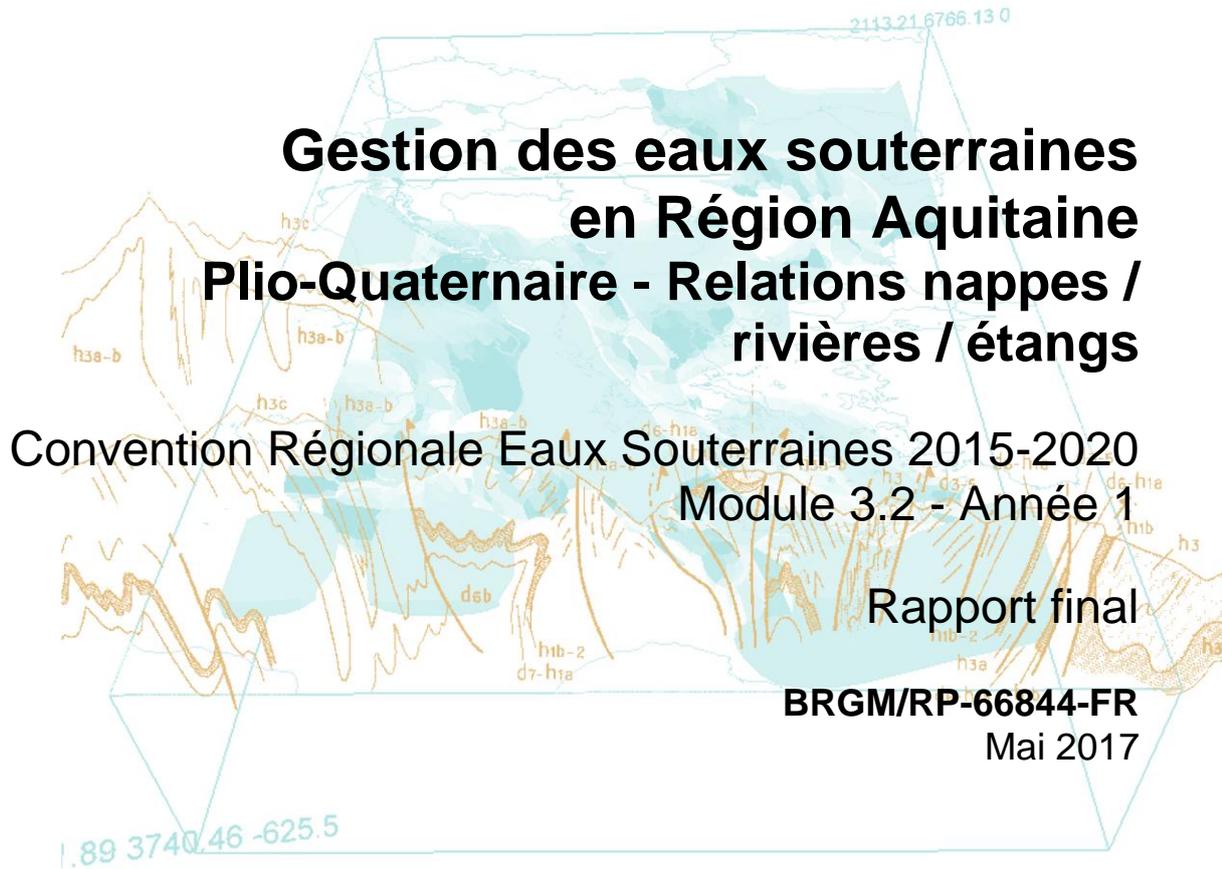


Document public



Document public

Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine Plio-Quaternaire - Relations nappes / rivières / étangs

Convention Régionale Eaux Souterraines 2015-2020
Module 3.2 - Année 1

Rapport final

BRGM/RP-66844-FR
Mai 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM AP15AQI022

J. Barrière, M. Saltel



Vérificateur :

Nom : P. VIGOUROUX
Fonction : Hydrogéologue D3E/NRE
Date : 24/04/2017
Signature :

Approbateur :

Nom : N. PEDRON
Fonction : Directeur du BRGM
Nouvelle-Aquitaine
Date : 15/05/2017
Signature :

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



Mots-clés : eau souterraine, pompage longue durée, piézométrie, jaugeage, relation nappe rivière, SAGE, Aquitaine, Landes, Gironde

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

Barrière J., Saltel M. (2017) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Plio-Quaternaire - Relations nappes / rivières / étangs - Module 3.2 - Année 1. BRGM/RP-66844-FR, 80 p., 43 ill., 7 ann.

Synthèse

Dans le cadre de la convention pluriannuelle « Eaux souterraines » signée entre le BRGM, la Région Aquitaine et l'Etat (pour les périodes 2002-2006, 2008-2013, puis 2015-2020, avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne), le BRGM Aquitaine a entrepris des actions de recherche et de mise en valeur des ressources en eaux souterraines.

L'année 1 du programme (2015-2016) a porté sur 9 modules répartis sur 3 axes majeurs. Le présent document est relatif au module 3.2, consacré à la caractérisation des aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc, dans la continuité des investigations conduites sur les conventions précédentes, mais en se focalisant sur les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface (rivières / étangs).

Sur le territoire du SAGE "Estuaire", l'établissement de la carte piézométrique démontre la relation étroite entre la surface topographique et la surface piézométrique.

La caractérisation chimique montre des faciès à dominante bicarbonatée calcique, moyennement minéralisés. Font exception quelques points faiblement minéralisés et chlorurés sodiques sur le Sable des Landes, ainsi que quelques points très minéralisés en bordure d'estuaire.

Sur le territoire du SAGE "Ciron", les analyses physico-chimiques complètes ont démontré l'existence de fortes disparités sur le territoire. Le secteur nord-ouest est caractérisé par un faciès chloruré sodique peu minéralisé, conforme à l'encaissant. Mais le reste du territoire, notamment à proximité des cours d'eau, se singularise par un pôle bicarbonaté calcique moyennement minéralisé, pouvant être le marqueur d'une drainance ascendante en provenance des réservoirs carbonatés tertiaires sous-jacents. Enfin ces analyses mettent également en lumière la forte vulnérabilité de la ressource, soumise à des risques élevés de contamination par les activités anthropiques.

Sur le territoire du SAGE "Midouze", les pompages d'essai réalisés ont permis de pallier le déficit de données sur les propriétés hydrauliques du réservoir dans le secteur. Les transmissivités mesurées sont élevées, et les coefficients d'emmagasinement calculés sont relativement faibles. Ces valeurs serviront à alimenter le modèle développé dans le module 1.3 afin notamment d'appréhender plus finement les relations avec les cours d'eau voisins.

Afin de poursuivre l'alimentation du modèle hydrodynamique en données fiables, l'acquisition de données hydrodynamiques a été renforcée. Une première phase de jaugeages sur 10 cours d'eau a été conduite en basses eaux, en août 2016, sur le territoire du SAGE Estuaire. Une seconde phase a été conduite en mars 2017 sur d'autres secteurs du territoire déficitaires en données de calage fiables : territoire du SAGE "Vallée de la Garonne" (Bassanne et Cadanne), rive gauche de la Garonne au sud de Bordeaux (Eau Bourde, Eau Blanche, Saucats, Gât Mort), littoral landais (secteur de Contis, Labenne, Soustons, Palue), secteur est du Bassin d'Arcachon (Harbaris, Tagon)

L'ensemble de ces données contribuera à caler le modèle, sur les relations entre les cours d'eau et les eaux souterraines. Pour poursuivre ce travail, des jaugeages complémentaires seront effectués en conditions hydrologiques contrastées sur ces mêmes points, sur les années à venir de la convention.

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 9 |
| 1.1. CONTEXTE GENERAL | 9 |
| 1.2. OBJECTIFS ET PROGRAMME DU MODULE 3.2 | 9 |
| 2. Rappels | 13 |
| 3. Investigations sur le SAGE « Estuaire » | 23 |
| 3.1. PIEZOMETRIE..... | 23 |
| 3.1.1. Méthodologie | 23 |
| 3.1.2. Contexte climatique et hydrogéologique | 23 |
| 3.1.3. Interpolation des données..... | 25 |
| 3.1.4. Méthodologie | 30 |
| 3.1.5. Résultats..... | 30 |
| 4. Investigations sur le SAGE « Ciron » | 33 |
| 4.1. PRELEVEMENTS EN VUE D'ANALYSES COMPLETES | 33 |
| 4.1.1. Choix des points de prélèvement | 33 |
| 4.1.2. Méthodologie | 34 |
| 4.1.3. Contexte climatique et hydrologique | 35 |
| 4.1.4. Résultats..... | 35 |
| 4.1.5. Faciès observés..... | 39 |
| 4.1.6. Eléments indésirables..... | 40 |
| 5. Investigations sur le SAGE « Midouze » | 41 |
| 5.1. POMPAGES D'ESSAI..... | 41 |
| 5.1.1. Contexte météorologique et hydrologique..... | 43 |
| 5.1.2. Essai n°1 - forage 08998X0169 | 43 |
| 5.1.3. Essai n°2 - forage 08998X0170 | 45 |
| 5.1.4. Essai n°3 - puits 08998X0171 | 47 |
| 5.1.5. Essai n°4 - forage 09263X0093 | 48 |
| 5.1.6. Essai n°5 - forage 09007X0238 | 49 |
| 5.2. APPRECIATION DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LE DEBIT DES COURS D'EAU | 51 |
| 6. Actualisation des données de débit et prélèvements | 55 |
| 6.1. ACTUALISATION DES DEBITS DES COURS D'EAU | 55 |
| 6.1.1. Jaugeages sur le territoire du SAGE « Estuaire » | 55 |
| 6.1.2. Jaugeages sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne" | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 6.1.3. Jaugeages en rive gauche de la Garonne au sud de Bordeaux..... | 60 |
| 6.1.4. Jaugeages sur le littoral landais..... | 63 |
| 6.1.5. Jaugeages les cours d'eau à l'est du Bassin d'Arcachon..... | 64 |
| 6.1.6. Reconnaissances de points de jaugeage complémentaires..... | 66 |
| 6.2. MISE A JOUR DES DONNEES DE PRELEVEMENT..... | 66 |
| 7. Prise en compte des derniers travaux relatifs aux formations plio-quaternaires | 67 |
| 8. Conclusion | 69 |
| 9. Bibliographie..... | 71 |

Liste des illustrations

| | |
|--|----|
| Illustration 1 : Extension des différents SAGE..... | 12 |
| Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées | 14 |
| Illustration 3 : Présentation synthétique de la superposition virtuelle des formations continentales présentes à l'échelle de la zone d'étude (Karnay G. & Dubreuilh J. (2007), modifié)..... | 15 |
| Illustration 4 : Carte géologique simplifiée du Triangle landais | 16 |
| Illustration 5 : Exemple de carte isohypses (toit du substratum)..... | 19 |
| Illustration 6 : Exemples de coupes réalisées avec le logiciel GDM | 20 |
| Illustration 7 : Chroniques piézométriques sur des forages de référence au Plio-Quaternaire du territoire du SAGE Estuaire..... | 24 |
| Illustration 8 : Variogramme calculé à partir des 78 mesures piézométriques | 25 |
| Illustration 9 : Validation croisée du modèle à partir des données brutes..... | 26 |
| Illustration 10 : Nuage de corrélation (Z^* , Z)..... | 26 |
| Illustration 11 : Nuage de corrélation (Z^* , Err)..... | 27 |
| Illustration 12 : Nuage de corrélation entre données utilisées pour l'interpolation et la topographie lissée sur une fenêtre de 500 m..... | 28 |
| Illustration 13 : Variogramme des résidus entre cote topographique et topographie lissée sur 500 m | 28 |
| Illustration 14 : Interpolation de la piézométrie de juillet 2016 de la nappe du Plio-Quaternaire en rive gauche de la Gironde à partir des 71 points de mesure par krigeage avec dérive externe sur la topographie lissée sur 500 mCaractérisation chimique | 29 |
| Illustration 15 : Analyses chimiques sur site et contexte géologique | 31 |
| Illustration 16 : Localisation des prélèvements pour analyses complètes..... | 34 |
| Illustration 17 : Suivi piézométrique sur les ouvrages 08754X0028/P et 09004X0016/P de septembre 2015 à août 2016 | 35 |
| Illustration 18 : Synthèse des analyses physico-chimiques complètes effectuées sur les cinq points d'eau sélectionnés | 36 |
| Illustration 19 : Concentrations en ions majeurs sur les 5 points sélectionnés - diagramme de Piper | 37 |
| Illustration 20 : Concentrations en ions majeurs sur les 5 points sélectionnés : diagramme de Schöeller-Berkaloff..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Illustration 21 : Résultats des analyses des ions majeurs (diagramme de Stiff) et contexte géologique ... | 38 |
| Illustration 22 : Localisation des forages utilisés pour les pompages d'essai | 42 |
| Illustration 23 : Suivi piézométrique sur le forage 09261X0058/F1 (territoire SAGE Midouze) de septembre 2015 à août 2016..... | 43 |
| Illustration 24 : Diagnostic du pompage d'essai n°1 sur le forage pompé | 44 |
| Illustration 25 : Diagnostic du pompage d'essai n°1 – rabattement sur le piézomètre | 45 |
| Illustration 26 : Diagnostic du pompage d'essai n°2 sur le forage pompé | 46 |
| Illustration 27 : Diagnostic du pompage d'essai n°2 – rabattement sur le piézomètre | 47 |
| Illustration 28 : Suivi du pompage d'essai n°3..... | 48 |
| Illustration 29 : Suivi du pompage d'essai n°4..... | 49 |
| Illustration 30 : Simulation des premières heures du pompage d'essai n°4..... | 49 |
| Illustration 31 : Suivi du pompage d'essai n°5..... | 50 |
| Illustration 32 : Simulation du pompage d'essai n°5..... | 51 |
| Illustration 33 : Débits classés (calcul sur 2275 jours) sur la Gouaneyre à Arue (données Banque Hydro - Eaufrance)..... | 52 |
| Illustration 34 : Chroniques piézométriques sur des forages de référence au Plio-Quaternaire du territoire du SAGE « Estuaire » | 56 |
| Illustration 35 : Localisation des jaugeages sur le territoire du SAGE « Estuaire » | 57 |
| Illustration 36 : Localisation des jaugeages sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne"..... | 59 |
| Illustration 37 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Auros | 60 |
| Illustration 38 : Localisation des points de jaugeage en rive gauche de la Garonne | 61 |
| Illustration 39 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Pessac..... | 62 |
| Illustration 40 : Localisations des jaugeages sur le littoral landais..... | 63 |
| Illustration 41 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Léon et Labenne | 64 |
| Illustration 42 : Localisation des jaugeages à l'est du Bassin d'Arcachon | 65 |
| Illustration 43 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Biganos..... | 66 |

Liste des annexes

| | |
|---|-----|
| Annexe 1 Rappels sur la géostatistique | 81 |
| Annexe 2 Fiches des points de jaugeage sur le territoire du SAGE "Estuaire" | 87 |
| Annexe 3 Fiches des points de jaugeage sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne" | 109 |
| Annexe 4 Fiches des points de jaugeage en rive gauche de la Garonne (sud de Bordeaux) | 123 |
| Annexe 5 Fiches des points de jaugeage sur le littoral sud landais | 159 |
| Annexe 6 Fiches des points de jaugeage à l'est du Bassin d'Arcachon | 175 |
| Annexe 7 Fiches des points de pompages d'essai sur le territoire du SAGE "Midouze"..... | 181 |

1. Introduction

1.1. CONTEXTE GENERAL

La Convention cadre « Gestion des eaux souterraines en Aquitaine » 2015-2020 a été signée entre la Région Aquitaine, l'Etat et le BRGM, avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, dans la continuité des conventions précédentes des périodes 2002-2006 puis 2008-2013. Elle vise à poursuivre les actions de développement scientifique, de recherches et d'aménagement dans les domaines de la connaissance, de la surveillance, de l'évaluation et de la gestion des eaux souterraines en Aquitaine, selon trois axes majeurs :

Axe 1 : Développement des outils de connaissance

Axe 2 : Valorisation et communication des données hydrogéologiques, alimentation et développement du SIGES Aquitaine

Axe 3 : Interactions avec les milieux superficiels et adaptation aux changements globaux

Ces trois axes sont déclinés en modules. Le présent rapport est relatif à la première année d'investigations du deuxième module de l'axe 3 (module 3.2).

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'appui aux politiques publiques. Elle a été cofinancée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (50 %), le BRGM (30 %) et le Conseil Régional (20 %).

1.2. OBJECTIFS ET PROGRAMME DU MODULE 3.2

Le module 3.2 « Plio-Quaternaire – Relations nappes/rivières/étangs » assure la continuité du module dédié à la « Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE », qui a débuté lors de la dernière année (Année 4) de la convention 2002-2006. Il vise à améliorer les connaissances sur ces formations et sur leurs propriétés aquifères, pour notamment fournir des éléments techniques de gestion aux six SAGE concernés : « Born-et-Buch », « Leyre », « Midouze », « Ciron », « Etangs médocains » et « Estuaire ».

Le tableau présenté page suivante fait la synthèse des investigations réalisées sur les différents territoires de SAGE dans le cadre des conventions passées.

| | Convention 2002-2008 | Convention 2008-2013 | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|----|----|----|----|
| | A4 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| GEOLOGIE | | | | | | |
| Cartographie 9 couches | X | | | | | |
| Carte harmonisée 1/250000 | X | | | | | |
| Modèle géologique 10 couches | | X | | | | |
| Cartes isohypses et isopaches | | X | | | | |
| Coupes permettant d'appréhender la géométrie | | X | | | | |
| PIEZOMETRIE | | | | | | |
| Cartes piézométriques HE et BE Born-et-Buch | | | X | | | |
| Cartes piézométriques HE et BE Lacs médocains | | | X | | | |
| Carte piézométrique BE Midouze | | | | | X | |
| Carte piézométrique HE Leyre | | | | | | X |
| Carte piézométrique ME Ciron | | | | | | X |
| HYDROMETRIE | | | | | | |
| Jaugeages HE et BE Born-et-Buch | | | X | | | |
| Jaugeages HE et BE Lacs médocains | | | X | | | |
| POMPAGES D'ESSAI | | | | | | |
| 5 Pompages essai Born-et-Buch | | | X | | | |
| 5 Pompages essai Lacs médocains | | | X | | | |
| QUALITE DE L'EAU | | | | | | |
| Qualité Leyre (50 points) | | | X | | | |
| Qualité Lacs médocains (50 points) | | | | X | | |
| Qualité Born-et-Buch (50 points) | | | | X | | |
| Qualité Midouze (70 points) | | | | | X | |
| Qualité Ciron (50 points) | | | | | | X |
| Qualité Leyre – analyses détaillées (5 points) | | | X | | | |
| Qualité Lacs médocains – analyses détaillées (5 points) | | | | X | | |
| Qualité Born-et-Buch – analyses détaillées (5 points) | | | | X | | |
| Qualité Midouze – analyses détaillées (5 points) | | | | | | X |
| Dosage matières phosphorées et nitrées Lacs médocains | | | | X | | |
| Dosage matières phosphorées et nitrées Born-et-Buch | | | | X | | |
| Qualité rejets en mer (wharf de la Salie) Born-et-Buch | | | | X | | |
| RISQUES | | | | | | |
| Risques de contamination par rejets de STEP Lacs médocains | | | | X | | |
| Risques inondation par remontée de nappe Lacs médocains | | | | X | | |
| Risques érosion berges des lacs Born-et-Buch | | | | X | | |
| MODELISATION HYDRODYNAMIQUE | | | | | | |
| Squelette modèle hydrogéologique mailles 500 m X 500 m | | | | | X | |
| Intégration des données nécessaires au fonctionnement du modèle | | | | | X | |
| Calage simple en régime permanent | | | | | X | X |

Depuis l'année 4 de la précédente convention (2008-2013), les connaissances acquises contribuent à alimenter le modèle hydrodynamique, qui fait dorénavant l'objet du module distinct 1.3 de la convention 2015-2020.

Afin de répondre aux attentes spécifiques des SAGE concernés, et sur la base des obstacles identifiés à la compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes, l'année 1 du module 3.2 devait comporter les volets suivants :

- sur le SAGE « Estuaire » :
 - campagne piézométrique
 - campagne de mesures physico-chimiques et d'analyses
- sur le SAGE « Ciron » : campagne d'analyses complètes
- sur le SAGE « Midouze » : pompages d'essai au droit des bassins de la Gouaneyre et de l'Estampon
- sur les SAGE « Estuaire », « Born-et-Buch » et « Midouze » : campagnes de jaugeages sur le réseau hydrographique superficiel
- sur les SAGE « Midouze », « Leyre » et « Born-et-Buch » : mise à jour des données de volumes prélevés
- sur les SAGE « Lacs médocains », « Leyre » et « Ciron » : prise en compte des derniers travaux de recherche relatifs aux formations plio-quaternaires :
 - thèse de Damien Bucquet (lacs médocains)
 - étude hydrologique et hydrogéologique (Leyre et Ciron).

Contexte géographique et localisation des périmètres
 des différents SAGE

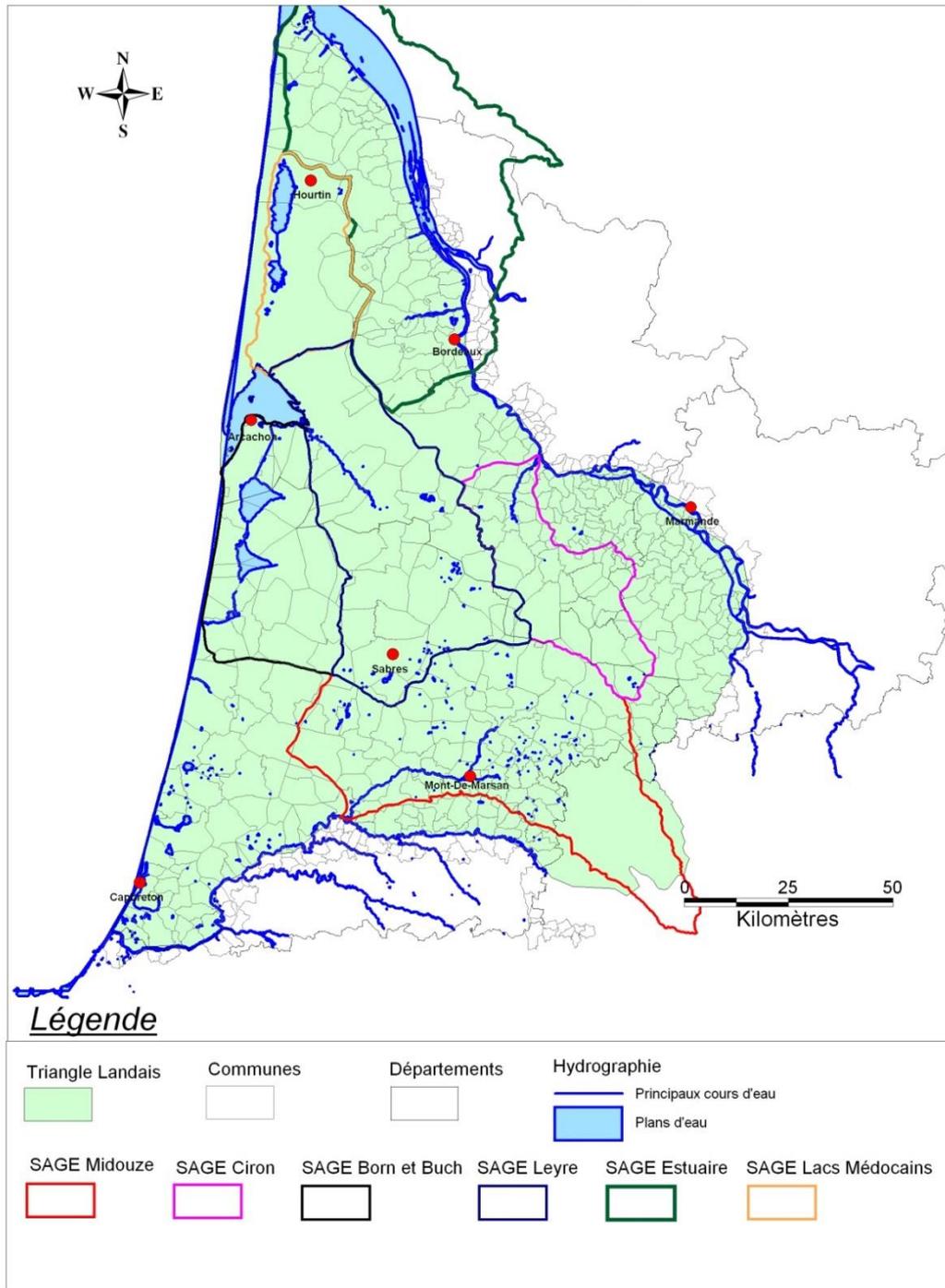


Illustration 1 : Extension des différents SAGE

2. Rappels

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

le domaine d'étude s'étend sur 5 départements (Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées-Atlantiques et Gers) et sur l'emprise de 41 cartes géologiques dont 29 cartes quasi entières (cf. Illustration 2). Les terrains superficiels sont essentiellement sableux et en dehors des zones fortement urbanisées et des vallées, l'espace est occupé par une végétation sylvicole artificielle à base de pins maritimes ;

dès le Miocène moyen, la régression marine a entraîné une sédimentation continentale au sein du delta landais. D'épaisses formations constituées de couches sablo-graveleuses alternant avec des assises argileuses se sont alors déposées. Elles sont ordonnées selon 6 séquences (cf. Illustration 3) et surmontées par la formation du Sable des Landes et/ou des dépôts alluviaux (dont les formations flandriennes) et/ou des dunes ;

les travaux d'harmonisation des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 menés en année 1 permettent de disposer d'une vision actualisée sur la géologie des formations du Mio-Plio-Quaternaire (cf. Illustration 4) et des structures afférentes ;

l'ensemble des formations constitue un vaste réservoir aquifère multicouches dont l'épaisseur peut atteindre 50 m et d'extension latérale complexe, au sein duquel les réservoirs sableux ou graveleux peuvent être, suivant les endroits, soit connectés, soit isolés par des niveaux argileux d'extension et d'épaisseur très variables ;

les Glaises bigarrées représentent le seul niveau imperméable d'extension régionale. Les autres niveaux argileux susceptibles d'isoler localement les aquifères sont représentés par le toit argileux de la formation d'Arengosse, le toit argileux de la formation d'Onesse, les argiles de Brach (sommets de la formation de Belin) et les argiles d'Argelouse (sommets de la formation de Castets).

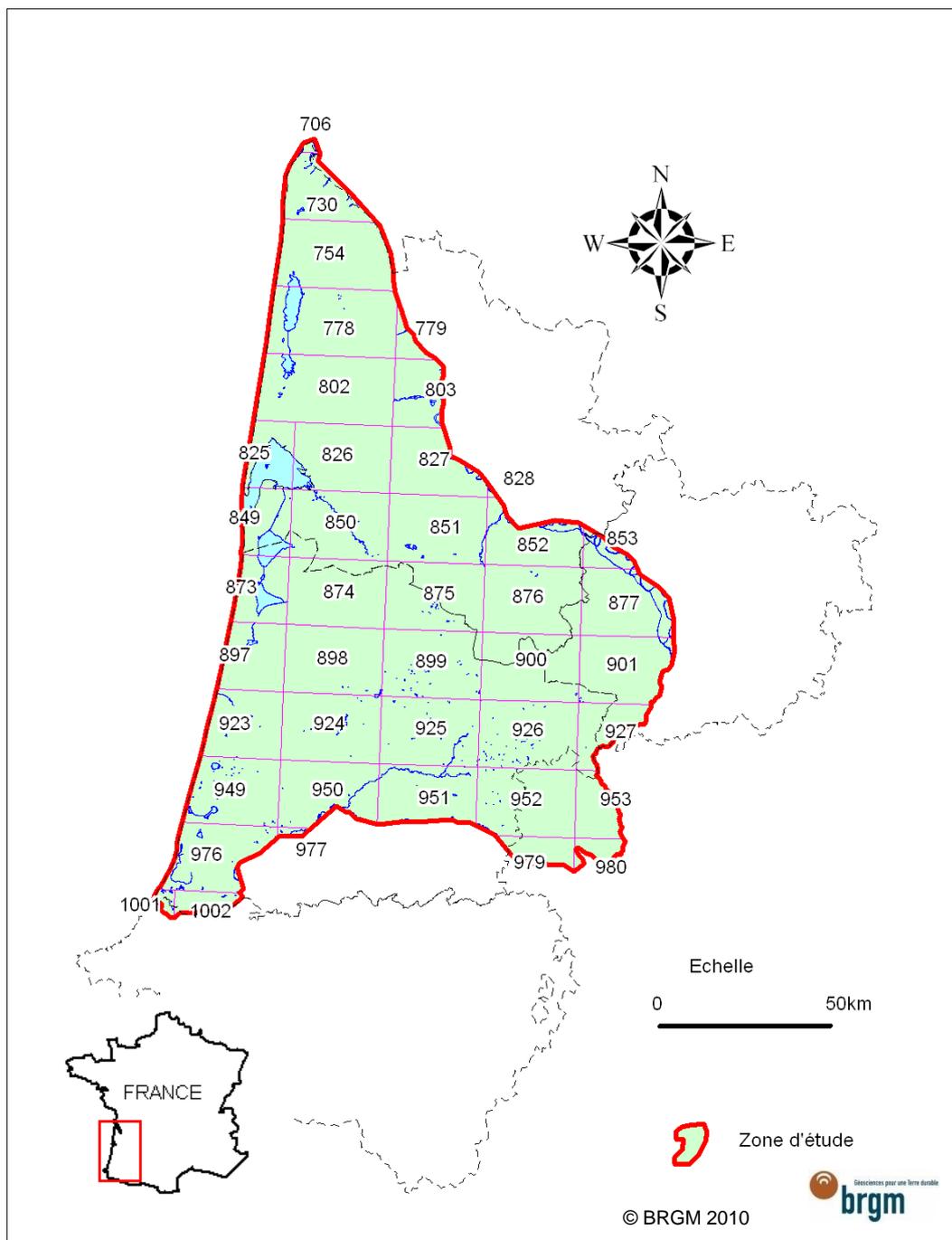


Illustration 2 : Localisation de la zone d'étude et des cartes géologiques utilisées

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

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

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

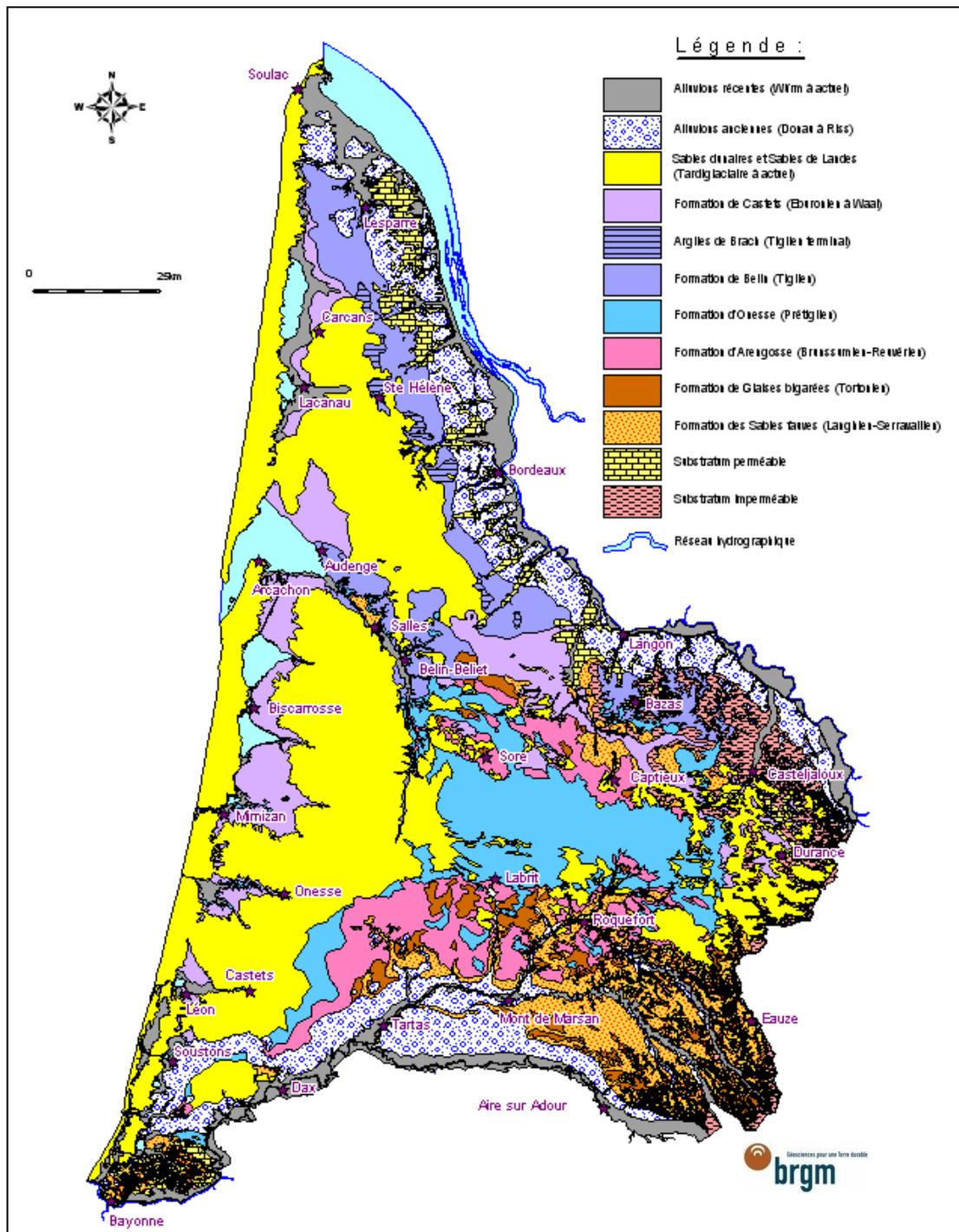


Illustration 4 : Carte géologique simplifiée du Triangle landais

Les rapports des conventions précédentes relatifs à l'aquifère Plio-Quaternaire sont listés ci-dessous :

- Convention 2002-2006 : Année 4 : BRGM/RP-56475-FR (Karnay et al., 2008)
- Convention 2010-2014 :
 - Année 1 : BRGM/RP-57813-FR (Corbier et al., 2010)

- Année 2 : BRGM/RP-60259-FR (Corbier et al., 2011)
- Année 3 : BRGM/RP-61303-FR (Corbier et al., 2012)
- Année 4 : BRGM/RP-63168-FR (Corbier et al., 2014)
- Année 5 : BRGM/RP-64983-FR (Corbier et al., 2015)

Les principaux éléments acquis sur la géométrie et le fonctionnement hydraulique de l'aquifère sur les conventions précédentes sont les suivants :

- la géométrie des formations a été précisée et modélisée sous le logiciel GDM, permettant l'édition de cartes enveloppes, isohypses et isopaques (Illustration 5), et de coupes géologiques ciblées (Illustration 6) ; ceci a notamment mis en exergue les fortes hétérogénéités selon les territoires : étages identifiés, épaisseurs, emprises ;
- afin de fixer les ordres de grandeur, le volume total des formations plio-quaternaires a été estimé à 362 Gm³ (volumes d'eau stockés dans les lacs et étangs compris) ; ce volume n'est plus que de 84 Gm³ pour les seules formations affleurantes ;
- les données piézométriques disponibles ne montrent pas d'évolution notable depuis les années 1960-1970 ; les directions d'écoulement sont préservées, avec un drainage par le réseau hydrographique : cours d'eau, lacs, étangs, zones humides ;
- sur chacun des territoires de SAGE, la réserve estimée (77 Gm³ estimés en 2010) est très supérieure au volume total prélevé annuellement en Gironde (261 millions de m³ en 2008) ; le problème majeur est que la répartition des réserves ne concorde pas systématiquement avec celle des besoins ; en outre, la disponibilité des ressources est conditionnée notamment par les relations avec les cours d'eau ;
- selon une première campagne de jaugeages effectués par la DREAL en 2008/2009, les débits spécifiques d'étiage sur les SAGE considérés sont de l'ordre de 3 L/s/km² ; quelques zones de pertes localisées sont à noter en rive droite du Ciron ;
- sur le territoire du SAGE « Lacs médocains » :
 - pompages d'essai (2010) : transmissivités de l'ordre de 2×10^{-2} à 2×10^{-3} m²/s, coefficients d'emménagement très variables ;
 - campagnes piézométriques (2010-2011-2012) : écoulements en direction de l'ouest, battement interannuel compris entre 1 et 2 m sur les 2/3 du territoire, et de 3 m au maximum dans l'extrémité nord-est du territoire, drainage par les lacs qui constituent un potentiel imposé à l'ouest, réévaluation du risque de remontée de nappe à un indice de sensibilité fort à très fort ;
 - jaugeages (2010-2011-2012) : mise en avant du rôle prépondérant de la nappe dans l'alimentation des lacs, variabilité marquée des débits entre hautes eaux et basses eaux pouvant être expliquée par les différences de sollicitation des crastes, débit spécifique d'étiage de l'ordre de 2 L/s/km².
- sur le territoire du SAGE « Born-et-Buch » :
 - pompages d'essai (2010) : transmissivités de $7,0 \times 10^{-3}$ à $1,9 \times 10^{-2}$ m²/s, coefficients d'emménagement de $5,7 \times 10^{-3}$ à $1,9 \times 10^{-2}$;
 - campagnes piézométriques (2010-2011-2012) : écoulements en direction de l'ouest, drainage par les lacs (ou le bassin au nord) qui constituent un potentiel imposé à l'ouest, battement interannuel compris entre 1 et 2 m sur les 2/3 du territoire ;

- jaugeages (2010-2011-2012) : les débits mesurés varient fortement sous l'action anthropique, le débit spécifique calculé est de 6 L/s/km² ;
 - l'érosion des berges n'est pas un problème majeur à l'échelle du territoire, seule une zone problématique a été identifiée au sud-ouest du lac de Biscarosse-Parentis.
- sur le territoire du SAGE « Midouze » :
- synthèse de l'agencement des formations géologiques, et division du territoire en quatre zones sur le critère de l'épaisseur moyenne de formations plio-quaternaires ;
 - campagne piézométrique (2013) : mise en évidence du drainage de la nappe par le réseau hydrographique ;
 - recensement des données sur les priorités hydrauliques : aucun élément sur l'emprise du territoire, pas de possibilité de délimitation de la nappe d'accompagnement,
- sur le territoire du SAGE « Leyre » :
- synthèse de l'agencement des formations géologiques, et division du territoire en quatre zones sur le critère de l'épaisseur moyenne de formations plio-quaternaires ;
 - campagne piézométrique (2014) : en hautes eaux, surface piézométrique corrélée à la surface topographique, et drainage par le réseau hydrographique.
- sur le territoire du SAGE « Ciron » :
- synthèse de l'agencement des formations géologiques, et division du territoire en quatre zones sur le critère de l'épaisseur moyenne de formations plio-quaternaires ;
 - campagne piézométrique (2014) : en moyennes eaux, surface piézométrique corrélée à la surface topographique, et drainage par le réseau hydrographique.

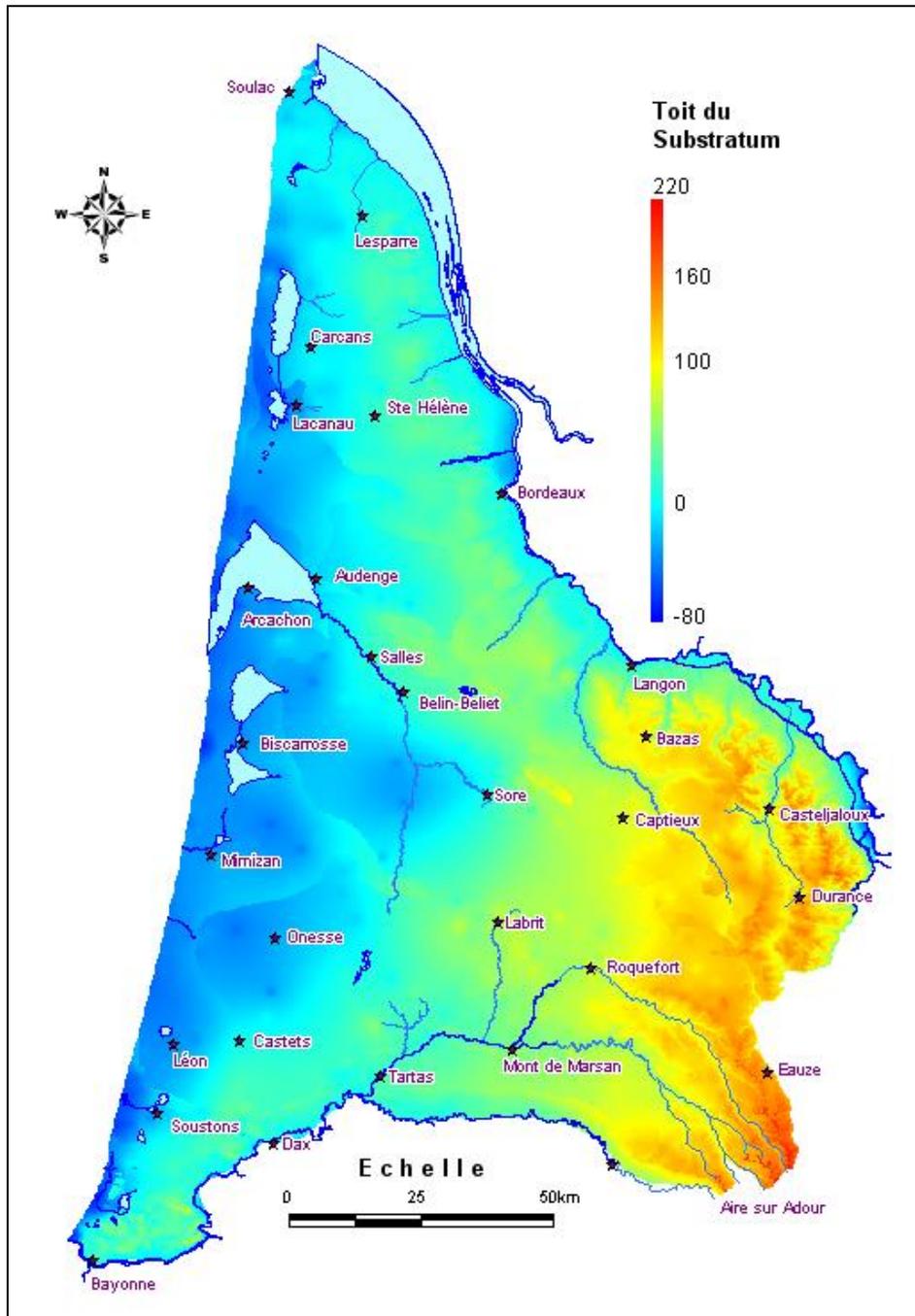
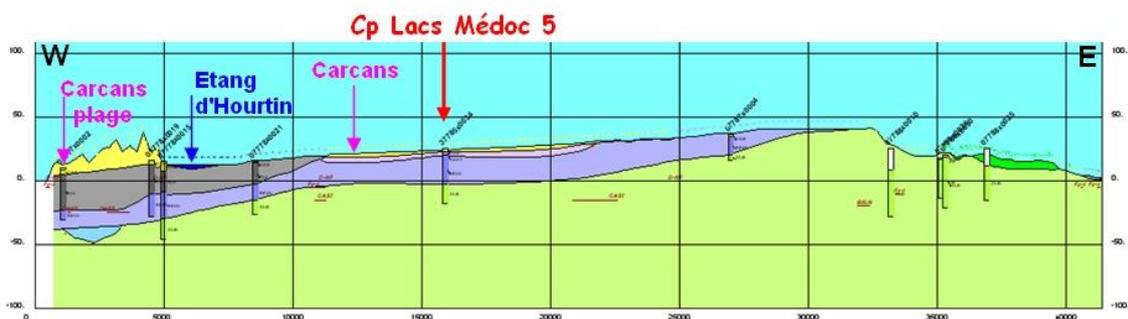
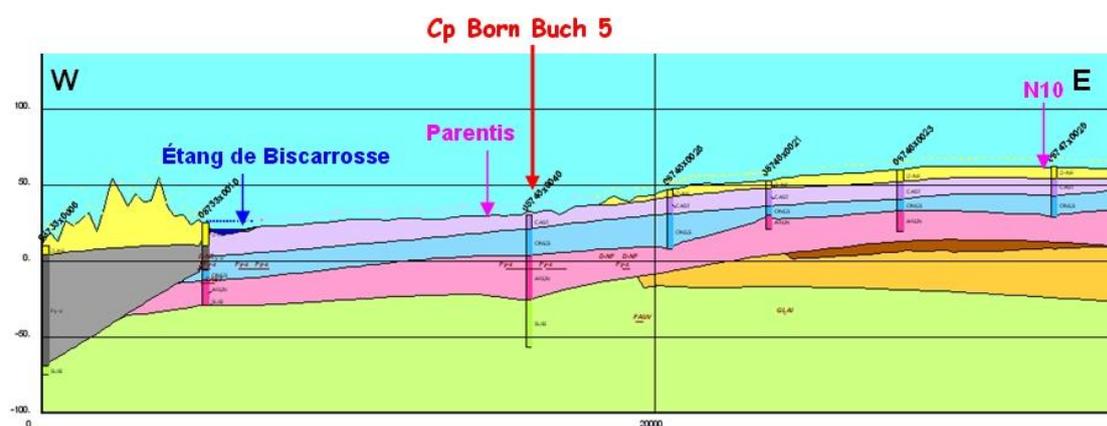


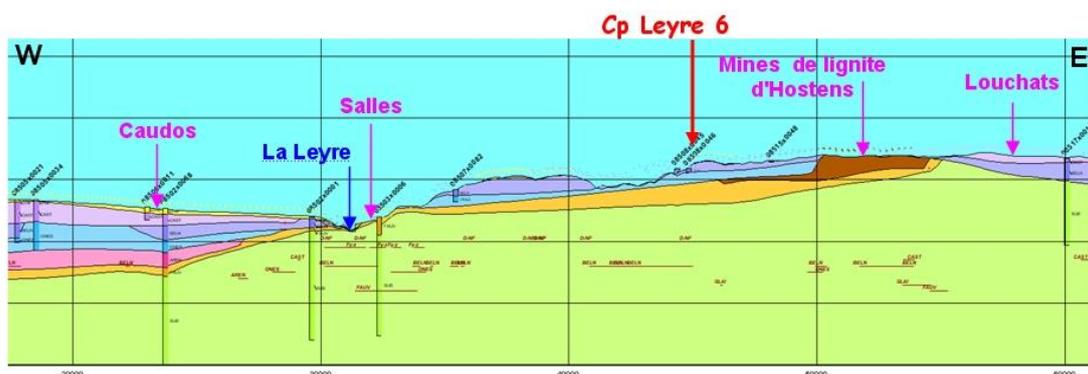
Illustration 5 : Exemple de carte isohypses (toit du substratum)



Cp Lacs Médoc 2 (extrait Coupe 3)



Cp Born Buch 3 (extrait Coupe 11)



Cp Leyre 3 (extrait Coupe 10)

Illustration 6 : Exemples de coupes réalisées avec le logiciel GDM

Les principaux éléments acquis sur la qualité de l'aquifère, sur les conventions précédentes sont les suivants :

- minéralisation faible à moyenne, pH acide, turbidité et teneurs en fer / manganèse généralement élevées ;
- ammonium et arsenic à proximité du littoral ;
- similitudes marquées avec les cours d'eau ;
- sur le territoire du SAGE « Leyre » (2010) :
 - qualité satisfaisante globalement ;
 - pas de trace de contamination organique ;
 - influence océanique à proximité du Bassin d'Arcachon (chlorures) ;
 - quelques contaminations localisées par les nitrates (< 35 mg/L) ;
- sur le territoire du SAGE « Lacs Médocains » (2011) :
 - similitudes marquées entre eaux souterraines et superficielles ;
 - influence océanique à proximité du Bassin d'Arcachon (chlorures) ;
 - teneurs en nitrates généralement faibles ;
 - localisation des plus fortes teneurs en matières azotées et phosphorées dans la partie médiane du territoire du SAGE entre Lacanau et Carcans ;
 - présence de 1 à 2 micropolluants organiques (sur 38 recherchés) sur 3 des 5 points d'eau qui ont fait l'objet d'analyses chimiques complètes ;
 - problèmes d'eutrophisation des lacs principalement imputables aux apports de matières azotées car les apports de matières phosphorées par les crastes sont limités ;
 - identification de la station d'épuration d'Hourtin comme étant la seule à présenter un danger potentiel pour la nappe et le lac voisin ;
- sur le territoire du SAGE « Born-et-Buch » (2011-2012) :
 - similitudes marquées entre eaux souterraines et superficielles ;
 - présence d'un micropolluant organique (sur 38 recherchés) sur 1 des 5 points d'eau qui ont fait l'objet d'analyses chimiques complètes ;
 - teneurs en nitrates et phosphates faibles (nitrates généralement inférieurs à 5 mg/L), à l'exception de quelques points de contamination isolés ;
 - parmi les plans d'eau de plus de 50 ha, teneurs significativement élevées en matières phosphorées dans le lac de Parentis-Biscarosse, pouvant favoriser les phénomènes d'eutrophisation ;
 - caractérisation des contaminants présents dans les rejets du wharf de la Salie (alkylphénols, produits pharmaceutiques, pesticides, composés organiques volatils, métaux), pouvant représenter une menace pour la nappe du Plio-Quaternaire si les projets d'infiltration dans le massif dunaire venaient à être mis en œuvre ;
- sur le territoire du SAGE « Midouze » (2013-2014) :
 - teneurs en nitrates faibles, inférieures à 5 mg/L ;
 - présence d'un micropolluant organique (sur 38 recherchés) sur 1 des 5 points d'eau qui ont fait l'objet d'analyses chimiques complètes, et forte teneurs en fer dissous et/ou total sur 4 des 5 points ;

- qualité globalement bonne, aucun autre dépassement des limites ou références pour les eaux destinées à la consommation humaine ;
- sur le territoire du SAGE « Ciron » (2014) : mise en évidence de deux faciès distincts, l'un marqué par le substratum calcaire au nord-est (minéralisation moyenne, pH élevé, teneurs en calcium significatives), et l'autre marqué par l'encaissant sableux (minéralisation faible, pH acide, teneur en calcium faible).

Les travaux réalisés ont permis d'alimenter le modèle hydrodynamique, qui fait dorénavant l'objet d'un module à part. Les investigations conduites par la suite seront également intégrées pour poursuivre le calage.

3. Investigations sur le SAGE « Estuaire »

3.1. PIEZOMETRIE

3.1.1. Méthodologie

La sélection des points de mesure a débuté par une extraction de la Banque du Sous-Sol sur le territoire du SAGE « Estuaire », aboutissant à un total de l'ordre d'un millier de points. Elle s'est poursuivie par un tri sur la base :

de la profondeur des ouvrages (cohérence avec la géométrie de l'aquifère plio-quaternaire) ;

de leur localisation, afin d'assurer un maillage régulier sur l'emprise du territoire, aboutissant à un total de 130 ouvrages.

La campagne de mesures de terrain s'est étalée de mai à juillet 2016. Elle s'est heurtée à de fortes difficultés d'accès aux points sélectionnés, notamment en contexte urbain (agglomération bordelaise). De nombreux points n'ont pas été retrouvés ou n'ont pas pu être mesurés, ce sont au final 78 mesures piézométriques qui ont été effectuées sur l'ensemble du territoire du SAGE.

Sur la base des mesures de terrain, une seconde validation des points sélectionnés a été effectuée pour s'assurer de leur représentativité vis-à-vis de la nappe du Plio-Quaternaire : conformité de leur profondeur vis-à-vis des formations à l'affleurement et du modèle géologique bâti sur la convention précédente, données physico-chimiques le cas échéant. Trois points ont été éliminés car une connexion avec la nappe sous-jacente était suspectée.

3.1.2. Contexte climatique et hydrogéologique

Les chroniques de plusieurs piézomètres de référence répartis sur le territoire du SAGE « Estuaire » sont données dans l'illustration 7. Il apparaît que la campagne de mesures a été effectuée en fin de période de hautes eaux, lors de la baisse des niveaux associée au tarissement.

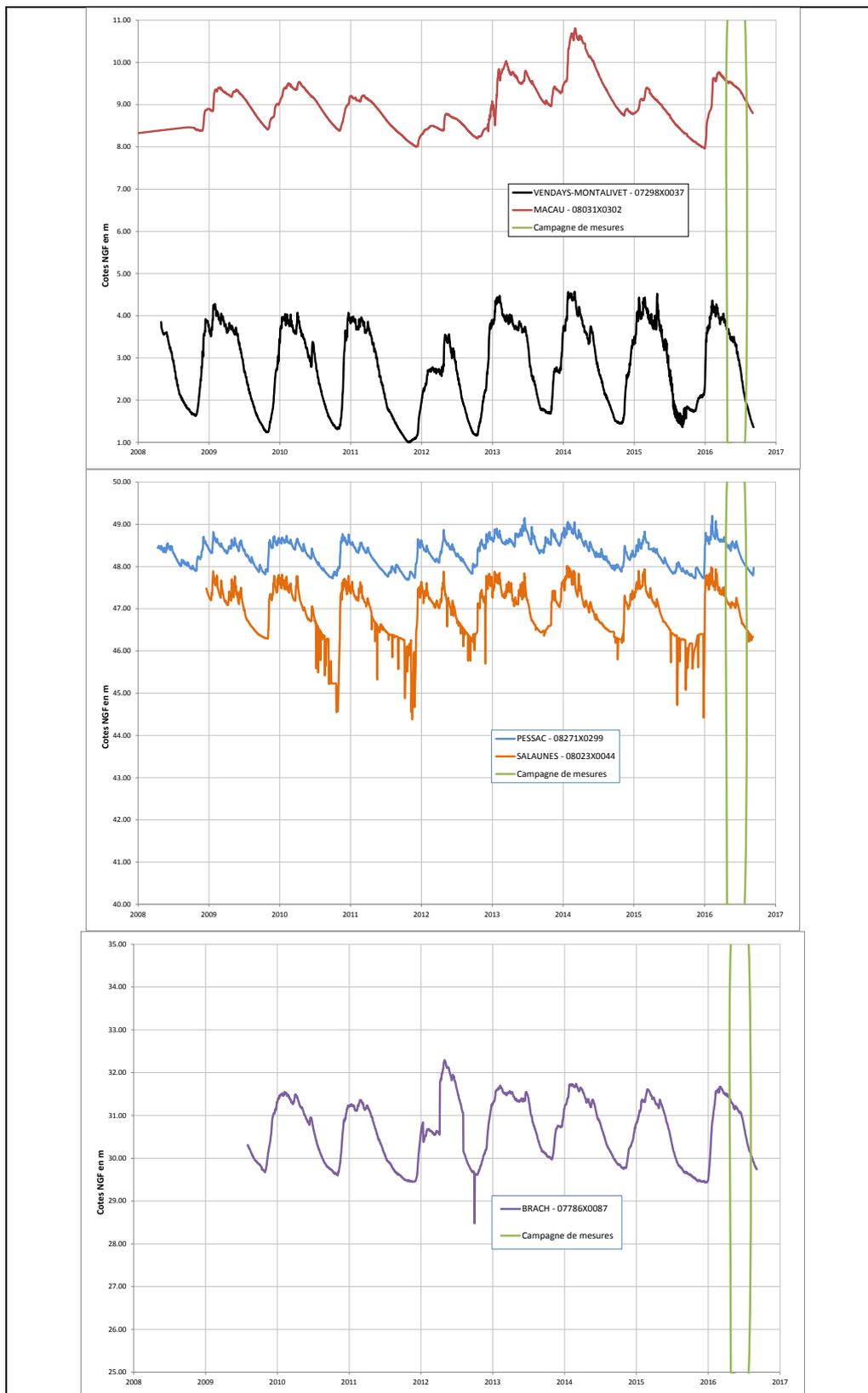


Illustration 7 : Chroniques piézométriques sur des forages de référence au Plio-Quaternaire du territoire du SAGE Estuaire

3.1.3. Interpolation des données

Afin d'analyser les mesures de terrain, il est impératif d'étudier leur corrélation spatiale grâce au variogramme expérimental (Annexe 1). Calculé à partir des données, le variogramme mesure l'écart carré moyen entre deux mesures, en fonction de l'interdistance entre ces points de mesure.

Un variogramme de la cote piézométrique toutes directions confondues (variogramme « omnidirectionnel ») a tout d'abord été calculé au pas de 2500 m (Illustration 8). Il peut être ajusté par un modèle exponentiel.

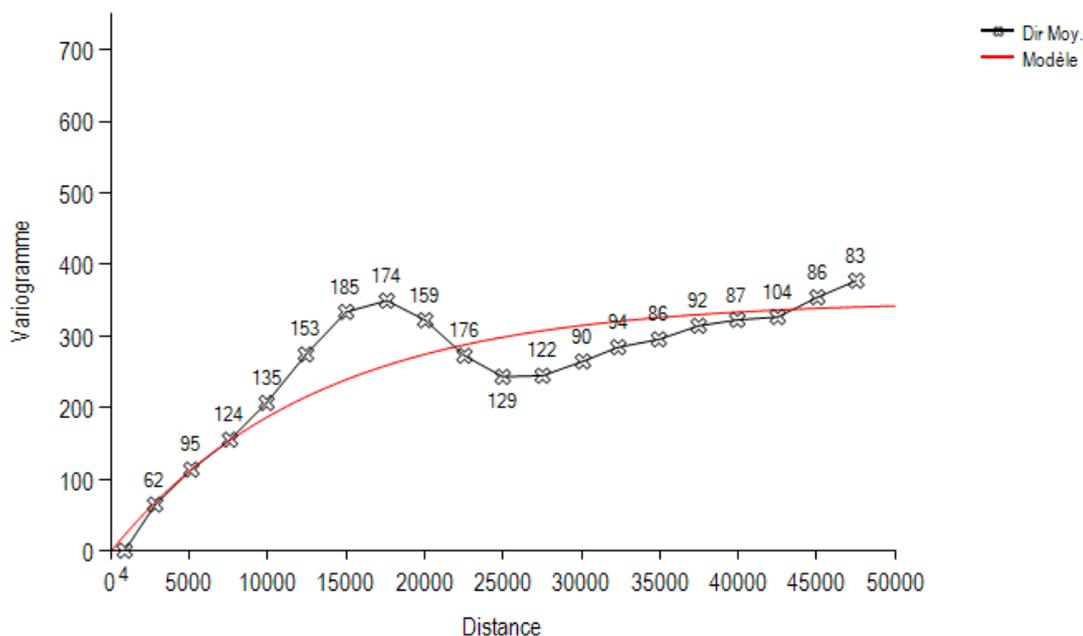


Illustration 8 : Variogramme calculé à partir des 78 mesures piézométriques

Dans un second temps la validation croisée des données permet de critiquer les mesures (Annexe 1). Cette méthode consiste, pour chaque point, à ré-estimer la valeur à partir des données voisines sans tenir compte de la donnée en ce point. On obtient alors au point qui a été enlevé une valeur estimée (Z^*) et un écart-type de krigeage (Sk). L'erreur d'estimation (Err) correspondant à la différence entre la valeur réelle (Z) et la valeur ré-estimée (Z^*) est alors calculée. En comparant cette différence à l'écart-type d'estimation Sk il est possible de calculer l'erreur réduite (Err/Sk). Il est admis que l'erreur réduite se rapproche d'une distribution gaussienne de moyenne nulle et de variance 1. Donc en calculant l'erreur réduite pour chacun des points de mesure il est possible de générer un histogramme et de vérifier s'il se rapproche d'une loi gaussienne centrée normée. Les points anormaux, s'éloignant du standard, doivent être examinés car potentiellement liés à des erreurs (ex : mesure en niveau dynamique, mauvaise nappe captée, problème de localisation,...) ou à un comportement différent de la variable étudiée.

La validation croisée calculée sur l'ensemble des 78 mesures montre que les erreurs réduites sont en moyenne proches de 0 et l'écart type réduit proche de 1 (Illustration 9).

| | NB | Mini | Maxi | Moy | Sigma |
|----------------|----|--------|-------|-------|-------|
| Erreur brute | 78 | -44,11 | 37,83 | -0.28 | 9,61 |
| Erreur réduite | 78 | -4.58 | 4,54 | -0.02 | 1.02 |

Illustration 9 : Validation croisée du modèle à partir des données brutes

Cependant, l'analyse plus poussée des données montre quelques points dont l'erreur réduite est supérieure à 2.5 (Illustration 10 et Illustration 11).

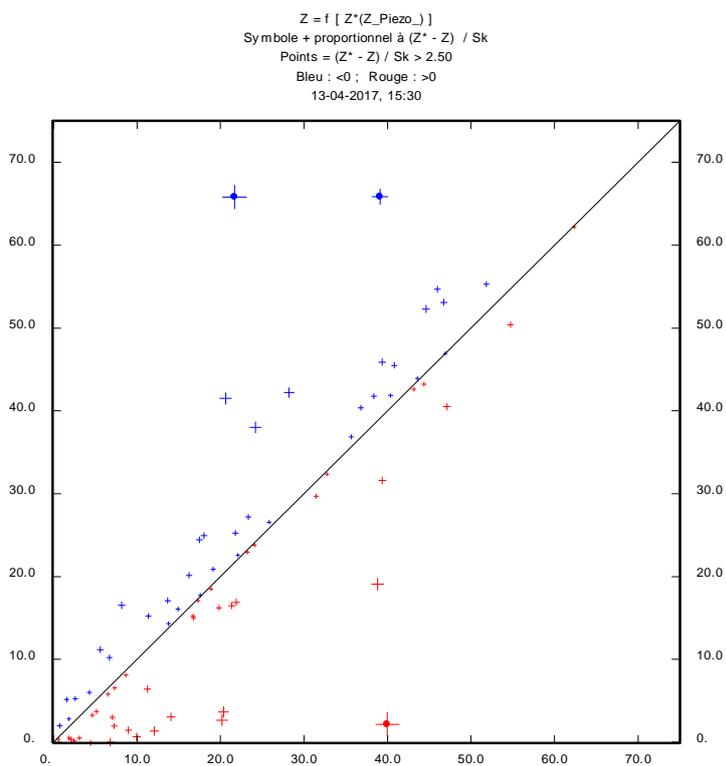


Illustration 10 : Nuage de corrélation (Z^* , Z)

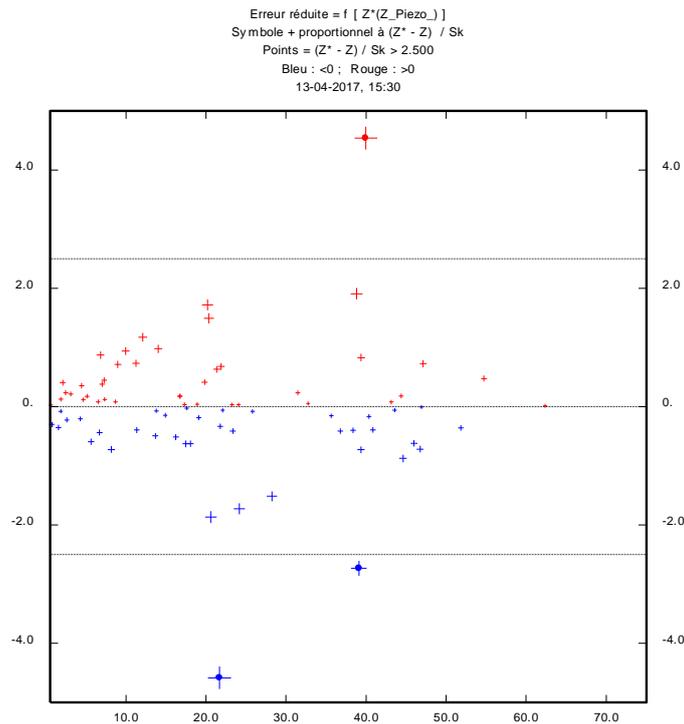


Illustration 11 : Nuage de corrélation (Z*, Err)

L'examen des points anomalous a conduit à la suppression de 7 points (du fait d'une incertitude sur la topographie ou sur le caractère influencé du niveau mesuré), ce qui ramène le nombre total de mesures piézométriques validées à 71.

Les travaux réalisés en année 2 de la convention 2008-2013 (Bourguin, Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine -Piézométrie des systèmes aquifères : outils de cartographie et optimisation de réseaux de surveillance – Année 2. BRGM/RP-60153-FR, 85 p., 39 fig., 6 tab., 1 ann, 2012) ont montré que le krigeage avec dérive externe basée sur une version lissée de la topographie est adapté à l'interpolation des surfaces piézométriques des nappes à surface libre. Pour mémoire, le krigeage avec dérive externe consiste à décomposer la variable mesurée $P(x,y)$ en une dérive $M(x,y)$ et un résidu stationnaire $R(x,y)$:

$$P(x,y) = k .M(x,y) + R(x,y)$$

Cette méthode suppose une corrélation relativement linéaire entre la variable d'intérêt et une variable auxiliaire $M(x,y)$ connue partout, cette variable auxiliaire étant nommée « dérive externe ». Le coefficient k (pente de la régression) peut varier localement pour obtenir une meilleure régression locale.

Dans cette technique, on considère que la forme et la structure générale de la variable d'intérêt sont données par la dérive externe. Le krigeage avec dérive externe va schématiquement consister à « plaquer » cette forme sur les données, tout en respectant globalement la forme sous-jacente. Cependant, même s'il y a une corrélation entre la piézométrie et la topographie, le lien n'est pas direct. En effet, la cote piézométrique présente une variabilité moindre que la topographie car elle n'épouse pas les moindres reliefs. Aussi est-il préférable d'utiliser une version lissée de la topographie. Ici, il a été choisi d'utiliser une topographie lissée à un

voisinage de 500 m. Le nuage de corrélation entre topographie moyenne sur 500 m et les données utilisées pour l'interpolation est représenté en illustration 12.

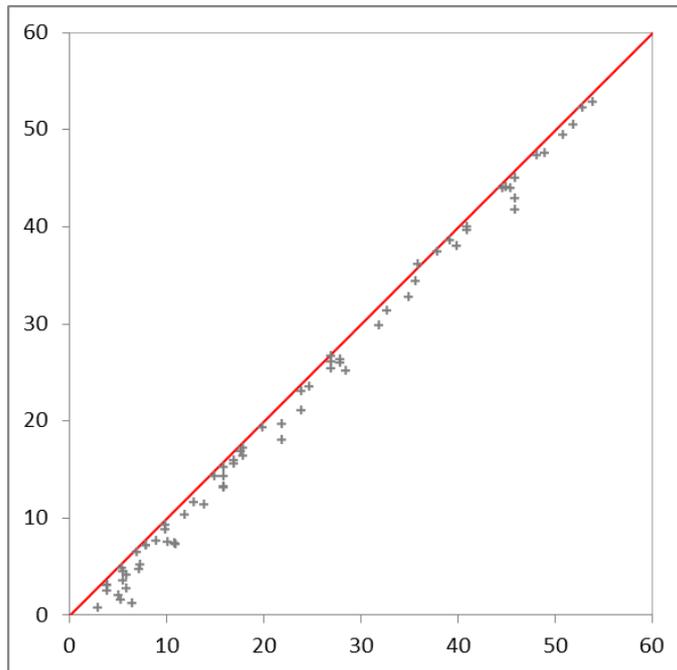


Illustration 12 : Nuage de corrélation entre données utilisées pour l'interpolation et la topographie lissée sur une fenêtre de 500 m

Le variogramme du résidu (= de la différence) entre cote piézométrique et topographie lissée sur une fenêtre de 2 500 m est présenté en illustration 13. Ce variogramme peut être ajusté par un modèle cubique de portée pratique voisine de 4 000 m.

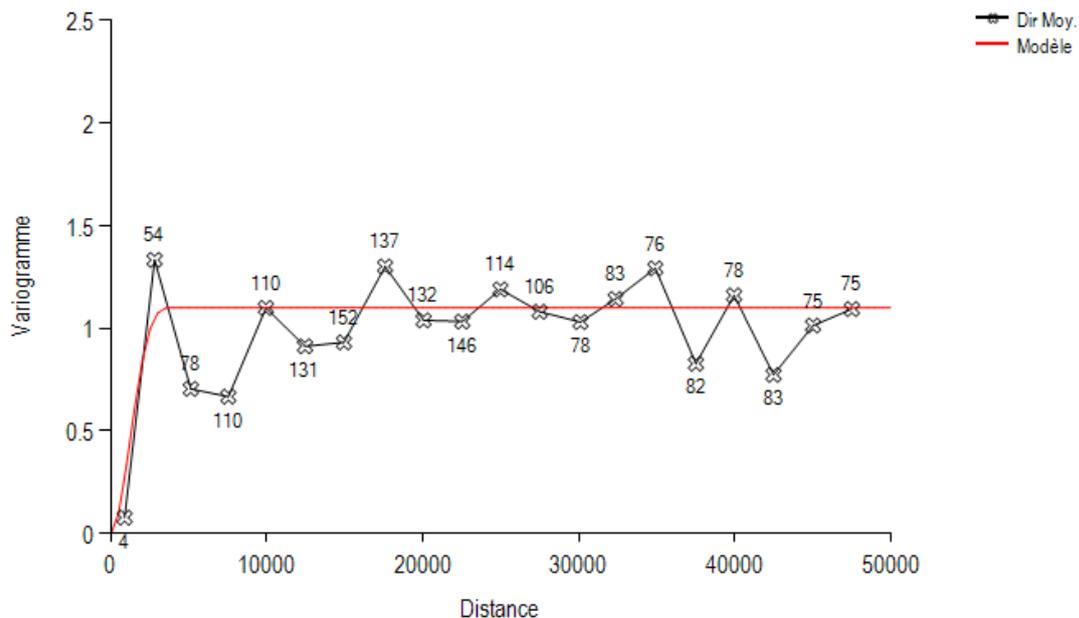


Illustration 13 : Variogramme des résidus entre cote topographique et topographie lissée sur 500 m

La carte piézométrique réalisée en utilisant en tant que dérive externe le MNT lissé à 500 m permet de bien retranscrire les axes de drainage (Illustration 14).

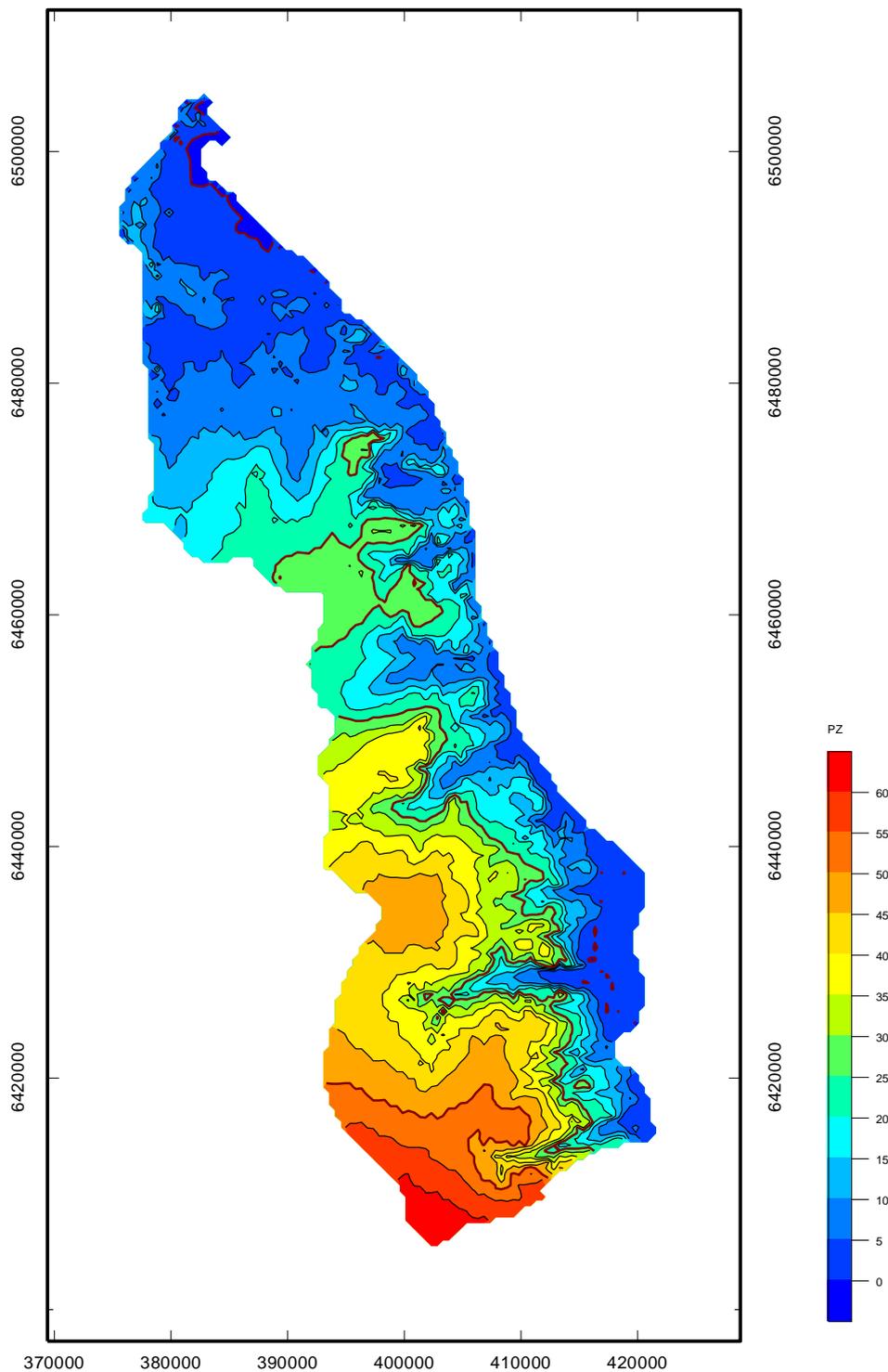


Illustration 14 : Interpolation de la piézométrie de juillet 2016 de la nappe du Plio-Quaternaire en rive gauche de la Gironde à partir des 71 points de mesure par krigeage avec dérive externe sur la topographie lissée sur 500 m
Caractérisation chimique

3.1.4. Méthodologie

Au total 45 points d'eau (forages, puits) ont fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique in situ. Les localisations des points ont été choisies sur un critère essentiellement géographique, pour assurer un maillage régulier du territoire. Les mesures ont été effectuées conjointement à la campagne piézométrique, soit de mai à juillet 2016.

3.1.5. Résultats

Les conductivités mesurées sont moyennes, plus de la moitié des valeurs mesurées est comprise entre 300 et 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C. A noter toutefois :

4 points présentent des conductivités très faibles, entre 100 et 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C : 2 sont situés sur les sables des Landes (à St Jean d'Ilac et Martignas-sur-Jalles), et 2 en bordure des affleurements de la formation de Belin (à St Laurent-de-Médoc et Listrac-Médoc) ; ils présentent également un pôle chloruré marqué, avec des concentrations comprises entre 25 et 50 mg/L, un pH en-deçà de 6 ; ces caractéristiques sont cohérentes avec l'encaissant sableux siliceux ;

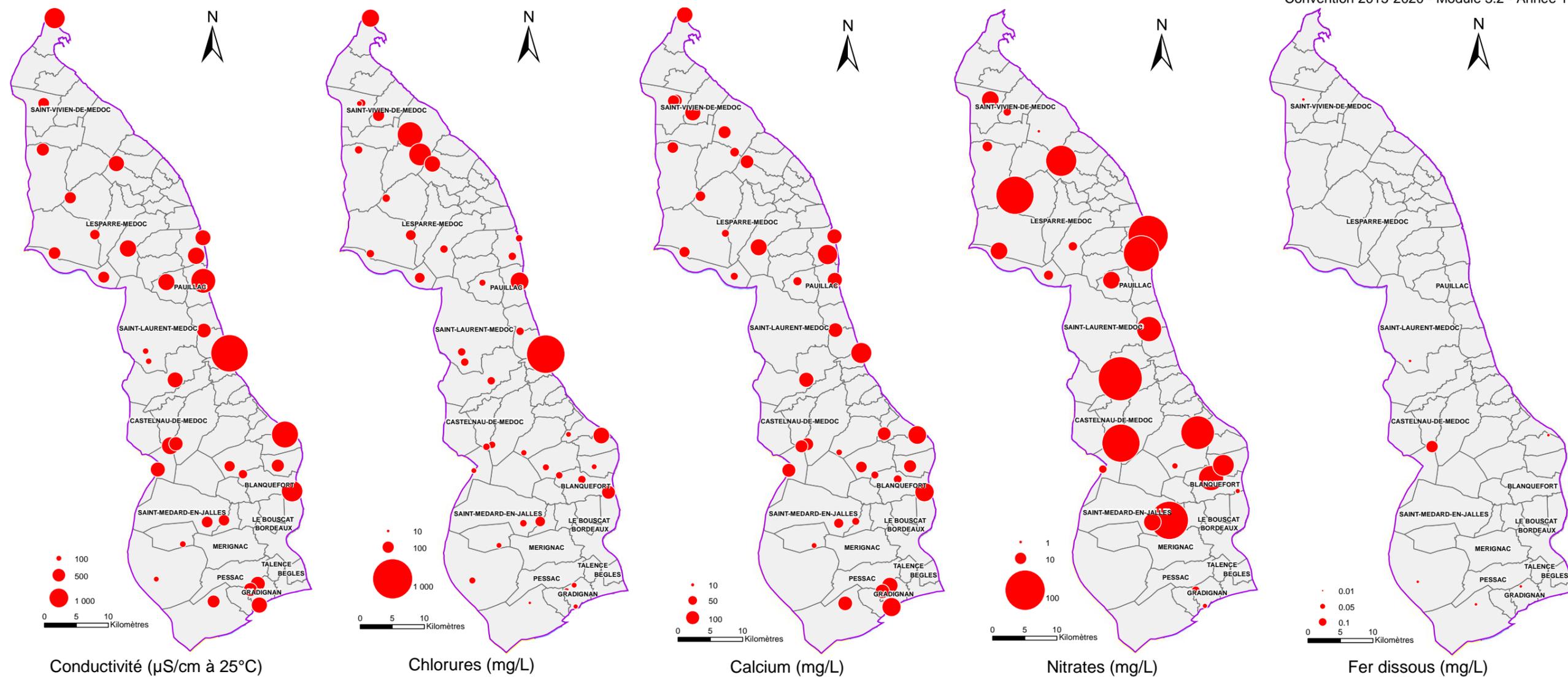
5 points présentent des conductivités supérieures à 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C ; ces occurrences de minéralisation élevée sont associées à des concentrations élevées en chlorures et sulfates ; deux hypothèses peuvent expliquer ces singularités :

- la proximité de l'estuaire ; le suivi en continu opéré par le consortium MAGEST (MAREL Gironde ESTuaire - <http://www.magest.u-bordeaux1.fr>) met en évidence des hausses notables de salinité dans l'estuaire en périodes de basses eaux, dépassant 1 ‰ à Bordeaux et 10 ‰ à Pauillac ; le point le plus marqué (conductivité de 3 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) se situe à Lamarque immédiatement en bordure d'estuaire, il peut subir l'influence d'intrusions salines actuelles ;
- sur cette frange orientale du territoire, des indices de minéralisation élevée ont été mis en évidence par le passé dans les alluvions quaternaires, dont la puissance est de quelques mètres seulement, et dans l'éocène moyen sous-jacent ; ils sont attribués à des intrusions anciennes par des eaux salées lors de la transgression flandrienne (Platel et al., 1999).

Les autres points, moyennement minéralisés, sont marqués par des concentrations en calcium significatives, généralement comprises entre 50 et 200 mg/L. L'acquisition de la minéralisation est par conséquent influencée par un encaissant carbonaté.

Les concentrations en nitrates ne sont pas corrélées à d'autres paramètres physico-chimiques mesurés. Plusieurs points présentent des teneurs significativement élevées : 15 points ont des teneurs supérieures à 10 mg/L, et 8 points ont des teneurs supérieures à 50 mg/L, pour un maximum mesuré de 120 mg/L. Ces points sont répartis sur le territoire sans tropisme visible.

Un seul point présente une teneur en fer anormalement élevée, de 0,2 mg/L, sur la commune de Castelnau-de-Médoc.



Légende

| | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Limites communales | Alluvions récentes | Formation de Castets | Formation d'Arengosse | Sables verts |
| Alluvions anciennes | Argiles de Brach | Formation de Belin | Formation des Glaises bigarrées | Substratum imperméable |
| Sables dunaires et sables des Landes | Formation d'Onesse | Formation des Sables fauves | Substratum perméable | |

Illustration 15 : Analyses chimiques sur site et contexte géologique

4. Investigations sur le SAGE « Ciron »

4.1. PRELEVEMENTS EN VUE D'ANALYSES COMPLETES

4.1.1. Choix des points de prélèvement

Les investigations menées sur le SAGE « Ciron » font suite aux caractérisations physico-chimiques réalisées sur 50 ouvrages du territoire en 2014 (Corbier et al., 2015). Elles avaient permis de discerner 2 types d'eaux souterraines distincts :

- les eaux marquées par l'influence des roches carbonatées, avec un pH élevé, une minéralisation moyenne, et des concentrations en calcium significatives ;
- les eaux marquées par l'influence de la matrice sableuse, avec un pH acide, une minéralisation et une concentration en calcium faibles.

Sur cette base, 5 points de prélèvement ont été sélectionnés sur le territoire, leur localisation est présentée sur l'illustration 16. Il s'agit des points suivants :

- le Puits de Maillas (point n°44 - indice BSS 09002X0104 – profondeur mesurée 4 m / margelle) se situe dans le Sud-Ouest du territoire, sur le secteur géologique n°4. Il se singularisait sur la campagne de 2014 par une minéralisation moyenne, et des teneurs significatives en nitrates (40 mg/l) et chlorures (55 mg/l), avec une légère influence calcique ;
- le puits de Sauméjan (point n°51 – indice BSS 09004X0021 – profondeur mesurée 3,9 m / margelle) vise à caractériser le Sud-Est du territoire, sur le secteur géologique n°1. Il est faiblement minéralisé, avec des teneurs significatives en fer (0,75 mg/l) et chlorures (40 mg/l) ;
- le forage DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies) de Préchac (point n°18 – indice BSS 08765X0024 – profondeur mesurée 10,3 m / tube acier) vise à caractériser la zone centrale du territoire, sur le secteur géologique n°4. Il est faiblement minéralisé, avec une concentration significative en chlorures (25 mg/l) ;
- le forage DFCI de St Symphorien (point n°30 – indice BSS 08517X0017 – profondeur mesurée 12,9 m) vise à caractériser l'Ouest du territoire, en bordure du secteur géologique n°2. Il est également faiblement minéralisé, avec une teneur significative en chlorures (30 mg/l), et un pH acide ;
- le puits de Lavazan (point n°60 – indice BSS 08763X0034 – profondeur mesurée 5,0 m) vise à caractériser l'Est du territoire, sur le secteur géologique n°1. Le pH de l'eau captée est proche de la neutralité, avec une minéralisation moyenne marquée par une concentration significative en calcium (65 mg/l).

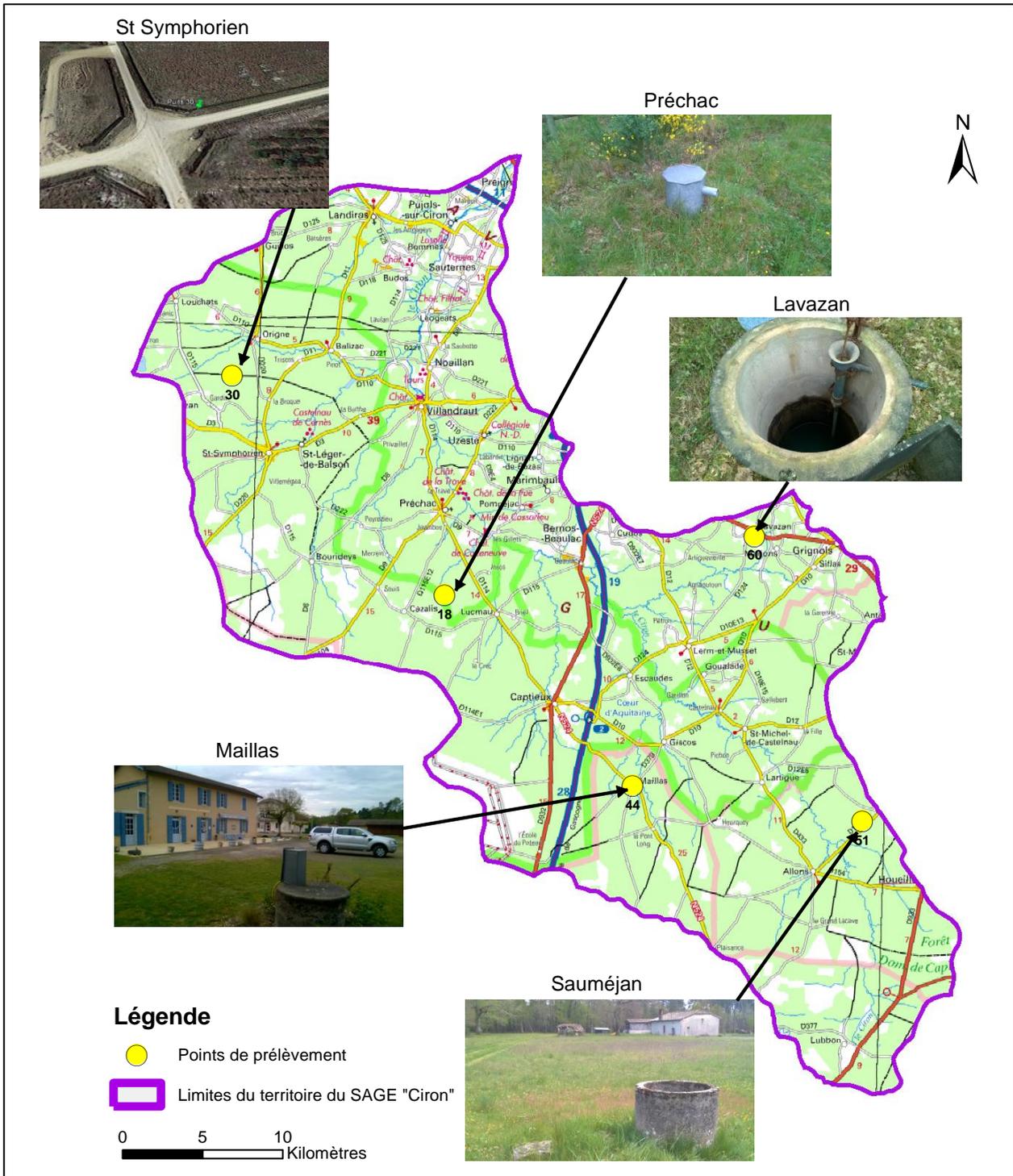


Illustration 16 : Localisation des prélèvements pour analyses complètes

4.1.2. Méthodologie

Les mesures de terrain et prélèvements ont été effectués les 20 et 21 avril 2016. Sur chacun des ouvrages, le prélèvement a été effectué sous pompage, après stabilisation à l'exhaure des paramètres physico-chimiques. Les analyses ont été confiées au Laboratoire Départemental de l'Eau de Haute-Garonne.

4.1.3. Contexte climatique et hydrologique

Le contexte de réalisation des prélèvements est donné par le suivi des piézomètres des réseaux départementaux situés sur le territoire (données ADES) :

- piézomètre situé entre Préchac et Bourideys (08754X0028/P) ;
- piézomètre situé à l'Est de Saint Michel de Castelnau (09004X0016/P).

Les prélèvements ont été effectués en hautes eaux pour l'aquifère Mio-Plio-Quaternaire.

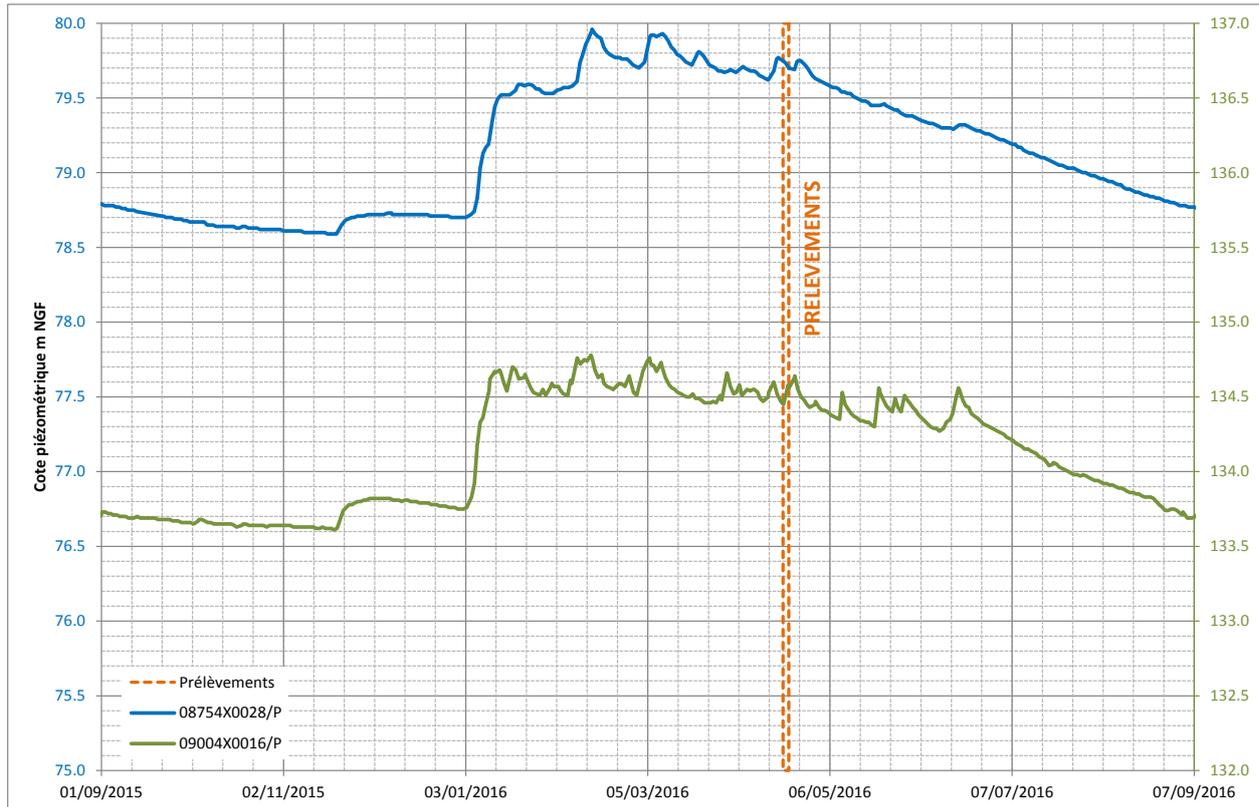


Illustration 17 : Suivi piézométrique sur les ouvrages 08754X0028/P et 09004X0016/P de septembre 2015 à août 2016

4.1.4. Résultats

Un tableau de synthèse des résultats est donné dans l'illustration 18, et les diagrammes sont donnés sur l'illustration 19 et l'illustration 20. L'illustration 21 replace les résultats dans le contexte géologique.

| Analyses | N° point | 60 | 51 | 44 | 18 | 30 | Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine | Référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine | Limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine | |
|------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|---|--------------------|
| | Indice BSS | 08763X0034 | 09004X0021 | 09002X0104 | 08765X0024 | 08517X0017 | | | | |
| Mesures 2014 | Conductivité (µS/cm à 25°C) | 427 | 226 | 545 | 195 | 104 | | | | |
| | pH | 6.45 | 6.75 | 7.07 | 5.69 | 5.18 | | | | |
| Mesures sur site | Température (°C) | 11.6 | 12.5 | 12.7 | 12.6 | 12.6 | | | 25 | |
| | Conductivité (µS/cm à 25°C) | 305 | 185 | 588 | 226 | 116 | | ≥ 200 ≤ 1 100 | | |
| | pH | 6,40 | 6,64 | 7,00 | 5,83 | 5,15 | | ≥ 6,5 ≤ 9,0 | | |
| Paramètres physico-chimiques | Ammonium [NH ⁴⁺] (mg/L) | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,06 | - | 0,1 | 4 | |
| | Calcium [Ca ²⁺] (mg/L) | 38 | 21 | 78 | 10 | 1,5 | - | - | - | |
| | Carbone Organique Dissous [COD] (mg/L) | 6,3 | 5,3 | 8,6 | 8,7 | 15 | - | - | - | |
| | Chlorures [Cl ⁻] (mg/L) | 22 | 12 | 44 | 15 | 16 | - | - | 200 | |
| | Fluorures [F ⁻] (mg/L) | 0,08 | 0,2 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 1,5 | - | - | |
| | Hydrogénocarbonate [HCO ₃ ⁻] (mg/L) | 127 | 65 | 189 | 41 | 9 | - | - | - | |
| | Magnésium [Mg ²⁺] (mg/L) | 3,9 | 2,9 | 2,3 | 3,4 | 1,5 | - | - | - | |
| | Nitrates [NO ₃ ⁻] (mg/L) | 0,9 | 0,7 | 57 | 24 | <0,2 | 50 | [NO ₃ ⁻]/50 +[NO ₂ ⁻]/3 <1 | 100 | |
| | Nitrites [NO ₂ ⁻] (mg/L) | <0,01 | <0,01 | 0,12 | 0,02 | <0,01 | 0,5 | | - | |
| | Orthophosphate [PO ₄ ³⁻] (mg/L) | 0,42 | <0,01 | <0,01 | 2,5 | 0,03 | - | - | - | |
| | Phosphore total [P] (mg/L) | 0,32 | 0,04 | 0,13 | 0,86 | 0,02 | - | - | - | |
| | Potassium [K ⁺] (mg/L) | 11 | 0,4 | 8,1 | 18 | 0,6 | - | - | - | |
| | Silicates [SiO ₂] (mg/L) | 16 | 11 | 9,3 | 9,9 | 8,7 | - | - | - | |
| | Sodium [Na ⁺] (mg/L) | 11 | 5,1 | 27 | 10 | 12 | - | - | 200 | |
| | Sulfates [SO ₄ ²⁻] (mg/L) | 21 | 6 | 18 | 10 | 7 | - | - | 250 | |
| | Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F) | 10,4 | 5,3 | 15,5 | 3,4 | 0,7 | - | - | - | |
| Turbidité (NFU) | 230 | 13 | 130 | 12 | 1,4 | 1 | 2 | - | | |
| Éléments métalliques | Fer total [Fe] (µg/L) | 613 | 414 | 1830 | 110 | 1130 | - | 200 | - | |
| | Manganèse total [Mn ²⁺] (µg/L) | 325 | 10 | 38 | 8 | 6 | - | 50 | - | |
| Micropolluants organiques | Simazine (H) (µg/L) | 0,013 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,1 | Total pesticides 0,5 | 2 | Total pesticides 5 |
| | Benzotriazole (µg/L) | <0,1 | <0,1 | 0,29 | 0,24 | <0,1 | - | - | - | - |
| | Tolytriazole (µg/L) | <0,1 | <0,1 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | - | - |
| | Bisphénol A (µg/L) | 1,7 | 0,15 | 0,32 | 0,19 | 0,06 | - | - | - | - |
| | Phtalate Di (2-Ethyl Hexyl) (µg/L) | <0,1 | <0,1 | 0,46 | <0,1 | <0,1 | - | - | - | - |
| | Acide Perfluoro-octanoïque (PFOA) (µg/L) | <0,1 | <0,1 | 0,81 | <0,1 | <0,1 | - | - | - | - |
| | Acide Perfluoro-hexanesulfonique (PFHS) (µg/L) | <0,1 | <0,1 | 0,26 | <0,1 | <0,1 | - | - | - | - |

Illustration 18 : Synthèse des analyses physico-chimiques complètes effectuées sur les cinq points d'eau sélectionnés

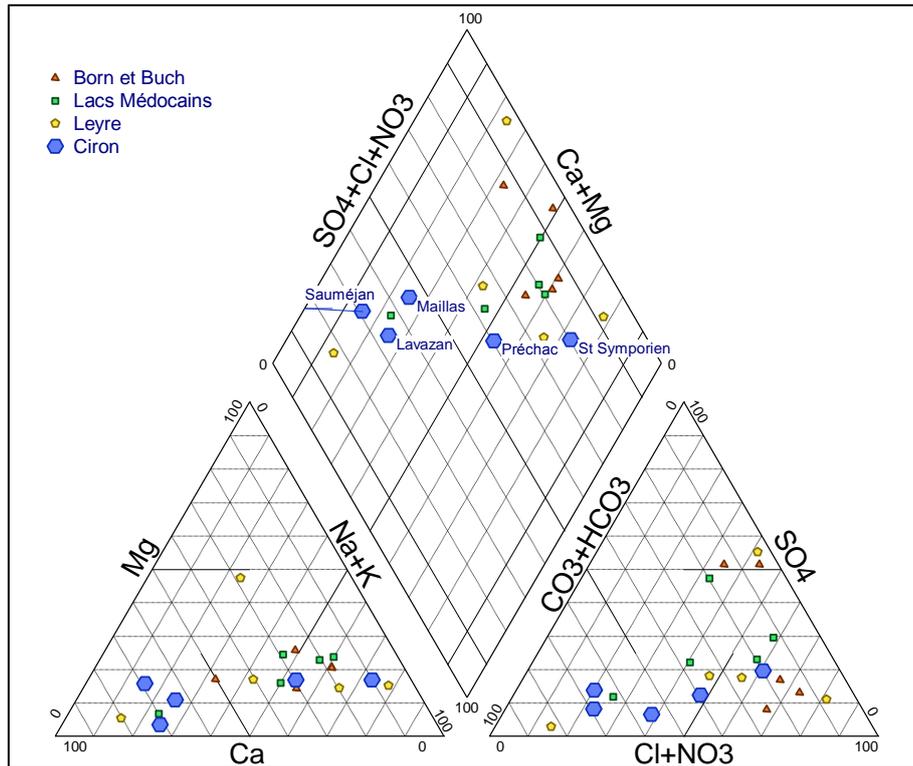


Illustration 19 : Concentrations en ions majeurs sur les 5 points sélectionnés - diagramme de Piper

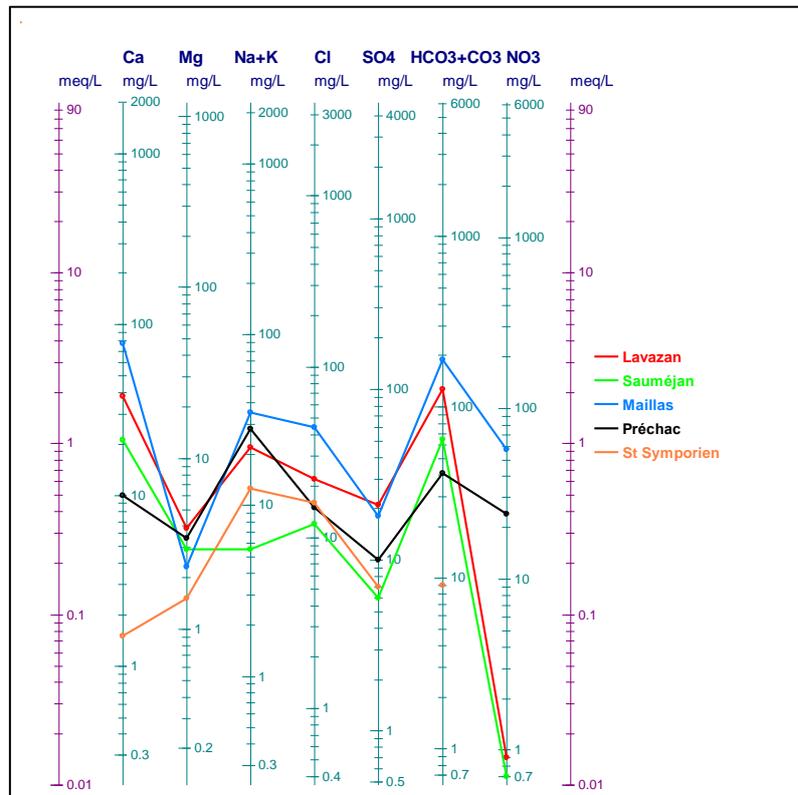


Illustration 20 : Concentrations en ions majeurs sur les 5 points sélectionnés : diagramme de Schöeller-Berkaloff

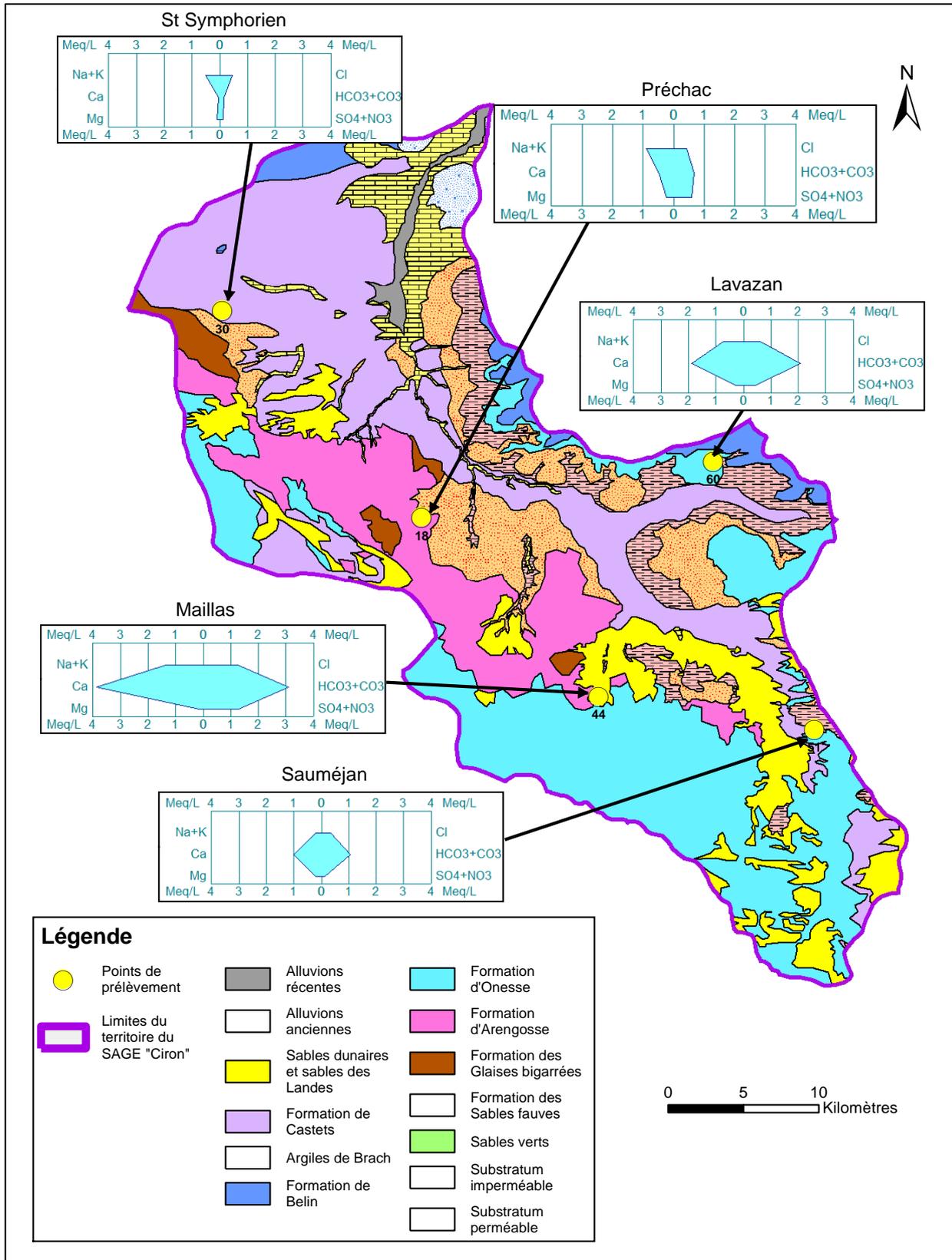


Illustration 21 : Résultats des analyses des ions majeurs (diagramme de Stiff) et contexte géologique

Les mesures physico-chimiques sur site présentent des valeurs concordantes avec les ordres de grandeur mesurés sur la campagne de 2014, à l'exception du point n°51 (puits de Sauméjan) pour lequel la conductivité est significativement plus faible : 185 contre 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C.

4.1.5. Faciès observés

Les principales observations sur chaque point sont les suivantes :

- seule l'analyse du forage DFCI de St Symphorien (point n°30) présente un faciès chimique caractéristique des aquifères sableux peu profonds, chloruré sodique faiblement minéralisé (conductivité de 116 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) ; sur le secteur, les formations Mio-Plio-Quaternaires sont très peu épaisses, de l'ordre d'une dizaine de mètres ; le forage capte la nappe contenue dans la formation des Sables Fauves, surmontée par quelques mètres de sables fins de la formation de Castets ;
- l'eau du forage DFCI de Préchac (point n°18), au centre du territoire, est issue d'un mélange, car influencée également par un pôle bicarbonaté calcique, malgré une minéralisation totale qui reste faible (conductivité de 226 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) ; localement les formations Mio-Plio-Quaternaires ont une épaisseur totale de l'ordre de 20 m, l'ouvrage recoupe la formation d'Arengosse et la formation des Sables Fauves ; l'eau captée est en outre caractérisée par une influence anthropique avérée : 24 mg/L de nitrates, présence de benzotriazole et bisphénol A ;
- l'eau du forage de Lavazan (point n°60) présente un faciès bicarbonaté calcique, moyennement minéralisé ; l'ouvrage capte les horizons sableux de la formation d'Onesse, les formations Mio-Plio-Quaternaires n'ont que quelques mètres d'épaisseur sur le secteur. L'eau est marquée par l'influence anthropique : concentration en polyphosphates significative, simazine (pesticide) supérieur au seuil de détection ; les concentrations en fer total et manganèse total sont également très élevées.
- l'eau du puits de Maillas (point n°44) a également un faciès bicarbonaté calcique, moyennement minéralisé, avec un pôle chloruré sodique visible ; l'ouvrage capte le sommet de la formation du sable des Landes, qui repose sur la formation d'Arengosse, pour une épaisseur totale des formations Mio-Plio-Quaternaires supérieure à 30 m ; l'influence anthropique est prépondérante sur ce point, avec une concentration en nitrates supérieure à 50 mg/L et des contaminations multiples aux micropolluants organiques ;
- l'eau captée par le puits de Sauméjan (point n°51) présente également un faciès bicarbonaté calcique, mais faiblement minéralisé (conductivité de 185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) ; l'ouvrage capte sur quelques mètres la formation de Castets, à proximité d'affleurements de molasses argileuses miocène, plus ou moins carbonatées ; les analyses ne mettent pas en évidence de contamination majeure sur ce point d'eau.

Il apparaît par conséquent une forte disparité dans les faciès observés, ce qui concorde avec les observations de Sauret (1967). Seules les eaux très faiblement minéralisées (conductivité de l'ordre de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) ont un faciès chloruré sodique. Les autres eaux prélevées, moyennement minéralisées (conductivités de l'ordre de 200 à 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C) sont marquées par une influence carbonatée, qui s'explique par l'existence de phénomènes de drainance en provenance des réservoirs tertiaires sous-jacents.

Ceci est particulièrement vraisemblable sur la zone au centre et à l'ouest du territoire, à proximité du réseau hydrographique, autour des points de Maillas, Lavazan et Sauméjan. Ces

secteurs (ou des secteurs voisins) sont définis comme des exutoires naturels de l'Aquitainien-Burdigalien par drainance verticale ascendante (Cabaret et al., 2015), ce qui est concordant.

Il reste cependant surprenant, pour le puits de Maillas, de trouver un tel faciès immédiatement en subsurface, alors même que les formations aquifères Mio-Plio-Quaternaires ont une puissance supérieure à 30 m. D'autres phénomènes d'origine anthropique peuvent être suspectés. Dans le cas de puits peu ou pas utilisés par exemple (Maillas, Lavazan), les interactions chimiques avec les matériaux constitutifs des cuvelages (béton, moellons) peuvent modifier le faciès de la colonne d'eau dans l'ouvrage, si elle n'est renouvelée qu'occasionnellement.

4.1.6. Eléments indésirables

Les concentrations en fer et manganèse observées sont très élevées. Le fer total dépasse notamment 1 mg/L pour le puits de Maillas et le forage de Saint Symphorien, et le manganèse total dépasse 300 mg/L pour le forage de Lavazan.

L'occurrence de plusieurs contaminants organiques sur de nombreux échantillons souligne la vulnérabilité de la ressource, qui est soumise à un risque élevé de contamination par les activités anthropiques.

La présence de bisphénol A, polluant émergent, dans les cinq échantillons est à souligner. L'occurrence de cette molécule dans l'environnement souterrain a fait l'objet de très peu de publications scientifiques à l'heure actuelle, et il n'existe pas de valeurs de référence disponibles. Le bisphénol A n'est pas synthétisé naturellement, sa présence est nécessairement signe d'influence anthropique. Dans le cadre d'une étude à l'échelle européenne, Loos et al. (2010) ont identifié la présence de bisphénol A dans 40% des échantillons d'eau souterraine analysés, avec une valeur moyenne de 0,08 µg/L et un maximum de 2,3 µg/L. Les ordres de grandeur cités par Carghini et al. (2014) en Europe et aux Etats-Unis sont proches, avec des concentrations maximales pouvant toutefois atteindre plusieurs dizaines de µg/L. Sur cette base, les concentrations mesurées sur le territoire du SAGE "Ciron" (0,06 à 1,7 µg/L) apparaissent significativement élevées, signe d'une influence anthropique et d'une vulnérabilité marquées.

5. Investigations sur le SAGE « Midouze »

5.1. POMPAGES D'ESSAI

Au total cinq pompages d'essai ont été réalisés sur le territoire du SAGE « Midouze ». Conformément aux besoins exprimés par la Commission Locale de l'Eau (réunion du 5 février 2016), les forages ont été sélectionnés sur les bassins versants de la Gouaneyre et de l'Estampon. En effet, dans le cadre de la réforme des volumes prélevables, les bassins de la Gouaneyre et de l'Estampon vont être soumis à une mesure dérogatoire de gestion par les débits ; comme il y a sur ces bassins peu de prélèvements en cours d'eau, il est impératif de mieux appréhender l'impact des prélèvements en eau souterraine sur les eaux superficielles.

Une présélection des forages recensés sur ces bassins a été effectuée. Une visite de terrain les 11 et 12 avril 2016 a ensuite permis d'éliminer les points dont l'environnement ne permettait pas la réalisation d'essais fiables : accessibilité insuffisante, absence de solutions pour l'évacuation des eaux d'exhaure, etc.

Après prise de contact auprès des propriétaires ou exploitants pour les puits privés, ou auprès des autorités pour les forages DFCI, 5 points ont été retenus. Leur localisation est donnée sur l'illustration 22.

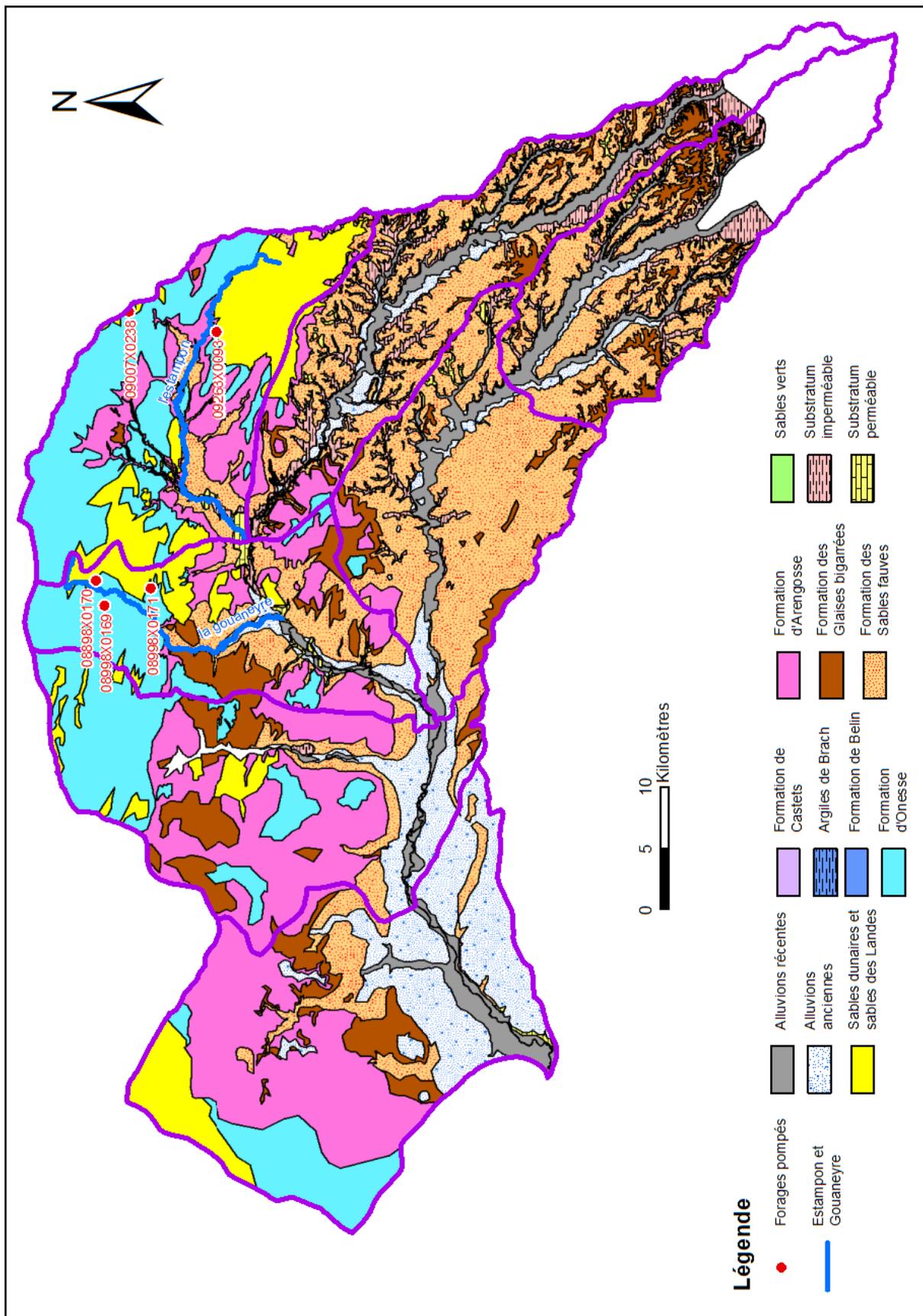


Illustration 22 : Localisation des forages utilisés pour les pompages d'essai

5.1.1. Contexte météorologique et hydrologique

Les pompages ont été effectués du 20 juillet au 5 août 2016. Le suivi piézométrique sur le forage proche 09261X0058/F1 est donné sur l'illustration 23, il montre que les essais ont été effectués en période d'étiage, sur une phase de tarissement de l'aquifère après un mois de juin particulièrement pluvieux.

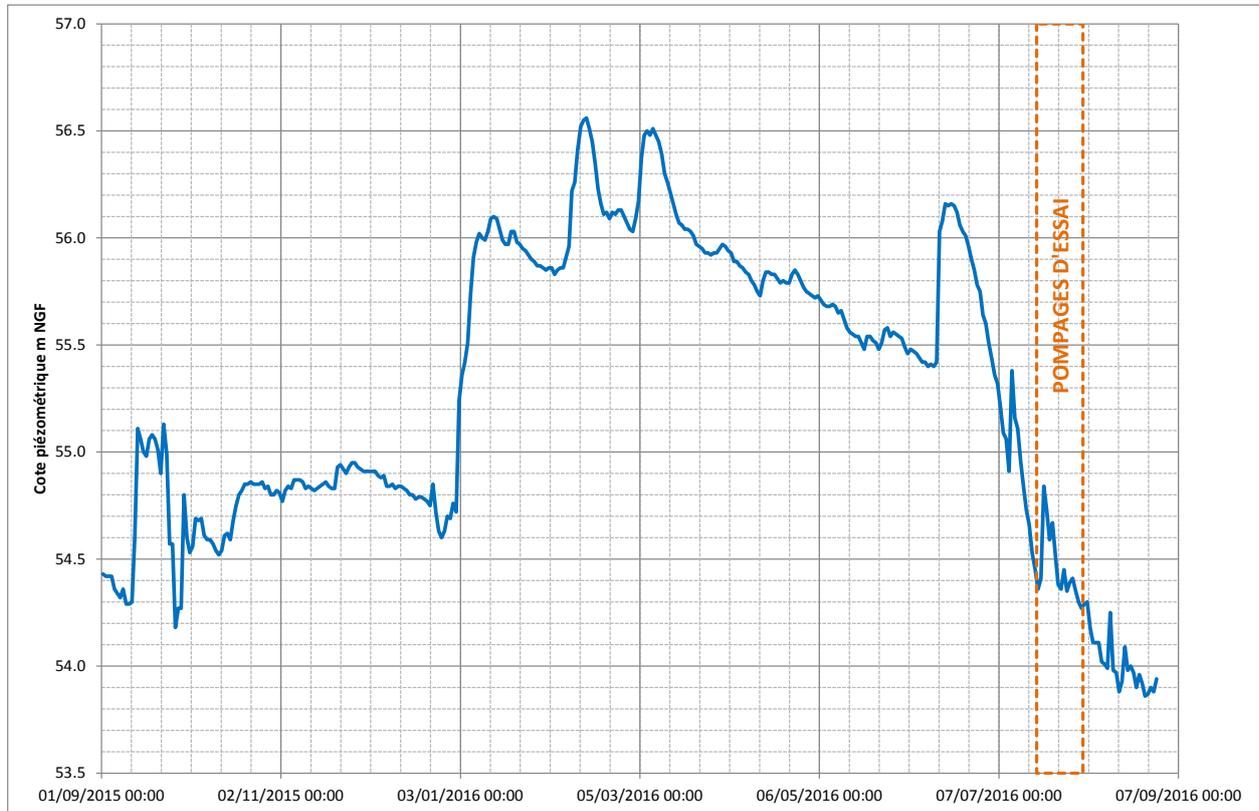


Illustration 23 : Suivi piézométrique sur le forage 09261X0058/F1 (territoire SAGE Midouze) de septembre 2015 à août 2016

5.1.2. Essai n°1 - forage 08998X0169

Les caractéristiques du forage sont les suivantes :

- profondeur 20,22 m ;
- usage : DFCI ;
- aquifère capté : Plioquaternaire, la succession lithologique attendue dans le secteur est :
 - formation d'Onesse, sables de 0 à 9 m ;
 - formation d'Arenosse, sables et graviers de 9 à 20,2 m.

Les caractéristiques du piézomètre sont les suivantes :

- profondeur 15 m ;
- crépiné de 3 à 15 m ;

- distance au forage pompé : 29,3 m.

Le pompage d'essai a été conduit à un débit constant de 59,9 m³/h pendant 24 heures. L'analyse des courbes sur le forage pompé par la méthode des dérivées fait apparaître les influences successives suivantes (Illustration 24) :

- effets propres au forage pompé : effet de capacité et effet de skin ;
- effets de limites étanches.

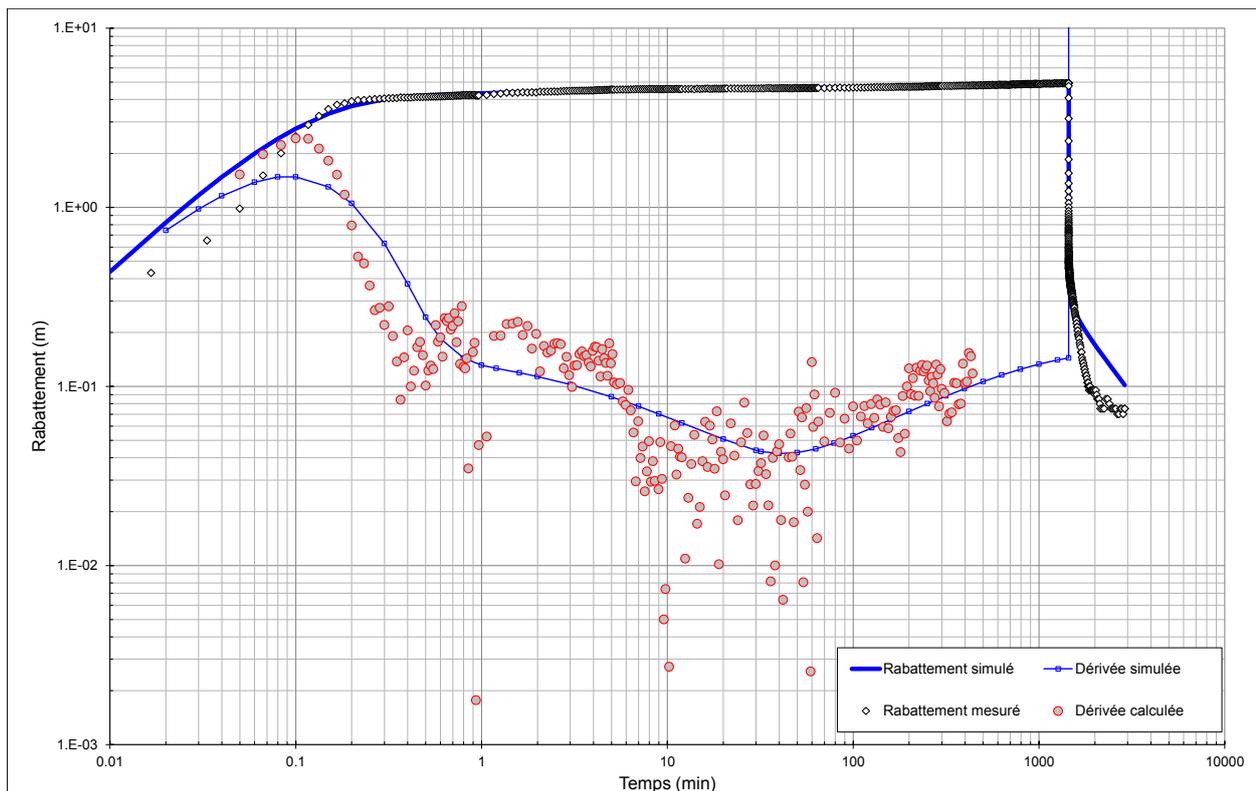


Illustration 24 : Diagnostic du pompage d'essai n°1 sur le forage pompé

La simulation des effets liés au forage pompé, sur les premières secondes, reste délicate. Cependant l'interprétation a été focalisée sur l'objet de ces essais, à savoir les paramètres caractéristiques du réservoir. Les meilleurs ajustements des paramètres ont été obtenus pour les valeurs suivantes, en utilisant la méthode d'Hantush, adaptée aux écoulements en nappe libre :

- transmissivité : $4,40 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- limites étanches à 65 et 80 m.

L'analyse des courbes sur le piézomètre fait apparaître plusieurs phases, définies sur l'illustration 25.

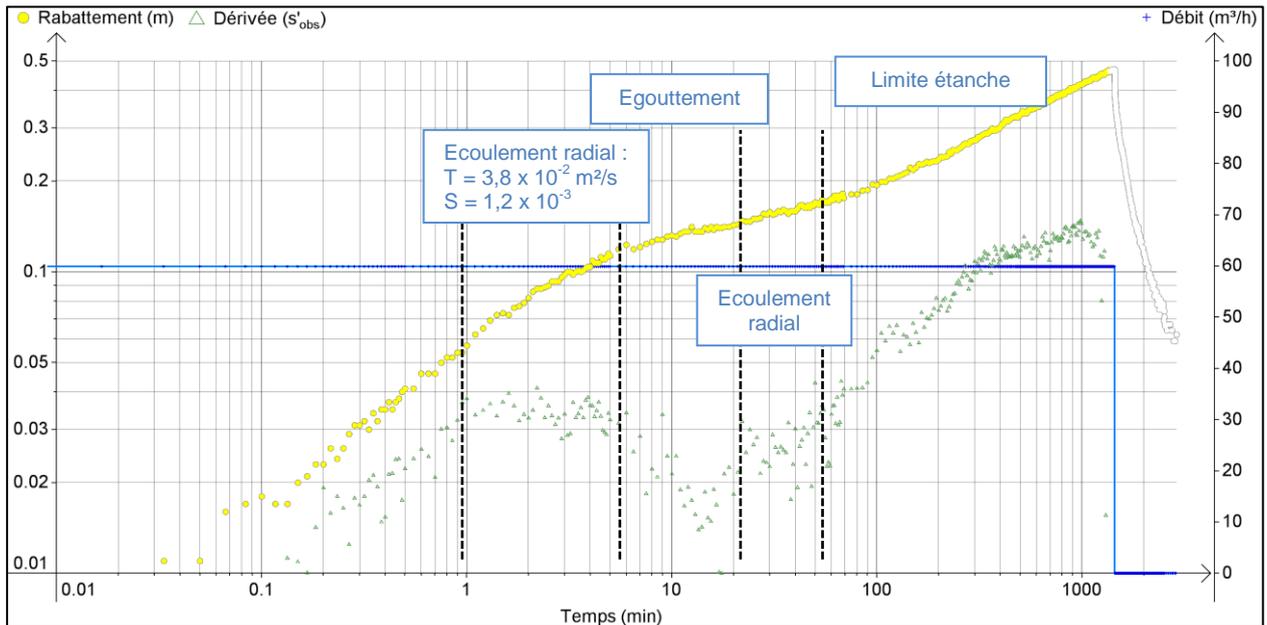


Illustration 25 : Diagnostic du pompage d'essai n°1 – rabattement sur le piézomètre

Le rabattement présente une courbe en S dans le temps, caractéristique des nappes libres à débit retardé. La transmissivité calculée sur le piézomètre reste dans les mêmes ordres de grandeur que sur le puits pompé, à $3,8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Le coefficient d'emmagasinement estimé est faible, de l'ordre de $1,2 \times 10^{-3}$. Le suivi met également en évidence une limite étanche.

5.1.3. Essai n°2 - forage 08998X0170

Les caractéristiques du forage sont les suivantes :

- profondeur 19 m ;
- usage : DFCI ;
- aquifère capté : Plioquaternaire, , la succession lithologique attendue dans le secteur est :
 - formation d'Onesse, sables de 0 à 9 m ;
 - formation d'Arengeosse, sables et graviers de 9 à 19 m.

Les caractéristiques du piézomètre sont les suivantes :

- profondeur 15 m ;
- crépiné de 3 à 15 m ;
- distance au forage pompé : 24,3 m.

Le pompage d'essai a été conduit à un débit constant de 59,9 m³/h pendant 24 heures. L'analyse des courbes sur le forage pompé par la méthode des dérivées (Illustration 26) fait apparaître les influences successives suivantes :

- effets propres au forage pompé : effet de capacité et effet de skin ;
- effets de limites étanches.

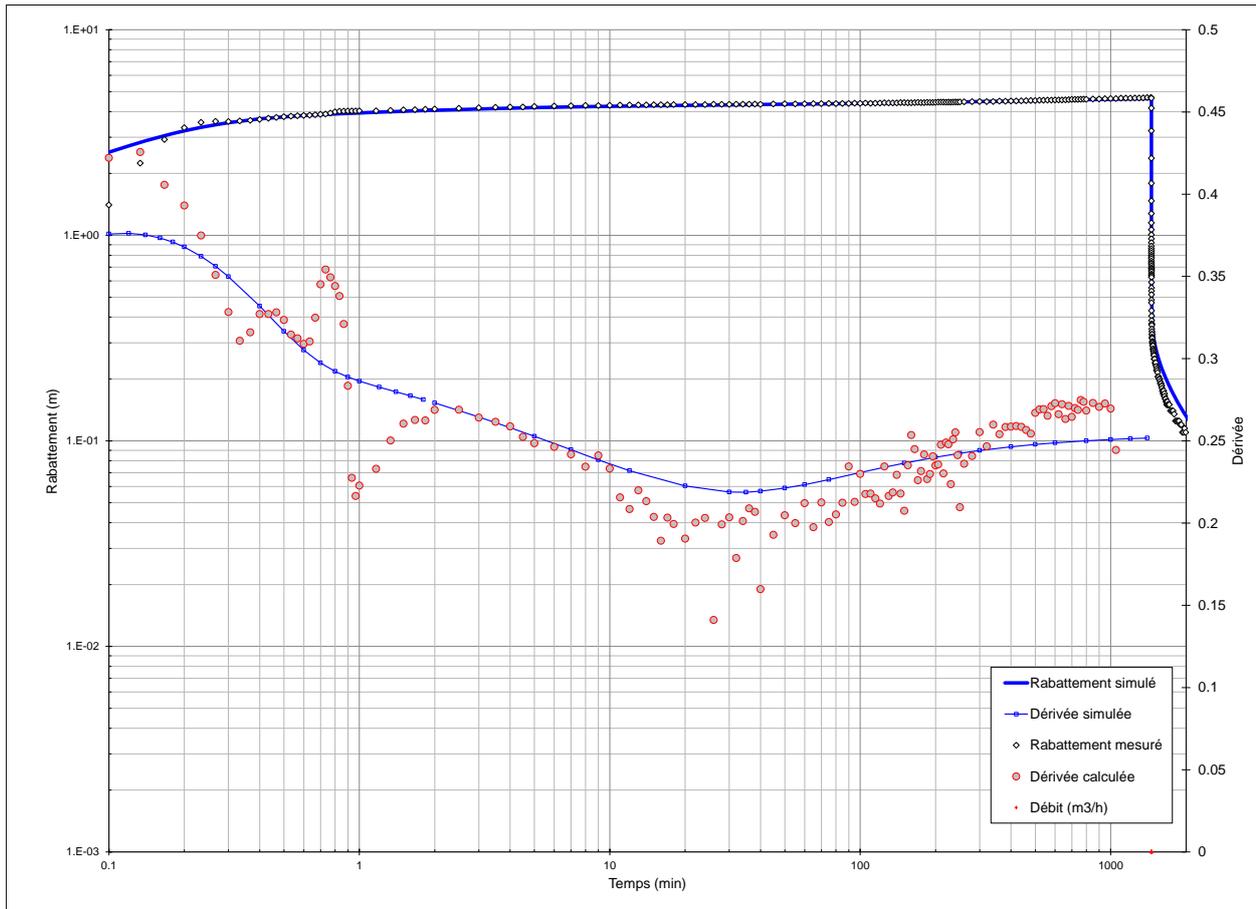


Illustration 26 : Diagnostic du pompage d'essai n°2 sur le forage pompé

La simulation des effets liés au forage pompé, sur les premières secondes, reste délicate. Cependant l'interprétation a été focalisée sur l'objet de ces essais, à savoir les paramètres caractéristiques du réservoir. Les meilleurs ajustements des paramètres ont été obtenus pour les valeurs suivantes, en utilisant la méthode d'Hantush, adaptée aux écoulements en nappe libre :

- transmissivité : $2,46 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- limite étanche à 130 m.

L'analyse des courbes sur le piézomètre fait apparaître plusieurs phases, définies sur l'illustration 27.

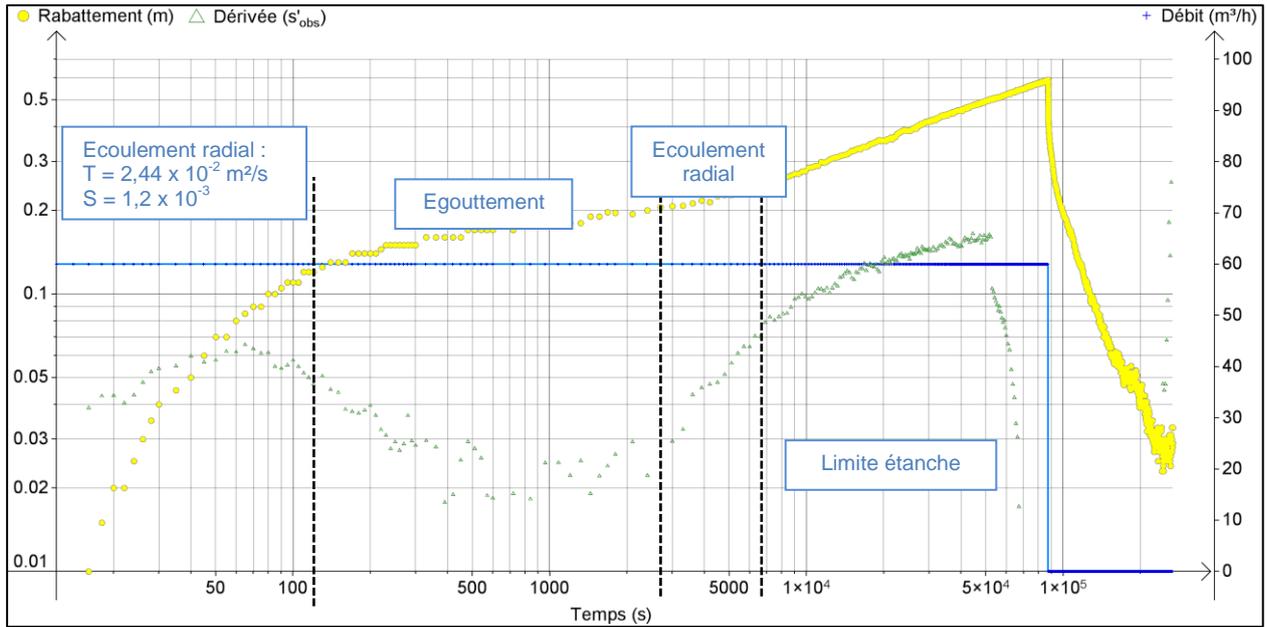


Illustration 27 : Diagnostic du pompage d'essai n°2 – rabattement sur le piézomètre

Le rabattement présente une courbe en S dans le temps, caractéristique des nappes libres à débit retardé. La transmissivité ajustée sur le piézomètre (avant l'effet du débit retardé) reste dans les mêmes ordres de grandeur que sur le puits pompé, à $2,44 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Le coefficient d'emmagasinement estimé est faible, de l'ordre de $1,2 \times 10^{-3}$. Le suivi confirme l'existence d'une limite étanche.

5.1.4. Essai n°3 - puits 08998X0171

Les caractéristiques du forage sont les suivantes :

- profondeur 3,9 m ;
- usage : domestique ;
- aquifère capté : Plioquaternaire, formation d'Onesse.

Les caractéristiques du piézomètre sont les suivantes :

- profondeur 5 m ;
- crépiné de 0 à 5 m ;
- distance au forage pompé : 3 m.

L'ouvrage sélectionné est un puits privé. Il n'a pu être pompé qu'à un débit de $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant 2 heures, car le test a causé un dénoyage très rapide des horizons productifs entraînant une vidange linéaire de l'ouvrage (Illustration 28).

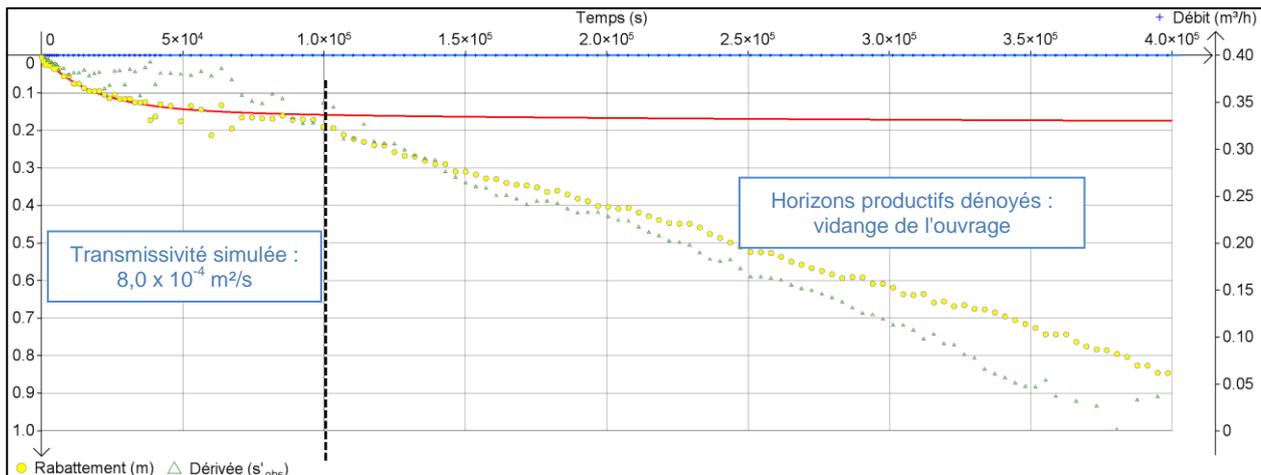


Illustration 28 : Suivi du pompage d'essai n°3

La simulation du début de pompage par la formule de Theis (logiciel OUAIP), avant dénoyage des horizons productifs, permet seulement d'appréhender un ordre de grandeur de la transmissivité, de $8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Au vu de la défaillance du puits pompé, l'essai considéré ne permettra pas d'obtenir des paramètres plus fiables.

5.1.5. Essai n°4 - forage 09263X0093

Les caractéristiques du forage sont les suivantes :

- profondeur 15,3 m ;
- usage : DFCI ;
- aquifère capté : Plioquaternaire, la succession lithologique attendue dans le secteur est :
 - sable des Landes de 0 à 3 m ;
 - formation d'Arengosse, sables et graviers de 3 à 10 m ;
 - formation des Sables Fauves de 10 à 15 m.

Les caractéristiques du piézomètre sont les suivantes :

- profondeur 15 m ;
- crépiné de 3 à 15 m ;
- distance au forage pompé : 15,9 m.

Le pompage a débuté autour de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, mais la chute du niveau dynamique a contraint à ajuster le débit à $18 \text{ m}^3/\text{h}$ au bout de 7 heures (Illustration 29).

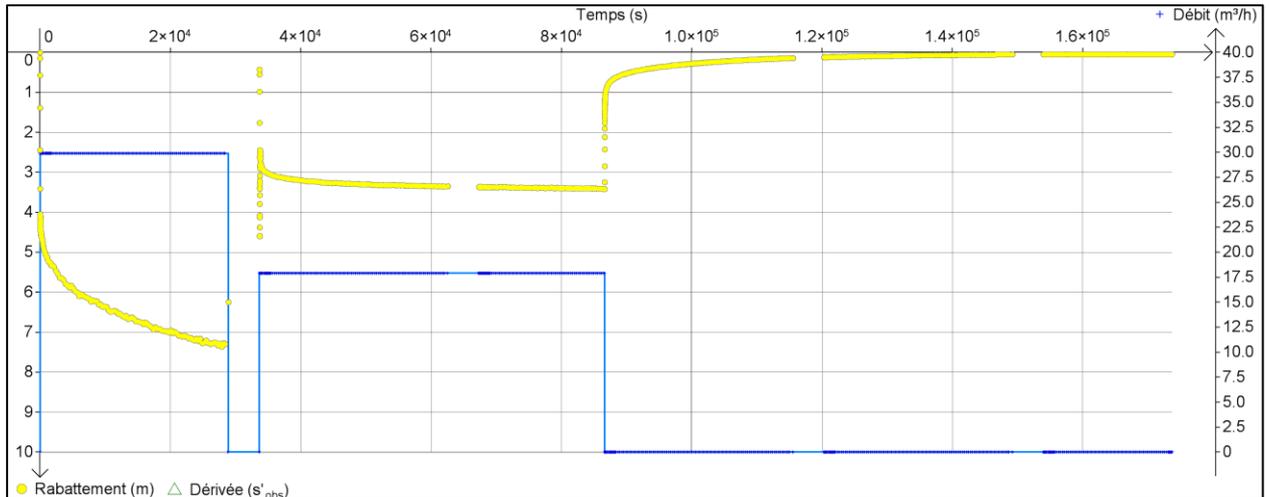


Illustration 29 : Suivi du pompage d'essai n°4

La simulation de la première phase de pompage à 30 m³/h sous le logiciel OUAIP (Illustration 30) donne un ajustement satisfaisant avec la formule de Theis, pour les paramètres suivants :

- transmissivité : $4,79 \times 10^{-3}$ m²/s ;
- coefficient d'emmagasinement : $1,13 \times 10^{-3}$.

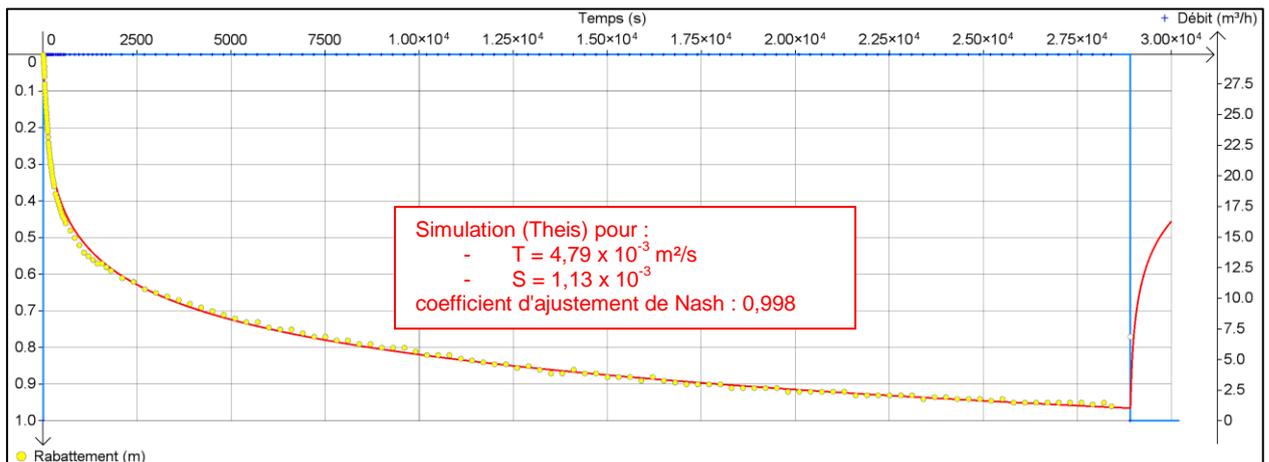


Illustration 30 : Simulation des premières heures du pompage d'essai n°4

5.1.6. Essai n°5 - forage 09007X0238

Les caractéristiques du forage sont les suivantes :

- profondeur 18 m ;
- usage : DFCI ;
- aquifère capté : Plioquaternaire, sables et graviers de la formation d'Onesse.

Les caractéristiques du piézomètre sont les suivantes :

- profondeur 15 m ;
- crépiné de 3 à 15 m ;

- distance au forage pompé : 14,2 m.

Le pompage sur P5 a été effectué du 3 au 5 août. Le suivi (Illustration 31) met en évidence certaines fluctuations anormales de niveau au cours de l'essai, indépendantes du débit : après plus de 6h de pompage, et plus d'une heure après l'arrêt. Elles sont certainement liées à une influence extérieure (pompage distant ?), les phases correspondantes sont exclues de l'interprétation.

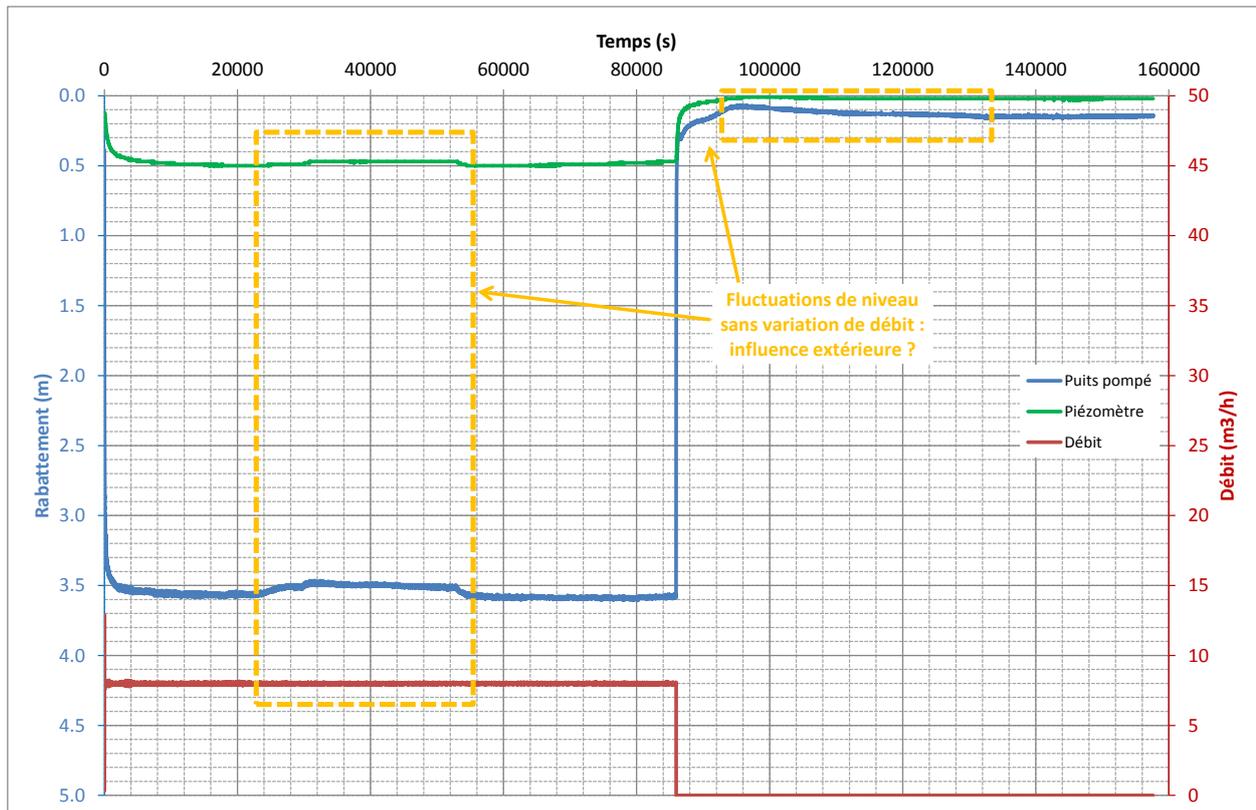


Illustration 31 : Suivi du pompage d'essai n°5

L'interprétation met en évidence une inflexion de la pente après 5 minutes de pompage, pouvant correspondre soit à une limite à potentiel imposé, soit à un effet de drainance. Du fait de la profondeur de la surface piézométrique (mesures à l'étiage) et des faibles variations topographiques alentour, la seconde hypothèse sera privilégiée. De plus, elle concorde avec les variations lithologiques observées dans les forages voisins (par exemple 090070002/F1) : horizon à dominante graveleuse sur 4 m d'épaisseur à la base de la formation d'Onesse, surmonté par des sables fins argileux.

Les ajustements des courbes de descente et de remontée sur le piézomètre aboutissent aux paramètres suivants (logiciel OUAIP, cf. Illustration 32):

- transmissivité : $1,80 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$;
- coefficient d'emmagasinement : $3,9 \times 10^{-4}$;
- facteur de drainance : $L = 145 \text{ m}$; en considérant une épaisseur saturée de 11 m, la perméabilité obtenue pour les sables argileux est cohérente, de l'ordre de $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$.

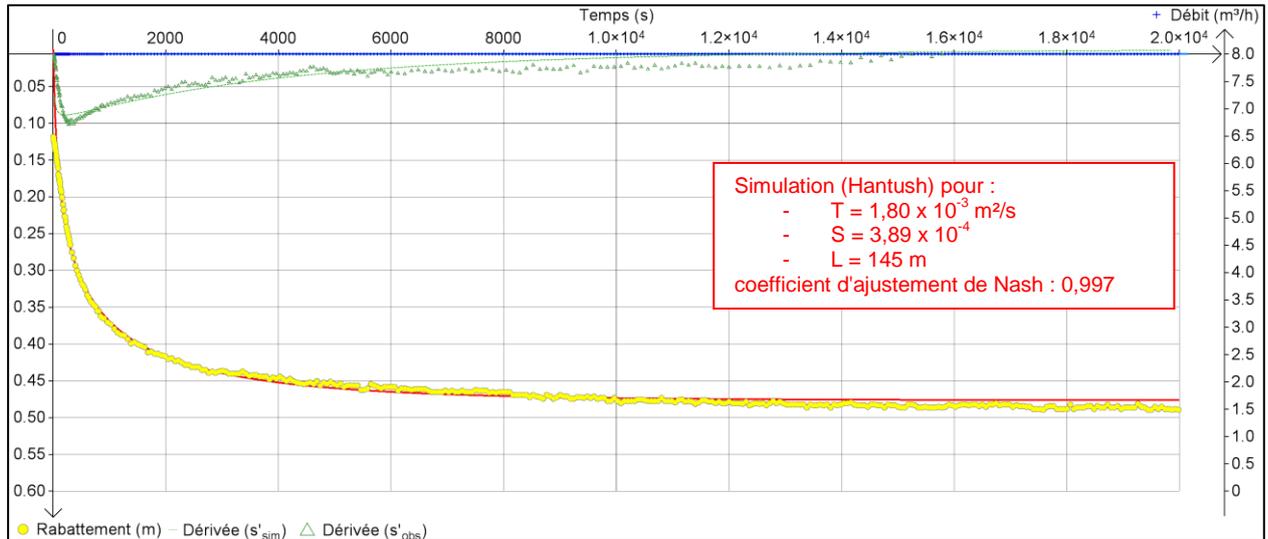


Illustration 32 : Simulation du pompage d'essai n°5

5.2. APPRECIATION DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LE DEBIT DES COURS D'EAU

Le logiciel CONEXMIN (BRGM) permet d'évaluer le débit soutiré à un cours d'eau par un pompage en nappe libre lorsque sa zone d'appel atteint la berge. Il a été utilisé pour chacun des sites d'essai, en prenant en compte les cours d'eau les plus proches (temporaires et permanents) et en prenant comme données d'entrée les paramètres hydrauliques calculés sur les pompages d'essai. Cette approche part sur l'hypothèse pessimiste d'une relation directe entre la nappe et le cours d'eau, sans effet de colmatage des berges, et d'une absence d'écoulement naturel : elle est utile pour fixer les premiers ordres de grandeur, mais ne constitue pas en soi une modélisation susceptible de définir précisément la nappe d'accompagnement.

Le tableau ci-après indique l'estimation du rapport entre le volume d'eau soutiré à la rivière et le volume total pompé (en %), sur un pompage continu d'une journée.

| N° point de pompage | Code BSS | T (m²/s) | S | Cours d'eau le plus proche | | Rapport V soutiré / V pompé | | |
|---------------------|------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------|--------|--------|
| | | | | Nom | Distance (m) | 1 h | 1 jour | 1 sem. |
| 1 | 08998X0169 | $3,8 \times 10^{-2}$ | $1,2 \times 10^{-3}$ | Cours d'eau temporaire | 640 (à l'ouest) | 6 % | 63 % | 85 % |
| | | | | La Gouaneyre | 860 (à l'est) | 2 % | 53 % | 80 % |
| 2 | 08898X0170 | $2,44 \times 10^{-2}$ | $1,2 \times 10^{-3}$ | Cours d'eau temporaire | 270 (au sud) | 27 % | 79 % | 92 % |
| | | | | La Gouaneyre | 690 (à l'ouest) | 2 % | 53 % | 80 % |
| 3 | 08998X0171 | $8,0 \times 10^{-4}$ | $1,2 \times 10^{-3} ?$ | Cours d'eau temporaire | 65 (au sud) | 17 % | 73 % | 89 % |
| | | | | La Gouaneyre | 2000 (à l'ouest) | 0 % | 0 % | < 1 % |
| 4 | 09263X0093 | $4,79 \times 10^{-3}$ | $1,13 \times 10^{-3}$ | La Grande Barrade (temporaire) | 50 (au sud) | 61 % | 91 % | 97 % |
| 5 | 09007X0238 | $1,80 \times 10^{-3}$ | $3,90 \times 10^{-4}$ | Cours d'eau temporaire | 150 (au sud) | 21 % | 76 % | 90 % |
| | | | | Ruisseau de Chatéou | 860 (au sud) | 0 % | 13 % | 54 % |

Ceci démontre que, même à plusieurs centaines de mètres de distance, les pompages dans la nappe du Plio-Quaternaire sont susceptibles de solliciter majoritairement les cours d'eau, dans le cas de durées de pompages de plusieurs heures à plusieurs jours.

Un pompage de 50 m³/h continu sur une journée, sur les points n°1 ou n°2, causerait par exemple une diminution du débit de la Gouaneyre à Arue, de l'ordre de $50 \times 53\% = 31,5 \text{ m}^3/\text{h} = 7,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. A titre de comparaison, les données de la station hydrométrique sur la Gouaneyre à Arue (station DREAL Nouvelle-Aquitaine Q2424310), immédiatement à l'aval hydraulique du point n°3, sont les suivantes :

- débit minimum connu : 0,342 m³/s ;
- débit journalier maximal : 8,1 m³/s ;
- les débits classés sont donnés sur l'illustration 33; le débit moyen caractéristique (fréquence cumulée de 0,5) est de 0,64 m³/s.

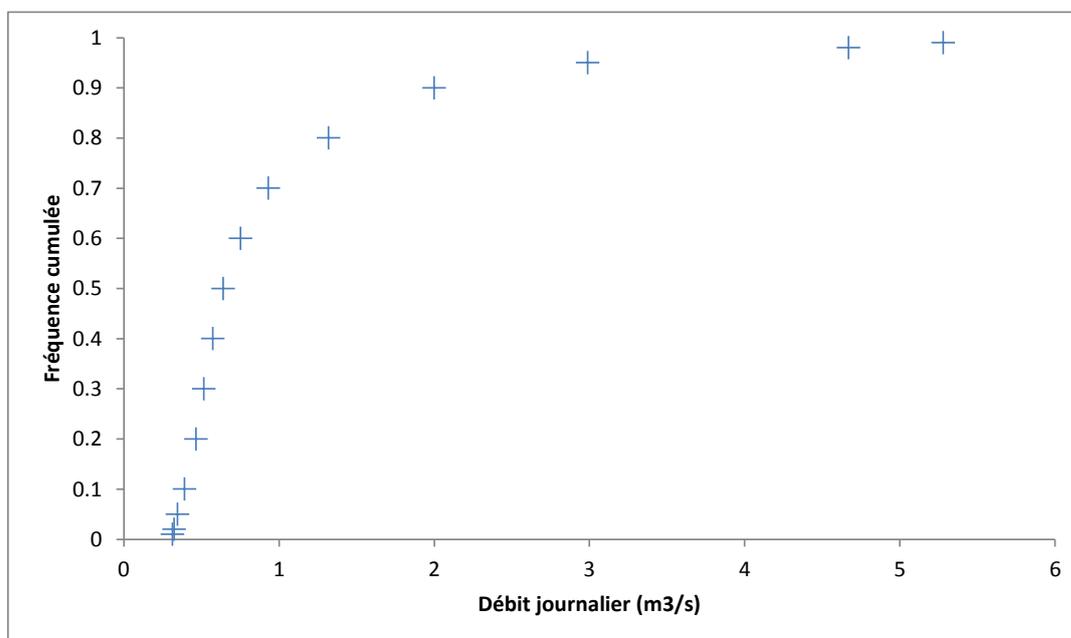


Illustration 33 : Débits classés (calcul sur 2275 jours) sur la Gouaneyre à Arue (données Banque Hydro - Eaufrance)

L'incidence d'un seul pompage de 50 m³/h continu sur une journée, sur les points n°1 ou n°2 (690 à 860 m du cours d'eau), serait par conséquent de l'ordre de :

- 2 % du débit minimum connu ;
- 1% du débit moyen caractéristique (DC₆).

Ces premiers ordres de grandeur peuvent paraître négligeables sur un seul point ; ils sont cependant à considérer au regard du nombre points d'exploitation. Ainsi, les prélèvements

d'eau souterraine déclarés sur le bassin versant hydrographique de la Gouaneyre, pour des besoins d'irrigation et industriels, sont les suivants (données Agence de l'Eau Adour-Garonne) :

| Entité hydrogéologique | Volumes prélevés en 2015 (m ³) | Nombre de points de prélèvement |
|---|--|---------------------------------|
| Miocène – Helvétien et Aquitanien | 751 217 | 16 |
| Landes Aquitaine Occidentale / Mio-Plio-Quaternaire | 3 640 869 | 76 |

Au vu du nombre de points de prélèvement, ces premiers ordres de grandeur démontrent que l'incidence cumulée des prélèvements dans l'aquifère Mio-Plio-Quaternaire, même s'ils sont à plusieurs centaines de mètres des cours d'eau, ne peut être négligée.

6. Actualisation des données de débit et prélèvements

Afin de poursuivre la structuration du modèle plio-quaternaire, l'acquisition de données quantitatives complémentaires était planifiée sur cette année. Du fait des conditions climatiques à l'hiver 2016-2017, caractérisé par l'absence de hautes eaux marquées, le programme prévisionnel a dû être adapté.

6.1. ACTUALISATION DES DEBITS DES COURS D'EAU

6.1.1. Jaugeages sur le territoire du SAGE « Estuaire »

Sur le territoire du SAGE "Estuaire", 10 jaugeages ont été réalisés en basses eaux, du 8 au 10 août 2016. L'illustration 34 resitue ces mesures dans les chroniques piézométriques du secteur.

Une seconde phase était planifiée originellement à l'hiver 2017 pour fournir des données de calage sur les mêmes points en hautes eaux. Or l'hiver 2016-2017 a été marqué par une pluviométrie très en-deçà de la moyenne, et comme le montrent les chroniques piézométriques les conditions étaient insuffisamment contrastées. La deuxième campagne sera reportée sur les années suivantes de la convention, sous des conditions plus favorables à l'obtention de données constructives.

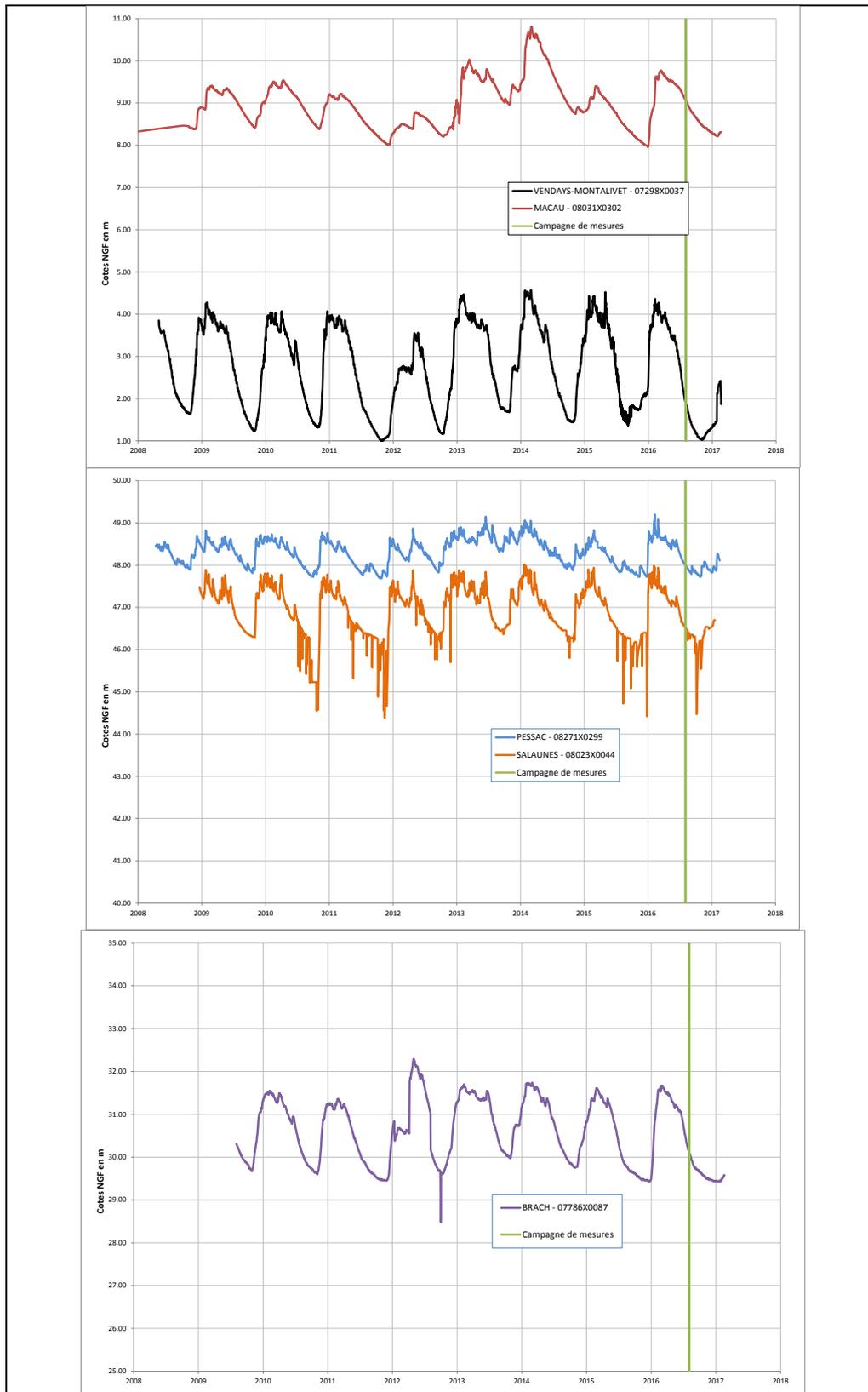


Illustration 34 : Chroniques piézométriques sur des forages de référence au Plio-Quaternaire du territoire du SAGE « Estuaire »

La localisation des jaugeages est donnée sur l'illustration 35. Au total 10 jaugeages ont été effectués, répartis sur le territoire du SAGE, choisis notamment en fonction des besoins exprimés pour le calage du modèle.

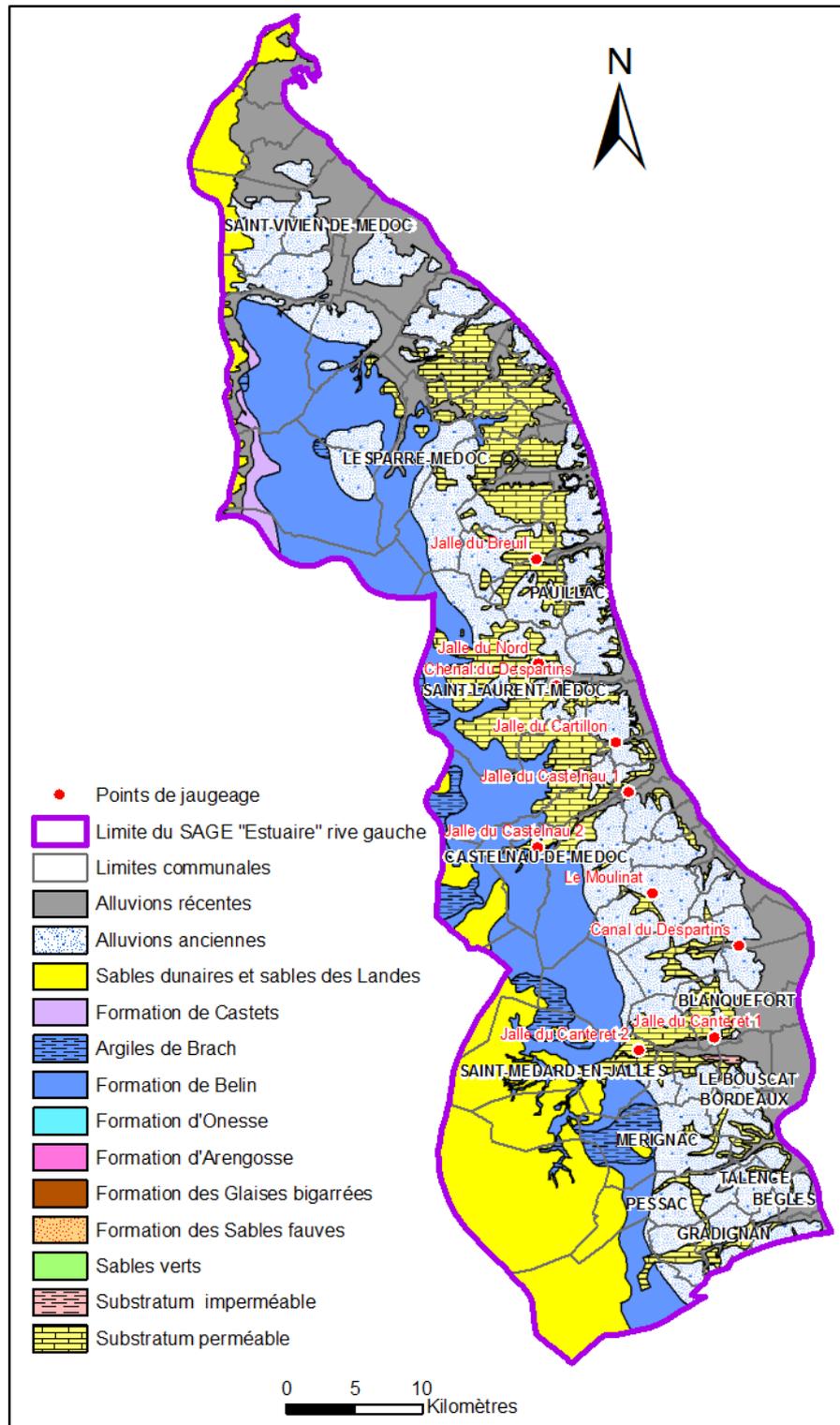


Illustration 35 : Localisation des jaugeages sur le territoire du SAGE « Estuaire »

Les interprétations ont été conduites sous le logiciel DEPJAU du BRGM, elles sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| | Coordonnées WGS84 | | Coordonnées Lambert 93 | | Débit mesuré août 2016 (L/s) |
|-----------------------------|-------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------------|
| | Latitude | Longitude | X | Y | |
| Jalle du Breuil | 45.216644 | -0.814277 | 400 715 | 6 464 709 | 789 |
| Jalle du Nord | 45.147436 | -0.808469 | 400 799 | 6 457 010 | 46.1 |
| Chenal du Despartins | 45.133094 | -0.790994 | 402 095 | 6 455 353 | 94.9 |
| Jalle du Cartillon | 45.096983 | -0.733125 | 406 449 | 6 451 130 | 3.3 |
| Jalle du Castelnau 1 | 45.064272 | -0.719433 | 407 354 | 6 447 450 | 45.2 |
| Jalle du Castelnau 2 | 45.024933 | -0.802125 | 400 642 | 6 443 396 | 72.2 |
| Le Moulinat | 44.99733 | -0.693472 | 409 048 | 6 439 927 | 13.5 |
| Canal du Despartins | 44.964603 | -0.611014 | 415 372 | 6 435 996 | 45.7 |
| Jalle du Canteret 1 | 44.902972 | -0.630717 | 413 506 | 6 429 229 | 6.7 |
| Jalle du Canteret 2 | 44.892678 | -0.700566 | 407 945 | 6 428 343 | 703 |

Les fiches descriptives des points sont données en Annexe 2.

Pour pallier le choix du report de la deuxième campagne de jaugeage sur le territoire, et pour continuer à alimenter la construction du modèle avec des données fiables, les mesures ont été planifiées sur d'autres secteurs déficitaires en données. Certains secteurs ont été éliminés de facto, car ils disposaient déjà de données quantitatives en conditions hydrologiques comparables. Les résultats sont donnés dans les chapitres ci-après.

6.1.2. Jaugeages sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne"

Plusieurs jaugeages ont été effectués en mars 2017 sur un affluent de la Garonne à l'Est de Langon, la Bassanne, et son affluent la Cadanne (Illustration 36).

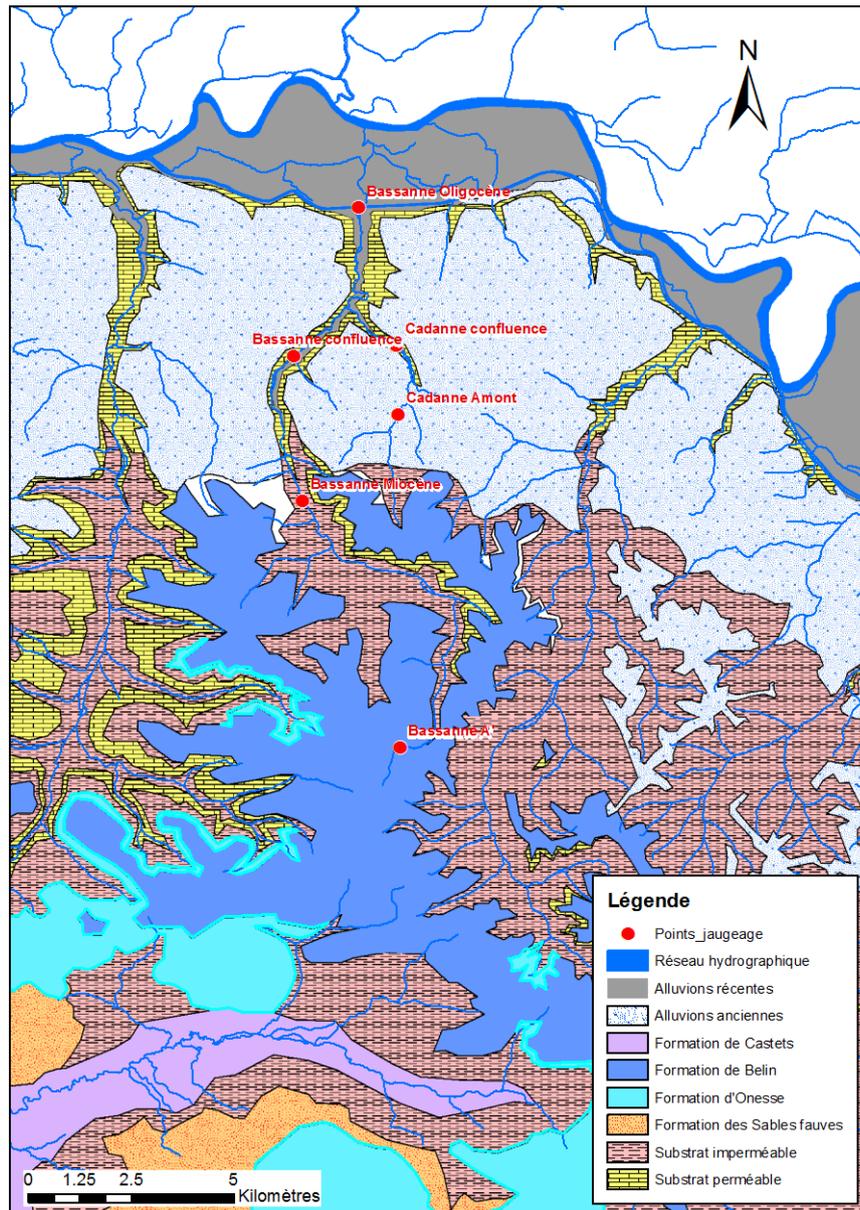


Illustration 36 : Localisation des jaugeages sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne"

L'illustration 37 montre le contexte de réalisation des mesures, sur l'un des rares piézomètres du secteur disposant d'un suivi fiable. Le suivi situe les mesures sur une période de début de remontée des niveaux piézométriques consécutivement à une période de fort déficit pluviométrique.

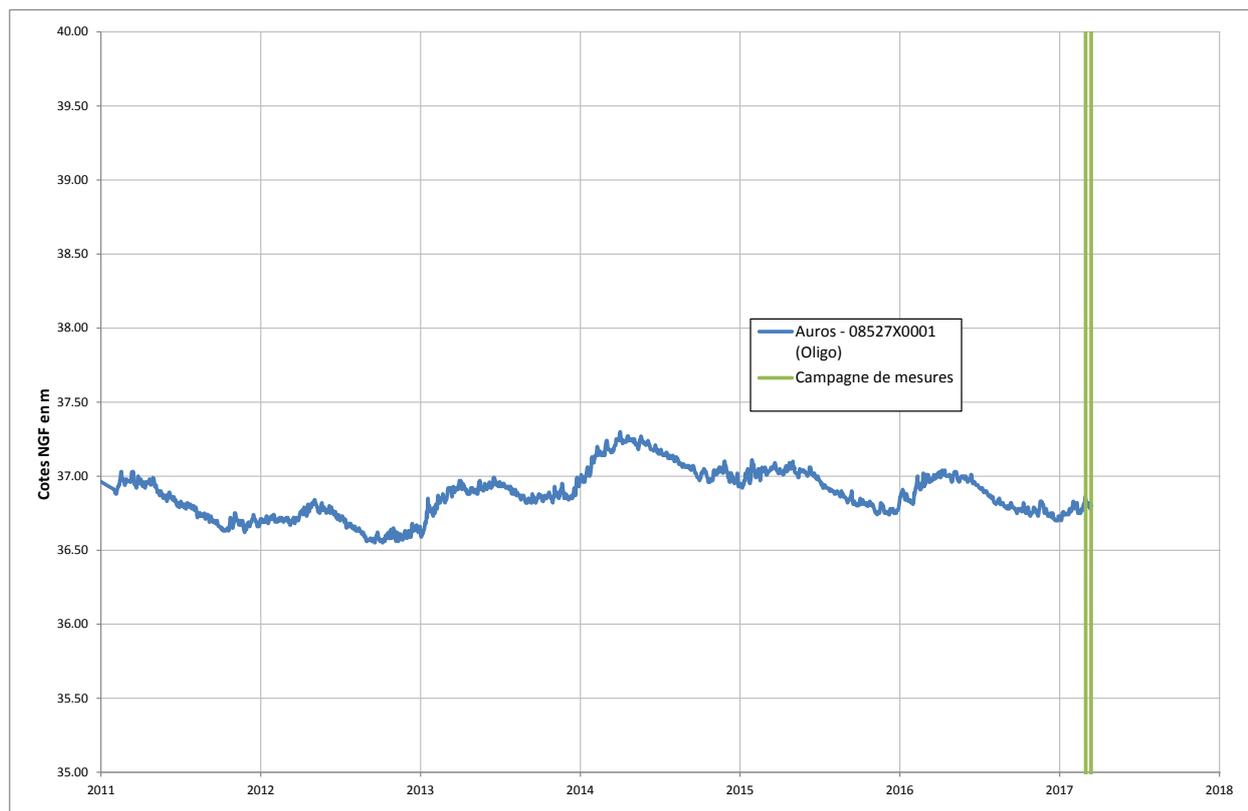


Illustration 37 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Auros

Les résultats des jaugeages sont donnés dans le tableau ci-dessous. Les fiches descriptives des points de mesures sont fournies en Annexe 2.

| | Date | Coordonnées WGS84 | | Coordonnées Lambert 93 | | Débit mesuré (L/s) |
|----------------------------|------------|-------------------|-----------|------------------------|-----------|--------------------|
| | | Latitude | Longitude | X | Y | |
| Bassanne A' | 09/03/2017 | 44.43591 | -0.07019 | 455 696 | 6 375 513 | 80 |
| Bassanne Miocène | 09/03/2017 | 44.48971 | -0.10230 | 453 377 | 6 381 584 | 159 |
| Bassanne confluence | 09/03/2017 | 44.52146 | -0.10637 | 453 193 | 6 385 121 | 255 |
| Bassanne Oligocène | 09/03/2017 | 44.55466 | -0.08784 | 454 808 | 6 388 749 | 455 |
| Cadanne confluence | 09/03/2017 | 44.52449 | -0.07501 | 455 696 | 6 385 360 | 40 |
| Cadanne Amont | 09/03/2017 | 44.50935 | -0.07402 | 455 709 | 6 383 676 | 20 |

6.1.3. Jaugeages en rive gauche de la Garonne au sud de Bordeaux

Des jaugeages sériés ont été effectués sur les 4 cours d'eau principaux qui alimentent la Garonne immédiatement au sud de Bordeaux :

- l'Eau Bourde ;
- l'Eau Blanche ;
- le Saucats ;
- le Gat Mort.

Les 4 mesures sur chaque cours d'eau permettront d'appréhender la contribution de l'aquifère mio-plio-quaternaire en direction du réseau hydrographique, mais également les flux entre les entités hydrogéologiques identifiées sur le secteur.

Les localisations des points sont données sur l'illustration 38.

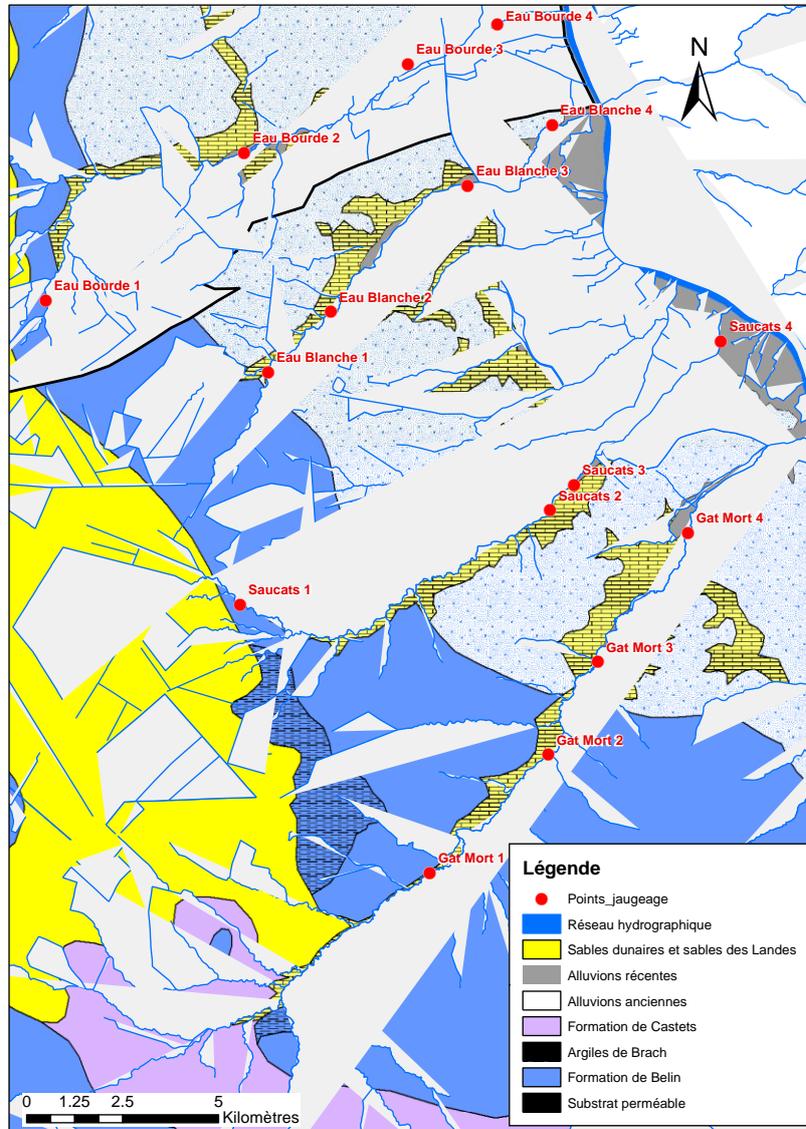


Illustration 38 : Localisation des points de jaugeage en rive gauche de la Garonne

L'illustration 39 montre le contexte de réalisation des mesures, sur un début remontée des niveaux piézométriques, après une période de fort déficit pluviométrique.

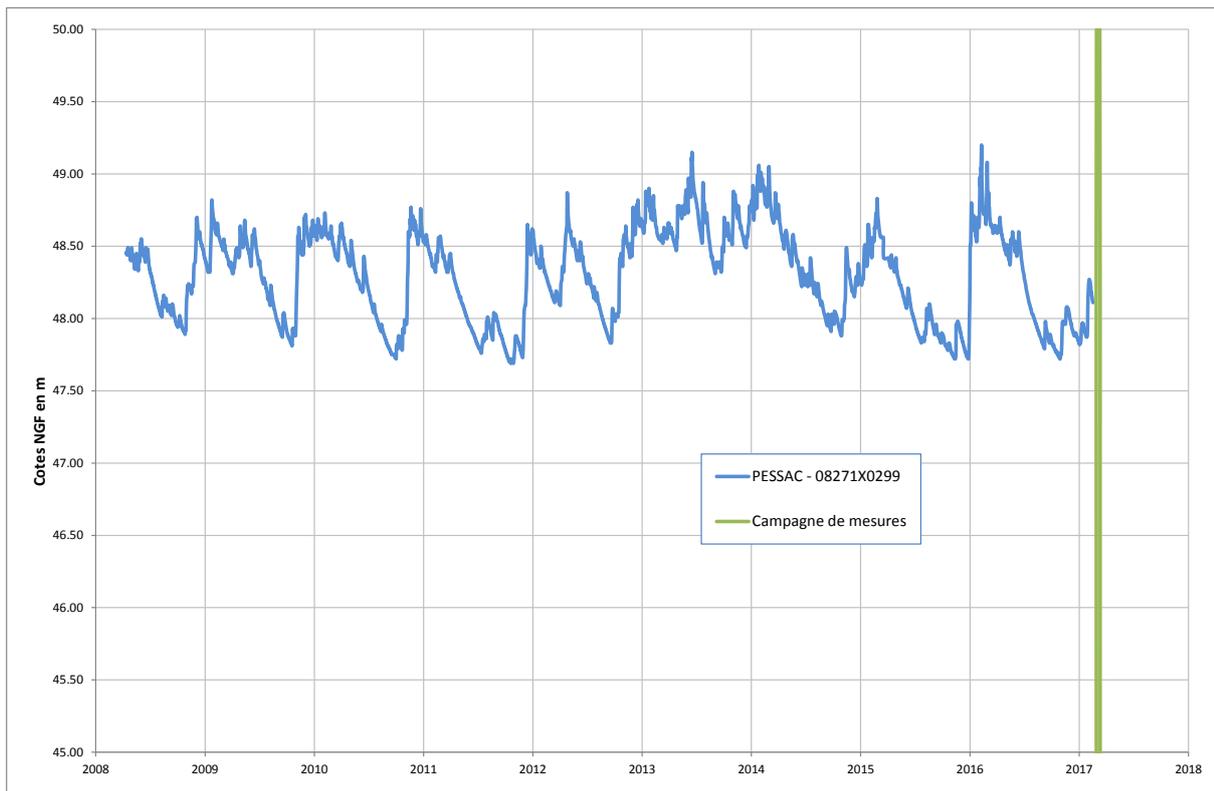


Illustration 39 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Pessac

Les résultats des jaugeages sont donnés dans le tableau ci-après. Les fiches descriptives des points de mesures sont fournies en Annexe 2.

| | Date | Coordonnées WGS84 | | Coordonnées Lambert 93 | | Débit mesuré (L/s) |
|----------------------|------------|-------------------|-----------|------------------------|------------|--------------------|
| | | Latitude | Longitude | X | Y | |
| Eau Bourde 1 | 15/03/2017 | 44.72649 | -0.69416 | 407587.97 | 6409881.67 | 83 |
| Eau Bourde 2 | 15/03/2017 | 44.76291 | -0.63086 | 412780.88 | 6413690.3 | 777 |
| Eau Bourde 3 | 15/03/2017 | 44.78532 | -0.57822 | 417054.85 | 6415986.8 | 1105 |
| Eau Bourde 4 | 15/03/2017 | 44.79556 | -0.54929 | 419392.03 | 6417019.78 | 598 |
| Eau Blanche 1 | 13/03/2017 | 44.71148 | -0.62027 | 413356.2 | 6407945.29 | 171 |
| Eau Blanche 2 | 13/03/2017 | 44.72623 | -0.60043 | 415000.66 | 6409510.12 | 406 |
| Eau Blanche 3 | 13/03/2017 | 44.75712 | -0.55707 | 418585.09 | 6412782.16 | 479 |
| Eau Blanche 4 | 14/03/2017 | 44.77224 | -0.53006 | 420795.59 | 6414364.01 | 550 |
| Saucats 1 | 14/03/2017 | 44.65636 | -0.62653 | 412579.8 | 6401851.97 | 158 |
| Saucats 2 | 14/03/2017 | 44.68135 | -0.52607 | 420660.29 | 6404264.4 | 101 |
| Saucats 3 | 14/03/2017 | 44.68757 | -0.51851 | 421289.58 | 6404927.9 | 655 |
| Saucats 4 | 14/03/2017 | 44.72263 | -0.47205 | 425138.59 | 6408655.53 | 827 |
| Gat Mort 1 | 16/03/2017 | 44.59468 | -0.56113 | 417450.64 | 6394771.68 | 520 |
| Gat Mort 2 | 15/03/2017 | 44.62364 | -0.52379 | 420554.82 | 6397852.43 | 723 |
| Gat Mort 3 | 15/03/2017 | 44.64595 | -0.50858 | 421870.3 | 6400274.43 | 2030 |
| Gat Mort 4 | 16/03/2017 | 44.67725 | -0.48061 | 424239.27 | 6403649.65 | 888 |

6.1.4. Jaugeages sur le littoral landais

Plusieurs cours d'eau au sud des Landes ne sont pas inclus dans un SAGE mais constituent des exutoires du Plio-Quaternaire, qu'il convient de prendre en compte dans le modèle.

Du fait des hauteurs d'eau et des vitesses, certains cours d'eau n'ont pas pu faire l'objet de jaugeages. Mais des caractérisations morphologiques ont été conduites, afin également d'alimenter le modèle. Il sera intéressant d'effectuer des mesures sur ces points en basses eaux, pour le calage du modèle.

Les localisations des jaugeages et mesures sont données sur l'illustration 40.

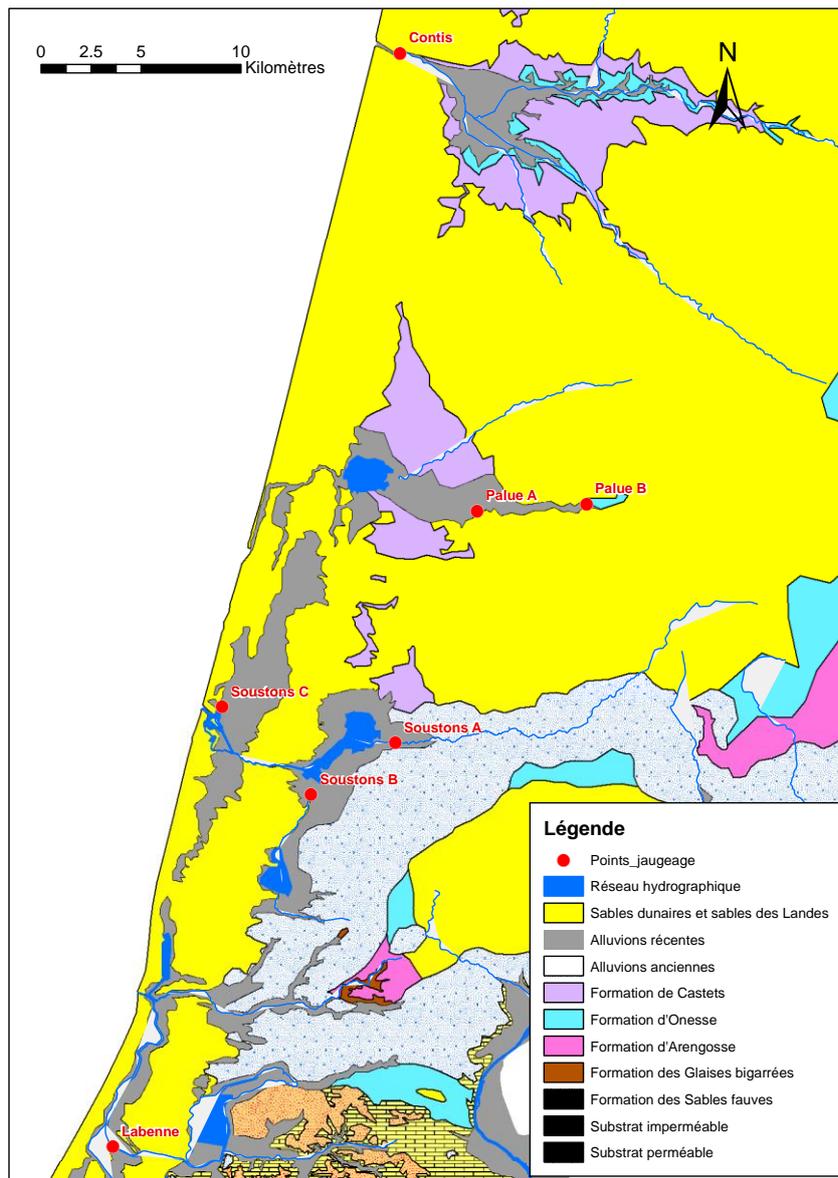


Illustration 40 : Localisations des jaugeages sur le littoral landais

L'illustration 41 montre le contexte de réalisation des mesures, sur un début de remontée des niveaux piézométriques, après une période de fort déficit pluviométrique.

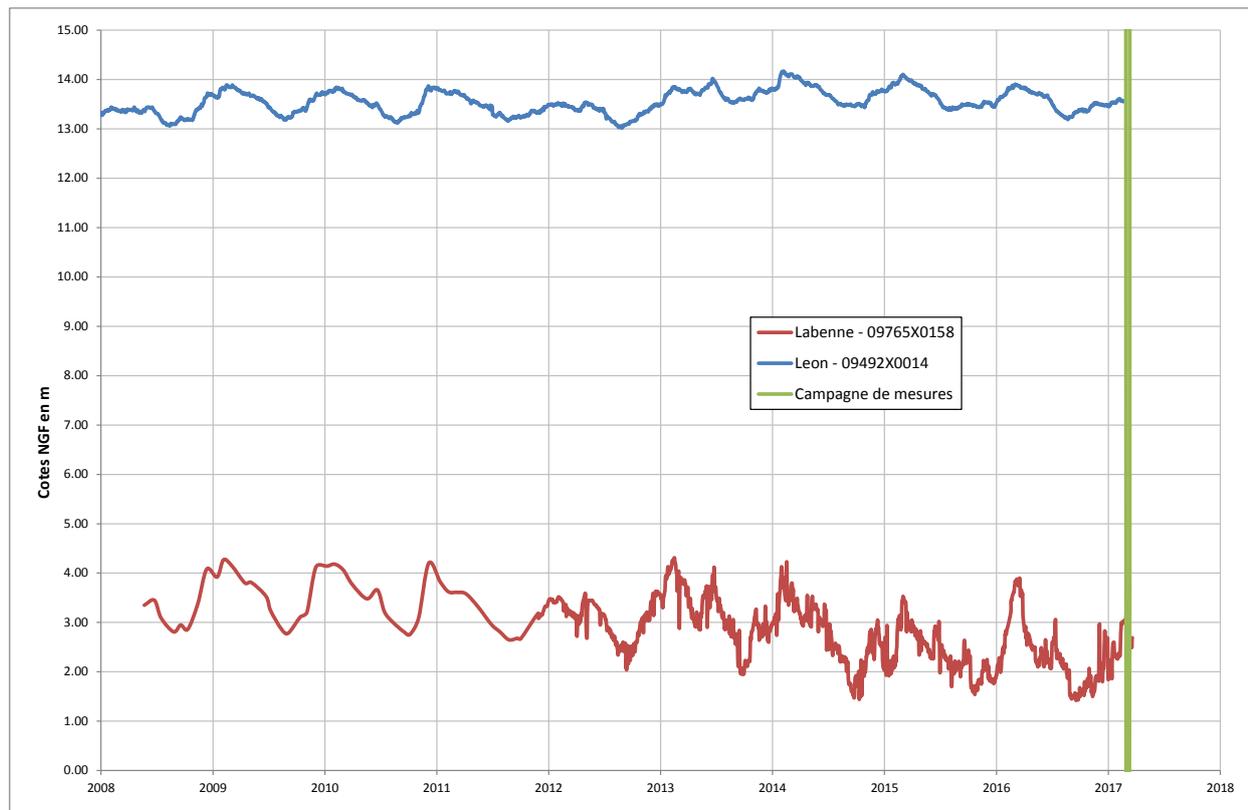


Illustration 41 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Léon et Labenne

Les résultats des jaugeages sont donnés dans le tableau ci-dessous. Les fiches descriptives des points de mesures sont fournies en Annexe 2.

| | Date | Coordonnées WGS84 | | Coordonnées Lambert 93 | | Débit mesuré (L/s) |
|-------------------|------------|-------------------|-----------|------------------------|------------|--------------------|
| | | Latitude | Longitude | X | Y | |
| Contis | 08/03/2017 | 44.08606 | -1.30993 | 355010.2 | 6341312.68 | non mesuré |
| Labenne | 06/03/2017 | 43.58537 | -1.45567 | 340218.69 | 6286410.33 | non mesuré |
| Soustons A | 07/03/2017 | 43.77404 | -1.29283 | 354493.66 | 6306618.65 | 55 |
| Soustons B | 07/03/2017 | 43.74865 | -1.34361 | 350255.63 | 6304024.87 | 550 |
| Soustons C | 06/03/2017 | 43.78658 | -1.40141 | 345841.23 | 6308491.12 | 1257 |
| Palue A | 07/03/2017 | 43.88049 | -1.2488 | 358670.15 | 6318238.98 | 86 |
| Palue B | 07/03/2017 | 43.88583 | -1.18117 | 364129.53 | 6318541.51 | 1454 |

6.1.5. Jaugeages les cours d'eau à l'est du Bassin d'Arcachon

Des jaugeages ont également été effectués sur les principaux cours d'eau alimentant le Bassin d'Arcachon sur sa bordure Est (Illustration 42).

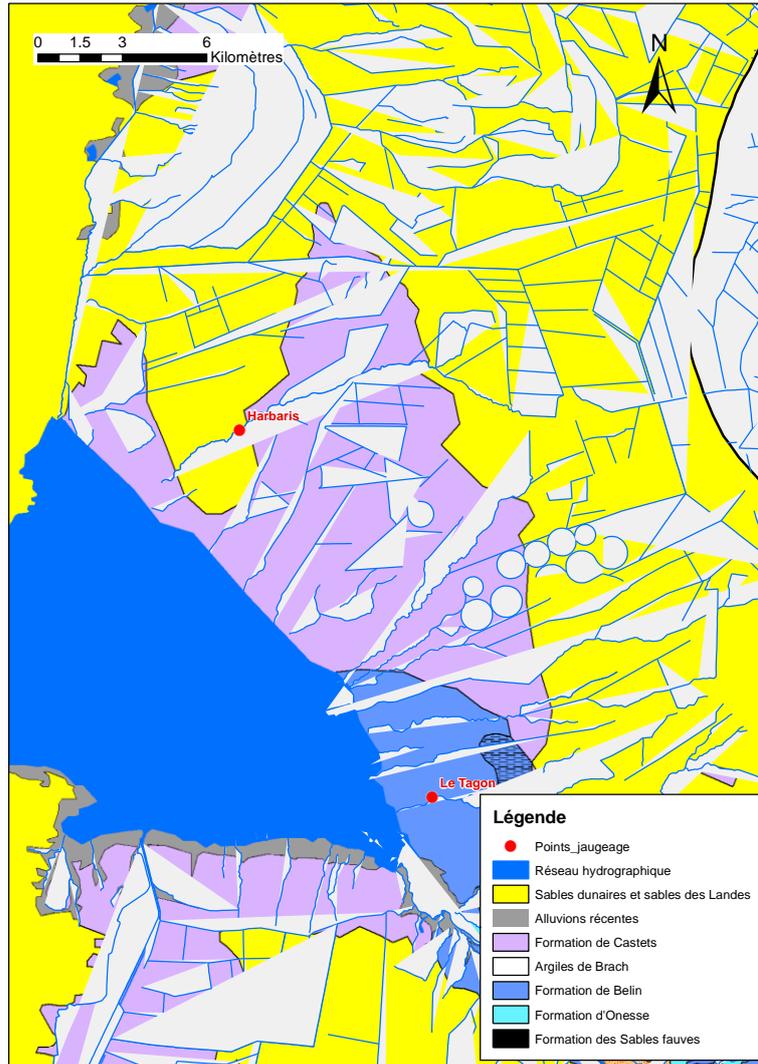


Illustration 42 : Localisation des jaugeages à l'est du Bassin d'Arcachon

L'illustration 43 montre le contexte de réalisation des mesures, sur une période de remontée des niveaux piézométriques dans l'aquifère Plio-Quaternaire, après une période de fort déficit pluviométrique.

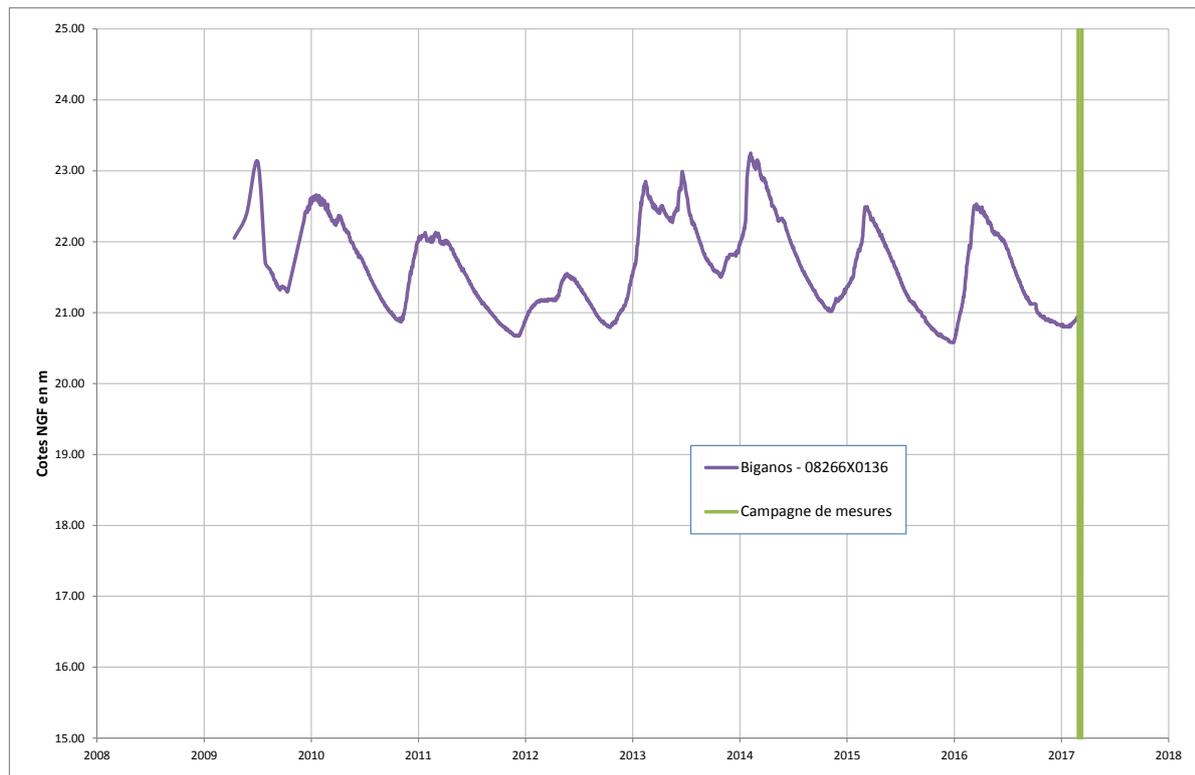


Illustration 43 : Contexte des mesures : chroniques piézométriques à Biganos

Les résultats des jaugeages sont donnés dans le tableau ci-dessous. Les fiches descriptives des points de mesures sont fournies en Annexe 2.

| | Date | Coordonnées WGS84 | | Coordonnées Lambert 93 | | Débit mesuré (L/s) |
|----------|------------|-------------------|-----------|------------------------|------------|--------------------|
| | | Latitude | Longitude | X | Y | |
| Harbaris | 10/03/2017 | 44.77472 | -1.08242 | 377158.09 | 6416744.89 | 289 |
| Le Tagon | 10/03/2017 | 44.65912 | -0.98906 | 383886.35 | 6403543.65 | 92 |

6.1.6. Reconnaissances de points de jaugeage complémentaires

Les reconnaissances des points de jaugeage potentiels ont été étendues au-delà des campagnes de mesures effectivement réalisées, afin de préparer les phases d'acquisition des années à venir.

Les accessibilités sur les cours d'eau suivants ont été validées :

la Beuve (secteur du SAGE "Vallée de la Garonne") ;

l'Avance (secteur de Marmande).

6.2. MISE A JOUR DES DONNEES DE PRELEVEMENT

Les données de prélèvement ont fait l'objet de mises à jour sur plusieurs territoires. Pour une meilleure cohérence, ce volet est traité dans le rapport relatif au Module 1.3 de la convention régionale (modèle Mio-Plio-Quaternaire).

7. Prise en compte des derniers travaux relatifs aux formations plio-quaternaires

La proposition technique initiale prévoyait la prise en compte des derniers travaux relatifs aux formations plio-quaternaires sur les territoires suivants :

- SAGE "Lacs médocains" (thèse de Damien Buquet) ;
- SAGE "Leyre" et SAGE "Ciron" (études lancées par les SAGE).

Ces travaux étant encore en cours, leur intégration sera logiquement reportée à l'année suivante de la convention.

8. Conclusion

Sur le territoire du SAGE "Estuaire", l'établissement de la carte piézométrique démontre la relation étroite entre la surface topographique et la surface piézométrique.

La caractérisation chimique montre des minéralisations généralement moyennes, avec des conductivités de l'ordre de 300 à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C, à l'exception de :

- quelques points très faiblement minéralisés en bordure ouest, notamment sur le Sable des Landes ; ils sont associés à un pH faible, inférieur à 6 ;
- quelques points très minéralisés en bordure orientale, le long de l'estuaire.

Sur le territoire du SAGE "Ciron", les analyses physico-chimiques complètes ont démontré l'existence de fortes disparités sur le territoire. Si le secteur nord-ouest est caractérisé par un faciès chloruré sodique peu minéralisé, conforme à l'encaissant, le reste du territoire, notamment à proximité des cours d'eau, est marqué par une minéralisation plus élevée, concordante avec l'influence d'un pôle bicarbonaté calcique. Celui-ci concorde avec l'existence d'une drainance ascendante en provenance des réservoirs carbonatés tertiaires sous-jacents.

Mais ces analyses mettent également en lumière :

- la forte vulnérabilité de la ressource, soumise à des risques élevés de contamination par les activités anthropiques ; divers indices de pollution ont été relevés sur chacun des points ;
- les concentrations élevées en fer et manganèse, fortement fluctuantes avec les conditions d'oxydoréduction.

Sur le territoire du SAGE "Midouze", les pompages d'essai réalisés ont permis de palier au déficit de données sur les propriétés hydrauliques du réservoir dans le secteur. Les transmissivités mesurées sont élevées :

- de 2,4 à 4,4 x 10⁻² m²/s pour l'ensemble Formation d'Onesse + Formation d'Arengosse sur le secteur de la Gouaneyre ;
- 4,8 x 10⁻³ m²/s pour l'ensemble Formation d'Arengosse + Sables Fauves en bordure nord-est du territoire ;
- 1,8 x 10⁻³ pour la formation d'Onesse en bordure nord-est du territoire.

Les coefficients d'emmagasinement calculés sont relativement faibles, de l'ordre de 1 x 10⁻³. Ces valeurs serviront à alimenter le modèle. Elles permettent d'ores et déjà d'appréhender les relations entre les cours d'eau et les eaux souterraines dans ce secteur.

Afin de poursuivre l'alimentation du modèle en données fiables, l'acquisition de données hydrodynamiques a été poursuivie. Une première phase de jaugeages sur 10 cours d'eau a été conduite en basses eaux, en août 2016, sur le territoire du SAGE Estuaire. Une seconde phase était programmée à l'hiver 2017, en conditions contrastées, mais elle a dû être reportée faute de hautes eaux franches.

Les jaugeages ont par conséquent été conduits en mars 2017 sur d'autres secteurs du territoire, sélectionnés sur des secteurs déficitaires en données de calage fiables :

- territoire du SAGE "Vallée de la Garonne" : Bassanne et Cadanne
- hors des territoires couverts par les SAGE :
 - rive gauche de la Garonne au sud de Bordeaux : Eau Bourde, Eau Blanche, Saucats, Gât Mort ;
 - littoral landais : secteur de Contis, Labenne, Soustons, Palue ;
 - secteur est du Bassin d'Arcachon : Harbaris, Tagon ;

L'ensemble de ces données contribuera à caler le modèle. Idéalement, des jaugeages complémentaires seront effectués en conditions hydrologiques contrastées sur ces mêmes points, sur les années à venir de la convention.

9. Bibliographie

Careghini A., Mastorgio A.F., Saponaro S., Sezenna E., Bisphenol A (2014). Nonyphenols, benzophenones, and benzotriazoles in soils, groundwater, surface water, sediments, and food : a review. *Environ Sci Pollut Res* (2015) 22:5711-5741, 31 p.

Loos R., Locoro G., Comero S., Contini S.; Schwesig D., Werres F., Balsaa P., Gans O., Weiss S., Blaha L., Bolchi M., Galwlik B.M. (2010). Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water. *Water Res* (2010) 44:4115-4126, 12 p.

Ouvrages de référence

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Travaux universitaires

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Korom S.F. (1992). Natural denitrification in the saturated zone: a review. Water Resources, Research, Vol. 28 n°6, p. 1657-1668.

Lagorce A. (1964). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique du bassin de l'Eyre, périmètre compris entre la Grande et la Petite Leyre. Thèse d'hydrogéologie.

Leblond B. (1969). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de Morcenx. Thèse d'hydrogéologie.

Mariotti (1994). Dénitrification in situ dans les eaux souterraines, processus naturels ou Provoqués : revue Hydrogéologie, n°3, p. 43-68.

Meybeck M. (1989). The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. Palaeogeogr. Palaeocl., 75, 283-309.

Meybeck M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. Amer. J. Sci., 282, 401-450.

Milcen A. (1963). Etude hydrogéologique : la nappe phréatique de la bordure occidentale du Médoc entre Lacanau et Hourtin. Thèse d'hydrogéologie.

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

Olivo C. (1967). Etude hydrogéologique du bassin versant du Ciron (rive gauche, moyenne et basse vallée). Thèse d'hydrogéologie.

Oller G. (1974). Essai d'infiltration d'un effluent épuré dans les sables dunaires. Thèse d'hydrogéologie.

Ressouches P. (1962). Etude hydrogéologique ; la nappe phréatique du bassin de l'Eyre : rive gauche de Pissos à Lestage. Thèse d'hydrogéologie.

Sasmayoux J. (1970). Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la région située au nord de Mont-de-Marsan. Thèse d'hydrogéologie.

Sauret J. (1967). Etude hydrogéologique et géochimique de la nappe du Plio-Quaternaire de la haute vallée du Ciron. Thèse d'hydrogéologie.

Schoeller H. (1964). Etude hydrogéologique du Bassin de l'Eyre - Bulletin Technique du Génie Rural N°70, 1964.

Sourisseau B. (1967). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire de la région de l'étang de Léon (40), Thèse de Bordeaux, p.1-114, 70 pl., 7 dpl.

Teissier J.L. (1967). Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de l'Etang de Cazaux. Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Bordeaux pour obtenir le titre de docteur en hydrogéologie. 75 p., 22 Fig.

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

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

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

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

Rapports BRGM

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

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

Bourgine B. (2012) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine -Piézométrie des systèmes aquifères : outils de cartographie et optimisation de réseaux de surveillance – Année 2. BRGM/RP-60153-FR, 85 p., 39 fig., 6 tab., 1 ann.

Bourgine B., Pédron N. (2013) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Piézométrie des systèmes aquifères : outils de cartographie et optimisation de réseaux de surveillance – Module 2 - Année 3. Rapport final. BRGM/RP-62346-FR, 47 p., 28 fig., 1 ann.

Cabaret O., avec la collaboration de Ayache B., Hoareau A. et Mazurier C. (2015). Projet AZENA – Atlas des Zones à ENjeux Aval du SAGE Nappes profondes de Gironde – Phase 1. Rapport final. BRGM/RP-64318-FR, 79 p., 39 ill., 5 ann.

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

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

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

Corbier P., Karnay G. avec la collaboration de Bourguine B. et Saltel M. (2010) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-

Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 7 - Année 1 - BRGM/RP-57813-FR, 187 pages, 36 figures, 6 annexes.

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

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

Corbier P. avec la collaboration de Aubrun E. (2014) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 6 - Année 4 - BRGM/RP-63138-FR, 113 pages, 81 figures, 3 annexes.

Corbier P. et Cabaret O. avec la collaboration de Pasquier S. (2015). Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE. Module 6 - Année 5. Rapport final. BRGM/RP-64983-FR, 81 p., 40 ill., 5 ann.

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

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

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

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

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

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

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

Mauroux B., Capdeville J.P., Ducasse G. (2007). Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine – Géologie et hydrogéologie des réservoirs plio-quaternaires dans le secteur du

Bassin d'Arcachon – Module 1 – Année 3 – BRGM/RP-55239-FR, 56 pages, 24 figures, 3 annexes.

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

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

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

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

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

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

Platel J.P., avec la collaboration de Bonnery H., Chéry L., Mauroux B., Seguin J.J., Sourisseau B., Benhammouda S., Dufour P. (1999). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine – Année 3 - Etude sectorielle. Relation entre l'estuaire de la Gironde et la nappe de l'Eocène moyen. Réalisation d'un piézomètre complémentaire – Mise en place du réseau de surveillance. Rapport BRGM R 40729, 88 p., 39 figures, 6 annexes.

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

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

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

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

Cartes et notices géologiques

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

Autres

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

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

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

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

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

Météo-France : Bulletins mensuels climatiques du Sud-Ouest

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

MONA : Modèle géologique Nord Aquitain

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

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

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

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

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

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

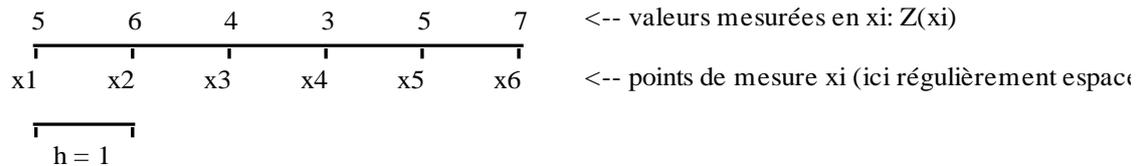
SONEL : www.sonel.org

Annexe 1

Rappels sur la géostatistique

Le variogramme

Le variogramme est un outil qui permet de quantifier les plus ou moins bonnes corrélations du phénomène en fonction de l'inter-distance entre deux points où l'on observe ce phénomène. C'est ainsi un outil de mesure de la plus ou moins forte continuité du phénomène, de son caractère isotrope ou anisotrope (comportement différent selon la direction).



$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} Z(x_i) - Z(x_i + h)^2}{N(h)}$$

avec : h = distance ; Z(x) = valeur au point x

et : N(h) = nombre de couples de points distants de h

à la distance h=1 (5 couples de points distants de la distance 1) :

$$\begin{aligned} \gamma(1) &= 1/2 \text{ Moyenne } [Z(x_{i+1}) - Z(x_i)]^2 \\ &= 1/2 [(Z(x_2) - Z(x_1))^2 + (Z(x_3) - Z(x_2))^2 + \dots + (Z(x_6) - Z(x_5))^2] / 5 \\ &= 1/10 \cdot [(6-5)^2 + (4-6)^2 + \dots + (7-5)^2] = 1.4 \end{aligned}$$

à la distance h=2 (4 couples de points distants de la distance 2) :

$$\begin{aligned} \gamma(2) &= 1/2 \text{ Moyenne } [Z(x_{i+2}) - Z(x_i)]^2 \\ &= 1/2 [(Z(x_3) - Z(x_1))^2 + (Z(x_4) - Z(x_2))^2 + (Z(x_5) - Z(x_3))^2 + (Z(x_6) - Z(x_4))^2] / 4 \\ &= 1/8 \cdot [(4-5)^2 + (3-6)^2 + (5-4)^2 + (7-3)^2] = 3.375 \end{aligned}$$

etc...

Le krigeage

Le krigeage est une méthode d'interpolation linéaire qui permet d'obtenir une estimation non biaisée et dont l'erreur d'estimation est minimale.

La variable d'étude est notée Z. La valeur estimée au point x, notée Z*(x) est donnée par :

$$Z^*(x) = \sum_{i=1, n} \lambda_i Z(x_i)$$

Z*(x) est donc une combinaison linéaire des données de base Z(x_i) mesurées aux points x_i.

Les λ_j sont les poids respectifs (ou pondérateurs) attribués à chaque donnée $Z(x_j)$.

Ces poids sont calculés sous contrainte que leur somme soit égale à 1 (pour des conditions de non biais) et sous contrainte d'être en accord avec la structure spatiale mise en évidence par le variogramme, de façon à ce que l'erreur d'interpolation soit minimale. Lorsqu'on interpole la valeur en un point x , le poids attribué aux données environnantes sera d'autant plus fort que cette donnée est proche, tout en tenant compte de la densité de données, de leur disposition vis-à-vis des anisotropies, etc.....

Le krigeage est un interpolateur dit « exact » en ce sens qu'il ré-estime correctement les points mesurés (la valeur interpolée est égale à la valeur mesurée). Il prend en compte les points du voisinage en leur attribuant un poids lié à la « structure » du phénomène, c'est-à-dire en fonction des corrélations mises en évidence par le variogramme (palier, portée, anisotropie, dérive, ...).

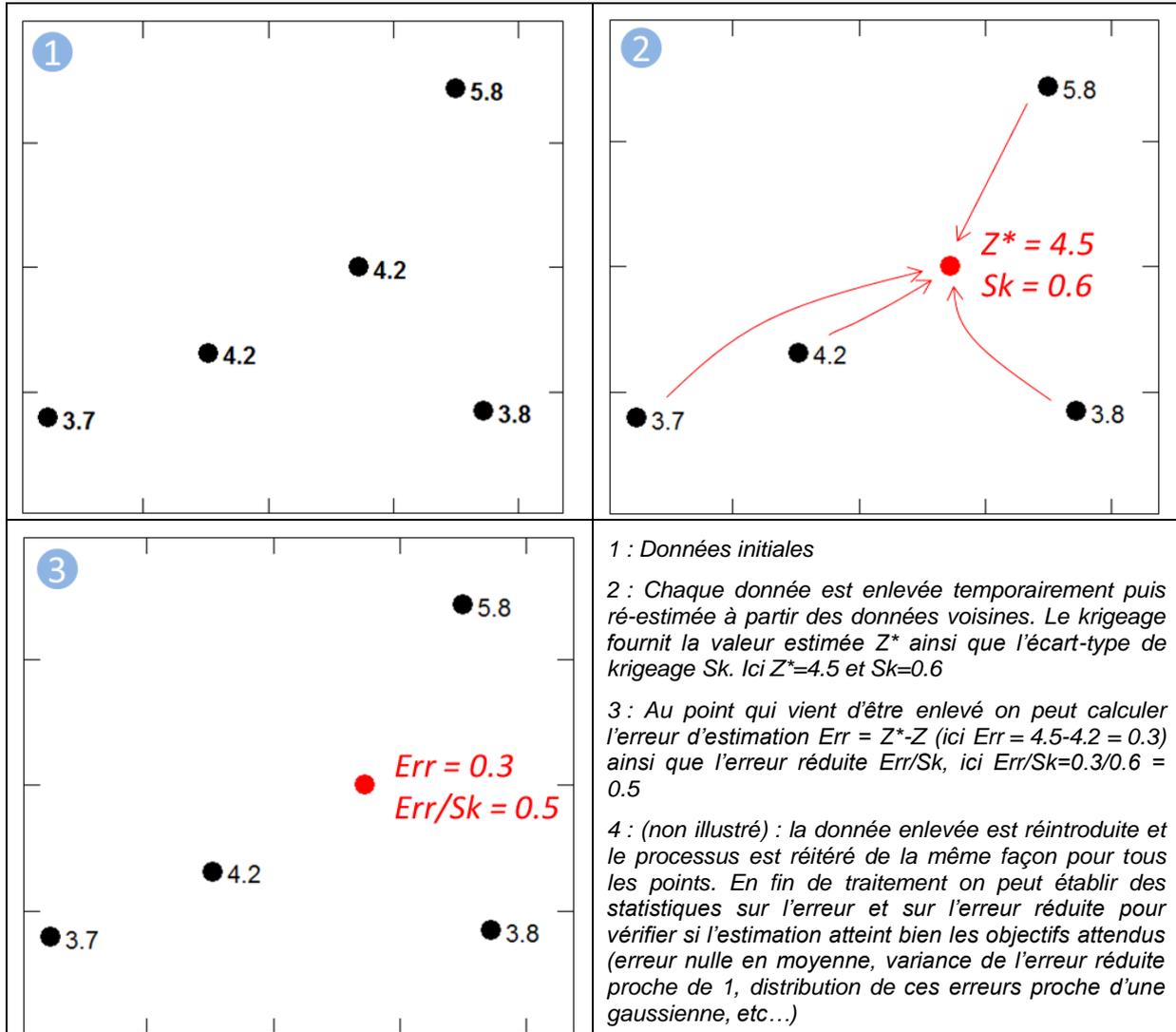
Le krigeage offre trois avantages principaux par rapport aux autres méthodes d'interpolation :

- il prend en compte la structure du phénomène, à travers le variogramme : il se base donc sur une fonction d'interpolation « objective », c'est-à-dire mesurée sur les données, et non « subjective » = choisie arbitrairement,
- il permet le calcul de l'erreur d'interpolation (ou plus précisément la variance de cette erreur) : c'est actuellement la seule méthode d'interpolation qui permet cela,
- il permet d'intégrer des variables secondaires, corrélées à la variable d'étude, connues soit aux points de données, soit exhaustivement sur une grille. On peut ainsi prendre en compte le fait que la cote piézométrique est dans certains cas (nappes libres) corrélée à la cote topographique. Dans le cas où on utilise plusieurs variables corrélées, disponibles aux points de mesure, on parle de « co-krigeage ». Dans le cas où on utilise une variable connue de façon exhaustive, on utilise une technique appelée « krigeage avec dérive externe ».

La validation croisée

La validation croisée consiste, pour chaque point de donnée, à l'enlever temporairement et à ré-estimer sa valeur à partir des données voisines. On obtient alors au point qui a été enlevé une valeur estimée (Z^*) et un écart-type de krigeage (Sk). La différence Err entre la valeur vraie et la valeur ré-estimée peut alors être calculée. Cette différence (Err = erreur d'estimation) peut également être comparée à l'écart-type d'estimation Sk fourni par le krigeage. On calcule ainsi le rapport Err/Sk . Il est admis que ce rapport Err/Sk , appelé « erreur réduite », se rapproche d'une distribution gaussienne de moyenne nulle et de variance 1.

En ré-itérant la re-estimation de chaque donnée par les données voisines, on peut calculer l'histogramme du rapport Err/Sk et vérifier s'il se rapproche d'une loi gaussienne centrée normée. Les points présentant une valeur rapport Err/Sk s'éloignant du standard gaussien sont des points qui doivent être examinés car potentiellement liés à des erreurs (erreur de mesure, de localisation), ou à un comportement localement différent de la variable d'étude.



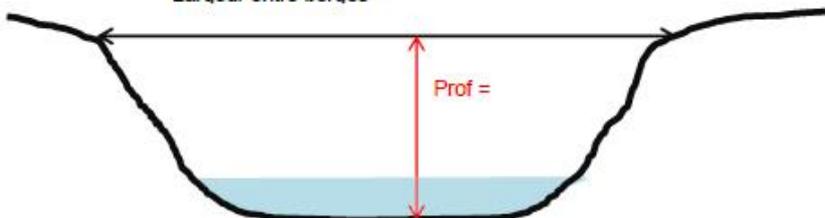
Annexe 2

Fiches des points de jaugeage sur le territoire du SAGE "Estuaire"

JAUGEAGES JALLE DU BREUIL

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Saint Sauveur / Cissac-Médoc (33) Le Breuil |
| | Coordonnées WGS84 | N 45,218644° W 0,814277° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 400 715 Y = 6 484 709 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 4 (estimé) |
| | Géologie de surface | Oligocène calcaire |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS | |
|---|--|
|  | |

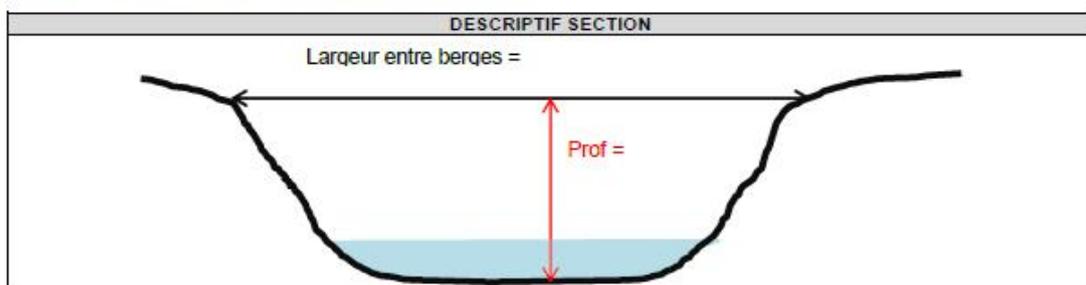
| DESCRIPTIF SECTION |
|---|
| <p>Largueur entre berges =</p>  <p>Prof =</p> |

| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 78,9 L/s | 0,18 m | 2,9 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUAGES CANAL DU DESPARTINS

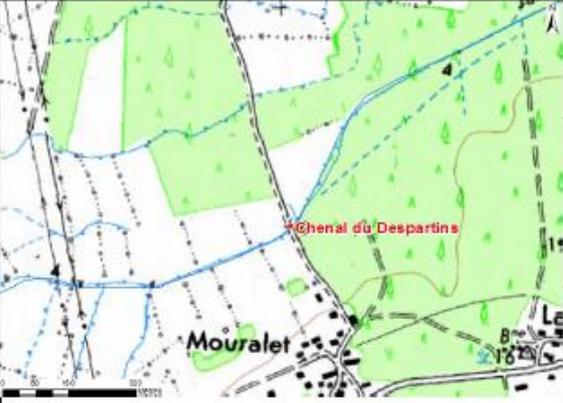
| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Ludon-Medoc / Parempuyre (33) Le Lauga |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,964603° W 0,611014° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 415372 Y = 6 435 996 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 3 (estimé) |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes (sur calcaires de l'Oligocène) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flamandaises argileuses de la Gironde Sur 306AA01 – Moyennes terrasses (sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour Garonne |
| | Accessibilité | RAS, sous la route |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

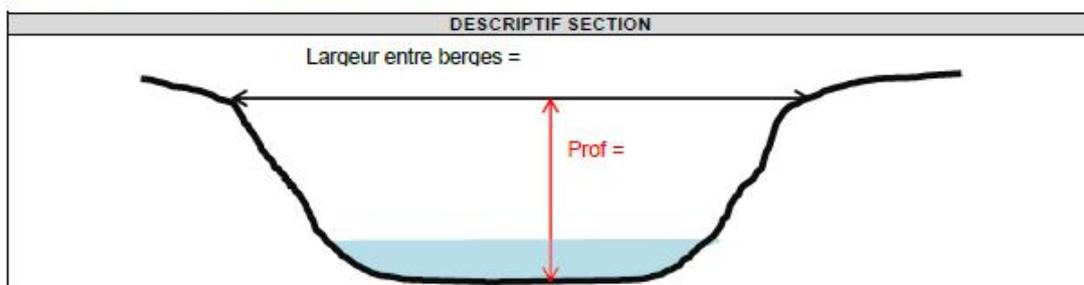


| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 45.7 L/s | 0.19 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES CHENAL DU DESPARTINS

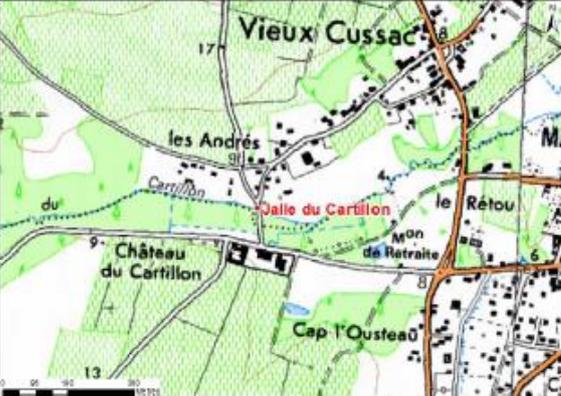
| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | <i>Commune</i> <i>Lieu-dit</i> | Saint Laurent Médoc (33) Mouralet |
| | <i>Coordonnées</i> <i>WGS84</i> | N 45,133094° W 0,790994° |
| | <i>Coordonnées</i> <i>RGF93</i> | X = 402 095 Y = 6 455 353 |
| | <i>Altitude au sol</i> <i>(mNGF)</i> | 4 (estimé) |
| | <i>Géologie de</i> <i>surface</i> | Alluvions anciennes |
| | <i>Entité</i> <i>hydrogéologique</i> <i>affleurante</i> | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde Sur 324 AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | <i>Accessibilité</i> | RAS |
| | <i>Contact</i> | |
| | <i>Localisation -</i> <i>point de repère</i> <i>amont / aval</i> | |



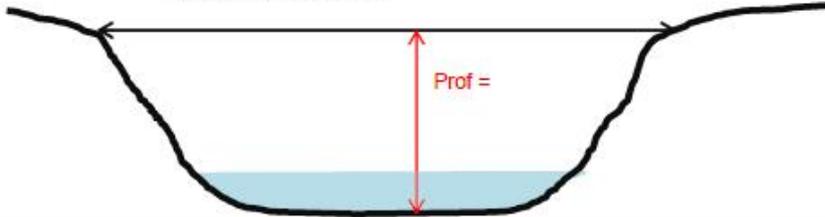
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 94,9 L/s | 0,08 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Jaugeages JALLE DU CARTILLON

| LOCALISATION | | |
|---|---|--|
|  | <i>Commune</i> <i>Lieu-dit</i> | Cussac-Fort-Médoc / Lamarque (33) Les André |
| | <i>Coordonnées</i> <i>WGS84</i> | N 45,024933° W 0,802125° |
| | <i>Coordonnées</i> <i>RGF93</i> | X = 400 642 Y = 6 443 396 |
| | <i>Altitude au sol</i> <i>(mNGF)</i> | 7 (estimé) |
| | <i>Géologie de</i> <i>surface</i> | Alluvions anciennes |
| | <i>Entité</i> <i>hydrogéologique</i> <i>affleurante</i> | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde Sur 306AA02 – Hautes terrasses (sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour-Garonne |
| | <i>Accessibilité</i> | RAS, à proximité de la route |
| | <i>Contact</i> | |
| <i>Localisation -</i> <i>point de repère</i> <i>amont / aval</i> | | |

| PHOTOS | |
|---|--|
|  | |

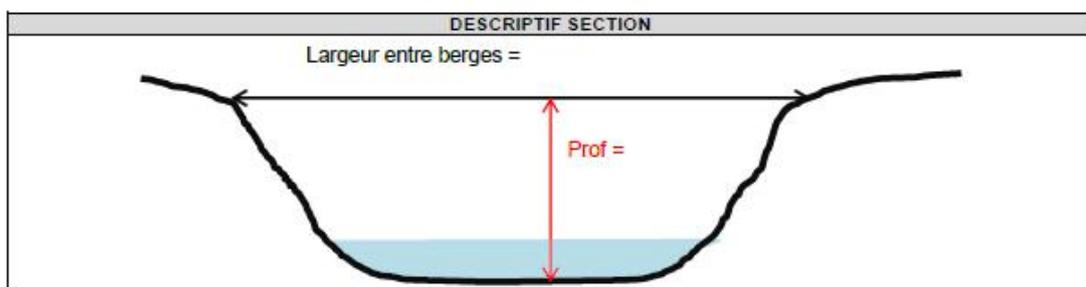
| DESCRIPTIF SECTION |
|---|
| <p>Largueur entre berges =</p>  <p>Prof =</p> |

| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 3,3 L/s | 0,11 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES JALLE DU CASTELNAU

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Castelnaud-de-Médoc (33) Bourg |
| | Coordonnées WGS84 | N 45,024933° W 0,802125° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 400 642 Y = 6 443 396 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 18 (estimé) |
| | Géologie de surface | Alluvions anciennes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flamandaises argileuses de la Gironde Sur la limite entre 308AC03 – Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio- Quaternaire) et 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | RAS, à proximité de la route |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 72.2 L/s | 0,22 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Jaugeages JALLE DU CASTELNAU

LOCALISATION

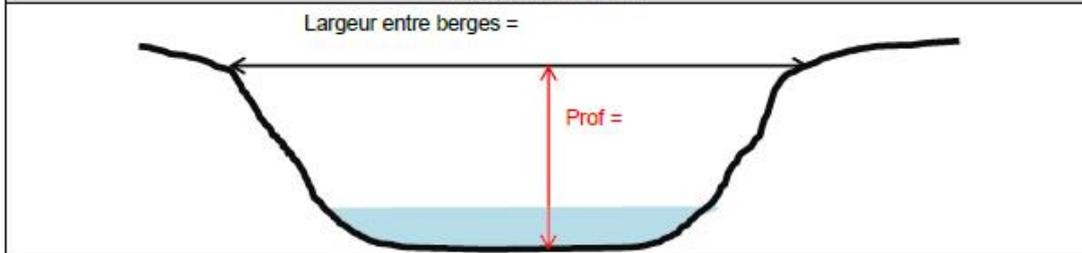


| | |
|--|---|
| <i>Commune</i> | Soussans / Arcins (33) |
| <i>Lieu-dit</i> | Les Aubarèdes |
| <i>Coordonnées WGS84</i> | N 45,064272° W 0,719433° |
| <i>Coordonnées RGF93</i> | X = 407 354 Y = 6 447 450 |
| <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | 3 (estimé) |
| <i>Géologie de surface</i> | Alluvions subactuelles et dépôts flandriens de l'estuaire |
| <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde |
| <i>Accessibilité</i> | RAS, sous la route |
| <i>Contact</i> | |
| <i>Localisation - point de repère amont / aval</i> | |

PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION



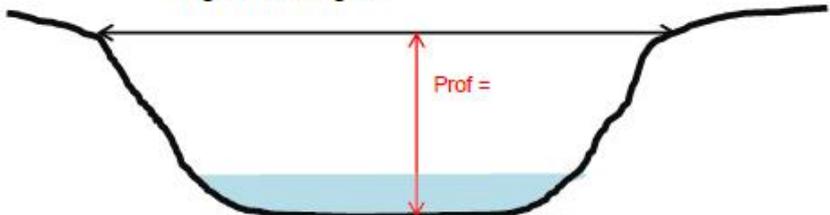
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 42,1 L/s | 0,30 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES JALLE DU NORD

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Saint Laurent Médoc (33) Le Couyrieu |
| | Coordonnées WGS84 | N 45,147438° W 0,808469° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 400 799 Y = 6 457 010 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 5 (estimé) |
| | Géologie de surface | Alluvions anciennes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde Sur 324 AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | RAS |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

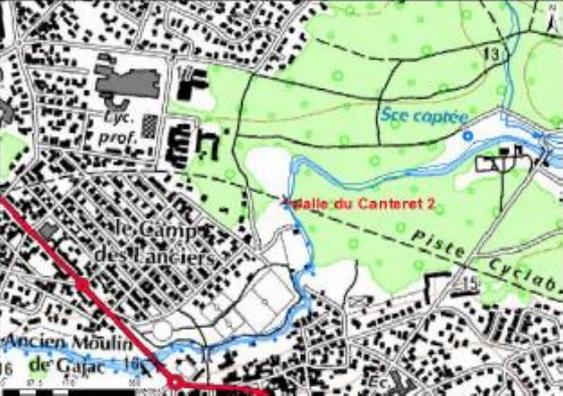
| PHOTOS | |
|---|--|
|  | |

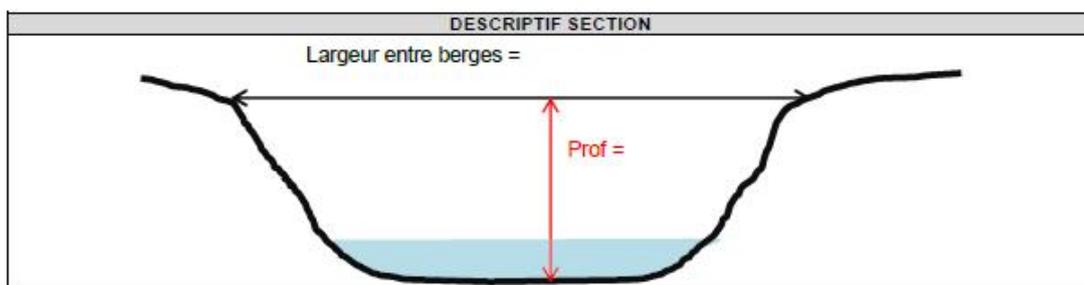
| DESSCRIPTIF SECTION |
|--|
| <p>Largeur entre berges =</p>  <p>Prof =</p> |

| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 46,1 L/s | 0,14 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES JALLE DU CANTERET 2

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Saint Médard en Jalles(33) Le Camp des Lanciers |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,892678° W 0,700566° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 407 945 Y = 6 428 343 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 5 (estimé) |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes (sur calcaires de l'Oligocène) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 322AA03 – Molasses oligo-miocènes du Bassin Aquitain Sur la limite entre 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin Aquitain et 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | RAS, à proximité de la piste cyclable Station DREAL existante |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 703 L/s | 0,54 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUAGES JALLE DU CANTERET 1

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
| | Commune Lieu-dit | Blanquefort (33) Canteret |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,902972° W 0,630717° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 413 505 Y = 6 429 229 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 5 (estimé) |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes (sur calcaires de l'Oligocène) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flamandaises argileuses de la Gironde A proximité du 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | Chemin, RAS A proximité du lavoir |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

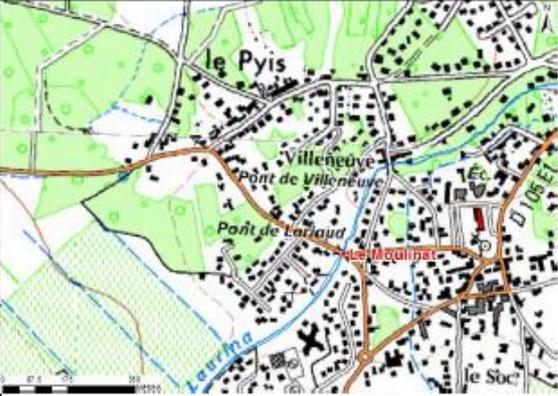
| PHOTOS | |
|--------|--|
| | |

| DESCRIPTIF SECTION |
|---|
| <p>Largeur entre berges =</p> <p>Prof =</p> |

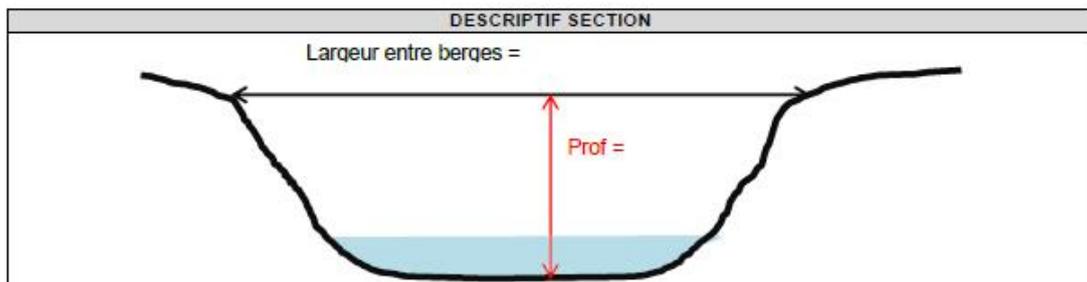
| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 6.7 L/s | 0.31 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES LE MOULINAT

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Arsac (33) Pont de Lariaud |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,99733° W 0,693472° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 409 048 Y = 6 439 927 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 20 (estimé) |
| | Géologie de surface | Formations fluviales et formations de versant (sables argileux à graviers, colluvionnés épars) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | RAS, sous la route |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08-10/08/2016 | 13,5 L/s | 0,25 m | | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

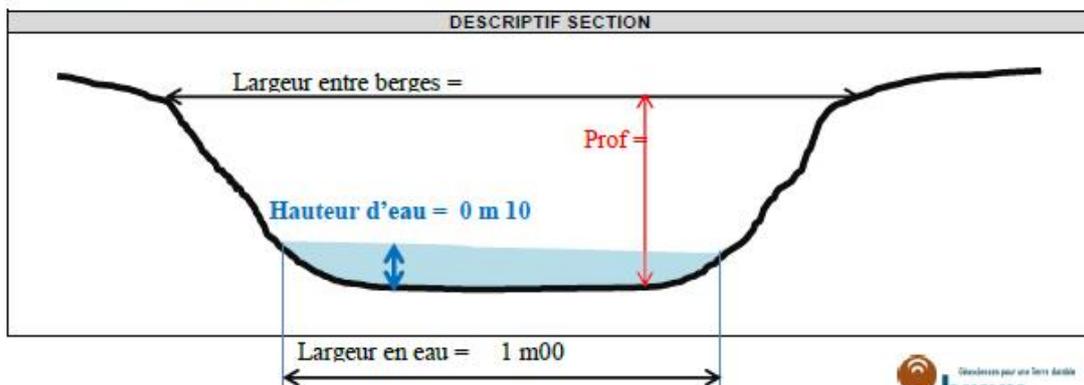
| MESURES – VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Annexe 3

Fiches des points de jaugeage sur le territoire du SAGE "Vallée de la Garonne"

JAUAGES
LA BASSANNE ("BASSANNE A' AMONT ")

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Aillas (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44,43591° W : 0,07019° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 455 696 Y = 6 375 513 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Plio-quaternaire – formation de Belin |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 – Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



| |
|--|
| |
|--|

| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.008 m ³ /s | 0.10 | 1.00 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

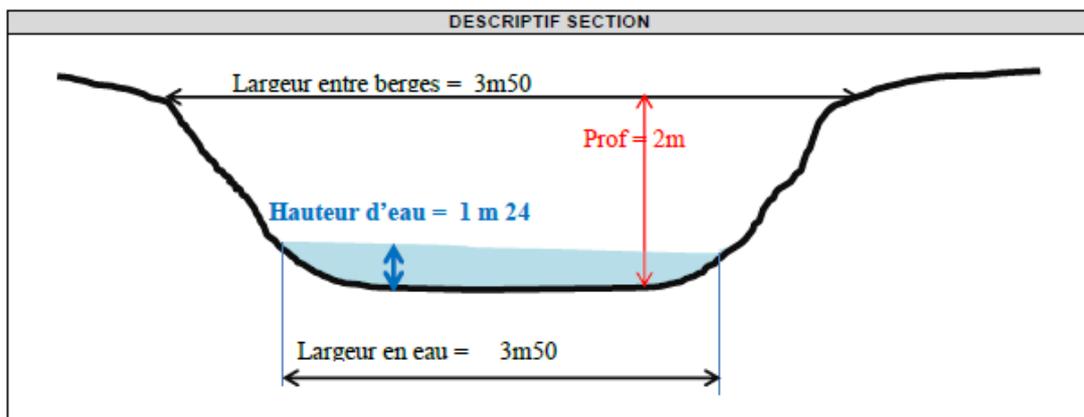
| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



**JAUGEAGES
 LA BASSANNE ("BASSANNE CONFLUENCE")**

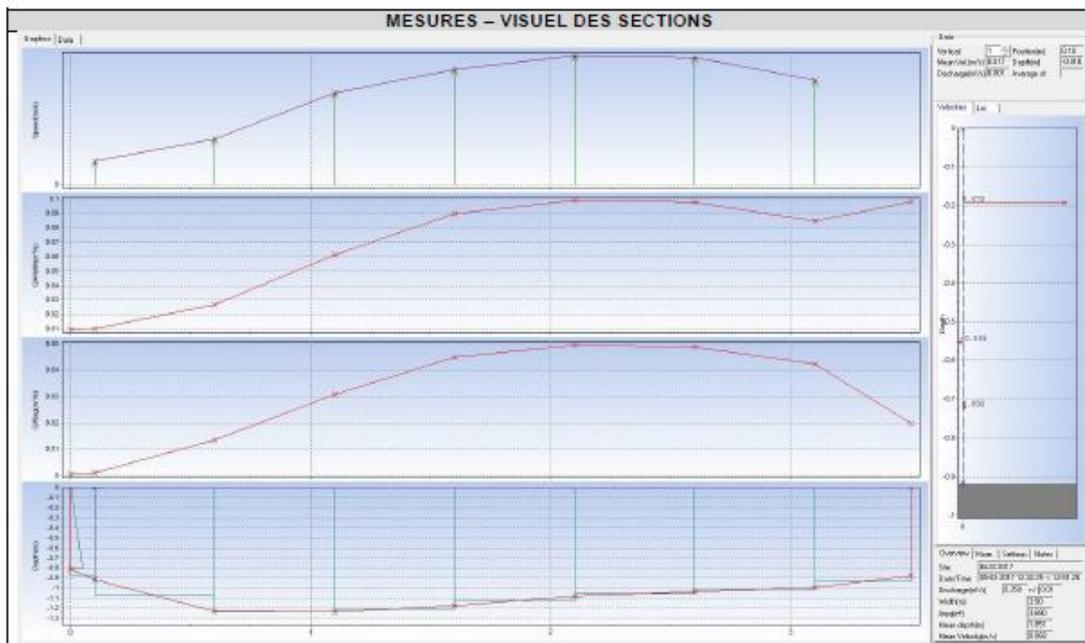
| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Savignac (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44.52148° W : 0.10837° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 453 193 Y = 6 385 121 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Calcaire à astéries et calcaires à archacines (Oligocène) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – calcaire à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | Nécessité d'être 2 pour faire la mesure |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.255 m3/s | 1.24 | 3.50 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |





JAUAGES LA BASSANNE

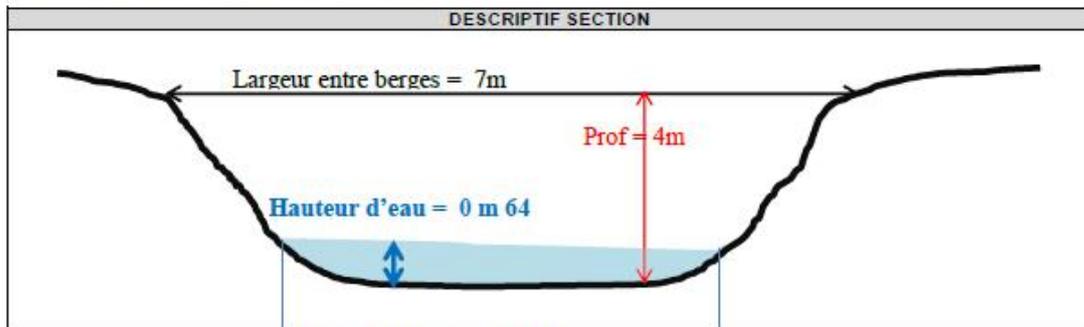
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Savignac (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44,48971° W : 0,10230° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 453 377 Y = 6 381 584 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Molasses de l'agenais et marnes à nodules d'Aillas (Oligocène supérieur) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 322AA03 – Molasses oligo-miocènes du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

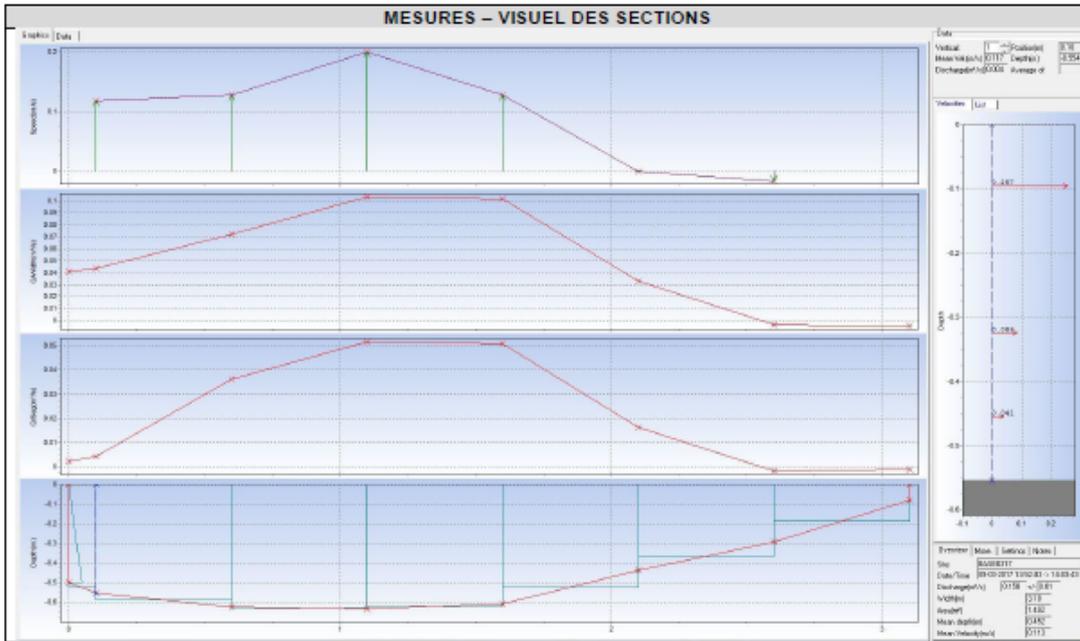
PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION

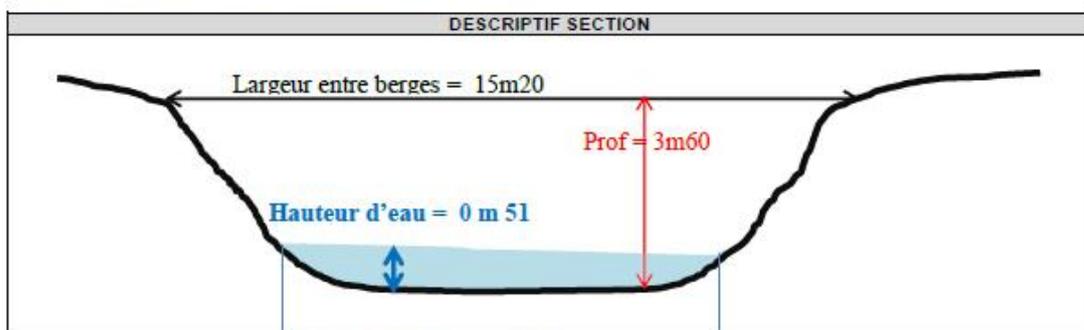


| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.150 m3/s | 0.64 | 3.10 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

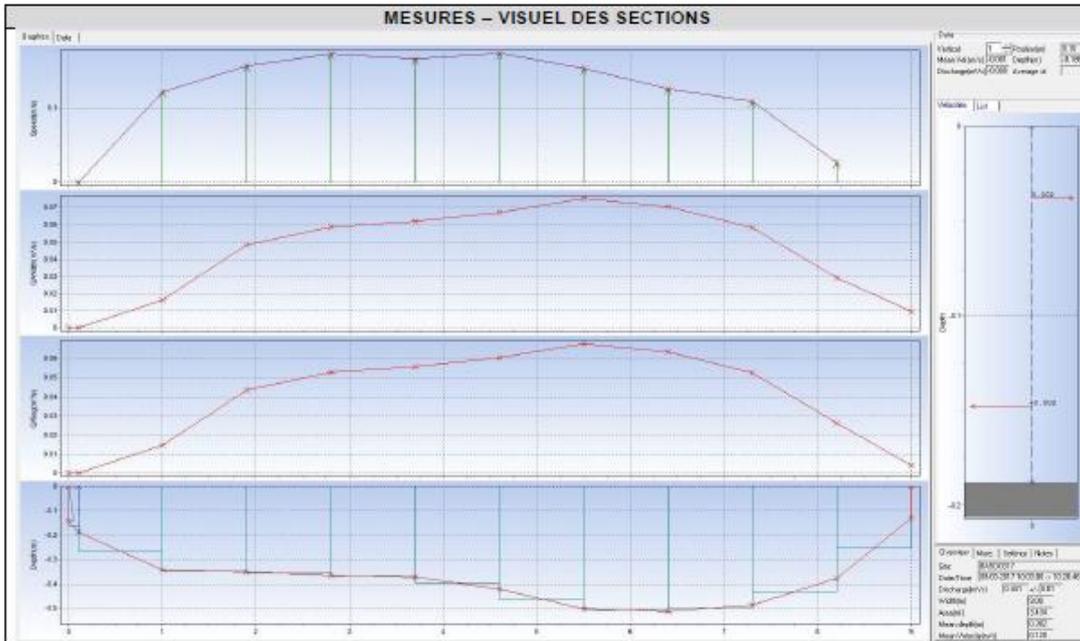


JAUGEAGES LA BASSANNE ("BASSANNE OLIGOCENE")

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Puybarban (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44,55488° W : 0,08784° |
| | Coordonnées RGF93 | X = Y = |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions holocènes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 946AA01 – Alluvions de la basse plaine et des basses et moyennes terrasses de la Garonne (immédiatement à l'aval de 324AA01) |
| | Accessibilité | |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

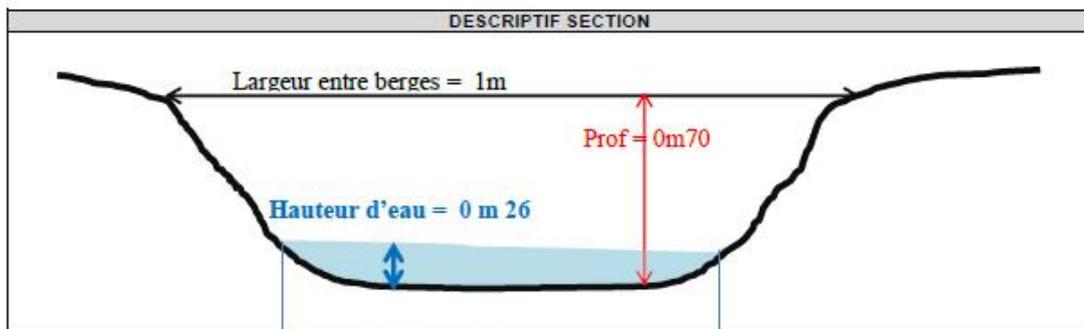


| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.455 m3/s | 0.51 | 9.00 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUGEAGES LA CADANNE ("CADANNE AMONT")

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Savignac(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44,50935° W : 0,07402° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 455 709 Y = 6 383 876 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sables peu argileux, graviers et galets (Pléistocène inférieur terminal) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 306AA02 – Hautes terrasses (sables, graviers et galets) Quaternaires du bassin Adour-Garonne (aval immédiat de 324AA01) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

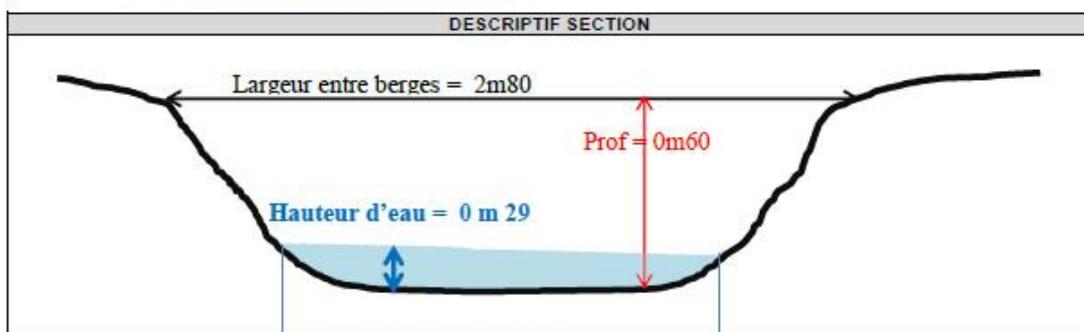


| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.020 m3/s | 0.26 | 1.00 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

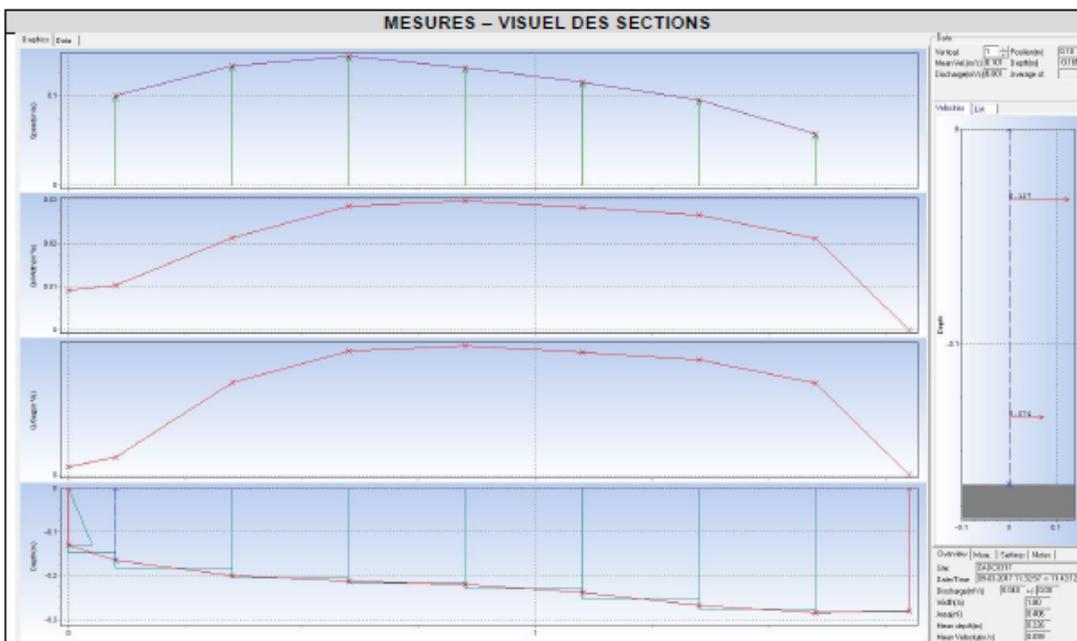
| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES LA CADANNE ("CADANNE CONFLUENCE")

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Savignac (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N : 44.52449° W : 0.07501° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 455 898 Y = 6 385 360 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Calcaire à astéries et calcaire à archiacines |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 366 AA02 - Hautes terrasses (sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour-Garonne |
| | Accessibilité | Nécessité d'être 2 pour faire la mesure |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 09/03/2017 | 0.040 m3/s | 0.29 | 1.00 | 0.44 (échelle DREAL) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



Annexe 4

Fiches des points de jaugeage en rive gauche de la Garonne (sud de Bordeaux)

JAUAGES SAUCATS 1

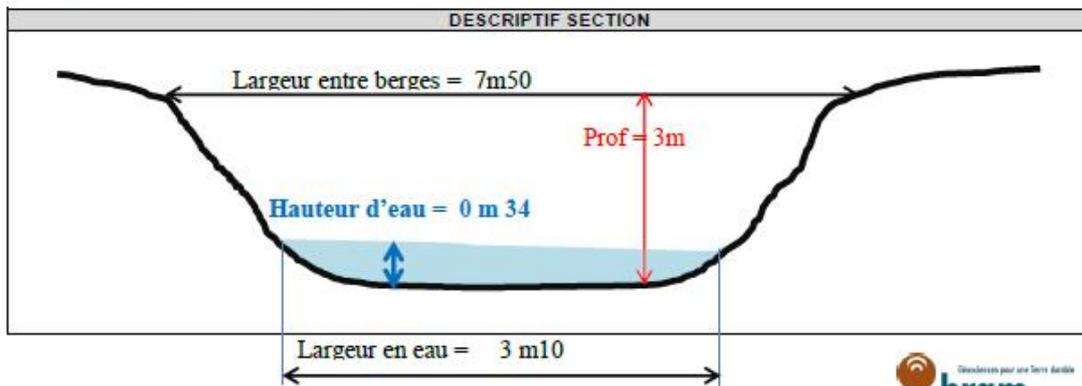
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Saucats(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,85636° W 0,62853° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 412 580 Y = 6 401 852 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions anciennes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 – Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

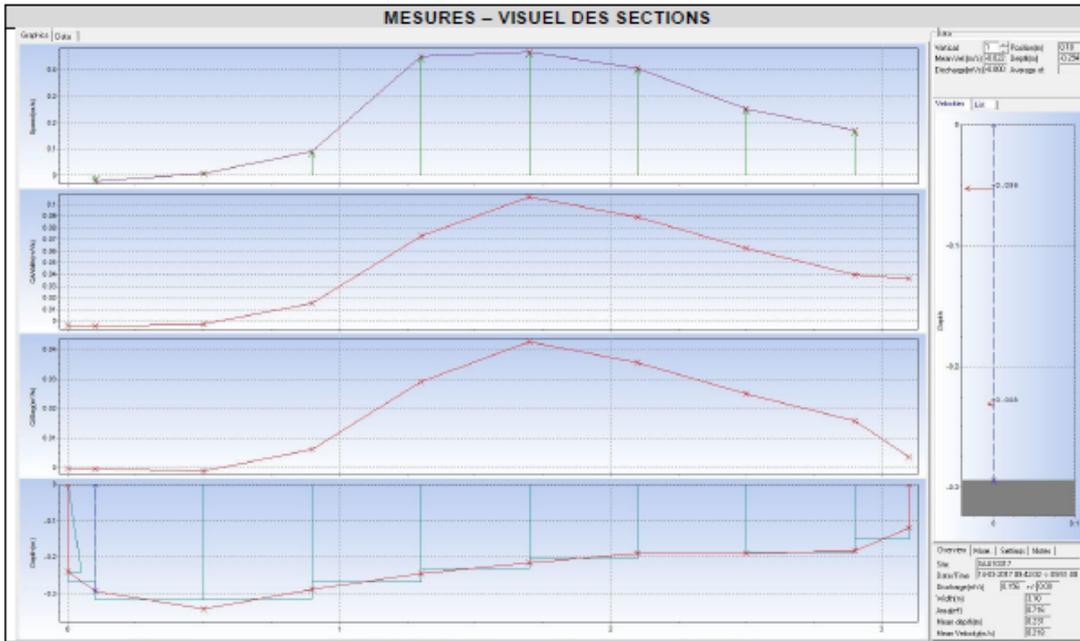
PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



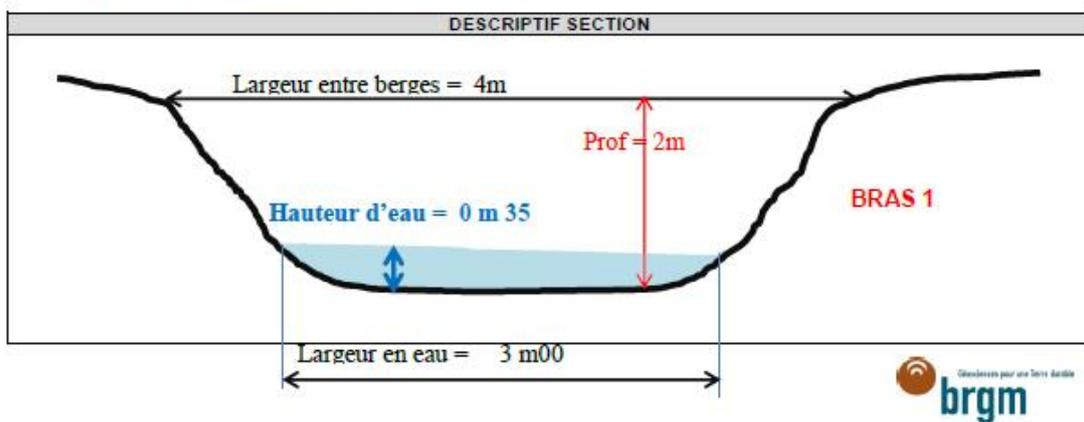
| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.158 m3/s | 0.34 | 3.10 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



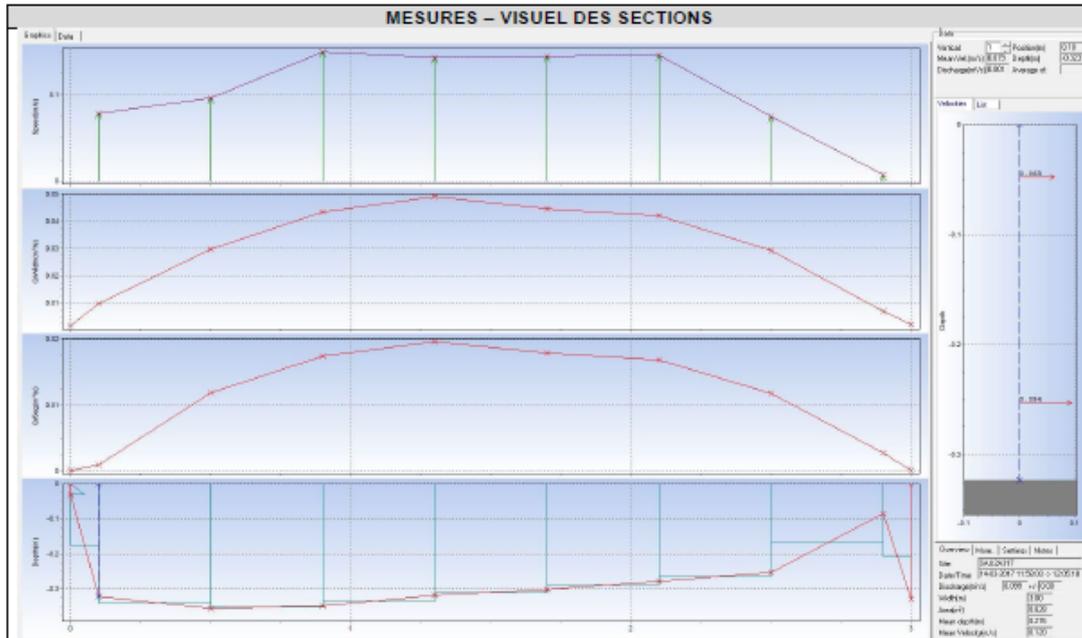
JAUGEAGES SAUCATS 2-1

| LOCALISATION | |
|--|--|
|  | Commune Lieu-dit La Brède(33) |
| | Coordonnées WGS84 N 44,88135° W 0,52807° |
| | Coordonnées RGF93 X = 420 880 Y = 6 404 284 |
| | Altitude au sol (mNGF) |
| | Géologie de surface Faluns de La Brède et Saucats (Aquitainien) |
| | Entité hydrogéologique affleurante 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
|  | Accessibilité Appeler la veille pour prévenir passage |
| | Contact M. Amizan 06.11.57.02.75 |
| | Localisation - point de repère amont / aval |

| PHOTOS | |
|---|--|
|  | |

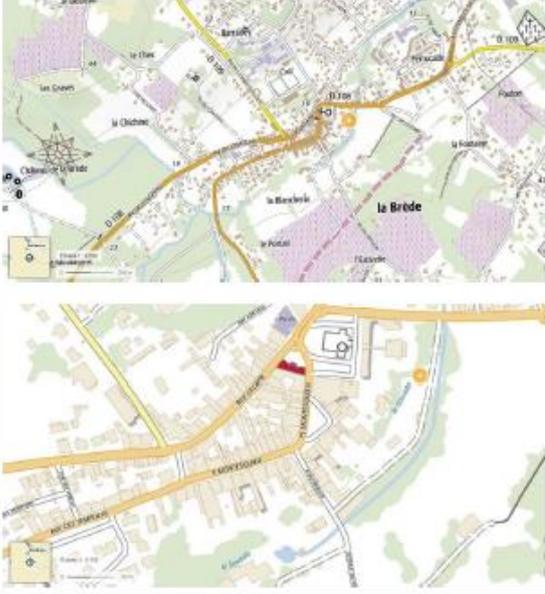


| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.101 m3/s | 0.35 | 3.00 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUGEAGES SAUCATS 2-2

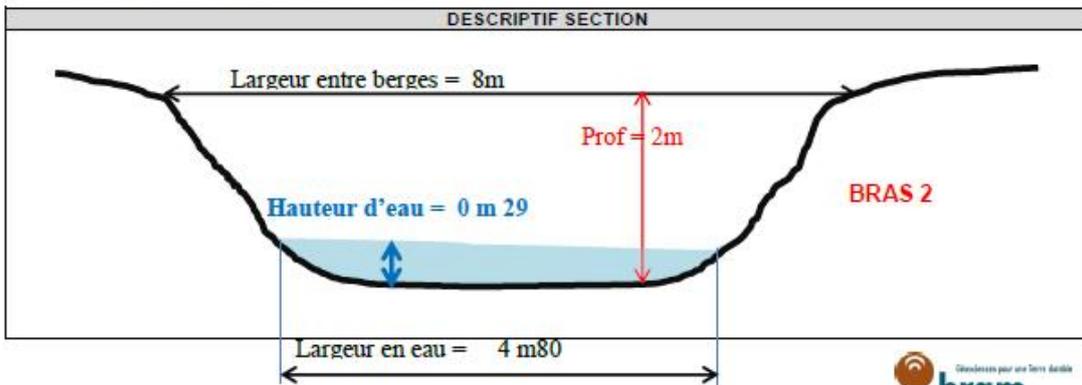
LOCALISATION

| | | |
|--|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | La Brède(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,88065° W 0,52617° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 420 660 Y = 6 404 264 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Faluns de La Brède et Saucats (Aquitanien) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitanien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | Appeler la veille Mr ANIZAN pour prévenir passage 06.11.57.02.75 |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

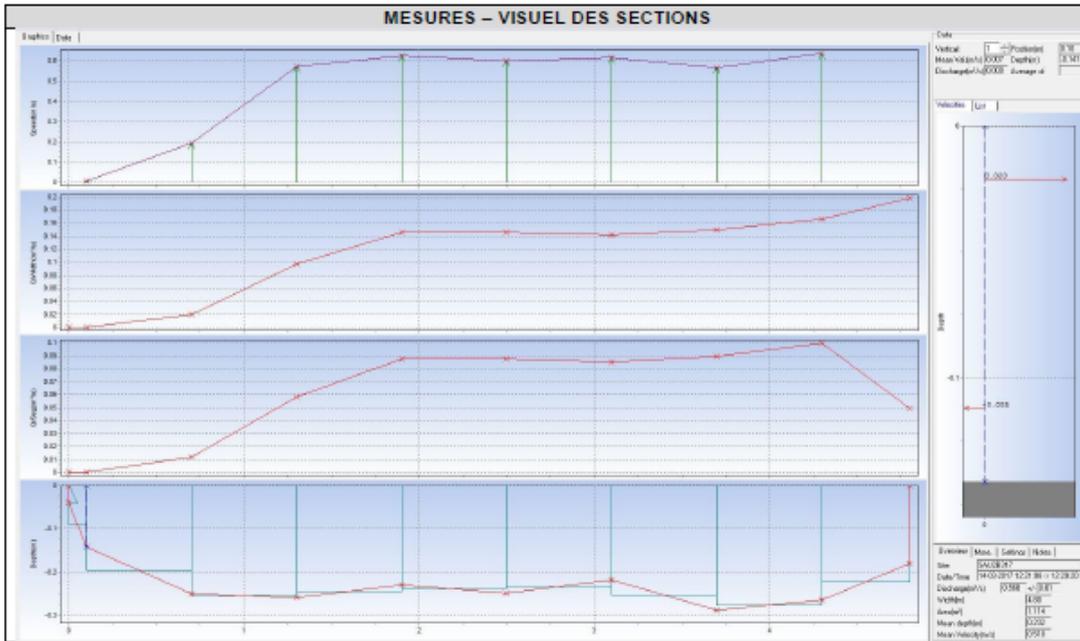
PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION



| SYNTHÈSE DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.565 m3/s | 0.29 | 4.80 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUAGES SAUCATS 3

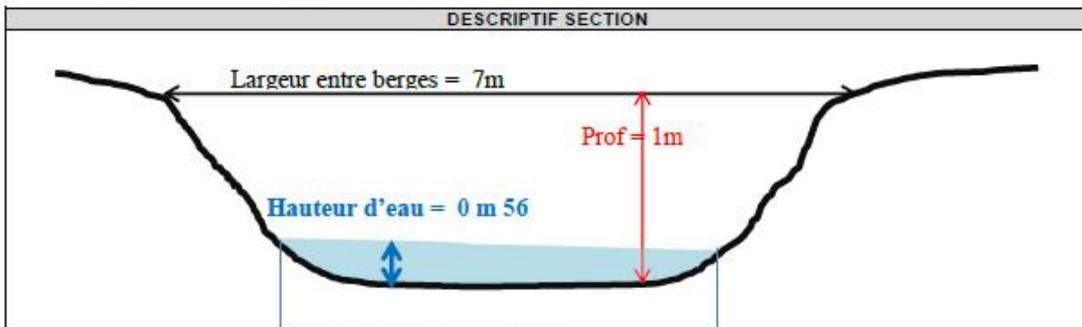
LOCALISATION

| | | |
|---|---|---|
|  | Commune Lieu-dit | La Brède(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,88757° W 0,51851° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 421 290 Y = 6 404 928 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Oligocène moyen – calcaire à Astéries, calcaire à Archiacines |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | Possibilité d'avoir beaucoup de débit en hautes eaux |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

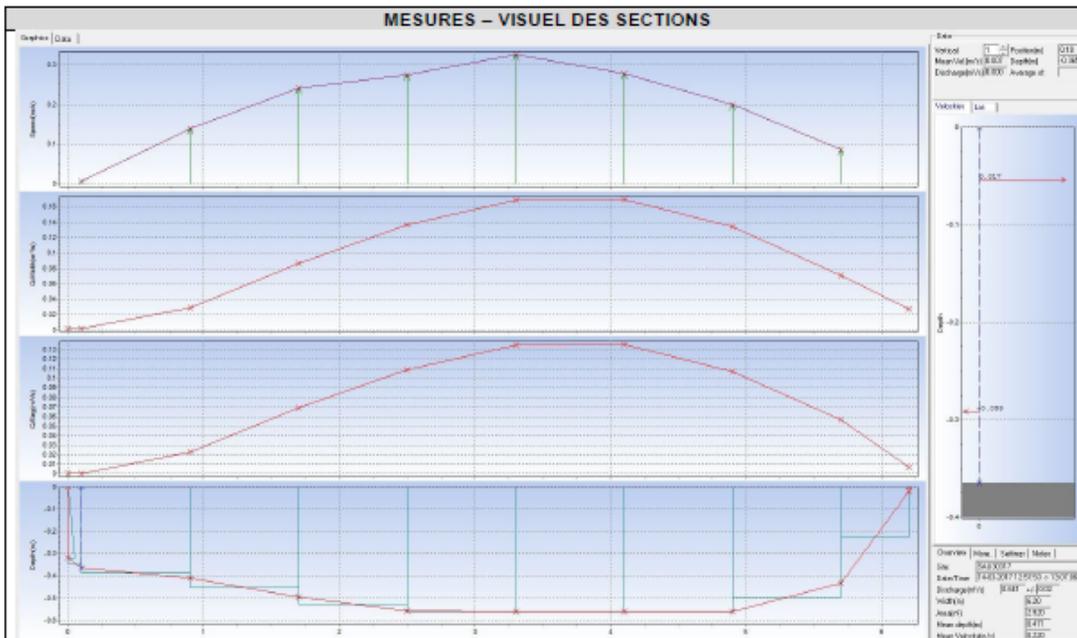
PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



| SYNTHÈSE DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|---|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.655 m ³ /s | 0.56 | 6.20 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUGEAGES SAUCATS 4

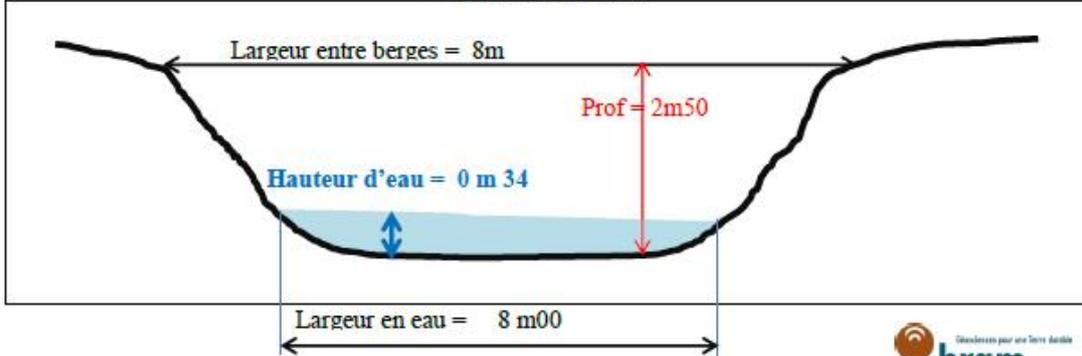
LOCALISATION

| | | |
|---|---|--|
|  | Commune Lieu-dit | St Médard d'Eyrans(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,72263° W 0,47205° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 425 139 Y = 6 408 655 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.827 m3/s | 0.34 | 8.00 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

JAUGEAGES GAT MORT 1

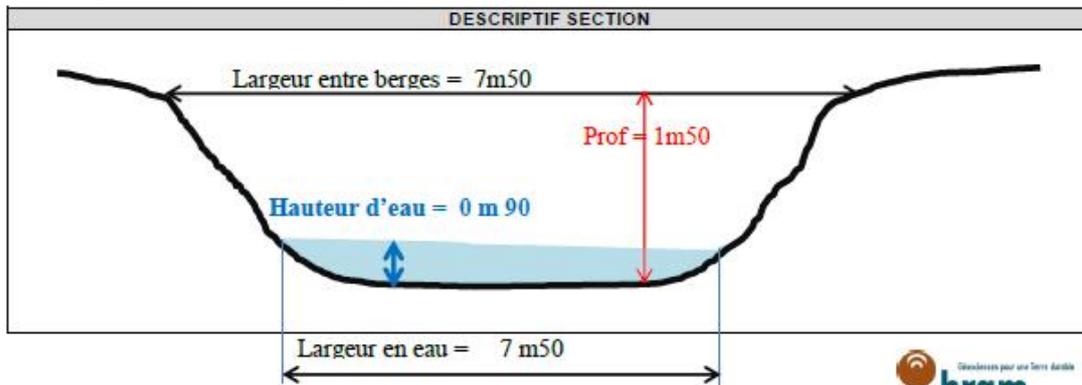
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Cabanac et Villagrains(33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,59468° W 0,56113° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 417 450 Y = 6 394 772 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sable des Landes (Plio-Quaternaire) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, gers et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | Trop profond pour aller dans rivière -> mesures hauteurs depuis pont + vitesses berges pour évaluer débit |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION

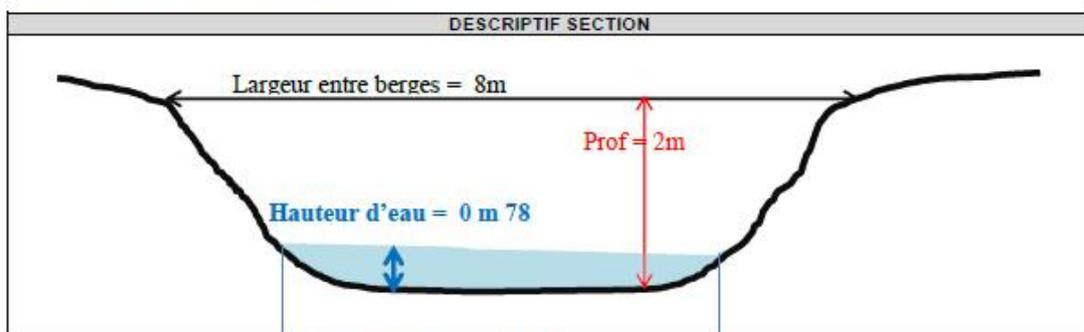


| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 16/03/2017 | 0.520 m3/s | | 7.50 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

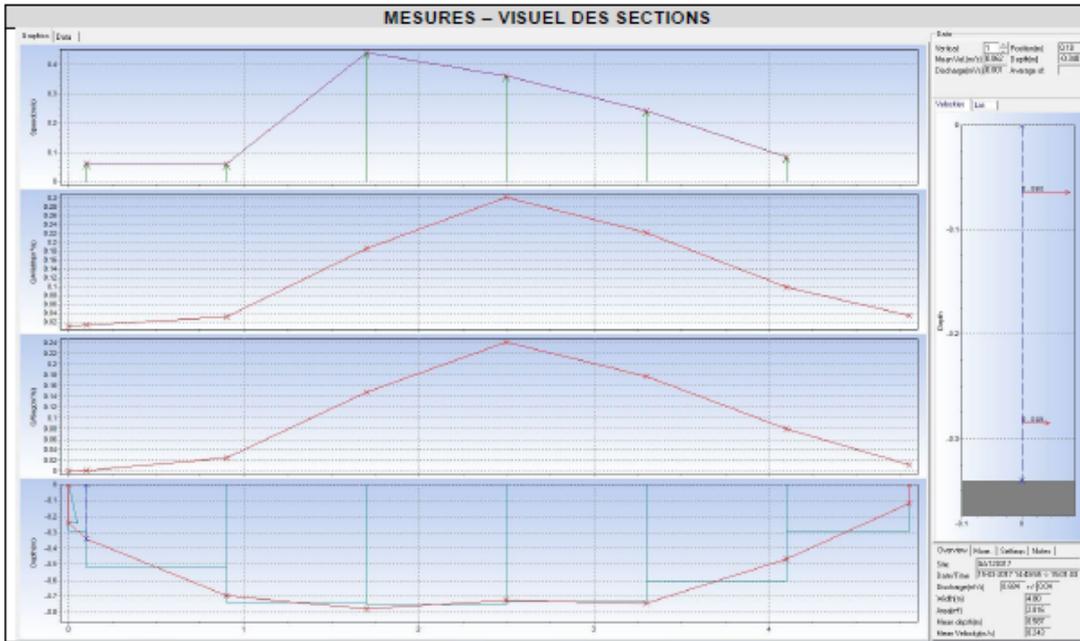
| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

JAUGEAGES GAT MORT 2

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Cabanac (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,82364° W 0,552379° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 420 555 Y = 6 397 852 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sable des Landes (Plio-Quaternaire) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, gèrs et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 15/03/2017 | 0.723 m3/s | 0.78 | 4.80 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUGEAGES GAT MORT 3

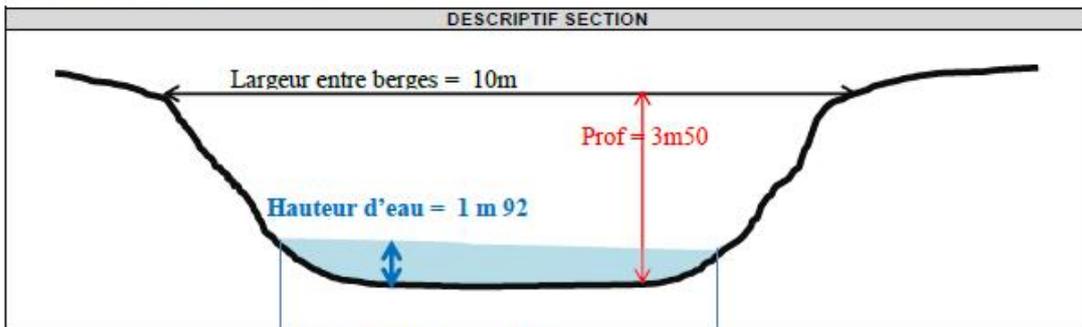
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | <i>Commune Lieu-dit</i> | St Morillon (33) |
| | <i>Coordonnées WGS84</i> | N 44,84595° W 0,50858° |
| | <i>Coordonnées RGF93</i> | X = 421 870 Y = 6 400 274 |
| | <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | |
| | <i>Géologie de surface</i> | Oligocène moyen – calcaire à Astéries, calcaire à Archiacines |
| | <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | <i>Accessibilité</i> | Trop profond -> mesures ponctuelles effectuées depuis passerelle |
| | <i>Contact</i> | |
| | <i>Localisation - point de repère amont / aval</i> | |

PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION



| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 15/03/2017 | 2.03 m ³ /s | | 9.70 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

JAUGEAGES GAT MORT 4

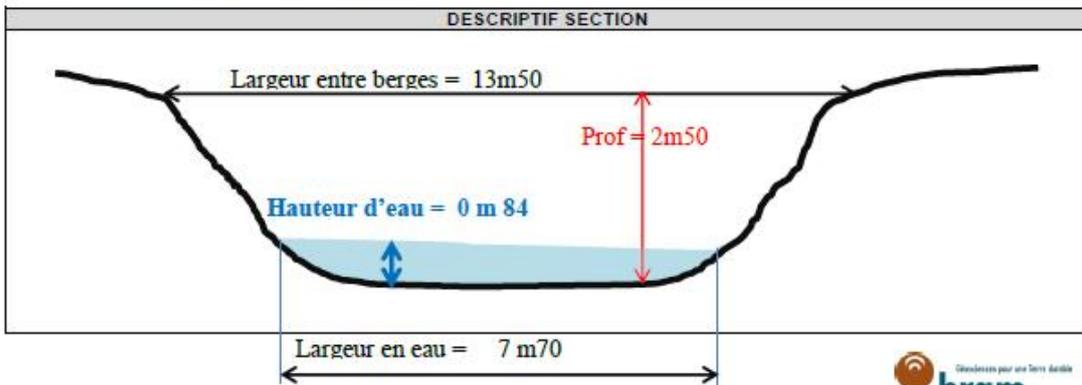
LOCALISATION

| | | |
|---|---|---|
|  | Commune Lieu-dit | La Brède (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,87725° W 0,48061° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 424 239 Y = 6 403 650 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Oligocène moyen – calcaire à Astéries, calcaire à Archiacines |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

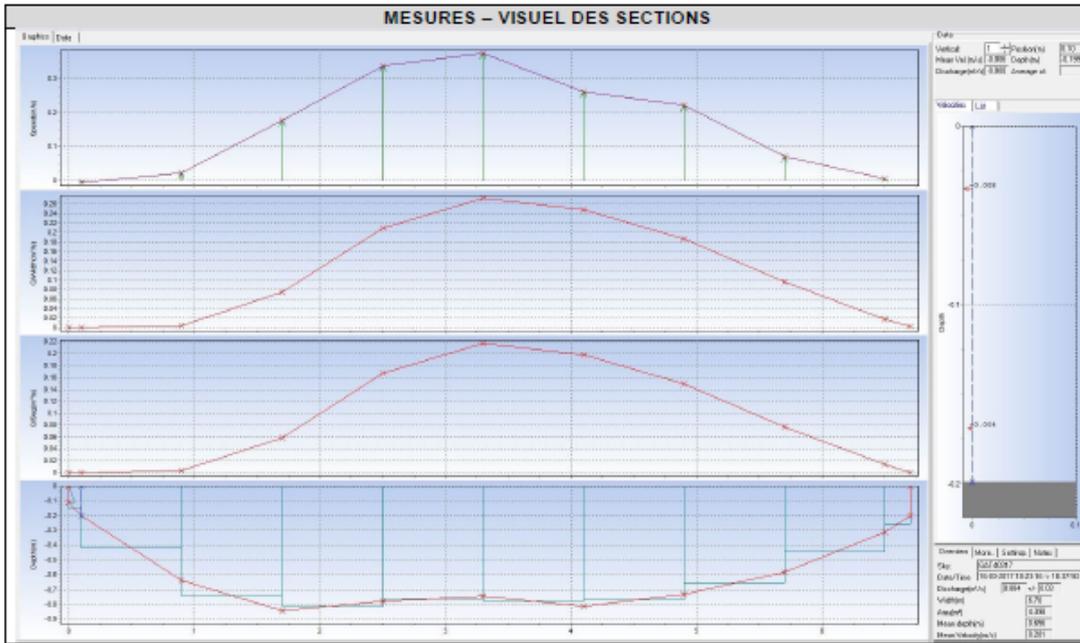
PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 16/03/2017 | 0.888 m ³ /s | 0.84 | 7.70 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUAGES EAU BOURDE 1

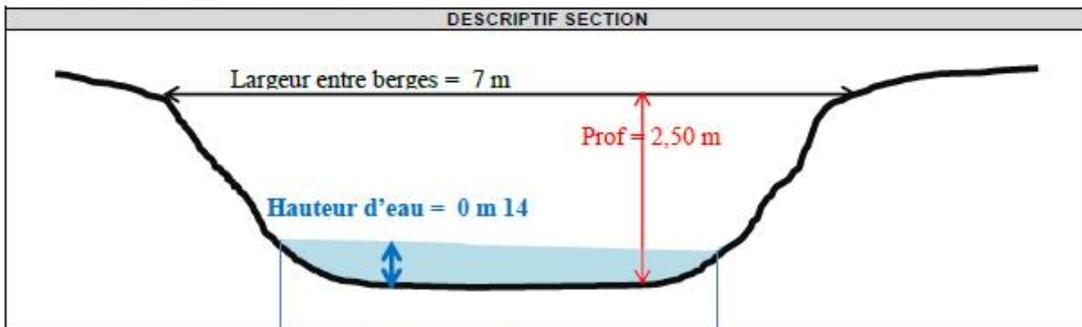
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | Commune | Cestas (33) |
| | Lieu-dit | |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,72649° W 0,69416° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 407 588 Y = 6 409 882 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Formation de Belin |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 – Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

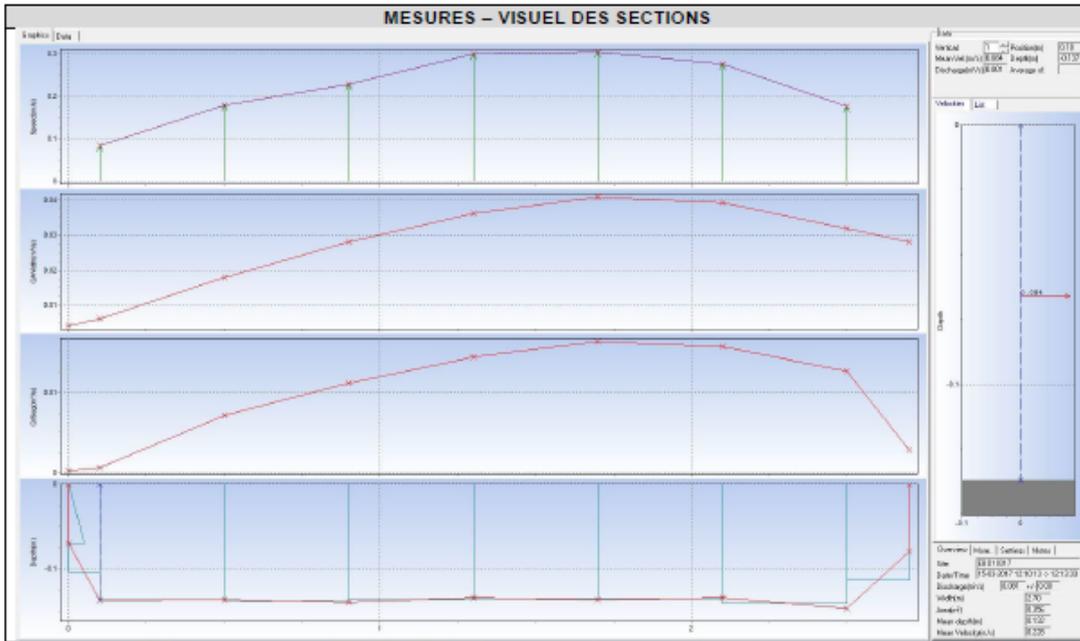
PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 15/03/2017 | 0.083 m ³ /s | 0.14 | 2.70 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUAGES EAU BOURDE 2

LOCALISATION

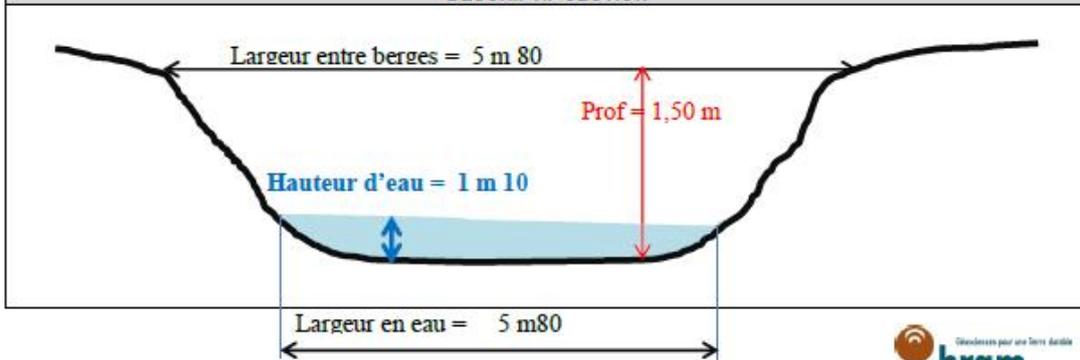
| | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Villeneuve d'Ornon (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,76291° W 0,63086° |
| | Coordonnées RGF93 | X = Y = |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Aquitainien : faluns de la Brède et de Saucats |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | Trop profond -> estimation débit par mesures de verticales + vitesse moyenne (0,14 m/s) |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

PHOTOS



Faire la mesure en face du portail car moins de turbulence

DESCRIPTIF SECTION

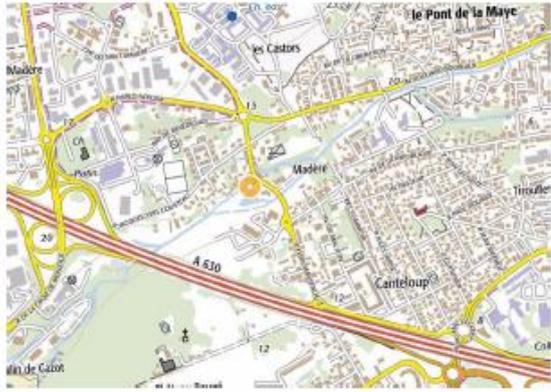


| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 15/03/2017 | 0.777 m ³ /s | 1.10 | 5.80 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

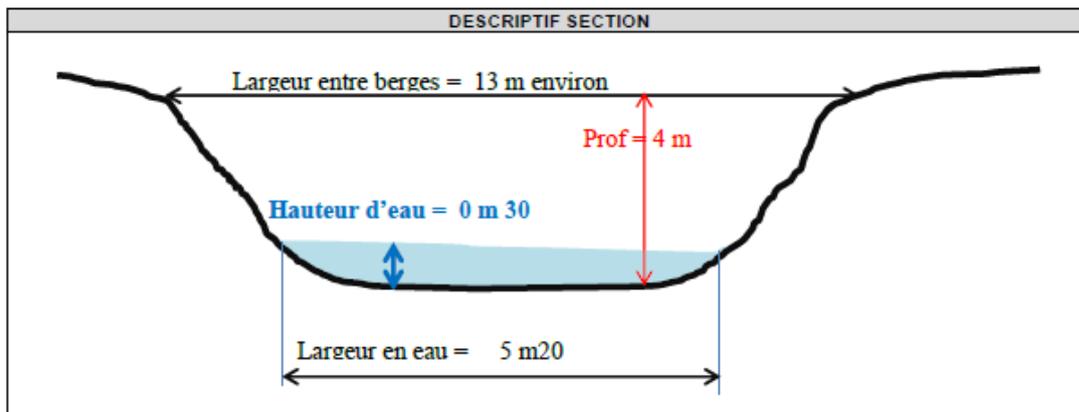
JAUGEAGES EAU BOURDE 3

LOCALISATION

| | | |
|---|---|---|
|  | <i>Commune</i> | Bègles (33) |
| | <i>Lieu-dit</i> | |
| | <i>Coordonnées WGS84</i> | N 44,78352° W 0,57822° |
| | <i>Coordonnées RGF93</i> | X = Y = |
| | <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | |
| | <i>Géologie de surface</i> | Calcaire à Astéries, calcaire à Archiacines |
| | <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 324AA01 – Calcaires à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | <i>Accessibilité</i> | Accéder par les locaux de Bordeaux Métropole. Appeler la veille |
| | <i>Contact</i> | Mr Delhoume 06.09.70.11.75 Mr Bastardo 06.10.42.75.06 |
| <i>Localisation - point de repère amont / aval</i> | | |

PHOTOS

| | |
|---|--|
|  | Faire la mesure en face du portail car moins de turbulence |
| | |



SYNTHÈSE DES MESURES

| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
|------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| 15/03/2017 | 1.105 m ³ /s | 0.30 | 5.20 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

MESURES - VISUEL DES SECTIONS

| |
|--|
| |
|--|

JAUAGES EAU BOURDE 4

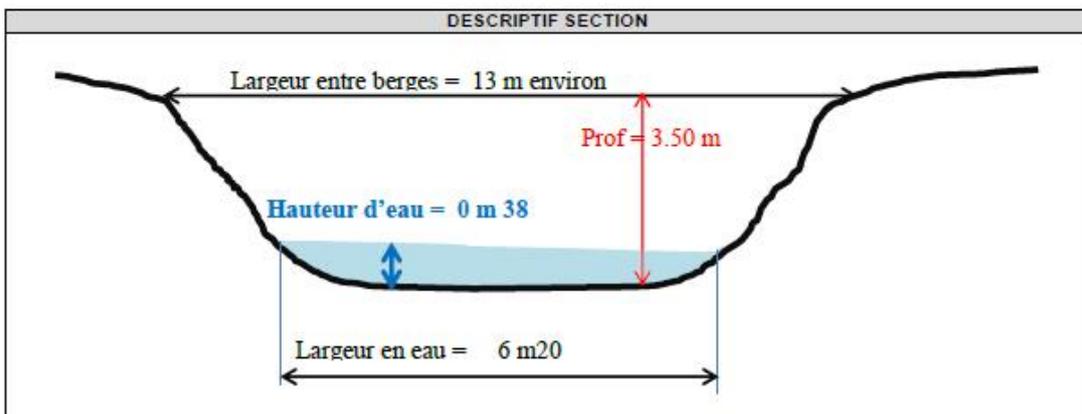
LOCALISATION

| | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Bègles (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,79556° W 0,54929° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 419 392 Y = 6 417 020 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Gironde |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

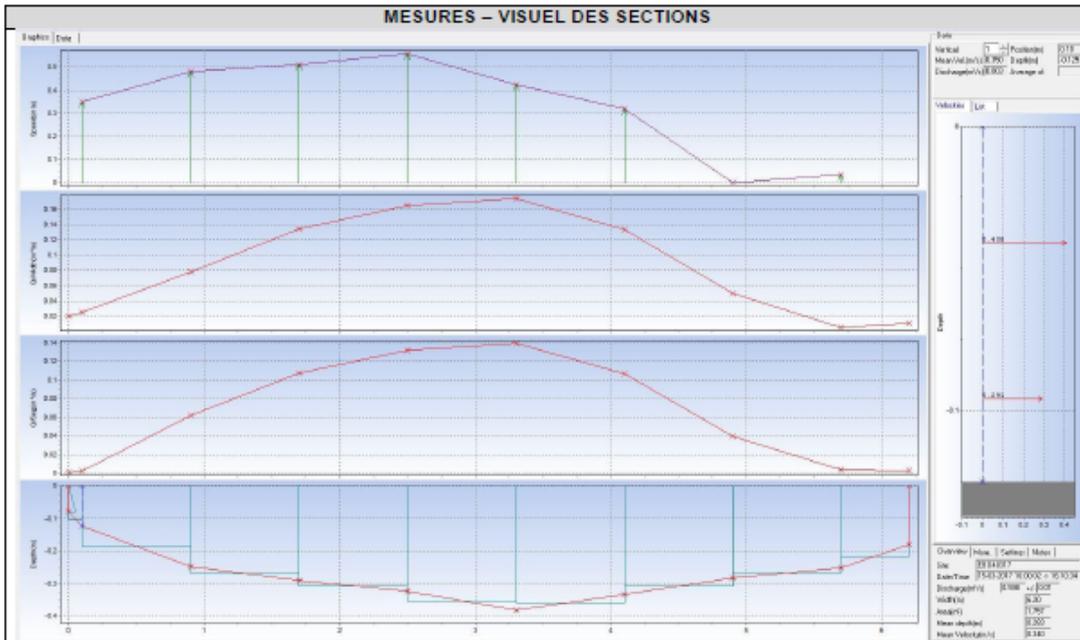
PHOTOS



DESRIPTIF SECTION

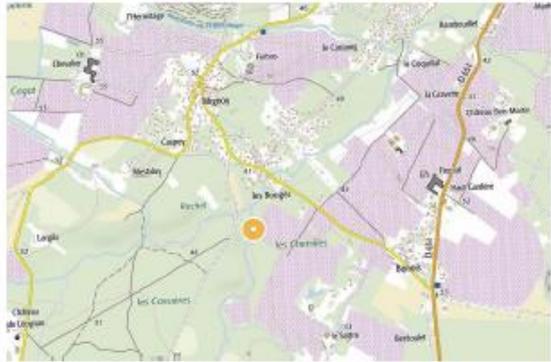


| SYNTHÈSE DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 15/03/2017 | 0.598 m ³ /s | 0.38 | 6.20 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUGEAGES EAU BLANCHE 1

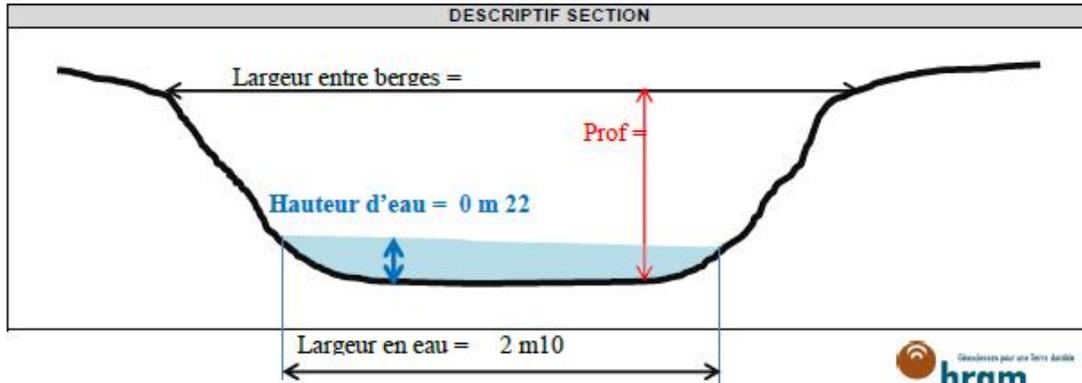
LOCALISATION

| | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Léognan (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,71148° W 0,62027° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 413 356 Y = 6 407 945 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Burdigalien – calcaire gréseux, faluns de Léognan (en bordure de la formation de Belin) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | Prendre chemin de Caupey puis piste DFCI n°15 de Bougès. Prendre le petit chemin à gauche après le pont |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

PHOTOS

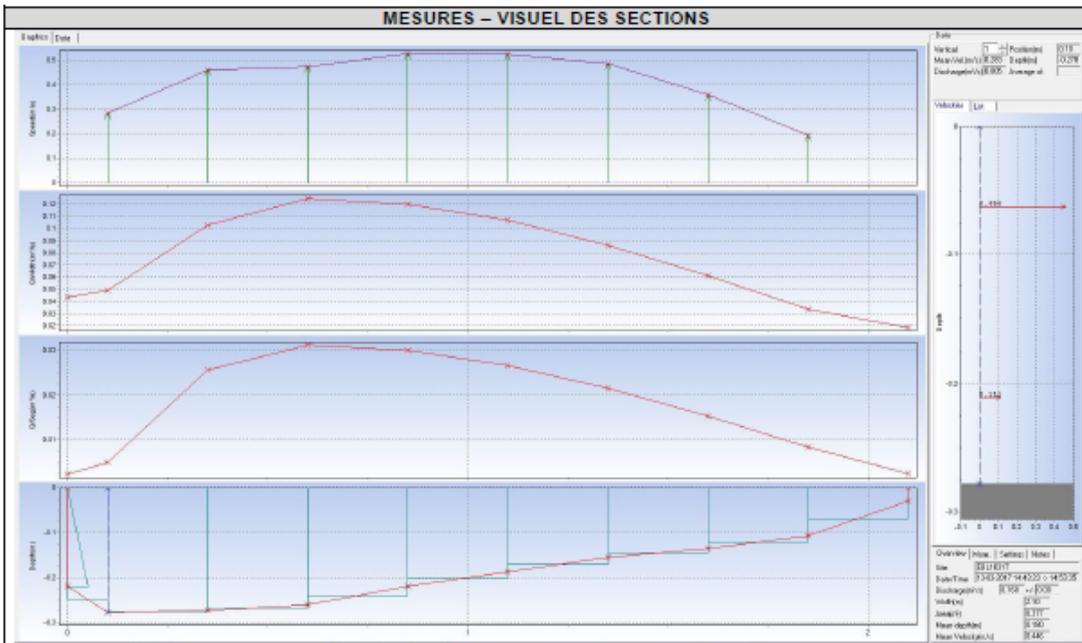


DESCRIPTIF SECTION





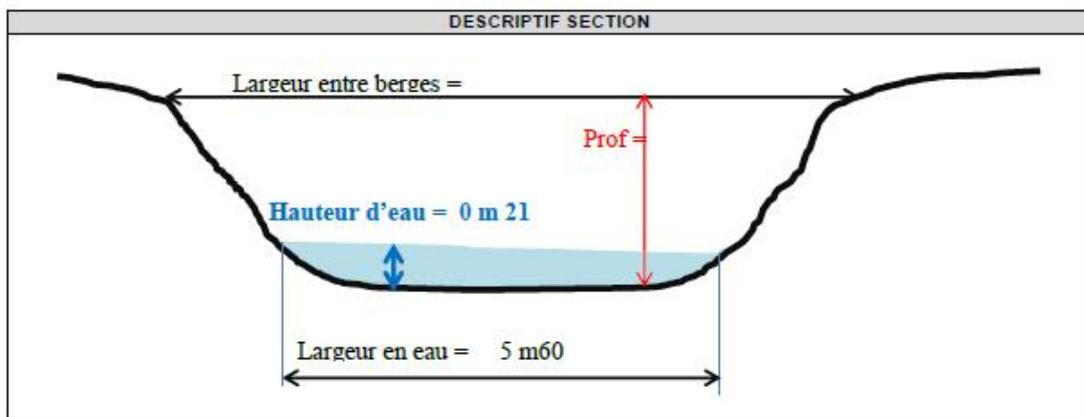
| SYNTHÈSE DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 13/03/2017 | 0.171 m3/s | 0.22 | 2.10 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUAGES EAU BLANCHE 2

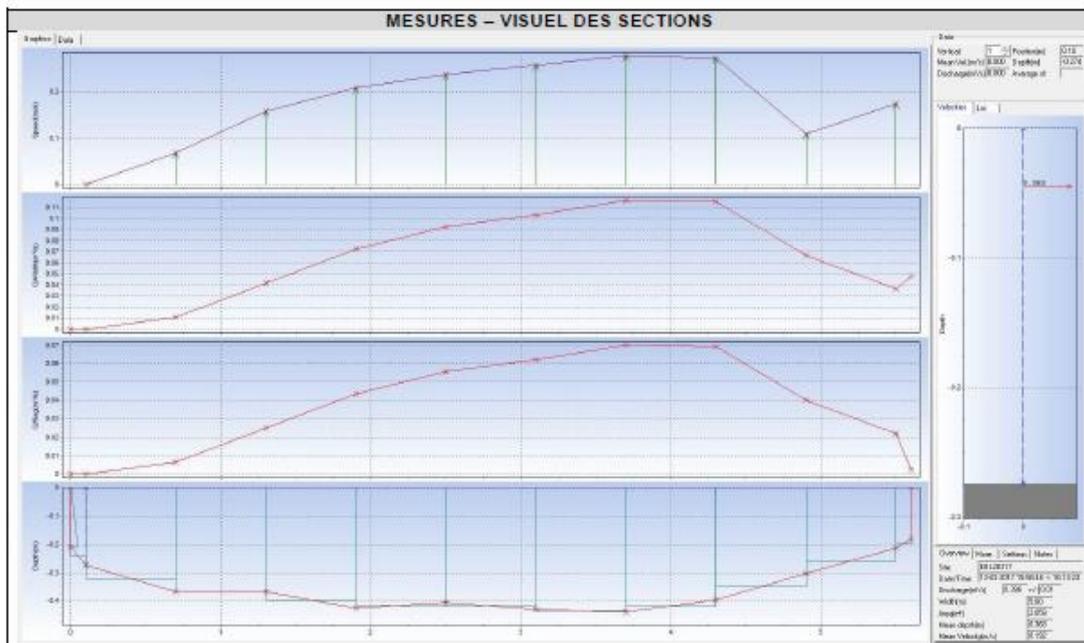
| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | Léognan (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,72623° W 0,60043° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 415 000 Y = 6 409 510 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Burdigalien – calcaire gréseux, faluns de Léognan |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 320AA01 – Faluns, grès et calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien du Bassin aquitain |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 13/03/2017 | 0.408 m3/s | 0.21 | 5.60 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

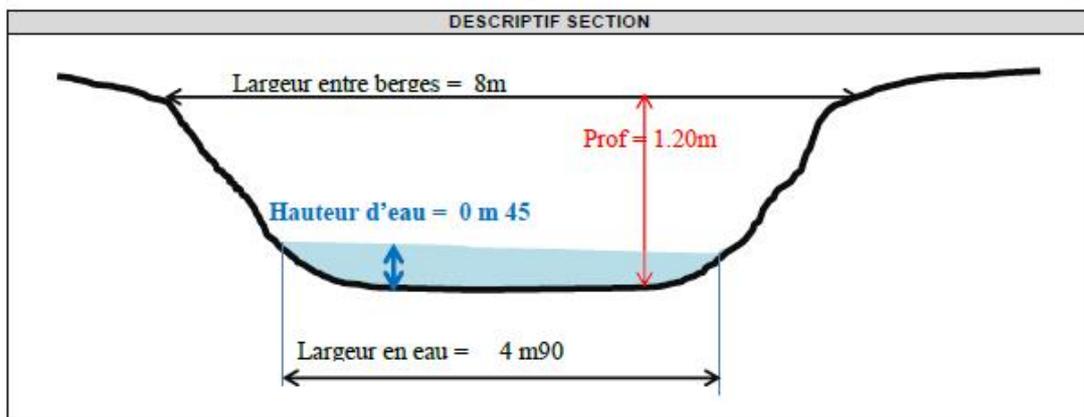




JAUAGES EAU BLANCHE 3

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Léognan (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,75712° W 0,55707° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 418 585 Y = 6 412 782 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Oligocène moyen – calcaire à Astéries et calcaire à Archacines |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 324AA01 – Calcaire à astéries, faluns et grès de l'Oligocène à l'ouest de la Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS | |
|--------|--|
| | |



| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 14/03/2017 | 0.479 m3/s | 0.45 | 4.90 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



JAUAGES EAU BLANCHE 4

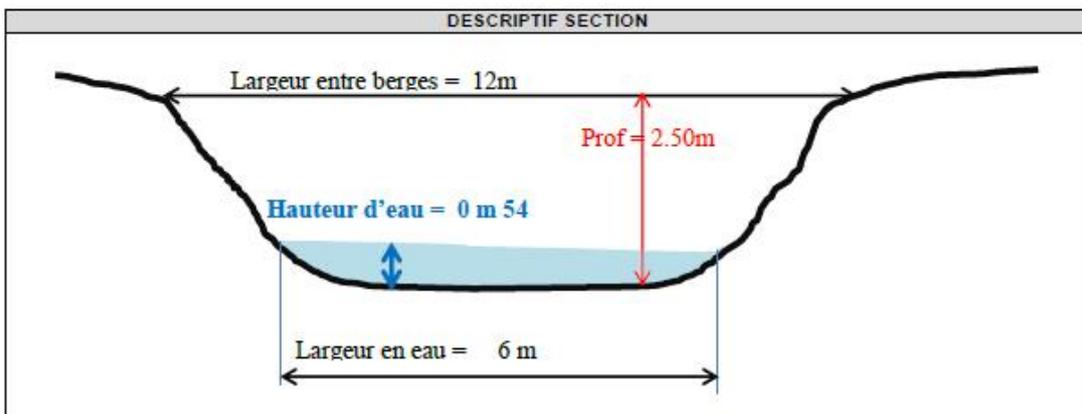
LOCALISATION

| | | |
|---|---|--|
|  | Commune Lieu-dit | Courréjean (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,77224° W 0,53006° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 420 796 Y = 6 414 364 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 944AA01 – Alluvions flandriennes argileuses de la Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION



Annexe 5

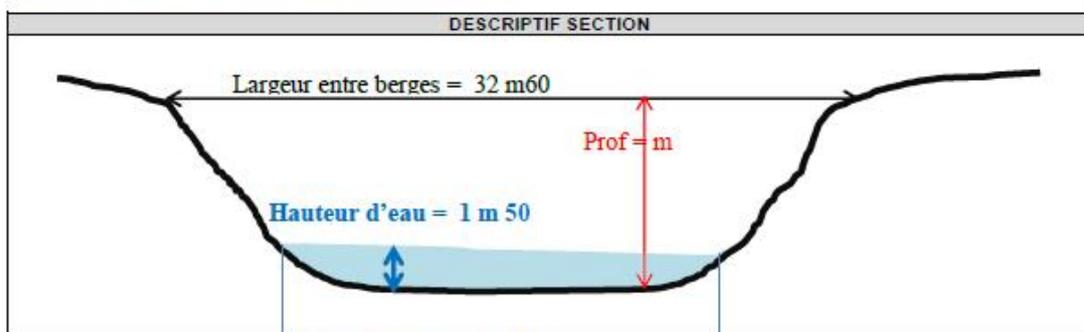
Fiches des points de jaugeage sur le littoral sud landais

| SYNTHESES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 06/03/2017 | En crue (v = 0,4 m/s) | 1,4 m | 16,7 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

JAUAGES CONTIS

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
| | Commune Lieu-dit | Contis les Bains (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,08606° W 1,30993° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 355 010 Y = 6 341 313 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Complexe dunaire |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AA01 – Sables dunaires du littoral aquitain (Plio-Quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| Contact | | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |



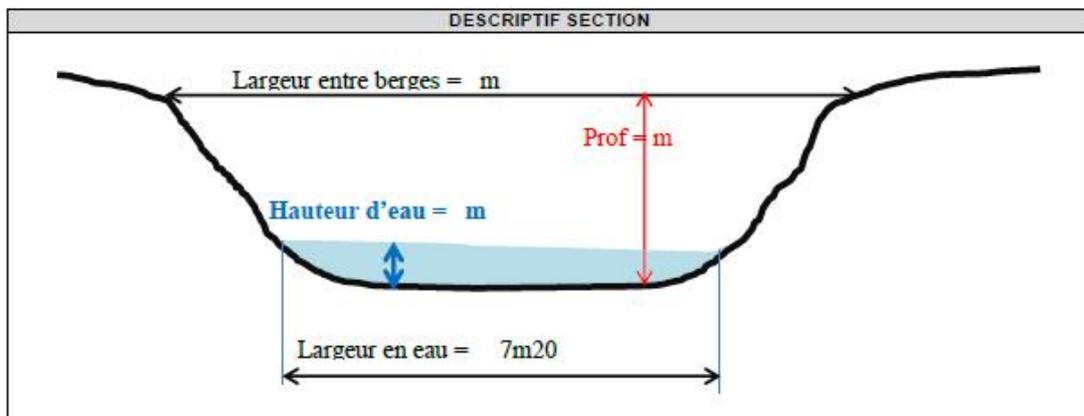
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 08/03/2017 | En crue | 1,5 m | 18 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

JAUAGES PALUE POINT A

| LOCALISATION | | |
|---|--|---|
|  | Commune Lieu-dit | St Michel Escalus (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 43,88049° W -1,24880° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 358 670 Y = 6 318 239 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sables dunaires et sables des Landes (Plio-Quaternaire) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AA02 – Sables flamandiers et argiles du gurg du littoral aquitain |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



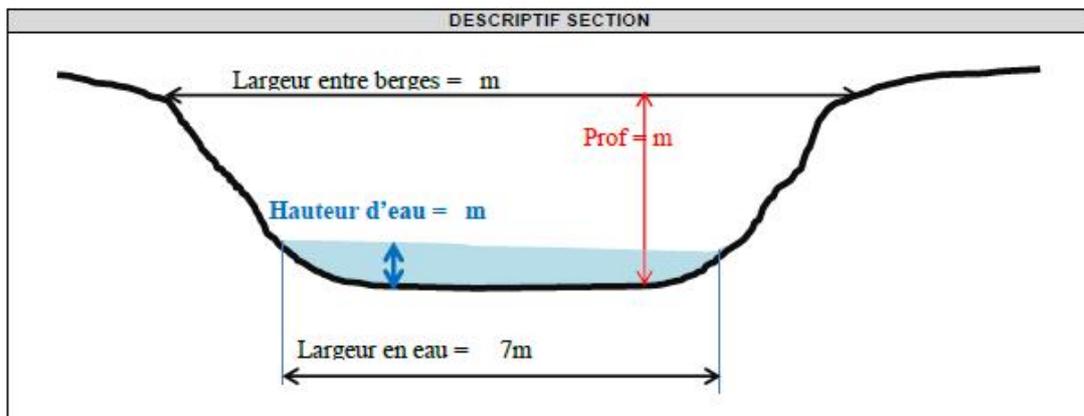
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 07/03/2017 | 0.086 | | 7.20 | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES – VISUEL DES SECTIONS |
|-------------------------------|
| |

Jaugeages PALUE POINT B

| LOCALISATION | | |
|---|---|---|
|  | <i>Commune Lieu-dit</i> | Castets (33) |
| | <i>Coordonnées WGS84</i> | N 43,88583° W -1,18117° |
| | <i>Coordonnées RGF93</i> | X = 364 129 Y = 6 318 542 |
| | <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | |
| | <i>Géologie de surface</i> | Sables dunaires et sables des Landes (Plio-Quaternaire) |
| | <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 308AC01 – Sables des Landes et de Castets (Plio-Quaternaire) |
| | <i>Accessibilité</i> | |
| | <i>Contact</i> | |
| <i>Localisation - point de repère amont / aval</i> | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



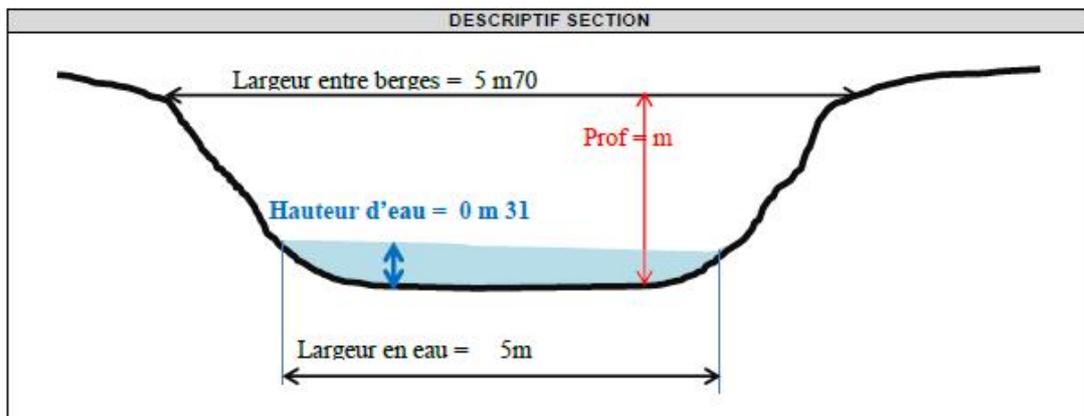
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 07/03/2017 | 1.454 m ³ /s | | 7.0 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Jaugeages SOUSTONS POINT A

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Soustons (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 43,77404° W -1,29283° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 354 494 Y = 6 306 619 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions anciennes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 306AA01 – Moyennes terrasses (sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour-Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



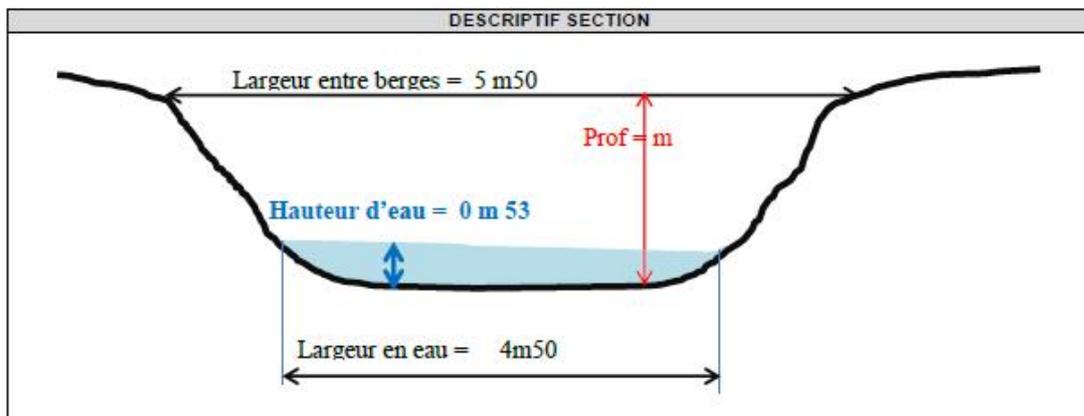
| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 07/03/2017 | 0.055 m ³ /s | 0.31 m | 5.7 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES SOUSTONS POINT B

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Soustons (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 43,74865° W -1,34361° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 350 256 Y = 6 304 025 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Alluvions récentes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 306AA01 – Moyennes terrasses (sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour-Garonne |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



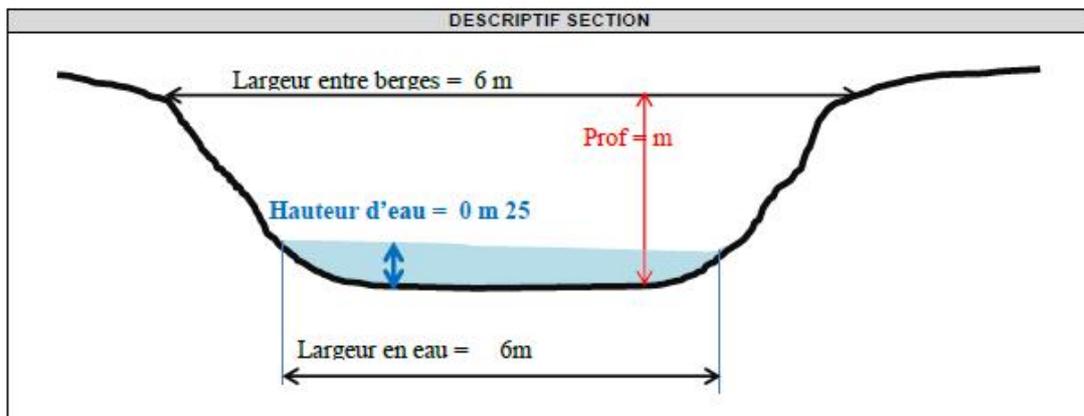
| SYNTHÈSE DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 07/03/2017 | 0.550 m ³ /s | 0.53 m | 5.5 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES SOUSTONS POINT C

| LOCALISATION | | |
|---|--|--|
|  | Commune Lieu-dit | Soustons (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 43,78658° W -1,40141° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 345 841 Y = 6 308 491 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sables dunaires et sables des Landes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AA01 - Sables dunaires du littoral aquitain (Plio-Quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| Localisation - point de repère amont / aval | | |

| PHOTOS |
|--------|
| |



| SYNTHÈSES DES MESURES | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 07/03/2017 | 1.257 m ³ /s | 0.25 m | 6.00 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Annexe 6

Fiches des points de jaugeage à l'est du Bassin d'Arcachon

JAUAGES HARBARIS

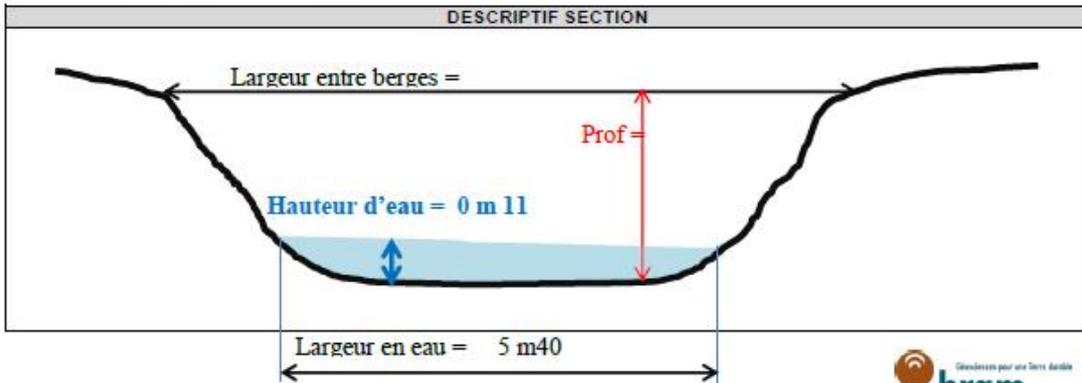
LOCALISATION

| | | |
|---|---|--|
|  | Commune Lieu-dit | Andernos les Bains (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,84662° W 0,03480° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 377 158 Y = 6 416 745 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Sables dunaires et sables des Landes |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC01 – Sables des Landes et des Castets (Plio-Quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

PHOTOS



DESCRIPTIF SECTION



| |
|--|
| |
|--|

| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 10/03/2017 | 0.289 m ³ /s | 0.11 m | 5.4 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

JAUGEAGES TAGON

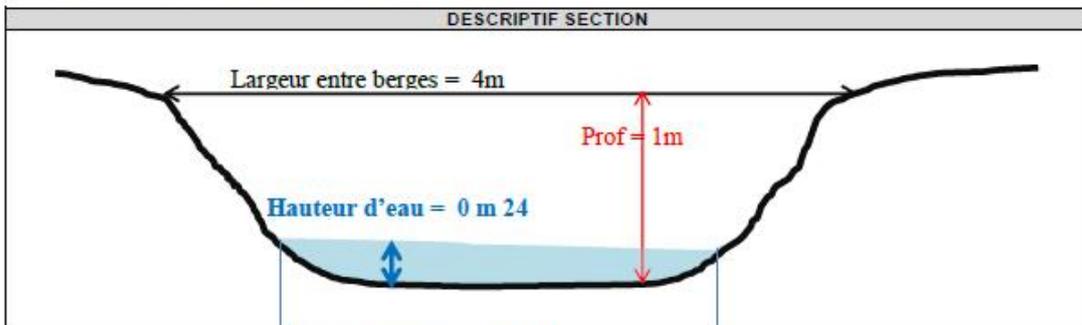
LOCALISATION

| | | |
|---|---|---|
|  | Commune Lieu-dit | Biganos (33) |
| | Coordonnées WGS84 | N 44,85912° W 0,98906° |
| | Coordonnées RGF93 | X = 383 886 Y = 6 403 544 |
| | Altitude au sol (mNGF) | |
| | Géologie de surface | Formation de Belin (Plio-Quaternaire) |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 – Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) |
| | Accessibilité | |
| | Contact | |
| | Localisation - point de repère amont / aval | |

PHOTOS



DESRIPTIF SECTION



| SYNTHSES DES MESURES | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| Date | Débit mesuré | Hauteur d'eau max | Largeur de la section | Hauteur d'eau point de référence (échelle limnimétrique ?) |
| 10/03/2017 | 0.092 m ³ /s | 0.24 m | 3.1 m | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MESURES - VISUEL DES SECTIONS | |
|-------------------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Annexe 7

Fiches des points de pompages d'essai sur le territoire du SAGE "Midouze"

ESSAI N°1

LOCALISATION



| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Commune Lieu-dit | Lencouacq (40) Grand Hort | |
| Code BSS | 08985X0189/F (BSS002BXXM) | |
| Coordonnées RGF93 | X = 428 312 Y = 6 343 377 | |
| Altitude au sol (mNGF) | 110 (estimé) | |
| Géologie de surface | Plio-Quaternaire - Formation d'Onesse | |
| Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 - Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) | |
| Coupe géologique / lithologique | 0 – 9 m 9 – 20 m | Formation d'Onesse Formation d'Arenosse |
| Accessibilité | Chemin, RAS | |
| Contact | - | |

CARACTERISTIQUES DES PUIITS / FORAGES

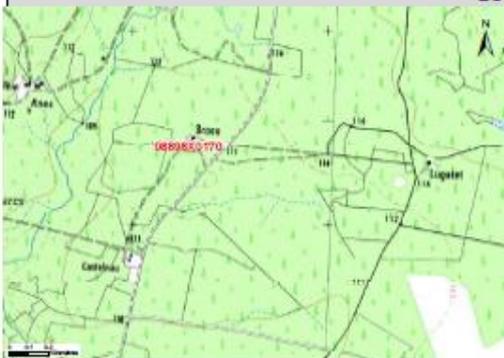
| | Ouvrage pompé | Point de suivi |
|--|--|--------------------|
| Dénomination : | - | - |
| Nature : | Forage | Piézomètre |
| Utilisation : | DFCI | Mesure |
| Repère des mesures | | |
| Profondeur (m) : | 20,2 (mesuré) | 15,7 |
| Date de réalisation / entreprise | - | 2016 / Aquifor |
| Débit d'exploitation (m ³ /h) : | - | - |
| Géologie de surface : | Formation d'Onesse | Formation d'Onesse |
| Aquifère capté : | Nappe libre du Plio-quaternaire (formations d'Onesse et Arenosse) | |
| Détail de la coupe technique | | |
| Tube plein : matériau / diamètre (mm) | | PVC 112 mm |
| profondeur (m) | | 0 à 3 m |
| Crépines : matériaux / diamètre (mm) | | PVC 112 mm |
| profondeur (m) | | 3 à 15 m |
| Distance à l'ouvrage pompé (m) | - | 29,3 |

DONNEES HYDRAULIQUES

| | | |
|---|---|-------------------------|
| Début du pompage (date – heure) | 20/07/2016 13:25 | |
| Fin du pompage (date – heure) | 21/07/2016 13:30 | |
| Durée du pompage | 24 h | |
| Prestataire / matériel | Aquifor / pompe immergée | |
| Modalités de rejet | - | |
| Conditions climatiques et hydrologiques lors de l'essai | Ensoleillé. Période d'été, tarissement consécutif à un mois de juin particulièrement pluvieux | |
| Débit de pompage (m ³ /h) | 60 | |
| Niveau piézométrique initial (m/repère) | 2,25 | 2,25 |
| Niveau piézométrique en fin de pompage | 7,21 | 7,72 |
| Transmissivité (m ² /s) | 2,50 x 10 ⁻² | 2,44 x 10 ⁻² |
| Coefficient d'emmagasinement | | 1,20 x 10 ⁻³ |

ESSAI N°2

LOCALISATION



| | | |
|---|--|---|
| <i>Commune</i> | Lencouacq (40) | |
| <i>Lieu-dit</i> | Grand Hort | |
| <i>Code BSS</i> | 089850170/F (BSS002BXY) | |
| <i>Coordonnées RGF93</i> | X = 430 367 Y = 6 344 037 | |
| <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | 111 (estimé) | |
| <i>Géologie de surface</i> | Plio-Quaternaire - Formation d'Onesse | |
| <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 308AC03 - Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) | |
| <i>Coupe géologique / lithologique</i> | 0 – 9 m 9 – 20 m | Formation d'Onesse Formation d'Arengosse |
| <i>Accessibilité</i> | Chemin, RAS | |
| <i>Contact</i> | - | |

CARACTERISTIQUES DES PUIITS / FORAGES

| | Ouvrage pompé | Point de suivi |
|---|---|--------------------|
| <i>Dénomination :</i> | - | - |
| <i>Nature :</i> | Forage | Piézomètre |
| <i>Utilisation :</i> | DFCI | Mesure |
| <i>Repère des mesures</i> | | |
| <i>Profondeur (m) :</i> | 19 (mesuré) | 15 |
| <i>Date de réalisation / entreprise</i> | - | 2016 / Aquifor |
| <i>Débit d'exploitation (m³/h) :</i> | - | - |
| <i>Géologie de surface :</i> | Formation d'Onesse | Formation d'Onesse |
| <i>Aquifère capté :</i> | Nappe libre du Plio-quaternaire (formations d'Onesse et Arengosse) | |
| <i>Détail de la coupe technique</i> | | |
| <i>Tube plein : matériau / diamètre (mm)</i> | | PVC 112 mm |
| <i>profondeur (m)</i> | | 0 à 3 m |
| <i>Crépines : matériaux / diamètre (mm)</i> | | PVC 112 mm |
| <i>profondeur (m)</i> | | 3 à 15 m |
| <i>Distance à l'ouvrage pompé (m)</i> | - | 24,3 |

DONNEES HYDRAULIQUES

| | | |
|--|--|-------------------------|
| <i>Début du pompage (date – heure)</i> | 25/07/2016 08:17 | |
| <i>Fin du pompage (date – heure)</i> | 26/07/2016 08:32 | |
| <i>Durée du pompage</i> | 24 h | |
| <i>Prestataire / matériel</i> | Aquifor / pompe immergée | |
| <i>Modalités de rejet</i> | - | |
| <i>Conditions climatiques et hydrologiques lors de l'essai</i> | Période d'étiage, tarissement consécutif à un mois de juin particulièrement pluvieux | |
| <i>Débit de pompage (m³/h)</i> | 60 | |
| <i>Niveau piézométrique initial (m/repère)</i> | 2,56 | 2,71 |
| <i>Niveau piézométrique en fin de pompage</i> | 7,25 | 3,30 |
| <i>Transmissivité (m²/s)</i> | 4,40 x 10 ⁻⁴ | 3,80 x 10 ⁻⁴ |
| <i>Coefficient d'emmagasinement</i> | | 1,20 x 10 ⁻³ |



ESSAI N°3

| LOCALISATION | | |
|---|------------------------------------|--|
|  | Commune Lieu-dit | Lencouacq (40) Treuil |
| | Code BSS | 08998X0171/F (BSS002BXMZ) |
| | Coordonnées RGF93 | X = 429 675 Y = 6 339 594 |
| | Altitude au sol (mNGF) | 110 (estimé) |
| | Géologie de surface | Plio-Quaternaire - Formation d'Onesse |
| | Entité hydrogéologique affleurante | 308AC03 - Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) |
| | Coupe géologique / lithologique | 0 – 5 m Formation d'Onesse |
| | Accessibilité | Chemin, RAS |
| | Contact | - |

| CARACTERISTIQUES DES PUIITS / FORAGES | | |
|--|---|--------------------|
| | Ouvrage pompé | Point de suivi |
| Dénomination : | - | - |
| Nature : | Puits | Piézomètre |
| Utilisation : | Domestique | Mesure |
| Repère des mesures | | |
| Profondeur (m) : | 3,9 (mesuré) | 5 |
| Date de réalisation / entreprise | - | 2016 / Aquifor |
| Débit d'exploitation (m ³ /h) : | - | - |
| Géologie de surface : | Formation d'Onesse | Formation d'Onesse |
| Aquifère capté : | Nappe libre du Plio-quaternaire (formations d'Onesse et Arengosse) | |
| Détail de la coupe technique | | |
| Tube plein : matériau / diamètre (mm) | | - |
| profondeur (m) | | - |
| Crépines : matériaux / diamètre (mm) | | PVC 112 mm |
| profondeur (m) | | 0 à 5 m |
| Distance à l'ouvrage pompé (m) | - | 3 |

| DONNEES HYDRAULIQUES | | |
|---|--|------|
| Début du pompage (date – heure) | 01/08/2016 11:29 | |
| Fin du pompage (date – heure) | 01/08/2016 13:30 | |
| Durée du pompage | 2 h | |
| Prestataire / matériel | Aquifor / pompe immergée | |
| Modalités de rejet | - | |
| Conditions climatiques et hydrologiques lors de l'essai | Période d'étiage, tarissement consécutif à un mois de juin particulièrement pluvieux | |
| Débit de pompage (m ³ /h) | 0,4 | |
| Niveau piézométrique initial (m/repère) | 2,45 | 2,91 |
| Niveau piézométrique en fin de pompage | 3,37 | 3,07 |
| Transmissivité (m ² /s) | 8,00 x 10 ⁻⁴ ? | |
| Coefficient d'emmagasinement | | |

ESSAI N°5

LOCALISATION



| | |
|---|--|
| <i>Commune</i> | Losse (40) |
| <i>Lieu-dit</i> | Leston |
| <i>Code BSS</i> | 09007X0238/F (BSS002BZNV) |
| <i>Coordonnées RGF93</i> | X = 462 368 Y = 6 341 161 |
| <i>Altitude au sol (mNGF)</i> | 153 (estimé) |
| <i>Géologie de surface</i> | Plio-Quaternaire - Formation d'Onesse |
| <i>Entité hydrogéologique affleurante</i> | 308AC03 - Sables et graviers d'Onesse et de Belin (Plio-Quaternaire) |
| <i>Coupe géologique / lithologique</i> | |
| <i>Accessibilité</i> | Chemin, RAS |
| <i>Contact</i> | - |

CARACTERISTIQUES DES PUIITS / FORAGES

| | Ouvrage pompé | Point de suivi |
|---|--|--------------------|
| <i>Dénomination :</i> | - | - |
| <i>Nature :</i> | Forage | Piézomètre |
| <i>Utilisation :</i> | DFCI | Mesure |
| <i>Repère des mesures</i> | | |
| <i>Profondeur (m) :</i> | 21,3 (mesuré) | 15,8 |
| <i>Date de réalisation / entreprise</i> | - | 2016 / Aquifor |
| <i>Débit d'exploitation (m³/h) :</i> | - | - |
| <i>Géologie de surface :</i> | Formation d'Onesse | Formation d'Onesse |
| <i>Aquifère capté :</i> | Nappe libre du Plio-quaternaire (formation d'Onesse) | |
| <i>Détail de la coupe technique</i> | | |
| <i>Tube plein : matériau / diamètre (mm)</i> | | PVC 112 mm |
| <i>profondeur (m)</i> | | 0 à 3 m |
| <i>Crépines : matériaux / diamètre (mm)</i> | | PVC 112 mm |
| <i>profondeur (m)</i> | | 3 à 15 m |
| <i>Distance à l'ouvrage pompé (m)</i> | - | 14,2 |

DONNEES HYDRAULIQUES

| | | |
|--|--|------|
| <i>Début du pompage (date – heure)</i> | 03/08/2016 12:00 | |
| <i>Fin du pompage (date – heure)</i> | 04/08/2016 12:00 | |
| <i>Durée du pompage</i> | 24 h | |
| <i>Prestataire / matériel</i> | Aquifor / pompe immergée | |
| <i>Modalités de rejet</i> | - | |
| <i>Conditions climatiques et hydrologiques lors de l'essai</i> | Période d'étiage, tarissement consécutif à un mois de juin particulièrement pluvieux | |
| <i>Débit de pompage (m³/h)</i> | 8 m ³ /h | |
| <i>Niveau piézométrique initial (m/repère)</i> | 3,07 | 3,00 |
| <i>Niveau piézométrique en fin de pompage</i> | 6,65 | 3,47 |
| <i>Transmissivité (m²/s)</i> | 1,80 x 10 ⁻³ | |
| <i>Coefficient d'emmagasinement</i> | 3,90 x 10 ⁻⁴ | |





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

Direction régionale Nouvelle-Aquitaine
Parc Technologique Europarc
24 avenue Léonard de Vinci
33600 – Pessac – France
Tél. : 05 57 26 52 70