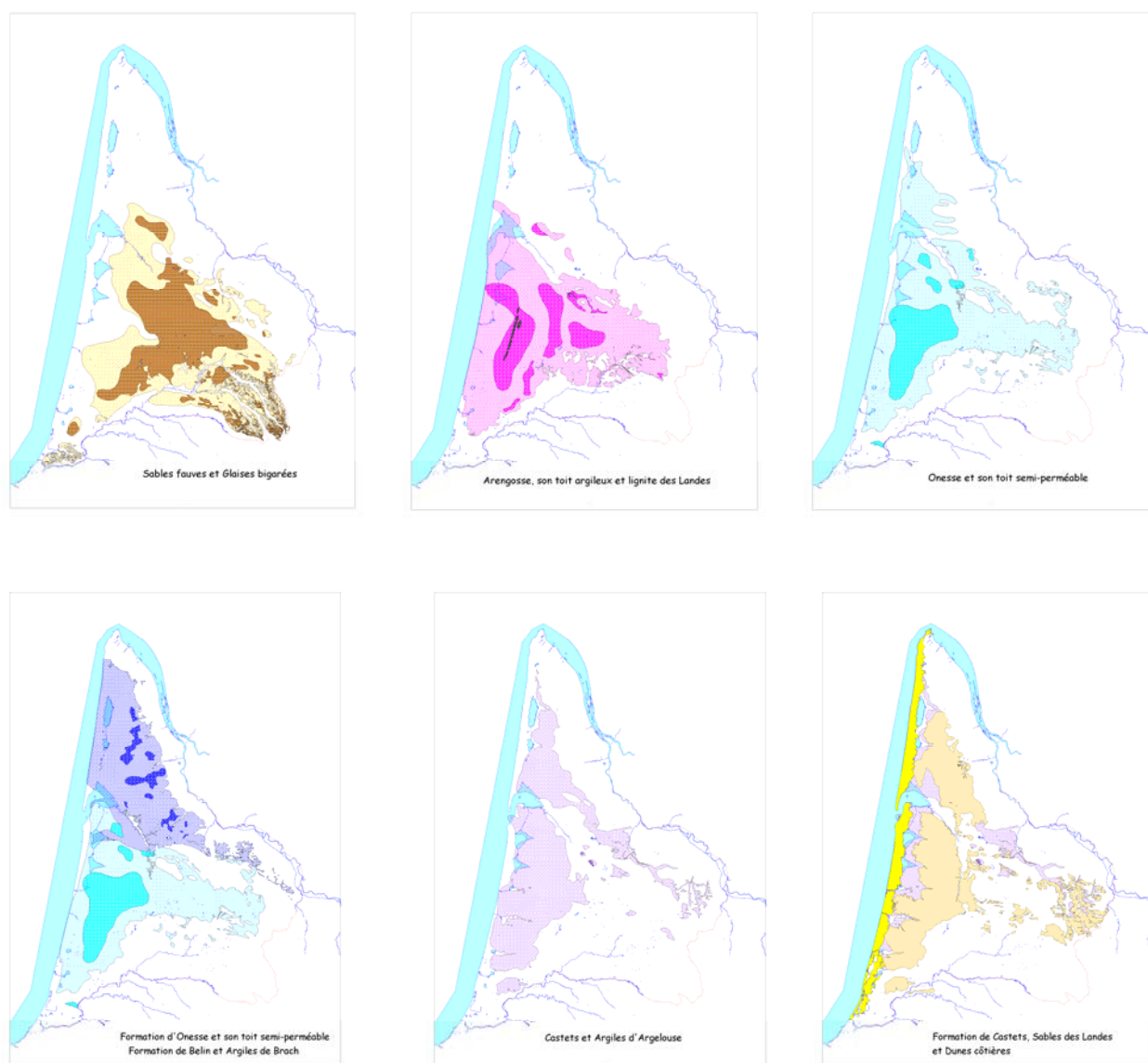


Figure 17 : Extension des différentes formations

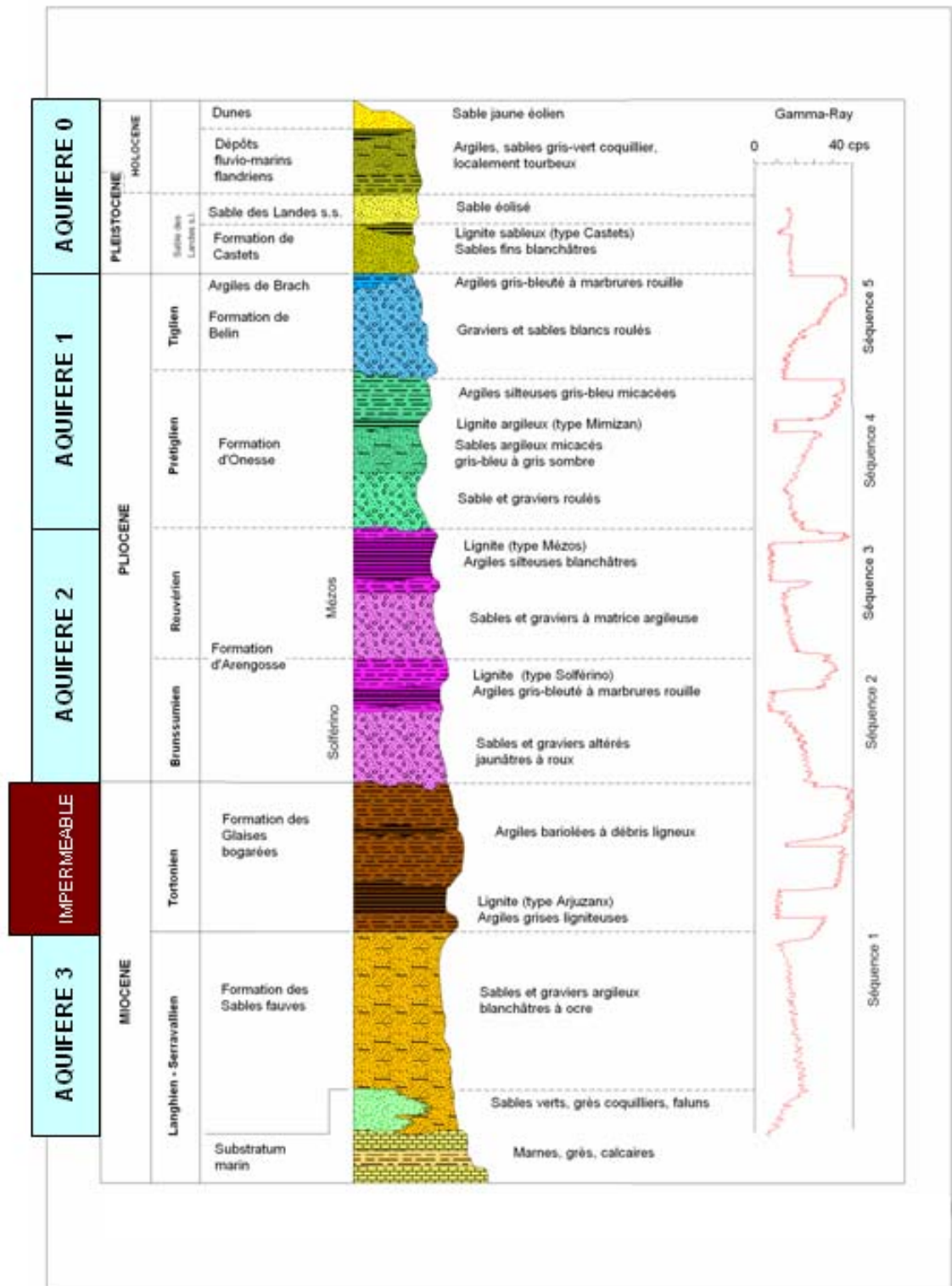


Figure 18 : Regroupement des formations aquifères

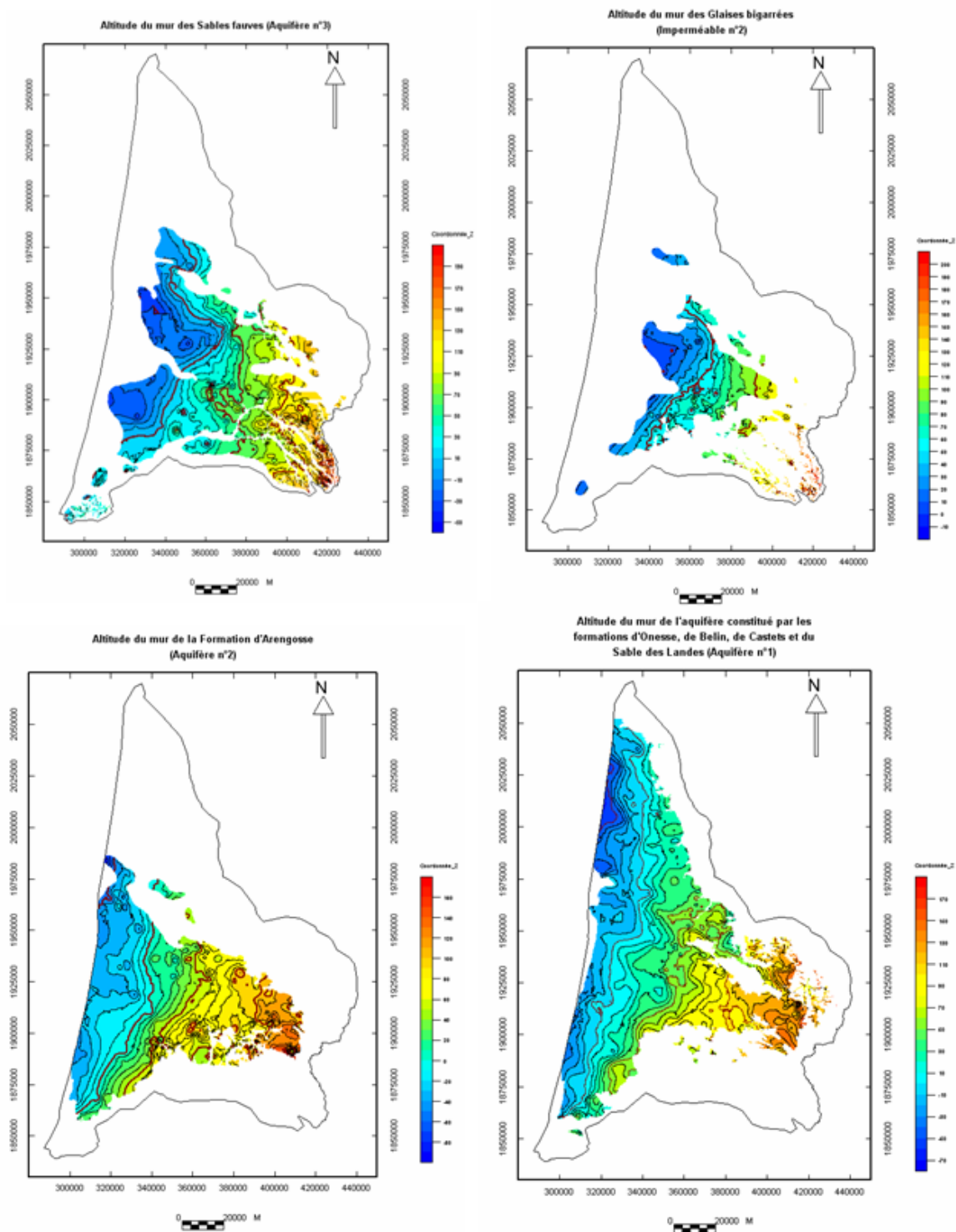


Figure 19 : Cartes isohypses du mur des 3 ensembles aquifères retenus et des Glaises bigarrées

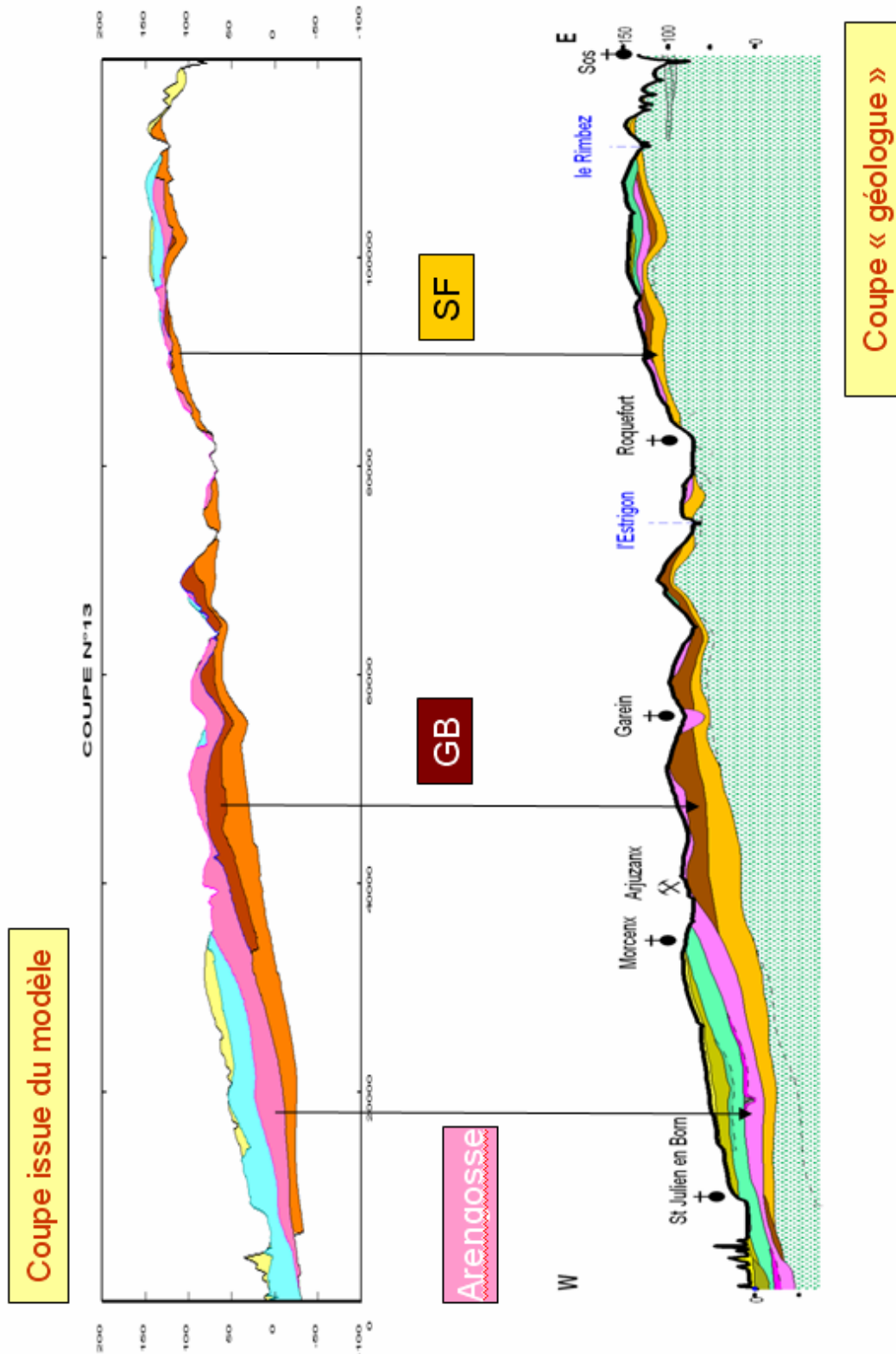


Figure 20 : Comparaison entre la coupe « modèle » et la coupe « géologue »

A l'issue de l'année 1, on dispose donc d'un modèle géométrique à 5 couches permettant de visualiser les secteurs où les 4 niveaux aquifères sont en connexion et ceux où les 3 aquifères supérieurs sont séparés des Sables Fauves par un niveau de Glaises Bigarrées.

4.2. CARACTERISATION DES ENSEMBLES AQUIFERES

4.2.1. Données hydrodynamiques

Compte tenu du peu de données disponibles en BSS concernant les paramètres hydrodynamiques des terrains traversés par les forages de référence, il a été décidé de poursuivre les recherches et de solliciter l'association interdépartementale DFCI (Défense de la Forêt Contre l'Incendie) qui pourrait disposer de données de pompages d'essai.

4.2.2. Données hydrochimiques

La caractérisation hydro-chimique des ensembles aquifères retenus a été réalisée grâce aux données bancarisées dans ADES (banque d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines).

Cette base rassemble tous les résultats d'analyses chimiques réalisées sur des points appartenant à un réseau (réseau de contrôle sanitaire de la DDASS, réseaux patrimoniaux, réseaux départementaux...).

La figure 21 permet de visualiser tous les captages recensés dans cette banque pour les 5 départementaux concernés par la zone d'étude.

Un premier tri effectué sur le code géologique attribué à chacun de ces ouvrages a permis de sélectionner 85 points d'eau.

Sur ces 85 points d'eau, il s'est avéré que seuls 80 d'entre eux se situaient réellement dans la zone d'étude et que 2 de ces ouvrages ne présentaient pas une profondeur compatible avec le captage de formations plio-quaternaires. Au final, ce sont donc 78 ouvrages qui ont été retenus pour lesquels plus de 30 000 analyses chimiques étaient disponibles.

Une sélection des paramètres physico-chimiques, des ions majeurs, du fer, du manganèse, des composés azotés et phosphorés, des métaux ainsi que des principales molécules phytosanitaires a permis de réduire le nombre d'analyses prises en compte à 15 382 (cf. figure 21).

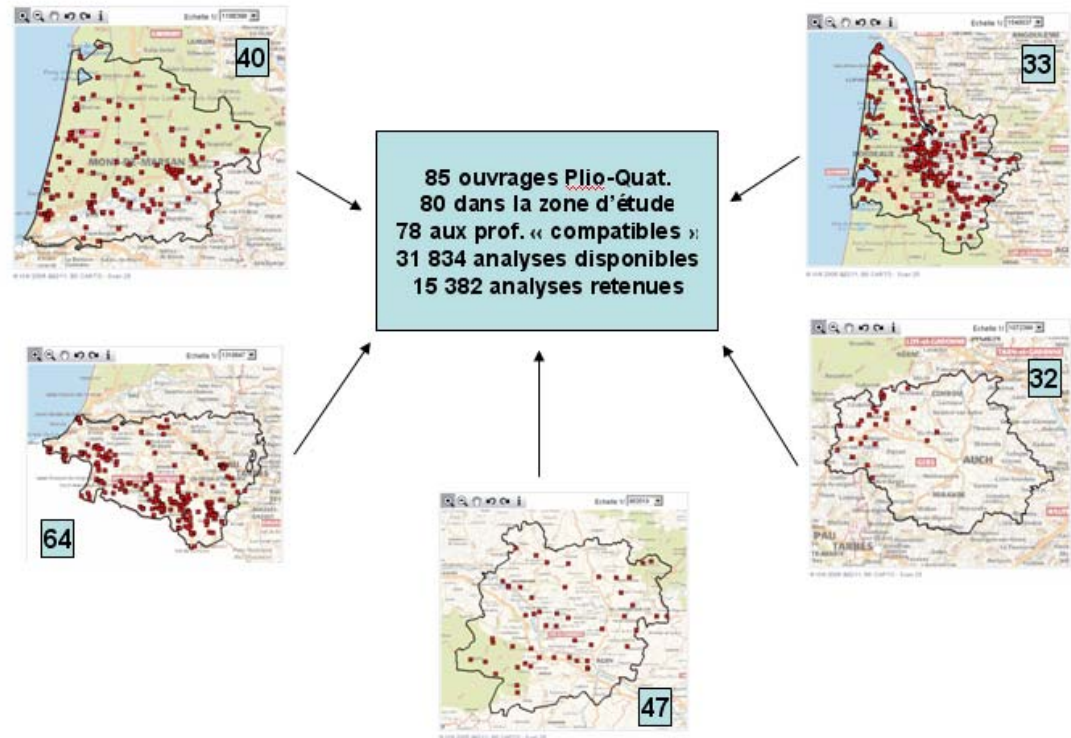


Figure 21 : Sélection des ouvrages plio-quaternaires

Les points d'eau ainsi sélectionnés ont été représentés sur la figure 22. Il apparaît que la densité et la nature des points de contrôle peuvent beaucoup varier d'un département à l'autre. On note ainsi une bonne densité de points présentant des profondeurs variées sur le département des Landes, un très faible nombre de points en Gironde ainsi que le caractère spécifique des points de contrôle implantés dans le Gers (12 sources).

Grâce au modèle GDM, les cotes altimétriques du mur de chaque formation aquifère ont pu être calculées au droit de chaque qualitomètre (cf. Figure 23).

Partant du principe que les forages captaient sur toute leur hauteur, il a été possible d'identifier le ou les ensembles aquifères captés par chaque point d'eau. Il est ainsi apparu que 43 points d'eau ne captaient qu'un système, les 35 restants captant au moins 2 ensembles aquifères.

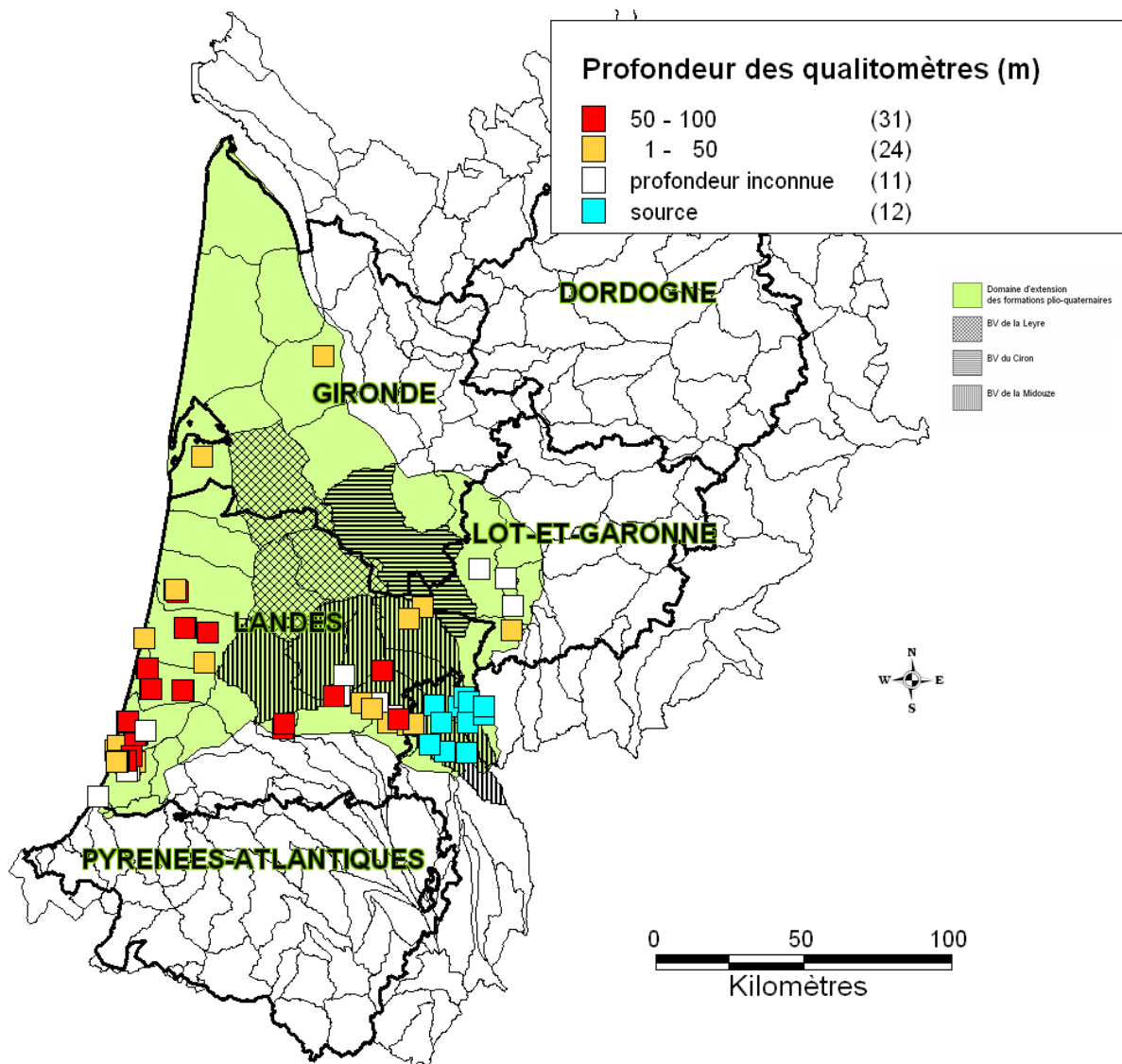


Figure 22 : Localisation des qualitomètres implantés sur le domaine d'étude

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

INDICE_NAT	Z TETE	PROF OUVRAGE	Z FOND	MUR A0	MUR A1	MUR A2	MUR I2	MUR A3	Strati GK	Codage aquifères
J8032X0367/F5	13	16	-3.00	13.66364	13.66364	13.66364	13.66364	13.66364	Terrasse Ghz + Oligocène ?	A0
J8494X0072/F2	15	24	-9.00	15.3407059	-18.453543	-27.687378	-27.687378	-27.687378	Castets + Onesse	A1
J8775X0017/HY	75	0	75.00	75.363266	75.363266	75.363266	75.363266	75.363266	Castets	A1
J8977X0009/F4NP1	28.2	67	-38.80	28.4360504	-0.861662	-21.132225	-21.132225	-21.132225	Cts On Aren Miocène	A1 + A2 + SUBS
J8977X0010/F5NP2	30	59	-29.00	22.6130524	0.41805673	-20.434938	-20.434938	-20.434938	Cts On Limite Arengosse	A1
J8977X0011/F3	35	70	-35.00	21.0068722	0.84829026	-20.60498	-20.60498	-20.60498	Cts On Aren	A1 + A2
J8977X0017/FM4	25	45	-20.00	21.940382	-0.9218372	-21.349627	-21.349627	-21.349627	Cts On Limite Arengosse	A1
J8977X0028/FM1BIS	28	61	-33.00	28.5403519	-0.8685373	-21.112522	-21.112522	-21.112522	Cts On Aren Miocène	A1 + A2 + SUBS
J8977X0036/P	28	10	18.00	28.428706	-0.8771667	-21.141106	-21.141106	-21.141106	Castets	A1
J9006X0070/F	111	1	110.00	111.285103	111.285103	110.258224	105.954491	103.0341	Glaises bigarrées	GB
J9007X0047/P2	143	18	125.00	142.879791	133.236877	123.753853	111.652786	105.473	Onesse + Arengosse	A1 + A2
J9013X0003/HY	98	0	98.00	102.64695	101.598236	101.598236	101.598236	101.5982	Castets	A1
J9017X0004/HY	100	1	99.00	107.810089	107.810089	107.810089	107.810089	107.8101	Calc gris de l'Agenais Aquitainien	SUBS
J9017X0006/HY	115	0	115.00	118.144371	118.144371	118.144371	118.144371	118.1444	Miocène	SUBS
J9232X0009/F2	9	45	-36.00	8.49988461	-27.677731	-30.646	-30.646	-30.646	Flandrien + ?	A0
J9234X0007/F1	23	53	-30.00	19.9258709	3.93621802	-15.201933	-15.201933	-20.44758	On Aren SF m3-4 (miocène moy)	A1 + A2 + A3
J9234X0008/F2	20	71	-51.00	20.203661	5.07192707	-14.962396	-14.962396	-20.08508	On Aren SF m3-4 (miocène moy)	A1 + A2 + A3 + SUBS
J9236X0008/F1	25	55	-30.00	20.4541626	-28.830513	-41.022903	-41.022903	-41.0229	Cts On Limite Areng?	A1
J9236X0013/F2	25	38	-13.00	19.6173134	-28.986422	-40.829727	-40.829727	-40.82973	Dune Castets Onesse	A0 + A1
J9236X0018/F3	35	46.5	-11.50	18.8141384	-29.135923	-40.600876	-40.600876	-40.60088	Cts Onesse	A1
J9241X0003/F2	35.52	51	-15.48	36.0912285	17.728054	-8.6975775	-8.6975775	-23.91833	Cts On Aren SF	A1 + A2 + A3
J9245X0019/F3	81	37.5	43.50	48.1389694	9.65787125	-7.8644457	-7.8644457	-36.65282	Sable des Landes + Cts	A1
J9257X0043/P	72	0	72.00	72.6837692	72.6837692	64.8688736	64.8688736	57.86676	Arengosse	A2
J9265X0006/F2	133	70	63.00	132.719681	132.719681	132.719681	104.503731	100.3556	GB + SF = Molasse + calc miocène	GB + A3 + SUBS
J9492X0024/F	10	75	-65.00	9.3805294	-14.559704	-34.157238	-34.157238	-34.15724	marin(SVerts)	A1 + A2 + SUBS
J9492X0030/F3	8.5	74.1	-65.60	9.44104958	-14.278887	-33.539516	-33.539516	-33.53952	marin(SVerts)	A1 + A2 + SUBS
J9494X0027/F3	51	61	-10.00	35.7548714	24.3858318	3.67299533	3.67299533	3.672995	NF2 Cts On Areng	A1 + A2
J9494X0042/F4	53	62	-9.00	36.0517273	21.8123112	2.28699827	2.28699827	2.286998	NF2 Cts On Areng	A1 + A2
J9495X0015/P2	7	60	-53.00	-52.228577	-52.228577	-52.228577	-52.228577	-52.22858	miocène	A0
J9495X0016/P3	7	75	-68.00	-49.770467	-49.77047	-49.77047	-49.77047	-49.77047	Flandrien marin + miocène	A0 + SUBS
J9495X0017/F4	5	70	-65.00	-49.690052	-49.690052	-49.690052	-49.690052	-49.69005	Flandrien marin + miocène	A0 + SUBS
J9495X0026/F	8	73.5	-65.50	-46.7612915	-46.761292	-46.761292	-46.761292	-46.76129	Flandrien marin + miocène	A0 + SUBS
J9496X0001/F1	24	0	24.00	-2.15166807	-13.275896	-17.517851	-17.517851	-17.51785	Terrasse	A0
J9496X0005/F1	10	56	-46.00	-23.2034283	-24.95265	-33.535877	-33.535877	-33.53588	Flandrien On Aren Mioc (SV)	A0 + A1 + A2 + SUBS
J9496X0026/F2	9	80	-71.00	-23.3312416	-24.63101	-31.76298	-31.76298	-31.76298	Flandrien On Aren Mioc (SV) Oligoc	A0 + A1 + A2 + SUBS

Figure 23 : Détermination automatique des niveaux captés

Aquifère	Nbre ouvrages	T °C	C à 20°C	C à 25°C	pH	HCO3	Ca	Na	Cl	SO4	Mg	NO3	K	Fer	Fluor	Mn
Moyenne	78	14.7		445.00	7.40	178.00	58.00	25.00	38.00	10.00	5.00	11.00	2.00	1.10	0.80	70.00
A0	14	15.1	449	694	7.5	211.7	68.9	56.6	89.0	22.7	8.3	4.2	3.1	1.70	0.10	0.10
A1	9	14.4	228	215	6.8	79.3	23.9	16.2	25.9	10.1	3.3	4.8	1.9	1.70	0.09	0.20
A2	1															
A3	16	14.4	603	637	7.3	302.0	112.6	15.2	30.3	14.0	5.4	35.5	1.8	0.07	2.42	0.02

Figure 24 : Moyennes établies pour les points d'eau ne captant qu'un seul ensemble aquifère

Sur les 43 points ne captant qu'un système :

- 14 ont été identifiés comme captant l'ensemble A0
- 9 ont été identifiés comme captant l'ensemble A1
- 1 a été identifié comme captant l'ensemble A2 (aucune analyse disponible toutefois)
- 1 a été identifié comme interceptant les Glaises Bigarrées
- 16 ont été identifiés comme captant l'ensemble A3
- 2 ont été identifiés comme captant le substratum

Des moyennes concernant les paramètres physico-chimiques, les ions majeurs, le fer, le manganèse, le fluor et la silice ont été établies pour les 4 ensembles aquifères (cf. Figure 24). A noter que les valeurs mentionnées dans le tableau ne correspondent pas à la moyenne de toutes les analyses disponibles mais à la

moyenne des valeurs moyennes de chaque point pour donner le même poids à chaque qualitomètre.

Il semble que les valeurs de conductivité ne soient pas fiables dans la mesure où le maximum est observé pour l'ensemble A3 à 20 °C et pour l'ensemble A0 à 25°C. On note par contre :

- un pH a priori plus faible dans l'ensemble A1 (Onesse/Belin/Castets/SL) que dans les autres aquifères,
- des teneurs en bicarbonates et en calcium plus fortes dans les Sables Fauves (A3) que dans les autres ensembles,
- un ensemble A0 (dunes et alluvions) logiquement plus influencé par les embruns (Na, Cl, SO₄, Mg) que les autres aquifères,
- des teneurs en nitrates plus importantes dans les Sables Fauves que dans les autres ensembles (résultat biaisé par le fait que la majorité des points captant les Sables Fauves correspondent à des sources donc à des points d'eau vulnérables),
- des teneurs en fer et en manganèse a priori beaucoup plus élevées dans les aquifères superficiels que dans les Sables Fauves.

Afin de compléter l'analyse des données, une ACP (analyse en composantes principales) a été réalisée sur les teneurs moyennes de chaque qualitomètre.

L'ACP est une méthode statistique (analyse factorielle) adaptée pour mettre en évidence des corrélations entre les paramètres et entre les observations d'une matrice de données. La méthode consiste à établir un diagramme des paramètres puis un diagramme des individus et à les comparer.

Sur les 43 points d'eau ne captant qu'un seul ensemble aquifère, 4 ont dû être écartés en raison de l'absence d'analyses (pour 2 d'entre eux) ou de leur rôle trop discriminant dans l'analyse en composantes principales (pour les 2 restants).

Plusieurs essais ont été réalisés. Au final, seuls les ions majeurs et le fer ont été retenus pour établir le diagramme des paramètres et celui des individus (cf. Figure 25).

Il apparaît que les axes I et II n'expliquent que 65,7 % de la variance totale. Trois groupes de paramètres peuvent toutefois être identifiés :

- un pôle représenté par le fer,
- un pôle regroupant le sodium, les chlorures, le potassium, le magnésium et les sulfates,
- un pôle regroupant les bicarbonates, le calcium et les nitrates.

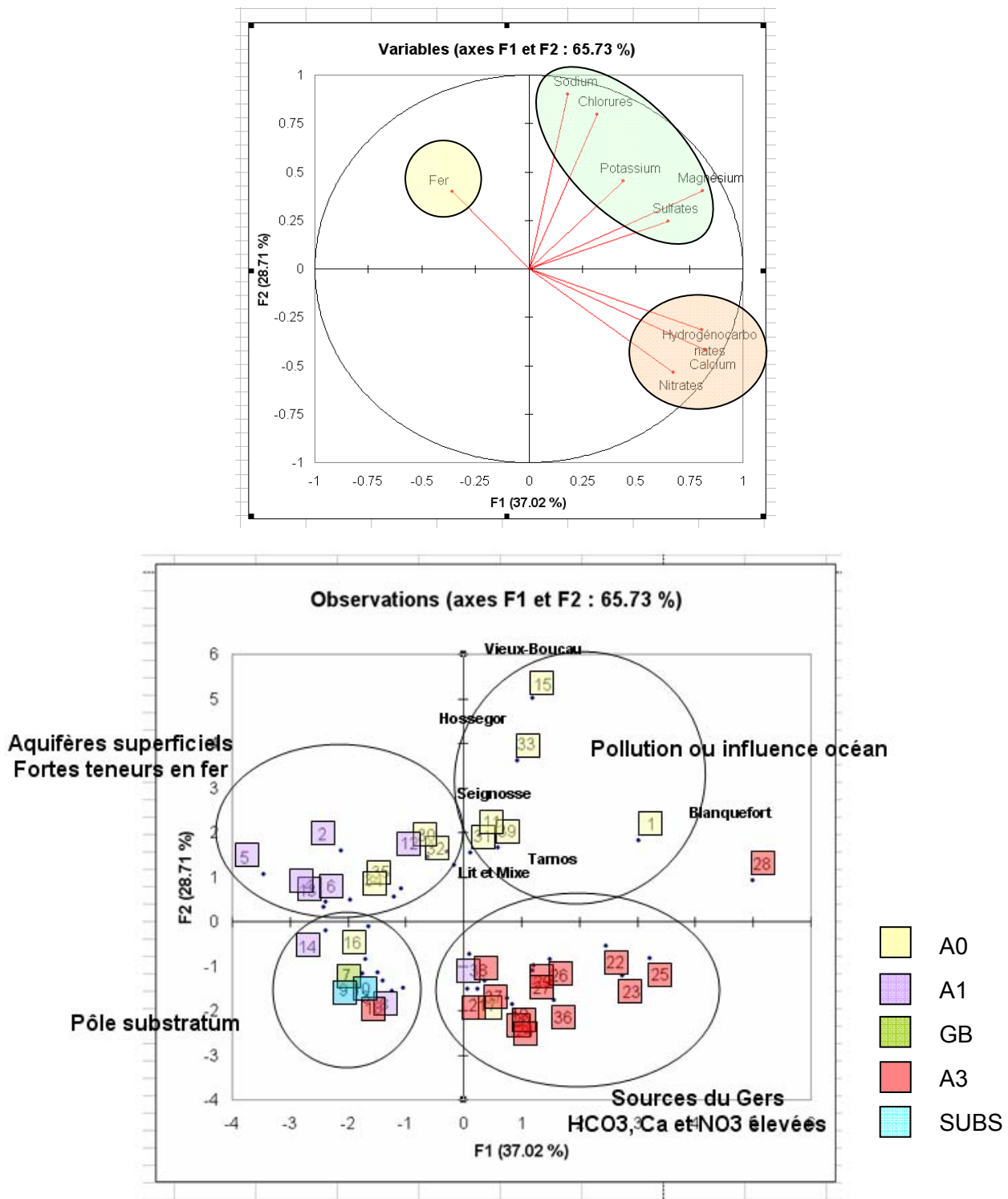


Figure 25 : Analyses en composantes principales sur les analyses chimiques retenues

D'un point de vue des individus, il apparaît que les points d'eau sollicitant les formations dunaires, flandriennes ou alluviales se situent dans les 2 cadrans supérieurs (points d'eau présentant de fortes teneurs en fer pour ceux se situant à gauche et de fortes teneurs en sodium, chlorures, potassium, magnésium et sulfates pour ceux situés à droite).

Lorsqu'on examine la situation géographique des points situés dans le cadran supérieur droit, l'origine de la contamination ne fait pas de doute. La quasi-totalité des points correspond en effet à des points implantés sur le littoral (Vieux-Boucau, Hossegor, Seignosse, Tarnos, Lit-et-Mixe) qui sont sous l'influence marine.

La position du forage de Blanquefort est, quant à elle, liée à un problème de pollution déjà identifié dans le cadre de la gestion des nappes de Gironde. Dans la mesure où l'usine Labaso Chimie Fine ne fabrique ni engrais ni pesticides, l'origine des nitrates et des organoazotés qui ont parfois été détectés à des teneurs supérieures aux normes de potabilité, pourrait être liée aux activités de maraîchage environnantes.

Les points implantés dans l'ensemble aquifère A1 se situent pour la plupart dans le cadran supérieur gauche. Les nappes superficielles (à l'exception de celles qui sont sous l'influence marine) se caractérisent donc par de fortes teneurs en fer.

Les sources du Gers occupent le cadran opposé qui rassemble les points présentant de fortes teneurs en calcium, bicarbonates et nitrates.

Le cadran inférieur gauche peut, quant à lui, représenter un pôle substratum dans la mesure où les 2 points d'eau représentatifs de ce niveau se situent dans cette partie du diagramme et où il ne se caractérise pas par un marquage particulier.

L'ACP ayant permis de distinguer 4 types d'eau, on peut juger le regroupement des aquifères en 4 ensembles (A0, A1, A2 et A3) cohérent.

A noter toutefois que l'ACP a été réalisée sans aucun point représentatif de l'ensemble aquifère A2 et que les conditions environnementales (proximité de l'Océan, activités agricoles...) semblent constituer un facteur prédominant dans l'acquisition du chimisme des nappes plio-quaternaires.

4.3. BILAN

Au terme de la première année d'étude, l'extension et l'agencement des formations aquifères du Mio-Plio-Quaternaire ainsi que leurs caractéristiques chimiques sont mieux connus.

D'une part, le regroupement de ces formations en 4 ensembles aquifères et 1 imperméable a permis de créer un modèle hydrogéologique qui retranscrit bien la réalité du terrain. D'autre part, l'utilisation de l'ACP a montré que chaque ensemble aquifère défini présentait des caractéristiques géochimiques différentes.

En année 2, le modèle hydrogéologique sera affiné puis le volume des ressources estimé. Le programme prévoit aussi la poursuite de la caractérisation des aquifères (paramètres hydrodynamiques, relations nappes/rivières, influence des prélèvements sur les niveaux aquifères, intégration données qualité plus locales...).

Au final, un réseau de suivi quantitatif sera mis en place et des recommandations besoins/ressources seront formulées.

5. Conclusion

Dans le cadre de la convention pluriannuelle (2002 – 2006) entre l'État (BRGM Service Public) et la Région Aquitaine, avec l'appui de l'Agence de l'Eau Adour – Garonne et du Conseil Général de la Gironde, le Service Géologique Régional Aquitaine a entrepris plusieurs actions pour concourir à la "Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine". Le présent module destiné à contribuer à la reconnaissance des potentialités aquifères du Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc, avait pour objectif principal de réaliser un modèle géologique harmonisé à l'échelle du "Triangle landais", dont la définition en trois dimensions tient compte des dernières interprétations lithostratigraphiques (juin 2007) du complexe continental des Landes. Ce modèle géologique tridimensionnel doit servir de base à l'élaboration d'un modèle hydrodynamique de gestion couplée des nappes d'eaux souterraines et des eaux de surface (Lacs, Bassin d'Arcachon, Adour, Garonne et leurs affluents).

L'année 1 a été consacrée à la définition du modèle géologique et hydrogéologique. Basée sur la réinterprétation de mille quatre-vingt-huit (1088) forages dont les coupes géologiques sont disponibles en BSS, ainsi que sur 16 coupes géologiques de référence, l'approche géologique entreprise met en évidence la complexité de la répartition et de la géométrie des dépôts détritiques. D'un point de vue hydrogéologique, elle se traduit par des réservoirs aquifères plus ou moins individualisés à la faveur de l'extension des formations peu à très peu perméables. Ces dernières sont plus marquées au toit de la formation des Sables Fauves, en particulier par la présence des Glaises bigarrées au caractère argileux prononcé. Le toit de la formation d'Arengosse présente souvent une fin de séquence à caractère argileux net, souligné par la présence des lignites de Mézos. La partie supérieure de la formation d'Onesse peut montrer des teneurs suffisantes en argile, silts et micas pour constituer un semi-perméable pouvant limiter les flux hydrauliques verticaux. Ailleurs, en dehors des zones à imperméable ou semi-perméable cartographiés, les épontes peu perméables sont moins nombreuses, voire absentes et le complexe détritique Plio-Quaternaire est en continuité hydraulique.

Le modèle hydrogéologique simplifié à 5 couches (dont 4 aquifères et 1 imperméable) créé avec le logiciel GDM permet de visualiser l'extension des formations mais aussi leur agencement au droit de chaque trait de coupe. Il sera affiné en année 2 et permettra d'évaluer les réserves associées à chaque ensemble défini.

D'un point de vue de la qualité, il apparaît que les 4 couches aquifères préalablement mentionnées présentent des caractéristiques hydrochimiques différentes qui semblent plus influencées par le contexte environnemental que par la nature lithologique du réservoir. Ces premiers résultats devront toutefois être confrontés à des données plus locales en année 2.

Le programme de l'année 2 prévoit aussi la poursuite de la caractérisation des ensembles aquifères avec :

- la recherche d'informations concernant les paramètres hydrodynamiques,
- l'évaluation de l'impact des prélèvements sur les niveaux aquifères,
- l'étude des relations nappes/rivières.

A l'issue de ces travaux, des ouvrages seront sélectionnés pour faire partie du réseau de suivi quantitatif des formations plio-quaternaires et des recommandations sur la gestion des ressources seront formulées.

6. Références bibliographiques

Cartes

BRGM., (1998). Carte géologique de la France (1/1000000) version 1.

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., Pratviel 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.

Travaux universitaires

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, 3An.

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.

Folliot M. (1993) : Les faluns de Salles et de Mios (Gironde). Etude paléoécologique et propositions paléogéographiques. Thèse Bordeaux I, p.156.

Müller C., Pujol C. (1979) : Etude du nannoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine. Géologie Méditer., VI, n°2, p.357-368

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. 75p., 22Fig.

Ouvrages de références

Castany G., Margat., (1977). Dictionnaire français d'hydrogéologie. Editions du BRGM.

Castany G., (1998). Hydrogéologie. Principes et méthodes. 2^e cycle. Dunod. p.135-167.

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.

Foucault A., Raoult JF., (2005). Dictionnaire de Géologie. 6^e édition. Dunod, Paris, ISBN 2 10 049071 0.

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.

Rapports BRGM

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.

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.

Lenotre N., Blanchin R., Delfau M., Thiery P. (1994) : Carte isocine de la France, comparaison des nivellements de 1^o et de 2^o 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.

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.

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.

Adresses Internet et bases de données

BSS. Banque du sous-sol. (format papier)

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

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