

**MISSIONS D'EXPERTISE EN LIEN AVEC LA MISE EN  
ŒUVRE DE RESSOURCES DE SUBSTITUTION**

**Mission 1**

**Audit des études NAG (Nappes Alluviales  
de la Garonne) et avis sur les propositions finales**

**ANALYSE HYDROGÉOLOGIQUE**

| Nom                    | Organisme                 | Tél.           | E-mail   | Diffusion                           |
|------------------------|---------------------------|----------------|--|-------------------------------------|
| F. LAPUYADE            | SMEGREG - CUB             | 05.56.79.76.23 | <a href="mailto:flapuyade@cu-bordeaux.fr">flapuyade@cu-bordeaux.fr</a>                 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mme. MICHAUD-AFANGNIKE | CUB<br>Centre Eau Potable | 05.56.93.67.89 | <a href="mailto:mmichaudafangnike@cu-bordeaux.fr">mmichaudafangnike@cu-bordeaux.fr</a> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| M. MORA                | CUB                       | 05.56.99.88.90 | <a href="mailto:mmora@cu-bordeaux.fr">mmora@cu-bordeaux.fr</a>                         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R. BERTILOTTI          | PROLOG INGENIERIE         | 01.45.23.49.77 | <a href="mailto:bertilotti@prolog-ingenierie.fr">bertilotti@prolog-ingenierie.fr</a>   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| S. REBOUL              | PROLOG INGENIERIE         | 01.45.23.49.77 | <a href="mailto:reboul@prolog-ingenierie.fr">reboul@prolog-ingenierie.fr</a>           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| P. BERTHOME            | PROLOG INGENIERIE         | 01.45.23.49.77 | <a href="mailto:berthome@prolog-ingenierie.fr">berthome@prolog-ingenierie.fr</a>       | <input checked="" type="checkbox"/> |
| F. MOREAU              | HYGEO                     | 05.49.30.05.88 | <a href="mailto:cf.moreau@hygeo.fr">cf.moreau@hygeo.fr</a>                             | <input checked="" type="checkbox"/> |
| V. BORNE               | CALLIGEE                  | 02.40.14.33.71 | <a href="mailto:v.borne@calligee.fr">v.borne@calligee.fr</a>                           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A. BOUVIER             | CALLIGEE                  | 02.40.14.33.71 | <a href="mailto:antoin.p.bouvier@wanadoo.fr">antoin.p.bouvier@wanadoo.fr</a>           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| J. CHEVALIER           |                           | 05.53.68.75.23 | <a href="mailto:j.chevalier.ing@free.fr">j.chevalier.ing@free.fr</a>                   | <input checked="" type="checkbox"/> |

| Version | Etat       | Date       | Rédigé par   | Vérifié par   |
|---------|------------|------------|--|---------------|
| 0       | Provisoire | 18/07/2012 | F. MOREAU  | F. MOREAU     |
| 1       | Provisoire | 03/08/2012 | F. MOREAU  | F. MOREAU     |
| 2       | Provisoire | 13/09/2012 | F. MOREAU (hydrogéologie),<br>V. BORNE (géophysique) | F. MOREAU     |
| 3       | Définitif  | 30/09/2012 | F. MOREAU  | R. BERTILOTTI |

## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PRÉAMBULE .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2. REMARQUE PRÉLIMINAIRE .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3. ANALYSE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>   | <b>3</b>  |
| 3.1. LE PROJET DE POMPAGE PRIMAIRE DANS LES ALLUVIONS DE LA GARONNE DU SECTEUR D'ARBANATS-PODENSAC .....   | 3         |
| 3.1.1. <i>Principales caractéristiques techniques du projet de pompage primaire .....</i>  | 3         |
| 3.1.2. <i>Analyse hydrogéologique du projet de pompage primaire dans les alluvions de la Garonne .....</i>   | 6         |
| 3.2. LE PROJET DE RÉALIMENTATION ARTIFICIELLE SUR LES HAUTES TERRASSES ALLUVIALES DU SECTEUR DE GRANGE-NEUVE À PORTETS ET DE POMPAGE SECONDAIRE DANS LA NAPPE DE L'OLIGOCÈNE ..... | 8         |
| 3.2.1. <i>Principales caractéristiques techniques du projet de réalimentation artificielle et de pompage secondaire.....</i>   | 8         |
| 3.2.2. <i>Analyse hydrogéologique du projet de réalimentation artificielle sur les hautes terrasses alluviales de Grange-Neuve.....</i>  | 9         |
| 3.2.3. <i>Analyse hydrogéologique du projet de pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène.....</i>  | 11        |
| <b>4. ANALYSE GEOPHYSIQUE .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>5. CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>  | <b>14</b> |

## LISTE DES FIGURES

|   |   |
|---|---|
| Figure n° 1 – Localisation des ressources primaires et secondaires ainsi que des forages testés et projetés - (extrait cartes IGN 1537E LA BRÈDE, 1637O PODENSAC, 1538E LANDIRAS, 1638O LANGON) ..... | 4 |
| Figure n° 2 – Contexte géologique des forages testés et projetés (extrait cartes géologiques BRGM 827 Pessac, 828 Podensac, 851 Hosteins, 852 Langon).....  | 5 |

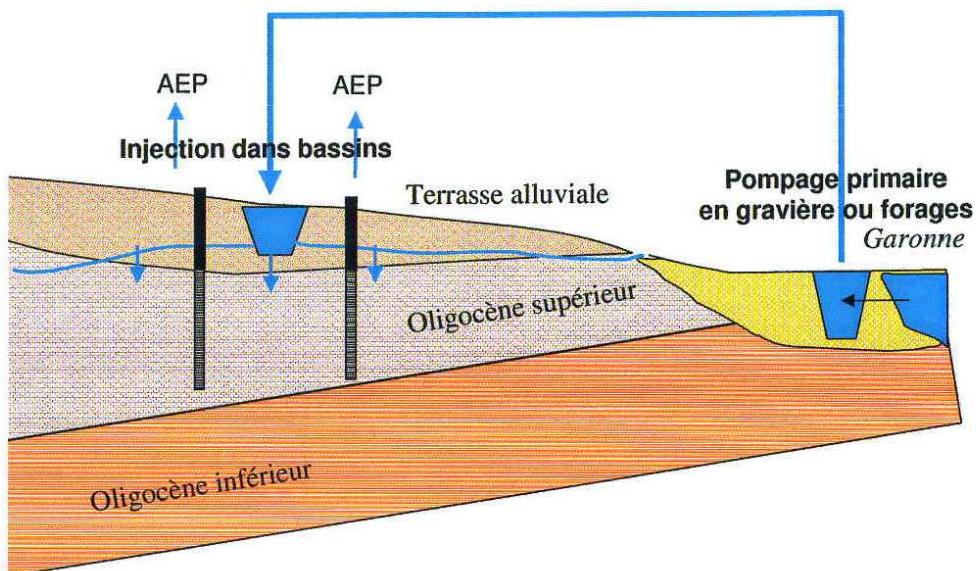
## 1. PRÉAMBULE

La présente note présente l'analyse hydrogéologique et géophysique des études NAG (Nappes Alluviales de la Garonne) conduites en 2008 et 2009 principalement, par LYONNAISE DES EAUX FRANCE, concessionnaire du Service de l'Eau de la COMMUNAUTÉ URBAINE DE BORDEAUX, dans le cadre de la mise en œuvre de ressources en eau de substitution.

Le projet NAG est apparu comme une solution intéressante, en raison de son caractère innovant, de son fort potentiel et de la bonne qualité attendue de l'eau.

Il s'appuie sur le procédé (Bi'Eau), développé par LYONNAISE DES EAUX FRANCE et son centre de recherche et d'expertise le CIRSEE, met en œuvre deux passages successifs de l'eau dans le sous-sol et fait appel à la technologie de la réalimentation artificielle de nappe. Il associe trois dispositifs :

- un système de prélèvement en nappe, appelé "pompage primaire", dans un secteur où la recharge de la nappe est rapide et importante (le long d'une rivière ou au sein d'une gravière), et où elle bénéficie d'une filtration naturelle dans le sous-sol, en milieu réducteur ;
- un système de "réalimentation artificielle" (bassin de surface ou gravière), en milieu oxydant. L'eau issue du pompage primaire est envoyée dans des bassins de réalimentation artificielle où elle s'infiltra vers la nappe subissant une deuxième filtration ;
- un second système de prélèvement en nappe appelé "pompage secondaire", situé à proximité des bassins d'infiltration, alimentant l'usine de traitement.



## 2. REMARQUE PRÉLIMINAIRE

La présente note constitue un document définitif qui s'attache à émettre un avis sur les volets hydrogéologique et géophysique du dossier et notamment sur les interprétations qui y sont prononcées, sans faire mention des imprécisions et inexactitudes relevées à la lecture de certains documents qui affectent davantage leur lisibilité et donc leur compréhension que leurs conclusions.

## 3. ANALYSE HYDROGEOLOGIQUE

### 3.1. Le projet de pompage primaire dans les alluvions de la Garonne du secteur d'Arbanats-Podensac

#### 3.1.1. Principales caractéristiques techniques du projet de pompage primaire

(cf. figure 1 : localisation sur fond IGN à 1/25 000 et figure 2 : localisation sur fond géologique à 1/50 000)

La ressource primaire mobilisée proviendra, selon le volet "Evaluation économique et financière" de l'étude de faisabilité technique, juridique et financière des solutions de substitution pour la mise en application de SAGE Nappes Profondes de Gironde réalisée par le SMEGREG en février 2010 sur la base d'une production de 1 200 m<sup>3</sup>/h définie à partir du programme d'essais et d'investigations réalisé en 2008 par SAFEGER :

- de la nappe des alluvions de la Garonne (alluvions récentes) sur la commune de Podensac :
  - 10 forages, dont 9 sur le cordon entre gravière de Podensac et Garonne, à un débit unitaire de 120 m<sup>3</sup>/h ;
  - avec un fonctionnement 24 heures/24, 90 % du temps du fait des aléas liés aux inondations d'une part, 90 % du temps du fait des aléas de pollutions de la Garonne d'autre part ;
- de la source de Podensac (nappe de l'Oligocène), utilisée pour alimenter la gravière de Podensac à un débit de 400 m<sup>3</sup>/h.

Le champ captant ainsi constitué possèdera un débit potentiel de 1 200 m<sup>3</sup>/h et une capacité globale de production de 8,5 millions de m<sup>3</sup>/an.

Il est prévu un traitement des pesticides par une filière charbon actif.

**Figure n° 1 – Localisation des ressources primaires et secondaires ainsi que des forages testés et projetés - (extrait cartes IGN 1537E LA BRÈDE, 1637O PODENSAC, 1538E LANDIRAS, 1638O LANGON)**

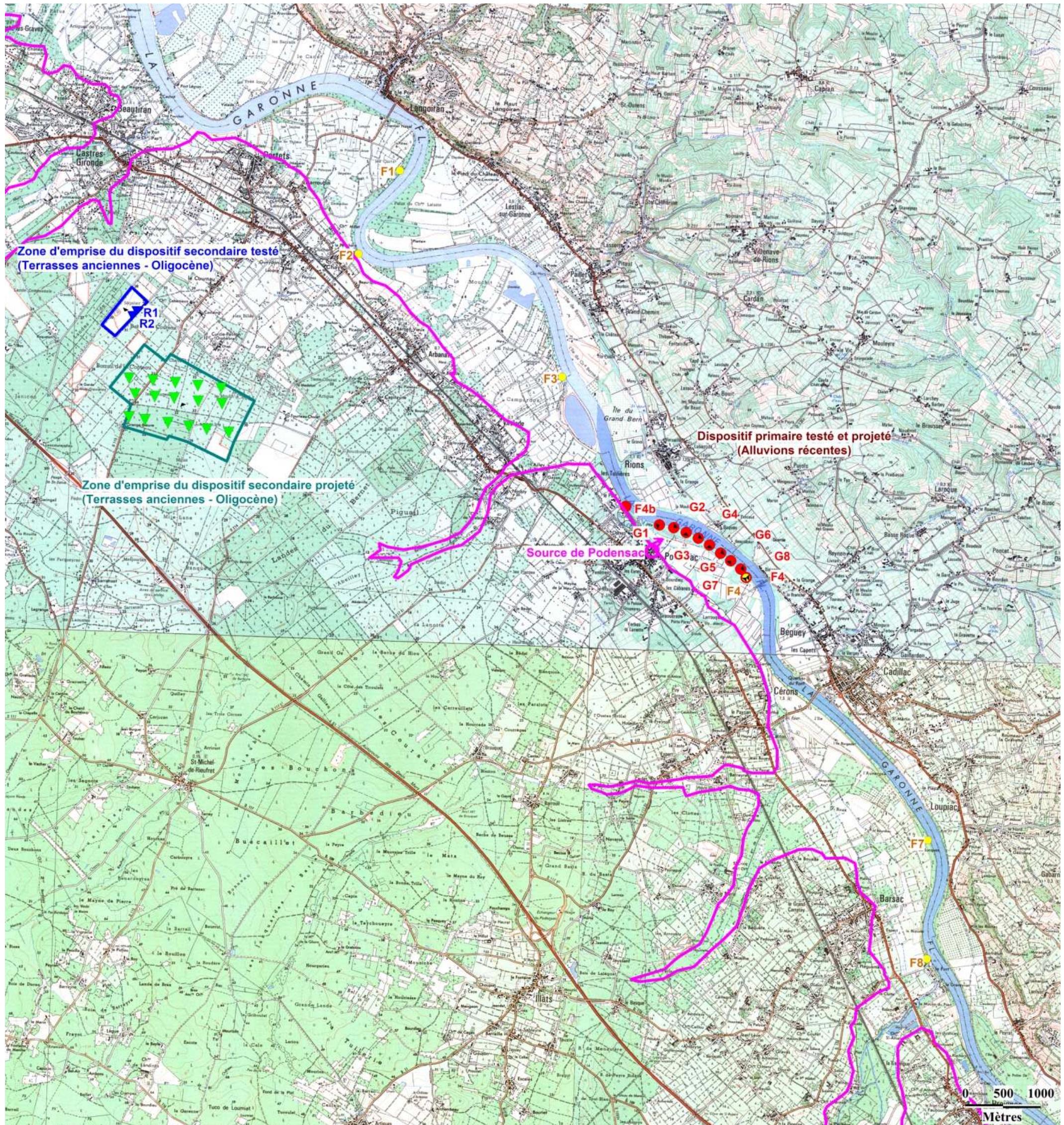


Figure 1 : Localisation des ressources primaires et secondaires ainsi que des forages testés et projetés

(extraits cartes IGN 1537E - La Brède, 1637O - Podensac, 1538E - Landiras et 1638O - Langon à 1/25 000)

- Limite ressource primaire / ressource secondaire
- Site testé de Ségalier
- Site projeté de Grange-Neuve
- ▼ Forage testé (calcaires Oligocène)
- ▼ Forage projeté (calcaires Oligocène)
- Forage testé (alluvions récentes)
- Forage projeté (alluvions récentes)

**Figure n° 2 – Contexte géologique des forages testés et projetés (extrait cartes géologiques BRGM 827 Pessac, 828 Podensac, 851 Hostens, 852 Langon)**

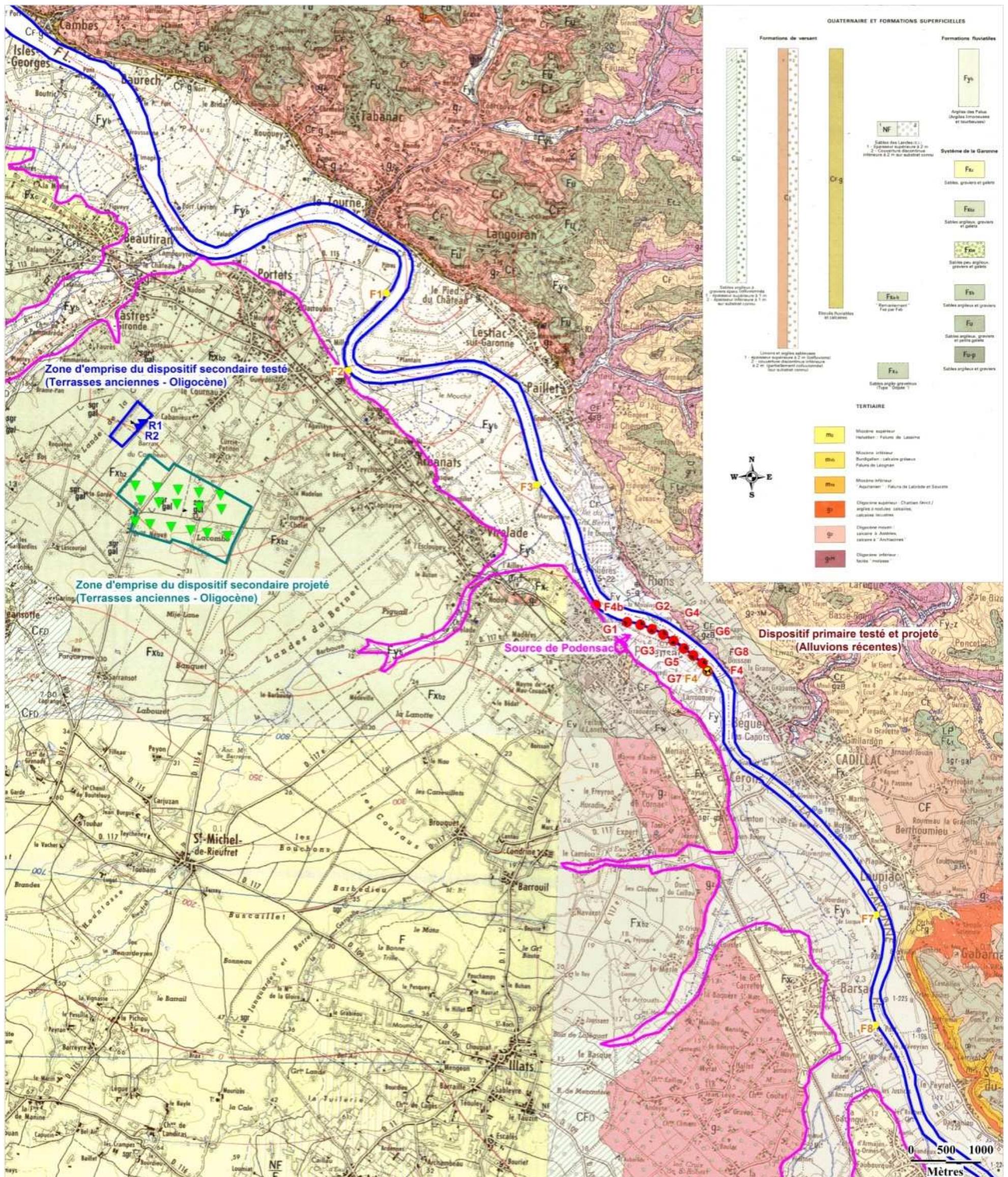


Figure 2 : Contexte géologique des forages testés et projetés

(extraits cartes géologiques BRGM 827 - Pessac, 828 - Podensac, 851 - Hostens et 852 - Langon à 1/50 000)

- Limite ressource primaire / ressource secondaire
- Forage testé (calcaires Oligocène)
- ▲ Forage projeté (calcaires Oligocène)
- Site testé de Ségalier
- ◆ Site projeté de Grange-Neuve
- Forage testé (alluvions récentes)
- Forage projeté (alluvions récentes)

### 3.1.2. Analyse hydrogéologique du projet de pompage primaire dans les alluvions de la Garonne

#### *3.1.2.1. Les sites testés : la nappe alluviale entre Portets et Podensac*

Les 6 forages d'essai creusés au havage en gros diamètre (associés à 7 piézomètres forés au marteau fond de trou en petit diamètre) d'août à novembre 2008 dans les berges de la Garonne entre Portets et Virelade au nord et entre Cérons et Podensac au sud, révèlent des productivités de la nappe des alluvions graveleuses captées variables :

- F1 (Portets) : débit potentiel évalué à moins de 70 m<sup>3</sup>/h, sans limite d'alimentation par la Garonne, avec coefficient d'emmagasinement captif ;
- F2 (Portets), F3 (Virelade), F4 (Podensac) : débits potentiels évalués à plus de 100 m<sup>3</sup>/h dans chaque forage, avec alimentation par la Garonne ;
- F7 et F8 (Barsac) : débits potentiels évalués à 20 m<sup>3</sup>/h et à plus de 80 m<sup>3</sup>/h respectivement, d'après les essais de puits (essais de nappe ininterprétables par suite d'une crue de la Garonne au début des pompages), possible alimentation par la Garonne.

Cette variabilité de productivité est due aux hétérogénéités locales des alluvions et/ou au colmatage des berges.

La qualité des eaux de ces forages testés est également variable, avec une composante commune pour F1, F2 et F3 (forte turbidité, teneur très élevée en fer total et dissous : de 4 à 11 mg/L, présence d'ammonium parfois importante : respectivement 0,71 ; 9,6 ; 0,83 mg/L). Des teneurs assez élevées en manganèse (0,12 à 0,50 mg/L) sont relevées sur tous les forages sauf F8. Une présence de nitrates (F7, F8) et de pesticides (F2, F8) apparaît également.

#### *3.1.2.2. Les sites projetés : la nappe alluviale entre Virelade et Podensac*

Les 10 forages d'exploitation envisagés en ressource primaire sont localisés entre les forages d'essai F3 et F4, dont les débits sont compatibles avec ceux du projet. Toutefois, compte tenu de la forte variabilité observée tant du débit que de la qualité des eaux, une phase complète de reconnaissance (géophysique, forages d'essai, analyses d'eau complètes y compris Cryptosporidium et Giardia) sera indispensable. La recherche de solutions de captage de meilleur rendement (puits à drains ou forages dirigés sous la Garonne) devra être envisagée si l'objectif quantitatif recherché n'est pas atteint. Des opérations fréquentes de régénération des ouvrages de captage pourront être aussi nécessaires et devront être intégrées dans le projet dès le stade de la conception. La mise en place de dispositifs de traitement en station (fer, manganèse) des eaux des forages primaires avant infiltration sera nécessaire, en sus du traitement des pesticides.

Au-delà du colmatage des ouvrages de captage, un colmatage des berges de la Garonne et de la gravière consécutif à l'exploitation de ces derniers, par entraînement de matières en suspension argileuses, est prévisible. De forts gradients de pression sont en effet attendus malgré les faibles vitesses de circulation de l'eau.

Il s'ensuit que le paramètre turbidité devra être suivi en continu lors de la phase d'essais, sur une longue période (au moins 1 an), y compris au sein de piézomètres intercalés entre les ouvrages et les berges, et en intégrant la connaissance sur l'étendue et la caractérisation du bouchon vaseux, dont la présence en étiage exceptionnel est attestée par la bibliographie. Ce dernier génère une forte turbidité (jusqu'à 1 g/L), une réduction de l'oxygène dissous et des risques accrus de concentration en métaux (zinc, cadmium). Il semble que le bouchon vaseux soit aujourd'hui plus dense et plus précoce.

On notera en revanche que la remontée vers l'amont des influences salines dans l'estuaire n'est pas constatée à Podensac. La teneur en chlorures de la Garonne ne dépassera pas la limite de qualité en eau brute de 200 mg/L requise par la réglementation actuelle.

Les ouvrages de captage sont tous situés dans le lit mineur de la Garonne, en zone inondable. L'impact de leur submersion par les crues de la Garonne sera pris en compte par des aménagements adaptés des têtes de captage, mais il est vraisemblable qu'il se traduise par un accroissement momentané de la turbidité de l'eau qui pourra entraîner l'arrêt temporaire préventif des pompages primaires. Cet aspect devra être précisé par des études plus approfondies, notamment sur la fréquence des crues et les risques de modification consécutive de la productivité des ouvrages.

Celles-ci apporteront aussi un éclairage sur les risques de contamination de la nappe alluviale et des captages primaires en cas de pollution accidentelle de la Garonne.

L'étude de la stabilité des berges de la Garonne et de la gravière doit être aussi engagée au stade de la conception du projet. Celle-ci pourra conduire à la nécessité de conforter les talus, les risques d'éboulement étant prévisibles en phase d'exploitation des 9 forages qui seront créés sur le cordon entre gravière et Garonne.

Un pompage direct dans la gravière de Podensac n'est pas envisagé. En revanche, dans la mesure où celle-ci contribuera à l'alimentation des forages primaires, il est prévu de dévier la source de Podensac dans la gravière, afin de réduire l'incidence quantitative des pompages, calculée par modélisation à 20 cm avec réalimentation au lieu de 80 cm sans réalimentation (\*). L'incidence qualitative d'une telle déviation de la source n'est pas traitée dans le dossier d'avant-projet : malgré la bonne qualité générale des eaux de la source (hors bactériologie – cf. *analyses d'eau des 6 août et 29 septembre 2008*), sa vulnérabilité est forte, notamment par sa position en aval du bourg de Podensac. Ce point n'est pas suffisamment pris en compte dans le projet, hormis par la gestion de crise post-pollution, les sources de contamination étant nombreuses et réelles (anciens puits devenus puisards, ...). La mise en place de servitudes de protection contraignantes et coûteuses étendues au bassin d'alimentation de la source de Podensac, dans le cadre de la procédure réglementaire de déclaration d'utilité publique des périmètres de protection des captages, sera inévitable.

L'ensemble de ces éléments sont de nature à remettre en cause le déversement de la source dans la gravière, dans la mesure où celle-ci contribuera à l'alimentation des forages primaires qui pourraient être contaminés en cas de pollution.

(\*) Les conditions de cette simulation ne sont pas connues à ce stade, notamment au niveau de la limite amont. Si un potentiel imposé y a été maintenu, la sensibilité de ce résultat en fonction de cette condition n'a pas été examinée, y compris en s'affranchissant de cette contrainte par l'introduction de flux d'eau transitant à travers cette limite amont (cf. *expertise du modèle hydrogéologique par M Gilles POREL en date du 4 mai 2009*). Cette analyse aurait permis de conclure sur la représentativité du calcul conduisant à un abaissement piézométrique de 20 cm dans la gravière après réalimentation par la source de Podensac.

### **3.1.2.3. Conclusion de l'analyse hydrogéologique du projet de pompage primaire dans les alluvions de la Garonne**

La faisabilité quantitative et qualitative du projet de ressource primaire semble possible sur la base des études réalisées à ce jour, mais n'est pas totalement acquise en raison des incertitudes qui subsistent sur :

- la productivité des ouvrages (forte variabilité),
- la qualité de l'eau (présence possible de turbidité, fer, manganèse, ammonium en concentration élevée, et de pesticides) ;
- les risques de contamination de la nappe alluviale et des captages en cas de pollution accidentelle de la Garonne ;
- la stabilité des berges de la Garonne et de la gravière ;
- l'incidence de la déviation de la source de Podensac (forte vulnérabilité) dans la gravière, en termes de servitudes de protection notamment.

Ces incertitudes nécessiteront la mise en œuvre de nouvelles investigations de reconnaissance par forages et d'études détaillées, y compris un suivi de la turbidité sur une longue période, dès le stade de la conception du projet car elles sont de nature à en impacter sensiblement le coût.

Elles devraient conduire notamment à l'installation in fine de dispositifs de traitement en station de l'eau des alluvions de la Garonne pour certains paramètres, en sus du traitement des pesticides, dans la mesure où leur élimination durable par filtration dans les berges de la Garonne n'est pas certaine.

## **3.2. Le projet de réalimentation artificielle sur les hautes terrasses alluviales du secteur de Grange-Neuve à Portets et de pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène**

(cf. figure 1 : localisation sur fond IGN à 1/25 000 et figure 2 : localisation sur fond géologique à 1/50 000)

### **3.2.1. Principales caractéristiques techniques du projet de réalimentation artificielle et de pompage secondaire**

Le dispositif de réalimentation artificielle et de pompage secondaire sera créé sur un territoire d'environ 1 km<sup>2</sup> entre les lieux-dits "Grange-Neuve" et "Curcie-Pétiton" sur la commune de Portets. Il sera constitué comme suit, selon la même évaluation économique et financière du SMEGREG réalisée en février 2010 :

- Réalimentation artificielle sur les hautes terrasses alluviales :
  - 3 bassins d'infiltration de 10 000 m<sup>2</sup> de surface unitaire (250 m de long x 40 m de large) sur 4 à 5 m de profondeur, recevant chacun 400 m<sup>3</sup>/h ;
  - soit une surface totale d'infiltration d'environ 3 ha et un débit total infiltré de 1 200 m<sup>3</sup>/h.

- Pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène :
  - 16 forages de 50 m de profondeur, de débit unitaire 90 m<sup>3</sup>/h, fonctionnant 20 heures/24, 95 % du temps du fait de la maintenance ;
  - disposés en deux lignes de 5 forages et une ligne de 6 forages, en aval des bassins d'infiltration ;
  - soit un débit total de 1 440 m<sup>3</sup>/h et une capacité globale de production de 10 millions de m<sup>3</sup>/an

La surface complète de 1 km<sup>2</sup> englobera les bassins d'infiltration et les forages de reprise à l'Oligocène.

### 3.2.2. Analyse hydrogéologique du projet de réalimentation artificielle sur les hautes terrasses alluviales de Grange-Neuve

#### *3.2.2.1. Le site testé : l'ancienne carrière de Ségalier*

Les essais d'infiltration réalisés en octobre et novembre 2008 dans l'ancienne carrière de Ségalier sur la commune de Portets ont abouti à des vitesse d'infiltration extrêmement faibles (5 cm/jour puis 3 cm/jour dans le petit bassin ; environ 10 cm/jour dans le grand bassin, soit 1 à 4 mm/h ou  $3.10^{-7}$  à  $10^{-6}$  m/s) au sein des formations argileuses, argilo-sableuses et marneuses constituant le "plancher" de la carrière.

La nature argileuse dominante de ces formations testées explique ce résultat, les graves saines les surmontant ayant été bien sûr extraites de la carrière lors de son exploitation. Une telle vitesse d'infiltration de 10 cm/jour conduit à un volume d'infiltration de 1 000 m<sup>3</sup>/jour/ha. Il s'ensuit que 29 ha seront nécessaires pour infiltrer 1 440 m<sup>3</sup>/h 20 heures/24, soit près de 2 fois la superficie totale de la carrière de Ségalier. Ce simple calcul montre que la faisabilité uniquement quantitative du projet de réalimentation artificielle des eaux pompées dans les berges de la Garonne sur le site de Ségalier (aujourd'hui abandonné) est négative.

Les essais d'infiltration réalisés en décembre 2008 dans les graves saines de l'ancienne carrière de Ségalier ont révélé des vitesse d'infiltration significatives, plutôt fortes (7 à 12 m/jour, de l'ordre de  $1.10^{-4}$  m/s), cohérentes avec la granulométrie de ces formations.

Il est important de souligner que l'ensemble des essais d'infiltration ont été conduits avec l'eau de la ressource secondaire (forages R1 et R2 captant la nappe oligocène) et non avec celle de la ressource primaire (alluvions récentes de la Garonne), de qualité physico-chimique sensiblement différente, notamment vis-à-vis des paramètres turbidité, fer, manganèse et ammonium. Pour cette seule raison, les résultats des tests d'infiltration ne sont pas reconductibles en terme de capacité d'infiltration des formations testées.

Les dépôts argileux identifiés sous la carrière sont des argiles de décarbonatation des calcaires oligocènes sous-jacents (issues de la dissolution du calcaire) et/ou des formations argilo-marneuses résiduelles d'âge Chattien (Oligocène supérieur). Cet ensemble d'argiles brunes à ocres ont été recoupées par tous les forages et piézomètres réalisés au droit du site de la carrière, avec des épaisseurs variant de 3 à 10 m.

### 3.2.2.2. Le site projeté : entre Grange-Neuve et Curcie-Petiton

Le site projeté est localisé au sud-est du site de Ségalier testé, à une distance comprise entre 400 m et 2 km. Il diffère par la présence des graves saines (décapées sur le site testé).

L'application des vitesses d'infiltration déduites des essais sur les graves saines conduit à des volumes d'infiltration de 70 000 à 120 000 m<sup>3</sup>/jour/ha. Il s'ensuit que 3 000 à 5 000 m<sup>2</sup> seront nécessaires pour infiltrer 1 440 m<sup>3</sup>/h 20 heures/24, soit 24 à 41 % de la superficie totale d'infiltration prévue sur le site de Grange-Neuve, à condition que ces vitesses d'infiltration soient avérées sur ce secteur, dans les graves en place d'une part, avec l'eau de la ressource primaire d'autre part (*cf. remarque supra*).

Dans ces conditions, et sous réserve d'absence de colmatage des plages d'infiltration par les possibles colloïdes argileux mais aussi par le fer et le manganèse apportés par les eaux primaires et les précipités de carbonates provoqués par l'activité alguaire, la faisabilité quantitative du projet de réalimentation artificielle des eaux pompées dans les berges de la Garonne sur le site de Grange-Neuve devient alors possible pour le volet "infiltration dans les graves saines". De nouvelles reconnaissances géologiques et de nouveaux essais d'infiltration de longue durée, avec l'eau des alluvions, comprenant analyse et évaluation des risques de colmatage par les argiles, le fer, le manganèse et les carbonates, seront cependant nécessaires sur ce site de Grange-Neuve.

La continuité des argiles de décarbonatation et/ou chattiennes semble réelle sous le site de la carrière de Ségalier, mais n'est qu'apparente sur un territoire plus étendu. La présence de chenaux profonds à la base des alluvions des hautes terrasses est le facteur de discontinuité le plus plausible et avéré au sud de la carrière (*cf. coupe géologique ANTEA GROUP établie dans le cadre du projet LGV, présentée en annexe 1*).

L'existence d'une nappe individualisée dans les alluvions des hautes terrasses n'est pas mentionnée dans les documents d'étude sous le site de la carrière de Ségalier. Ce résultat n'est pas surprenant, la partie sablo-graveleuse ayant été décapée sur ce site. Sa présence demeure toutefois possible à la base de la partie graveleuse en période de hautes eaux. La nappe serait peu productive et retenue par des niveaux argileux discontinus au sein des sables et graviers et par les argiles de décarbonatation et/ou les formations résiduelles chattiennes sous-jacentes (*cf. annexe 2 in étude ANTEA GROUP citée supra*). Ses cotes piézométriques seraient très supérieures à celles de la nappe des calcaires de l'Oligocène sous-jacente. Il semble qu'elle soit absente, ce qui traduirait une communication avec des formations perméables sous-jacentes. N'ayant pas été explorée sur le site de Grange-Neuve, sa reconnaissance préalable (géométrie, piézométrie, sens d'écoulement, caractéristiques hydrodynamiques, exutoires, variations saisonnières, ...) est nécessaire.

Quoi qu'il en soit, compte tenu de ce qui précède (continuité apparente mais possible des argiles de décalcification et chattiennes entre alluvions graveleuses et calcaires oligocènes), la plus grande prudence doit être appliquée quant à la faisabilité de l'infiltration verticale des eaux : les risques de dispersion latérale horizontale des eaux infiltrées à travers la formation graveleuse, sont réels, avec apparition d'exutoires ("sources de déversement") en aval entre le site et la basse vallée, notamment au niveau de la voie ferrée Bordeaux-Toulouse et de l'axe urbanisé Castres-Portets-Arbanats.

Il s'ensuit que l'étude des incidences et des risques d'inondation ou de suintement en aval, même temporaires, pouvant être dommageables, doit être conduite dès maintenant. Une approche par traçage hydrologique est recommandée. La connaissance de chenaux à écoulements préférentiels dans les formations alluviales mais aussi dans les calcaires oligocènes karstifiés (*cf. infra*) guidera les investigations de traçage.

### **3.2.2.3. Conclusion de l'analyse hydrogéologique du projet de réalimentation artificielle sur les hautes terrasses alluviales de Grange-Neuve**

La faisabilité quantitative et qualitative du projet de réalimentation artificielle de la ressource en eau primaire sur les hautes terrasses alluviales de Grange-Neuve n'est pas avérée, sur la base des études réalisées à ce jour, en raison des incertitudes qui subsistent sur :

- la connaissance géologique et hydrogéologique du site de Grange-Neuve (nature et épaisseur des graves saines, présence possible d'une nappe à la base de la partie graveleuse en période de hautes eaux et caractéristiques, présence continue ou non d'argiles de décalcification et/ou chattiniennes sous-jacentes), dans la mesure où le site testé (Ségalier) n'est pas celui projeté (Grange-Neuve) et en diffère fortement (graves saines décapées) ;
- la capacité d'infiltration des graves saines (a priori favorable, mais tests non conduits avec l'eau de la ressource primaire, de qualité physico-chimique sensiblement différente, notamment vis-à-vis des paramètres turbidité, fer, manganèse et ammonium) ;
- les risques de colmatage des plages d'infiltration par les possibles colloïdes argileux mais aussi par le fer et le manganèse apportés par l'eau de la ressource primaire ;
- les risques de dispersion latérale horizontale des eaux infiltrées si l'infiltration verticale des eaux ne s'opère pas dans de bonnes conditions (cas où les argiles sont continues), avec apparition de suintements voire de sources de déversement en aval entre le site de Grange-Neuve et la basse vallée, notamment au niveau de la voie ferrée Bordeaux-Toulouse et de l'axe urbanisé Castres-Portets-Arbanats.

Ces incertitudes nécessiteront la mise en œuvre d'investigations de reconnaissance géologique et hydrogéologique par forages et d'essais d'infiltration de longue durée avec l'eau de la ressource primaire au droit du site de Grange-Neuve, d'études des risques de colmatage des plages d'infiltration, des incidences et des risques d'inondation ou de suintement même temporaires en aval, dès le stade de la conception du projet car de nature à en impacter fortement le coût.

### **3.2.3. Analyse hydrogéologique du projet de pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène**

#### **3.2.3.1. Le site testé : l'ancienne carrière de Ségalier**

Les forages R1 et R2 réalisés dans les calcaires oligocènes au niveau de l'ancienne carrière Ségalier ont révélé des productivités faibles de cette nappe : 20 m<sup>3</sup>/h par forage avec la présence vraisemblable de karst empêchant la poursuite de la foration jusqu'aux 40 mètres prévus (arrêtée à 25 m et 26,5 m), par suite de pertes totales (sur R1, non mentionnées sur R2).

### 3.2.3.2. *Le site projeté : entre Grange-Neuve et Curcie-Petiton*

La nappe de l'Oligocène est captée par le forage de Grange-Neuve 2 proche du projet (*cf. implantation en annexe 3*), non exploité aujourd'hui (ouvrage de secours de la CUB). Profond de 63 m, il peut fournir un débit de 180 m<sup>3</sup>/h, avec toutefois 90 % des venues d'eau entre 30 et 36 m de profondeur et des eaux troubles y compris à faible débit.

Ce résultat contraste fortement avec ceux obtenus sur les sites proches de Ségalier et même de Curcie-Pétiton, traduisant la forte anisotropie de cet aquifère et confortant l'hypothèse de chenaux karstiques à circulations préférentielles, mais aussi d'un faible potentiel prévisible de stockage inter-saisonnier dans l'aquifère oligocène.

Les débits unitaires de 75 m<sup>3</sup>/h envisagés sur les 20 forages de ressource secondaire dans ce secteur (leur nombre sera ajusté en fonction de la productivité réelle de chacun) ne sont pas acquis. A noter que la détermination de la productivité prévisionnelle des forages par extrapolation à partir du seul débit spécifique n'est pas suffisante.

La présence d'un karst actif n'est pas démontrée. Il est possible qu'il s'agisse d'un paléo-karst dont la partie supérieure serait sèche et inactive. Dans ce cas, les cavités recoupées en forage ne seraient pas reliées entre elles. Quoi qu'il en soit, la présence de karst, actif ou non, peut conduire à une augmentation de la turbidité de l'eau des forages oligocènes projetés lors de leur exploitation.

Il est vraisemblable que le karst oligocène, s'il permet une continuité des écoulements d'eau souterraine le long d'axes préférentiels, favorise le départ rapide des eaux infiltrées le long de ces axes. Il est indispensable en conséquence de bien les identifier, ce qui facilitera l'implantation des forages de reprise secondaires. Les études actuelles ne permettent pas de les connaître et devront être complétées en ce sens.

Il s'ensuit, pour l'ensemble de ces raisons, qu'une phase complète de reconnaissance (géophysique, forages d'essai, analyses complètes de l'eau) est indispensable.

### 3.2.3.3. *Conclusion de l'analyse hydrogéologique du projet de pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène*

La faisabilité quantitative et qualitative du projet de pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène sur le site de Grange-Neuve n'est pas avérée, sur la base des études réalisées à ce jour, en raison des incertitudes qui subsistent sur :

- la productivité des ouvrages (forts contrastes de débit) ;
- la qualité de l'eau (présence possible de turbidité provenant du karst oligocène actif ou non, et de pesticides provenant de la ressource primaire).

Ces incertitudes nécessiteront la mise en œuvre de nouvelles investigations de reconnaissance par forages et d'études détaillées, y compris un suivi de la turbidité sur une longue période, dès le stade de la conception du projet car de nature à en impacter sensiblement le coût.

Elles pourront conduire notamment à l'installation in fine d'un dispositif de traitement en station de l'eau pompée pour le paramètre turbidité, susceptible d'apparaître lors de l'exploitation des forages captant la nappe de l'Oligocène.

## 4. ANALYSE GEOPHYSIQUE

L'expertise des résultats et de l'interprétation de la prospection géophysique réalisée dans le cadre des études du projet NAG sur les berges de Garonne et ses hautes terrasses, effectuée par CALLIGEE, est présentée en annexe 4.

Celle-ci fait apparaître une insuffisance de l'interprétation des profils et des sondages électriques, voire une absence d'interprétation pour les panneaux électriques.

La prospection permet toutefois de reconnaître les graves alluvionnaires sans atteindre cependant la précision attendue.

Elle ne permet en revanche de caractériser les formations de l'Oligocène sous-jacent.

## 5. CONCLUSION GÉNÉRALE

**L'analyse hydrogéologique et géophysique du projet NAG** (Nappes Alluviales de la Garonne), malgré son intérêt par son caractère innovant, son fort potentiel et la bonne qualité attendue de l'eau, **conduit**, sur la base des études réalisées à ce jour, **à une non faisabilité quantitative et qualitative**, tant pour :

- le pompage primaire dans les alluvions de la Garonne ;
- la réalimentation artificielle de la ressource en eau primaire sur les hautes terrasses alluviales de Grange-Neuve ;
- le pompage secondaire dans la nappe de l'Oligocène sur le site de Grange-Neuve.

De **nombreuses incertitudes** subsistent sur :

- la productivité des ouvrages de production primaire (alluvions de la Garonne) et surtout secondaire (calcaires oligocènes) ;
- la qualité de l'eau des ressources primaire (turbidité, fer, manganèse, ammonium, pesticides) et secondaire (turbidité).

De nouvelles investigations par forages, essais et études seraient nécessaires dès le stade de la conception du projet, car de nature à en impacter sensiblement voire fortement le coût, afin de répondre à ces interrogations et aussi de préciser, en proposant le cas échéant des solutions correctives :

- *pour la ressource primaire* : les risques de contamination de la nappe alluviale en cas de pollution accidentelle de la Garonne, les risques d'éboulement des berges de la Garonne et de la gravière de Podensac lors de l'exploitation des captages, l'incidence de la déviation de la source de Podensac dans la gravière en terme de servitudes de protection en particulier ;
- *pour la réalimentation artificielle de la ressource en eau primaire* : le contexte géologique et hydrogéologique du site de Grange-Neuve (*non reconnu, le site de Ségalier testé n'étant pas celui projeté et en différant fortement*), dont la présence continue ou non d'argiles sous les graves saines, la capacité d'infiltration des graves saines avec l'eau de la ressource primaire, les risques de colmatage des plages d'infiltration par l'eau de la ressource primaire, les risques de dispersion latérale horizontale des eaux infiltrées avec apparition de suintements voire de sources de déversement en aval si l'infiltration verticale des eaux ne s'opère pas dans de bonnes conditions ;
- *pour la ressource secondaire* : l'état actif ou non du karst oligocène et les risques d'augmentation de la turbidité provenant de ce karst en phase d'exploitation.

Elles pourront conduire à l'installation in fine de dispositifs de traitement en station de l'eau primaire pour certains paramètres, en sus du traitement des pesticides, si leur élimination durable par filtration dans les berges de la Garonne n'est pas assurée, mais aussi de l'eau secondaire si la turbidité de la nappe oligocène s'accroît en pompage.

**Il n'est pas certain que ces études aboutissent à une faisabilité effective du projet NAG sur le site de Podensac, sur le plan quantitatif et qualitatif, compte tenu de la connaissance hydrogéologique déjà acquise dans ce secteur.**

Une recherche de sites plus favorables sur le plan hydrogéologique dans d'autres secteurs, notamment vis-à-vis de la réalimentation artificielle de la ressource en eau primaire par infiltration s'avère préférable, compte tenu des incertitudes et des risques élevés identifiés.

## Mission 1

### Audit des études NAG (Nappes Alluviales de la Garonne) et avis sur les propositions finales

#### **ANALYSE HYDROGÉOLOGIQUE**

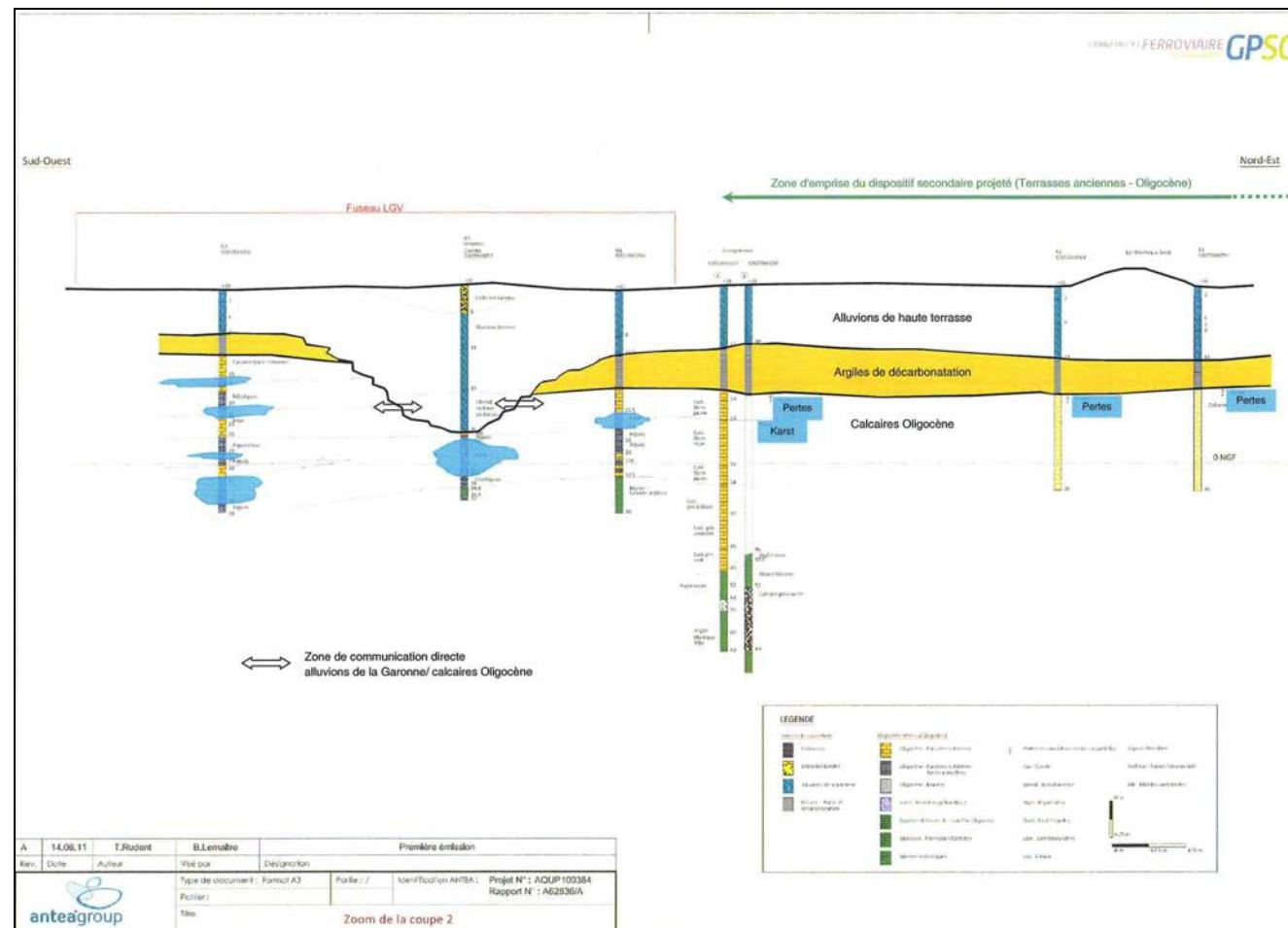
## ANNEXES

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| ANNEXE 1. | PROFIL GÉOLOGIQUE SUD-OUEST/NORD-EST AU DROIT DE LA ZONE D'EMPRISE DU DISPOSITIF SECONDAIRE PROJETÉ (TERRASSES ANCIENNES- OLIGOCÈNE DANS LE SECTEUR DE GRANGE-NEUVE SUR LA COMMUNE DE PORTETS) .....  | 16 |
| ANNEXE 2. | ESQUISSE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE DU PLIO-QUATERNAIRE AU DROIT ET AU SUD-OUEST DU DISPOSITIF SECONDAIRE PROJETÉ (TERRASSES ANCIENNES- OLIGOCÈNE DANS LE SECTEUR DE GRANGE-NEUVE SUR LA COMMUNE DE PORTETS) .....                           | 18 |
| ANNEXE 3. | AIRES D'ALIMENTATION DES CHAMPS CAPTANTS DE BELLEFOND, ROCHER ET GRANGE-NEUVE AUTOUR DE LA ZONE D'EMPRISE DU DISPOSITIF SECONDAIRE PROJETÉ (TERRASSES ANCIENNES- OLIGOCÈNE DANS LE SECTEUR DE GRANGE-NEUVE SUR LA COMMUNE DE PORTETS) ..... | 19 |
| ANNEXE 4. | ANALYSE GÉOPHYSIQUE (SOURCE : CALLIGÉE, AOÛT 2012) .....  | 20 |

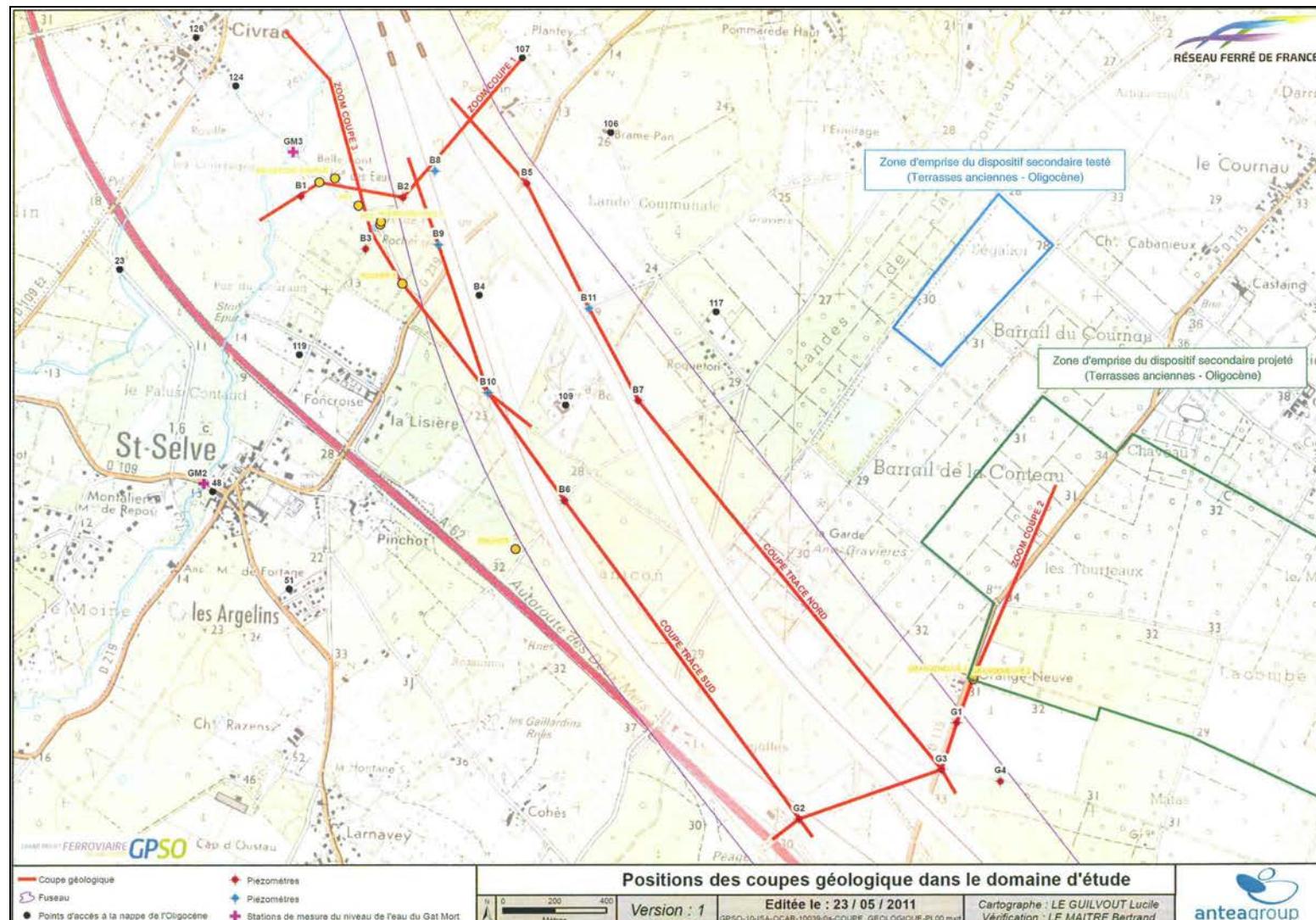
**Annexe 1.** Profil géologique Sud-Ouest/Nord-Est au droit de la zone d'emprise du dispositif secondaire projeté (Terrasses anciennes- Oligocène dans le secteur de Grange-Neuve sur la commune de PORTETS)

(source : ANTEA GROUP pour RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE, rapport référencé A62836A, juin 2011)

### ➤ *Zoom de la coupe 2*



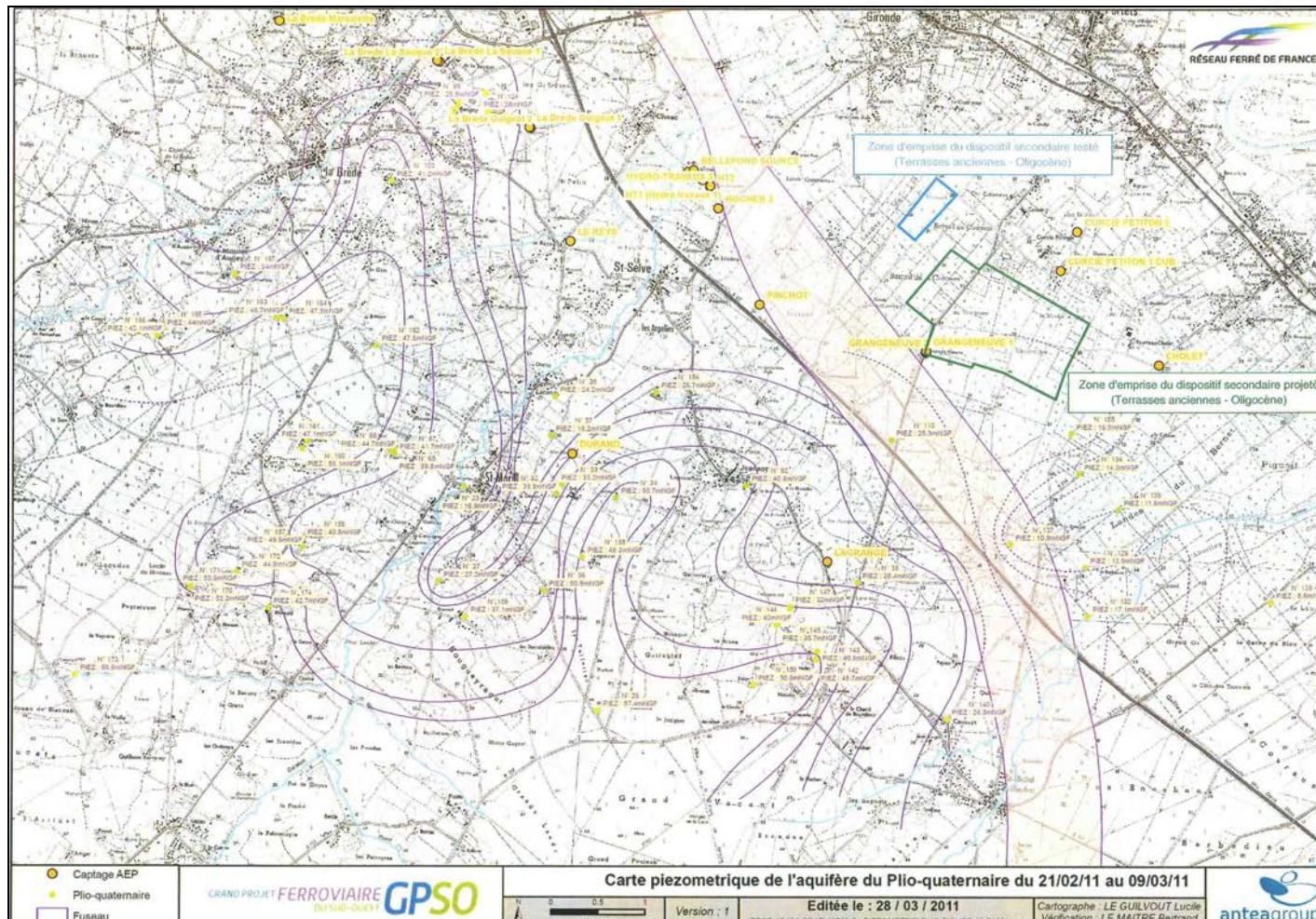
➤ Position des coupes géologiques dans le domaine d'étude



**Annexe 2.** Esquisse piézométrique de la nappe du Plio-Quaternaire au droit et au sud-ouest du dispositif secondaire projeté (Terrasses anciennes- Oligocène dans le secteur de Grange-Neuve sur la commune de PORTETS)

(source : Antea Group pour Réseau Ferré de France, rapport référencé A62836A, juin 2011)

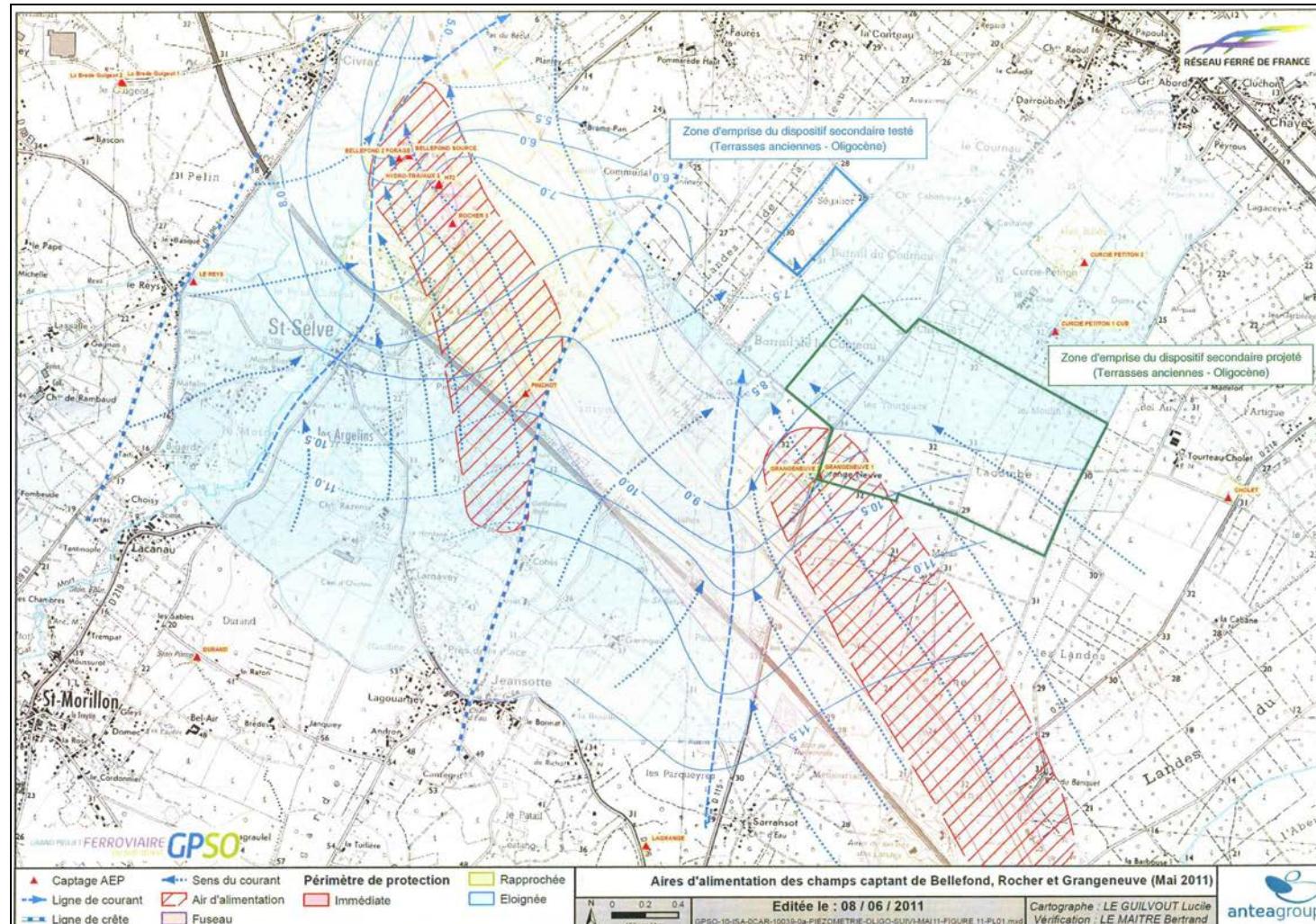
➤ **Piezometrie du 21 fevrier au 9 mars 2011 (tracés en pointillés : courbes supposées)**



**Annexe 3.** Aires d'alimentation des champs captants de Bellefond, Rocher et Grange-Neuve autour de la zone d'emprise du dispositif secondaire projeté (Terrasses anciennes- Oligocène dans le secteur de Grange-Neuve sur la commune de PORTETS)

NB : les lignes de courant tracées correspondent à la piézométrie de la nappe des calcaires oligocènes du 30 mai 2011

(source : Antea Group pour Réseau Ferré de France, rapport référencé A62836A, juin 2011)



## Annexe 4. Analyse géophysique (source : CALLIGÉE, août 2012)

### 1. Commentaires sur la méthode

#### 1.1 Sites des bords de la Garonne

- Objectifs

- Etudier la structure de l'aquifère des graves.
- Localiser les secteurs potentiellement favorables à la recherche de nouvelles ressources dans l'aquifère des graves.
- Implanter des ouvrages de reconnaissance et d'essai pour tester ce réservoir.

- Géologie

Les forages relevés en bibliographie et d'étalonnage révèlent des épaisseurs de graves comprises entre 7,5 et 12 m, sous des argiles et sables limoneux de 4,5 m à 9,5 m d'épaisseur.

Les marnes sous-jacentes sont atteintes entre 12,2 m et 19,5 m de profondeur suivant leur localisation.

- Choix des méthodes de prospection

Le choix des méthodes de prospection est bien adapté au contexte local :

- mesures à grand rendement pour connaître rapidement les zones les plus intéressantes avec un EM 34, avec un écartement de 10 m en dipôle horizontal et vertical ;
- profondeurs d'investigation théoriques de 7,5 m pour reconnaître les limons conducteurs et de 15 m pour caractériser les graves ;
- sondages électriques pour préciser la succession des terrains en profondeur, l'écartement (AB/2 de 100 à 200 m) étant suffisant pour atteindre les marnes ;
- panneau électrique pour connaître l'organisation des différents horizons, une fois définies les zones les plus graveleuses. Le dispositif Wenner-Schlumberger est bien adapté.

#### 1.2 Site des hautes terrasses

- Objectifs

- Etudier les structures de l'aquifère des graves et de l'aquifère du calcaire oligocène.
- Localiser les secteurs potentiellement favorables à la recherche de nouvelles ressources en eau dans l'aquifère du calcaire oligocène.
- Localiser les secteurs potentiellement favorables à l'infiltration dans l'aquifère des graves.
- Implanter des ouvrages de reconnaissance et d'essai pour tester ces réservoirs.

Les objectifs sont assez similaires, en concernant de plus l'aquifère oligocène.

- Géologie

Les forages relevés en bibliographie révèlent des épaisseurs de graves parfois argileuses entre 8 et 14 m de profondeur, sans recouvrement.

La série tertiaire est bien décrite, avec des argiles peu épaisses qui seraient présentes sous les graves.

La lithologie de l'Oligocène est variable, avec des passages de marnes, d'argiles et de sables. Des pertes ont été constatées sur plusieurs forages.

Il aurait été judicieux de ne pas se limiter à un seul forage d'étalonnage et de prendre en compte la coupe détaillée du forage d'indice BRGM 08278X0127/F1 comme référence. Les forages 08278X0135/F2, 08278X0126/F, 08277X0194/S1, 08277X0013/F auraient pu aussi être pris comme ouvrages de référence.

- Choix des méthodes de prospection

Le choix des méthodes de prospection aurait pu être mieux adapté au contexte local :

- mesures à grand rendement pour connaître rapidement les zones les plus intéressantes avec un EM 34.

Toutefois, les seules mesures avec un écartement de 10 m en dipôle horizontal et vertical ne sauraient être suffisantes pour reconnaître entièrement les graves et apporter des informations sur les résistivités des formations oligocènes. Ce matériel autorise pourtant des mesures jusqu'à 60 m de profondeur (théorique) ;

- sondages électriques pour préciser la succession des terrains en profondeur, avec un écartement (AB/2 de 300 m) permettant une profondeur d'investigation comprise entre 75 et 100 m.

Les sondages électriques auraient pu mettre en évidence les variations de résistivité de l'Oligocène. Mais les contrastes de résistivité entre les graves, parfois supérieures à 2 000 ohms.m, et les argiles et marnes sous-jacentes (40 ohms.m) empêchent une bonne reconnaissance des niveaux calcaires oligocènes ;

- panneau électrique pour connaître l'organisation des différents horizons sur une quarantaine de mètres. Le dispositif Wenner-Schlumberger mis en œuvre semble bien adapté.

## **2. Commentaires sur le rendu**

L'annexe de la méthode du panneau électrique, très confuse, ne correspond pas à celle utilisée (méthode pôle-dipôle).

L'espacement entre les mesures EM 34 et le déploiement des sondages électriques ne sont pas indiqués.

L'échelle des cartes n'est pas adaptée pour bien rendre compte des conditions de mesure : les mesures semblent effectuées sur les chemins. Une échelle graphique est toujours bien utile pour évaluer les distances rapidement.

Les représentations ne sont pas bien lisibles, avec un pastillage insuffisant de l'EM 34. Il aurait été utile de tracer également des profils (avec les valeurs) pour faire apparaître rapidement l'évolution en profondeur.

Les figures sont parfois mélangées : la même coupe de sondage géo-électrique est présentée pour les sondages électriques SE 97 et SE 90, les sondages d'étalonnage sont intervertis entre les deux sites des bords de la Garonne.

L'unité des mesures EM 34 est fausse : millimhos/m et non  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (unité d'hydrogéologue).

Les résultats des sondages électriques auraient pu être regroupés dans un tableau de synthèse avec des correspondances entre résistivités/épaisseurs des sondages et nature de la formation. Des profils de résistivité sont toutefois tracés. Les cotes NGF auraient également pu être notées sur les sondages électriques.

Il aurait été bon de joindre au rapport les coupes des sondages électriques réalisés en 2006-2007, s'agissant d'un rapport de synthèse.

Les orientations des panneaux électriques sont manquantes. Les données brutes ne sont pas communiquées, ni le type d'inversion, ni les erreurs. Les échelles de couleur ne sont pas bien adaptées. Les sondages électriques ou mécaniques n'y sont pas reportés.

Les représentations de la légende des panneaux électriques dans le texte sont mélangées (page 25).

Enfin, les interprétations issues notamment de l'EM 34 mêlent les zones favorables et défavorables. Par exemple, les commentaires des cartes en dipôle horizontal mentionnent des « potentialités de ressource » alors que des argiles de recouvrement sont censées être présentes, et des « zones défavorables au projet » sans autre précision.

### **3. Commentaires sur les résultats**

#### 3.1 Sites des bords de la Garonne

- Etalonnage des sondages électriques

Afin de permettre une interprétation correcte des sondages électriques, il est nécessaire de disposer d'une bonne connaissance du contexte géologique local et/ou de réaliser des étalonnages sur des sondages connus.

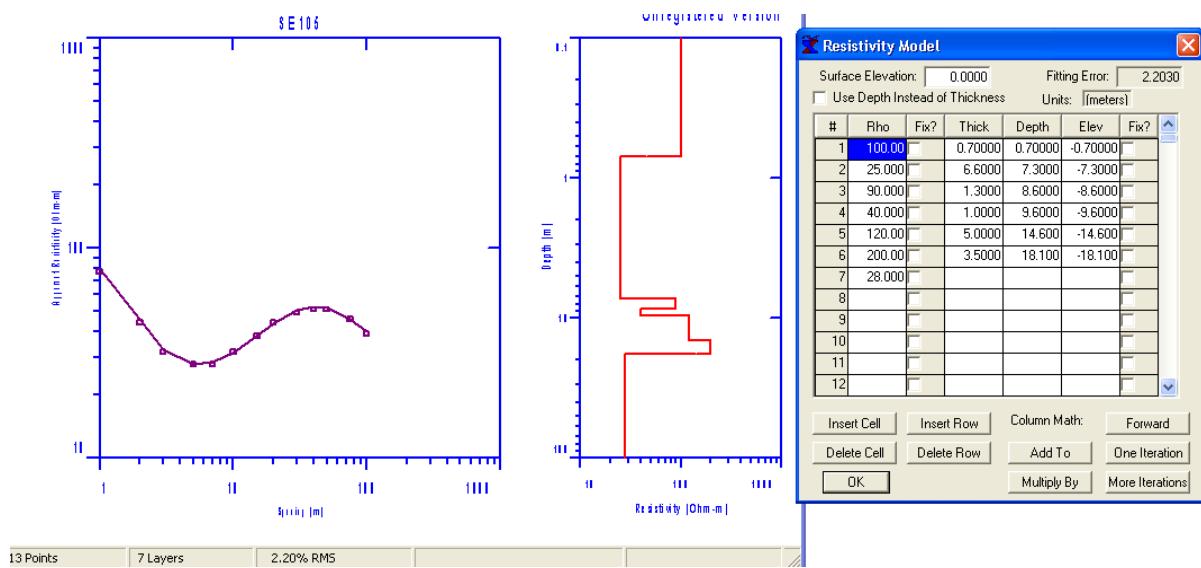
Sur chaque site, des étalonnages ont été réalisés sur des ouvrages existants.

➤ *Site de Podensac-Beautiran*

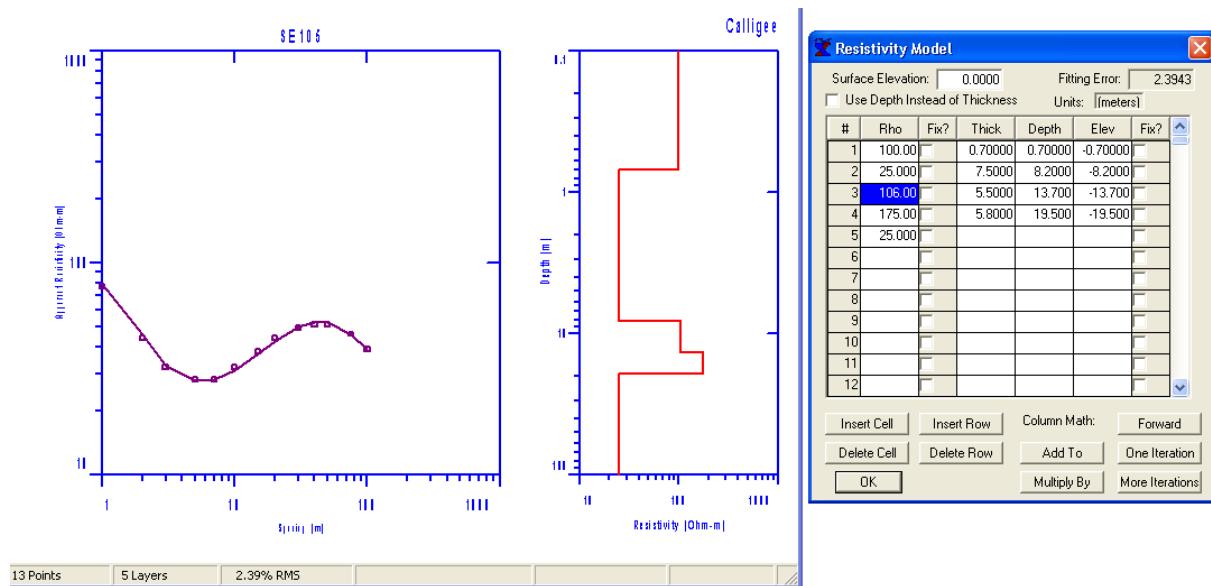
Au sondage SE 105, il n'est pas possible de visualiser des couches d'1 m d'épaisseur en profondeur, d'autant plus que le sondage électrique d'étalonnage n'est pas proche du forage. Un forage réalisé plus au Sud (827/8/138) révèle 4,5 m d'argiles recouvrant des sables et graviers. Un autre forage à l'Est (287/8/147) montre des limons, des argiles et des vases sableuses jusqu'à 7,5 m de profondeur sur des gravaux jusqu'à 19,5 m de profondeur, avant d'atteindre les marnes.

Les interprétations suivantes révèlent que des hypothèses différentes fournissent des résultats équivalents. Il est possible de simplifier sans difficulté la coupe géologique avec un modèle à 5

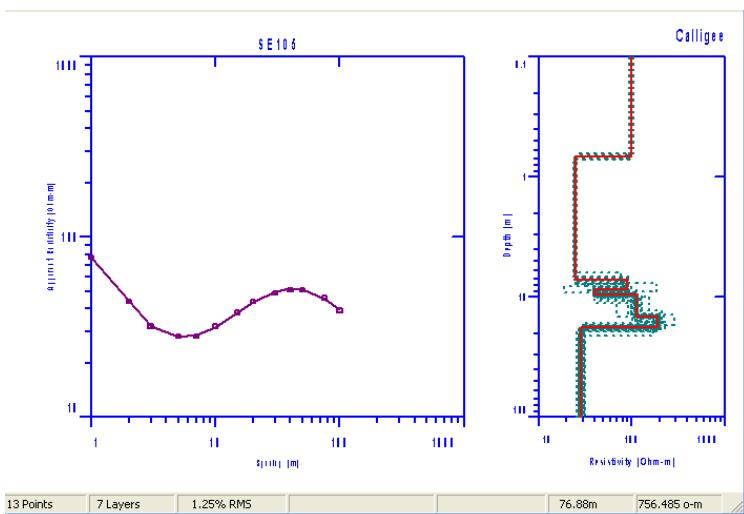
terrains : terrain peu épais de surface, argile de recouvrement, sables, graviers, argiles sous-jacents, et une erreur RMS faible.



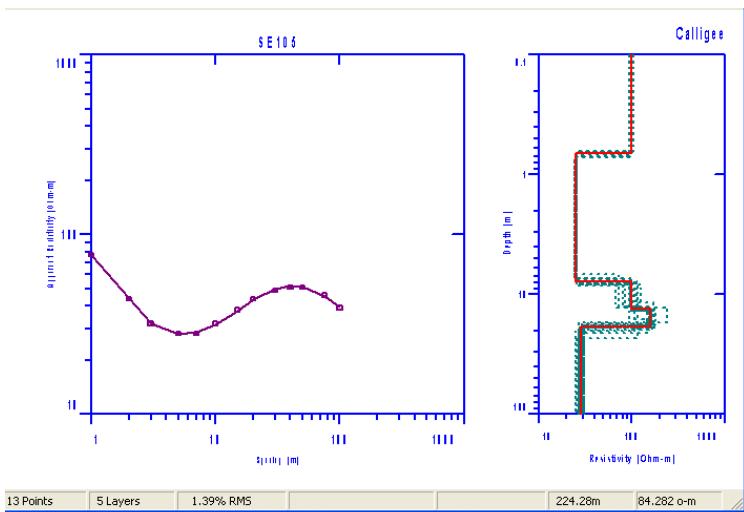
Interprétation SAFÈGE - 7 terrains



Interprétation simplifiée - 5 terrains



Equivalences 7 terrains



Equivalences 5 terrains

Le sondage SE 106 est atypique, mais se trouve isolé et en rive droite. L'Oligocène doit être atteint avec une épaisseur d'argile plus faible sous les graves.

La courbe présentée du sondage SE 97 n'est pas la bonne. Rien ne justifie les résistivités de 25 et 10 ohms.m en tête, ni celles de 300 (très fortes) et 15 ohms.m (très faibles) en fin de forage. L'allure de la courbe est similaire à celle du sondage SE 105, et le sondage électrique n'est pas assez long pour connaître les résistivités des marnes.

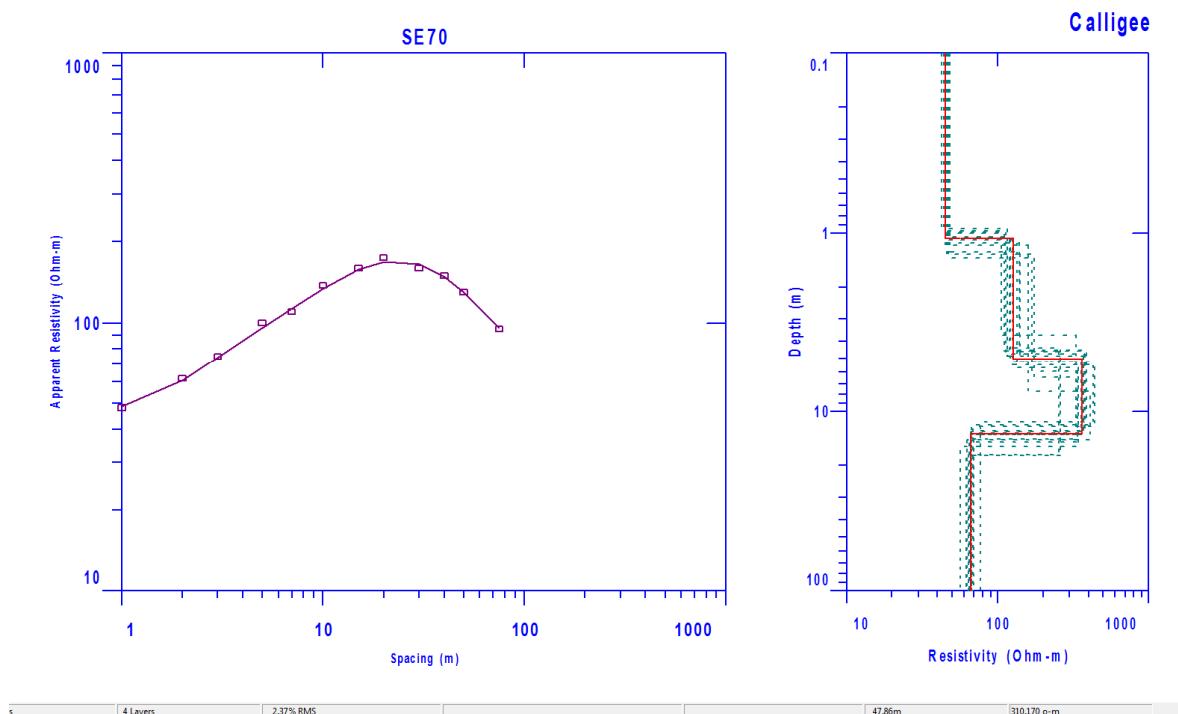
Au sondage SE 90, aucun argument n'est fourni pour attribuer trois valeurs peu différentes (140, 120 et 150 ohms.m) de résistivité aux graves.

➤ *Site de Barsac-Podensac*

L'étalonnage du sondage électrique SE 44 n'est pas judicieux, puisque le forage de reconnaissance ST 13 n'a pas traversé les graviers ; l'interprétation qui en est faite donne des résistivités très élevées (450 ohms.m) pour les graviers.

Le sondage SE 52 est implanté en bordure de la plaine alluviale, et a rencontré les calcaires à 6 m de profondeur, sous des sables.

Le sondage SE 70 a été étalonné à partir d'un forage assez éloigné, à environ 150 à 200 m. Une autre interprétation peut être réalisée avec 4 terrains : terrain de surface, sables (130 ohms.m), graviers (365 ohms.m) et marnes (67 ohms.m), avec des profondeurs équivalentes.



Le sondage SE 71 n'a pas pu être étalonné avec le sondage 08521X0205, puisque ce dernier se trouve sur la commune de Barsac, largement plus au Sud.

On peut également noter que les interprétations de ces deux derniers sondages ne correspondent pas à celles présentées en annexe et qui ont été utilisées pour établir les coupes géologiques.

➤ *Conclusion*

Malgré ces inexactitudes et ces imprécisions, les résultats des étalonnages montrent que des valeurs de 25 à 30 ohms.m peuvent être retenues pour les argiles de surface au niveau du site de Podensac-Beautiran. Les sables et graves pourraient présenter des résistivités comprises entre 100 et 200 ohms.m, et les argiles et marnes entre 20 et 30 ohms.m.

Sur le site de Barsac-Podensac, les résistivités semblent globalement plus élevées : argiles ou sables argileux de recouvrement autour de 50 ohms.m, graviers entre 200 et 350 ohms.m et marnes entre 50 et 70 ohms.m.

- Mesures EM 34

Sur le site de Podensac-Beautiran, les cartes fournissent les mêmes gammes de conductivité pour les deux dipôles, avec toutefois des valeurs un peu plus faibles pour le dipôle vertical.

Les conductivités les plus faibles sont localisées dans les mêmes secteurs sur les deux dipôles : près des zones habitées où les alluvions anciennes ou l'Oligocène affleurent (près de Beautiran et d'Arbanats), à l'Ile de Renon, et sur le chemin entre les gravières où le recouvrement argileux est peu important.

Sur le site de Barsac-Podensac, les gammes de conductivité sont identiques sur les deux dipôles ; mais elles sont bien plus faibles, entre 10 et 30 millimhos/m (entre 33 et 100 ohms.m) que sur le site de Podensac-Beautiran.

Ces valeurs sont cohérentes avec les résultats des sondages électriques qui montraient des résistivités des recouvrements plus élevées sur ce site.

Les secteurs les moins conducteurs se trouvent en bordure de la Garonne, à Podensac, et entre Cérons et Barsac. Il est vraisemblable que les épaisseurs ou la granulométrie des graves soient plus élevées. En revanche, les épaisseurs de recouvrement argileux semblent réduites.

➤ *Sondages électriques*

La coupe d'interprétation des sondages électriques du site Podensac-Beautiran (coupe 11) est cohérente ; il semble qu'il y ait disparition des graviers au sondage SE 93, sans doute érodés par la Garonne.

Pour les coupes du site Barsac-Podensac, les failles signalées n'ont pas lieu d'être, il s'agit simplement de variations de faciès. Des réinterprétations locales pourraient être effectuées pour réajuster les coupes, mais globalement la même distribution des sédiments est retrouvée : recouvrement plus ou moins épais et conducteur sur des graves, avant d'atteindre les marnes. Les interprétations des formations oligocènes ne semblent pas pertinentes du fait de l'écartement des dispositifs.

Il est important de noter qu'au niveau du sondage SE 61 (coupes 7 et 8), l'Oligocène est proche de la surface, les graviers n'existant pas ou plus.

En toute logique, les épaisseurs les plus importantes de graviers se trouvent au niveau des rives convexes de la Garonne, où la sédimentation a pu s'effectuer, au Nord et au Nord-Est de Barsac, jusqu'à Cérons et au Sud-Est de Podensac.

➤ *Panneaux électriques*

Les résultats des panneaux électriques ne montrent rien d'exploitable, du fait principalement du choix des gammes de résistivité (0, 50, 100 et 150 ohms.m).

**De plus, aucune interprétation ne semble avoir été réalisée, puisque la légende signale des résistivités apparentes et non calculées.**

Comme pour les autres méthodes, il apparaît néanmoins que le site de Barsac-Podensac présente des résistivités apparentes plus fortes que sur celui de Podensac-Beautiran.

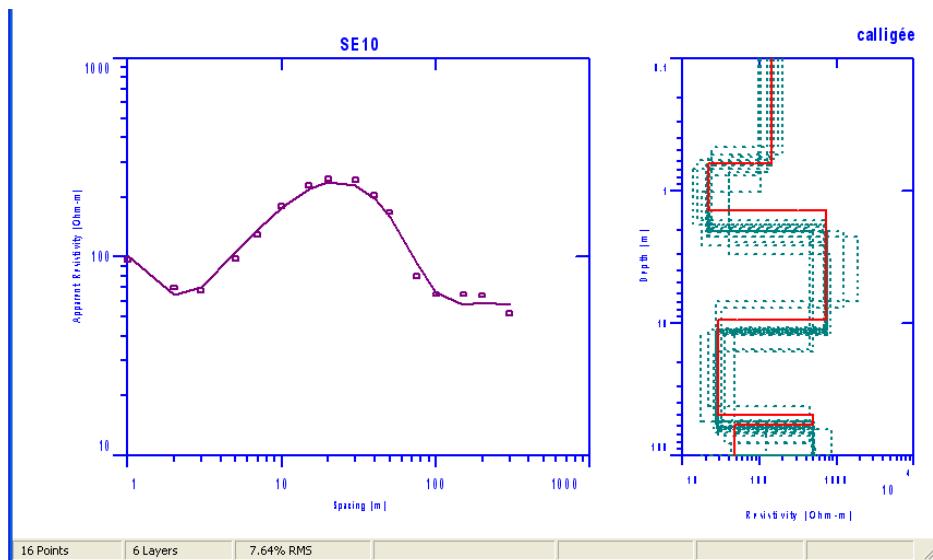
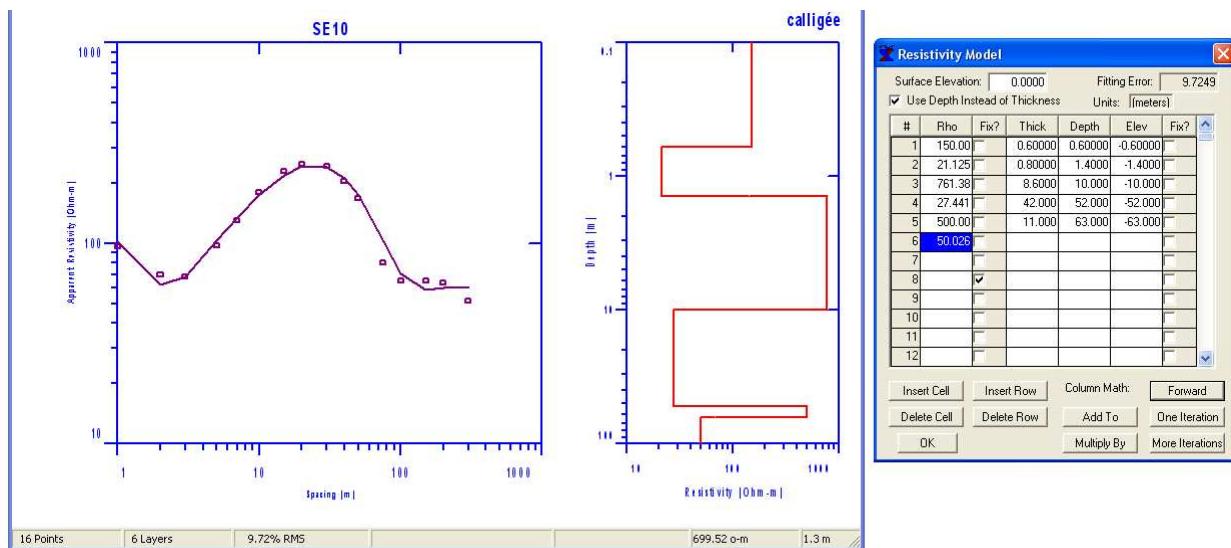
### 3.2 Site des hautes terrasses de la Garonne

- Etalonnage des sondages électriques

A Grange-Neuve, deux ouvrages fournissent des coupes différentes. L'étalonnage du sondage SE 10 a été difficile à réaliser. Les figures ci-dessous présentent les résultats du calage du modèle avec en haut : les profondeurs fixées par les coupes de sondages, et en bas : les équivalences pour ce même sondage électrique.

Ces résultats font apparaître la difficulté d'estimer les résistivités et les épaisseurs de terrains profonds plutôt conducteurs, surtout s'ils sont recouverts d'horizons très résistants.

Il aurait été bien de procéder à des étalonnages sur d'autres sondages pour disposer d'une coupe géo-électrique plus complète des formations oligocènes, comme les sondages 08277X0194 à proximité du panneau LAND01, 08277X0013 vers l'autoroute, ou 08277X126 et 135 plus au Nord-Est.



- Mesures EM 34

Afin de mettre en évidence des variations de qualité des formations oligocènes, il aurait été intéressant de procéder à des mesures en utilisant toutes les configurations (7,5 ; 15 ; 30 et 60 m).

La carte en dipôle horizontal montre bien des valeurs moins conductrices (5 à 10 millimhos/m) qu'en dipôle vertical (5 à 30 millimhos/m).

Quatre profils révèlent toutefois des valeurs sensiblement équivalentes : profil proche de Tourteau-Cholet, le petit profil qui suit, celui au Sud de la zone de prospection vers le lieu-dit Banquet, et dans une moindre mesure celui des Landes du Bernet.

Les épaisseurs les plus importantes de graves sont censées se trouver sur ces derniers profils.

- Sondages électriques

➤ Coupe 1

Il manque le sondage SE 23. Si on reporte la coupe géo-électrique, on se rend compte que les profondeurs sont réduites par rapport au sondage SE 22, alors que les fins des courbes sont assez semblables.

Sur le sondage SE 15, les graves sont plus résistantes que sur le sondage SE 22, les argiles sont peut-être moins épaisses. Il est difficile de différencier les calcaires sous-jacents.

La réinterprétation du sondage SE 20 tend à montrer des argiles moins résistantes et des calcaires plus résistants, conformes aux sondages voisins.

Au sondage SE 11, les graves pourraient être moins épaisses que sur le sondage SE 15.

Sur le sondage SE 7, les graves seraient plus épaisses, mais un peu moins résistantes que sur le sondage SE 11. Elles seraient plus profondes. La fin du sondage ne permet pas de différencier l'Oligocène.

Sur le sondage SE 4, les graves seraient moins résistantes, moins profondes, et moins d'argiles seraient rencontrées. A la fin du profil, les données de sondage ne sont pas fournies (campagne précédente).

➤ Coupe 2

Les sondages SE 1 et SE 3 sont bien calés.

Il y aurait moins de graves sur le sondage SE 9 qu'indiqué.

Sur le sondage SE 13, les épaisseurs de graves seraient identiques à celles du sondage SE 9, et il y aurait moins d'argiles.

Le sondage SE 12 présente des graves plus résistantes en tête ; la fin de courbe est identique à celle du sondage SE 13 ; il n'y aurait pas de différence d'épaisseur.

Sur le sondage SE 14, il y aurait un peu moins de graves, elles seraient plus résistantes, et les argiles moins conductrices.

A noter qu'il est difficile de caractériser l'Oligocène, tant en résistivité qu'en épaisseur.

Il n'y a aucune raison de positionner un accident entre les sondages SE 3 et SE 9.

#### ➤ Coupe 3

Le sondage SE 6 présenterait plus de graves que le sondage SE 4 ; les argiles y seraient plus conductrices et plus profondes.

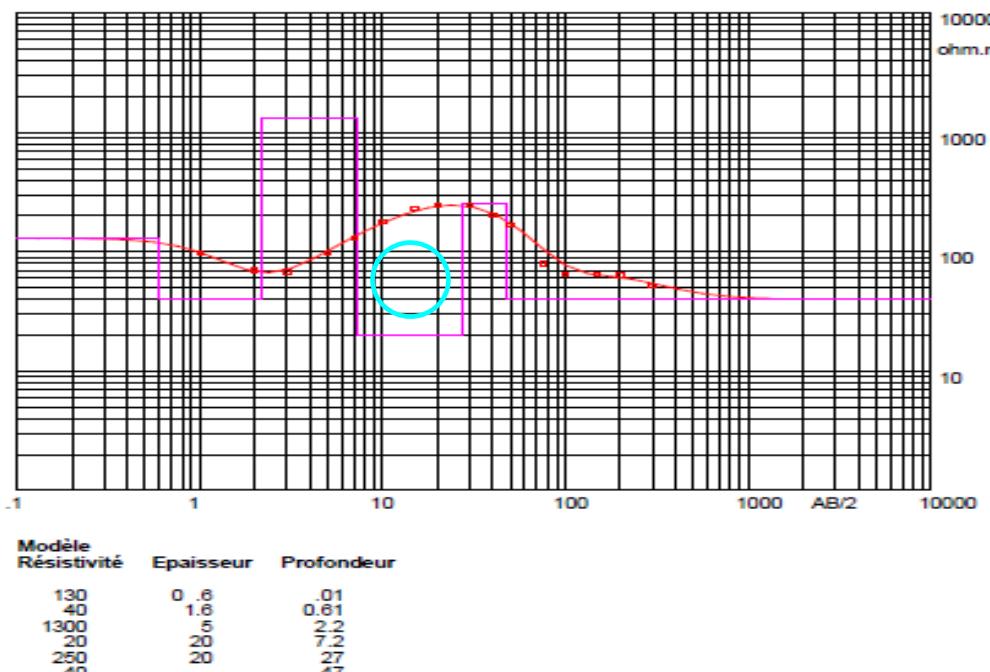
Au sondage SE 10, les graves seraient plus profondes, et beaucoup moins résistantes.

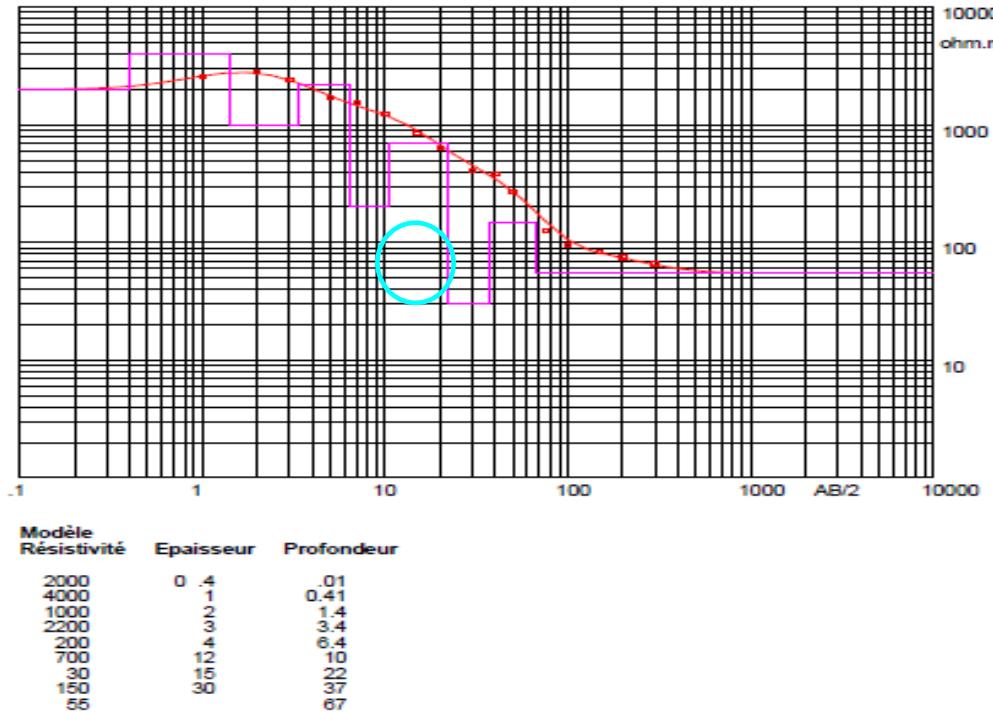
Sur le sondage SE 17, il y a sans doute plus de graves ; mais rien ne justifie le décalage des marnes et des calcaires sous-jacents.

Le sondage SE 21 présenterait un peu moins de graves que le sondage SE 17, mais pas 10 m ; le calcaire est plus développé en fond.

Les courbes ci-après, montrent des calcaires oligocènes à la même position que sur les sondages SE 10 et SE 17 ; il n'y a aucune raison d'intercaler un accident entre les deux.

Sondage électrique Schlumberger - SES 10.WS3



**Sondage électrique Schlumberger - SES17.WS3**

## ➤ Coupe 4

SE 10 est le sondage d'étalonnage, mais le report des épaisseurs est faux (graves à 11 m). Aucun des sondages réalisés sur cette coupe ne permet de caractériser l'Oligocène.

- Panneaux électriques

Les panneaux électriques n'étant pas interprétés, il est difficile d'en tirer des conclusions.

## ➤ Panneau 1

Il apparaît un sondage au début du profil qui montre 9 m de graves, 6 m d'argiles avec des calcaires, 14 m de calcaires, 30 m de calcaires et de marnes, sur des marnes vertes à partir de 45 m.

Le panneau est également recoupé par le sondage SE 7, qui révèle 13 m de terrains très résistants (1 300 ohms.m), puis des argiles à 40 ohms.m jusqu'à 33 m de profondeur, avant d'atteindre les calcaires à 130 ohms.m.

Les résultats montrent une diminution des résistivités avec la profondeur, sans correspondance avec la succession lithologique.

## ➤ Panneau 2

Les valeurs de résistivité à la base des profils sont très variables, avec des passages verticaux très rapides qui n'ont *a priori* pas de signification géologique, sans doute des à-coup-de-prises liés à la qualité des terrains de surface (graves sèches). Il est pourtant noté dans le rapport qu'elles correspondent à des zones fracturées (8 en 1 400 m !).

En surface, les résistivités les plus fortes correspondant aux graves (limites de résistivité à 200 ohms.m ?) ont des épaisseurs largement supérieures à ce qui est fourni par les sondages électriques. Le sondage SE 3 donnerait 16 m de graves sur 25 m d'argiles avant d'atteindre les calcaires, et le sondage SE 4, 11 m de graves sur 15 m d'argiles.

➤ Panneau 3

Ce panneau recoupe les sondages SE 16 (en tout début de profil), SE 20 et SE 12. Son examen montre bien la quasi-absence de graves au niveau du sondage SE 20. Mais au-dessous, il n'apparaît pas d'alternance entre les marnes à 60 ohms.m, théoriquement présentes sur 18 m, et les calcaires à 130 ohms.m sur 25 m, avant de rencontrer les argiles en fond.

Au niveau du sondage SE 12, les épaisseurs paraissent exagérées et la succession lithologique attendue n'est pas retrouvée.

#### **4. Conclusions de l'analyse géophysique**

La prospection à l'EM 34 aurait pu permettre d'extraire davantage d'informations si les profils avaient été mieux représentés (pastillage insuffisant).

Pour les hautes terrasses, les mesures avec un seul espacement ne sont pas suffisantes pour caractériser l'Oligocène.

Le maillage n'est pas adapté à l'objectif recherché. Des mailles de 50 m x 50 m ou de 100 x 100 m auraient été préférables.

Pour les sondages électriques, il aurait été également plus judicieux d'effectuer un maillage plus régulier et un rendu sous forme de cartes d'épaisseurs et de résistivités des argiles et des graves pour les bords de Garonne, et des graves et des marnes pour les hautes terrasses.

De même, les nombreux sondages disponibles en bibliographie auraient pu être exploités en même temps que les sondages électriques.

Cependant, cette méthode est la seule qui fournit des résultats facilement exploitables avec une représentation sous forme de profils géologiques, même si une reprise des interprétations se justifierait.

Les panneaux électriques ne sont pas exploitables, en raison du choix peu adapté des limites de résistivité et surtout de l'absence d'interprétation.

En conclusion, malgré l'insuffisance de l'interprétation des profils et des sondages électriques, voire son absence pour les panneaux électriques, la prospection géophysique réalisée dans le cadre des études du projet NAG, tant sur les berges de Garonne que sur ses hautes terrasses, a permis de reconnaître les graves alluvionnaires sans toutefois atteindre la précision attendue.

En revanche, elle ne permet pas de caractériser correctement les formations de l'Oligocène sous-jacent.