



## Rapport

# Étude des relations hydrauliques entre la nappe astienne et la nappe alluviale de l'Hérault

Phase 1 : Délimitation et caractérisation de la zone de contact entre sables Astiens et nappe alluviale de l'Hérault



Rapport n°112354/version D – mars 2022

Projet suivi par Talita MÜLLER - 06.15.20.49.94 – talita.muller@anteagroup.com



Antea Group  
Direction Régionale Sud  
Parc d'Activités de l'Aéroport  
180, Impasse John Locke  
34470 PEROLS  
[www.anteagroup.fr/fr](http://www.anteagroup.fr/fr)

## Fiche signalétique

### Étude des relations hydrauliques entre la nappe astienne et la nappe alluviale de l'Hérault

### Phase 1 : Délimitation et caractérisation de la zone de contact entre sables Astiens et nappe alluviale de l'Hérault

CLIENT	SITE
<b>SMETA</b>  Domaine de Bayssan le Haut, route de Vendres 34500 Béziers 04 67 36 41 67 04 67 36 40 25 contact@smeta.fr www.astien.com	St Thibéry / Florensac

### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Talita MÜLLER
Interlocuteur commercial	Jérôme LACROIX
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Montpellier  04.67.15.91.10  secretariat.montpellier-fr@anteagroup.com
Rapport n°	112354
Version n°	version D
Votre commande et date	
Projet n°	LROP200296

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	LUCAS	Ingénieur Géologue	Octobre 2021	
Approbation	MÜLLER	Chef de projet	Octobre 2021	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	02/08/2021	35	0	Version initiale – Partie Géologie et hydrogéologie
B	28/10/2021	59	4	Intégration des remarques et des parties 7 et 8
C	25/01/2022	55	4	Intégrations des remarques du COPIL
D	31/03/2022	51	6	Intégrations des remarques du SMETA

## Sommaire

<b>1. Contexte et objectifs .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Collecte des données et présentation du secteur .....</b>	<b>8</b>
2.1. Sources de données et organismes sollicités .....	8
2.2. Localisation du secteur d'étude .....	10
<b>3. Contexte géologique .....</b>	<b>12</b>
3.1. Contexte et structure géologique général .....	12
3.2. Contexte géologique local .....	14
3.2.1. Les formations alluviales de la vallée de l'Hérault .....	14
3.2.2. Le substratum des alluvions .....	15
3.3. Stratigraphie .....	15
3.4. Modèle de dépôts Pliocène (Astien) .....	16
3.5. L'importance de la discordance messinienne dans la géomorphologie des dépôts	18
<b>4. Contexte hydrogéologique .....</b>	<b>19</b>
4.1. Entités hydrogéologiques .....	19
4.2. Nappe des alluvions récentes (entité 718BI) .....	19
4.2.1. Caractéristiques des alluvions de l'Hérault .....	19
4.2.2. Propriétés et qualité des alluvions de l'Hérault .....	20
4.3. Nappe de l'astien (entité 647 AB) .....	21
4.4. Alimentation des nappes .....	22
4.5. Paramètres hydrodynamiques .....	23
<b>5. Investigations de la zone de contact entre sables astiens et nappe alluviale de l'Hérault .....</b>	<b>25</b>
5.1. Inventaire des ouvrages existants .....	25
5.2. Investigations réalisées (sondages et profil géophysique) .....	27
5.2.1. Positionnement des sondages .....	27
5.2.2. Démarches administratives .....	27
5.2.3. Réalisation des sondages .....	27
5.2.4. Résultats des sondages .....	30
5.2.5. Méthode d'interprétation .....	30
5.2.6. Biais d'interpolation .....	31
5.2.7. Interprétation après réalisation des sondages .....	31
Profondeur du toit de l'interface argileuse (m NGF) – (Figure 13) .....	31
Profondeur du toit de l'astien (m NGF) – (Figure 14) .....	32
Epaisseur de l'interface argileuse (m) – (Figure 15) .....	32
Epaisseur des graviers au contact avec l'interface argileuse (m) – (Figure 16) .....	33

5.2.8. Investigation géophysique .....	38
5.2.8.1. Contexte et objectifs .....	38
5.2.8.2. Protocole .....	38
5.2.8.3. Résultats .....	38
5.2.9. Essai de perméabilité .....	39
5.3. Coupes géologiques interprétées .....	40
<b>6. Doublet piézométrique .....</b>	<b>46</b>
6.1. Le doublet piézométrique existant du SMETA .....	46
6.2. Proposition de nouveaux doublets piézométriques .....	47
6.2.1. Choix d'emplacement du nouveau doublet piézométrique .....	47
6.2.2. Piézomètres pouvant faire l'objet d'un doublet .....	47
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>51</b>

## Table des figures

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude .....	11
Figure 2 : Evolution de la subsidence sur la marge du golfe du Lion (Biju-Duval, 1984) .....	13
Figure 3 : Interprétation de l'évolution tecto-sédimentaire .....	14
Figure 4 : Modèle de la série stratigraphique .....	16
Figure 5 : Modèle de dépôts des faciès du pliocène selon le modèle de Gilbert Delta (d'après Clauzon G., 2000). ....	16
Figure 6 : Carte géologique simplifiée, modifiée d'après la carte géologique du BRGM.....	17
Figure 7 : Coupe schématique du remplissage Post-Miocène (modifié d'après Fuchey 2001, BRGM).18	18
Figure 8 : Carte des isopaques de la nappe astienne (source : BRGM – RP-50770-FR) .....	22
Figure 9 : Représentation schématique des échanges supposés entre la nappe astienne et les eaux superficielles souterraines (SAGE Nappe Astiene – 2018) .....	23
Figure 10 : Description des horizons aquifères à proximité de la zone d'étude .....	24
Figure 11 : Localisation des forages et sondages contenant des informations géologiques nécessaires à l'étude.....	26
Figure 12 : Localisation des 10 sondages et du profil géophysique .....	29
Figure 13 : Altitude du toit des argiles en m NGF sur le secteur d'étude .....	34
Figure 14 : Altitude du toit de l'astien en m NGF d'étude .....	35
Figure 15 : Epaisseur des argiles sur le secteur d'étude .....	36
Figure 16 : Epaisseur des alluvions productives (sables ou graviers) au contact de l'interface argileuse ou de l'Astien.....	37
Figure 17 : Plan d'implantation du profil électrique .....	38
Figure 18 : Profil électrique de résistivités apparentes mesurées à l'échelle 1/1000 .....	39
Figure 19 : Carte de localisation des coupes géologiques.....	41
Figure 20 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur nord.....	42
Figure 21 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur centre .....	43
Figure 22 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur sud.....	44
Figure 23 : Coupe géologique Nord-Sud : secteur est.....	45
Figure 24 : Coupe géologique Nord-Sud : secteur centre .....	45
Figure 25 : Implantation du doublet piézométrique .....	46
Figure 26 : Doublet piézométrique existant et proposé .....	48
Figure 27 : Coupe du forage BSS002JBNB .....	49

## Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques hydrodynamiques des nappes alluviales	20
Tableau 2 : Paramètres hydrodynamiques des nappes de l'Astien et de l'Hérault	23
Tableau 3 : Localisation et caractéristiques des sondages	28
Tableau 4 : Epaisseur des formations rencontrées par les sondages	30
Tableau 5 : Echantillons d'argiles prélevés pour les essais de perméabilité	39
Tableau 6 : Résultats des essais de perméabilité	40

## 1. Contexte et objectifs

La nappe des sables astiens et la nappe alluviale de l'Hérault, situées sur les bordures de la Méditerranée, dans le département de l'Hérault, sont des ressources majeures pour l'eau potable de ce territoire. Toutes deux en déséquilibres quantitatifs, des SAGE et PGRE ont été mis en place sur ces masses d'eau, de manière à résorber les déficits et permettre des gestions structurelles équilibrées de ces ressources en eau.

La nappe astienne est très sollicitée en raison de la qualité de son eau et de sa disponibilité physique sur l'ensemble de son emprise. La nappe alluviale de l'Hérault, quant à elle, est principalement sollicitée pour l'eau potable mais aussi pour l'irrigation.

Dans le secteur d'étude, de Saint-Thibéry à Bessan, ces deux aquifères sont supposés en contact, donc potentiellement en continuité hydraulique mais de nombreuses incertitudes persistent, rendant difficile une gestion conjointe et optimisée de ces ressources.

C'est pourquoi, le SMETA et l'EPTB Fleuve Hérault ont mandaté Antea Group pour étudier les relations hydrauliques entre la nappe astienne et la nappe alluviale de l'Hérault.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- déterminer et quantifier les échanges entre la nappe alluviale de l'Hérault et la nappe Astienne ;
- identifier les éventuels risques qualitatifs liés à ces échanges pour chacune des deux masses d'eau ;
- proposer des solutions d'optimisation de la gestion conjointe de ces deux ressources.

L'étude se décompose en 3 phases :

- **Phase 1** : Délimitation et caractérisation de la zone de contact entre les sables astiens et la nappe alluviale de l'Hérault :
  - Etape 1 : Etude approfondie du contexte géologique pour la délimitation de la zone de contact ;
  - Etape 2 : Création d'un doublet de piézomètres nappe astienne/nappe alluviale ;
  - Etape 3 : Suivi piézométrique en continu sur 1 an au droit de chacun des ouvrages du doublet.
- **Phase 2** : Qualification des échanges nappe astienne/nappe alluviale de l'Hérault.
- **Phase 3** : Quantification de ces échanges et proposition de solutions d'optimisation de la gestion des deux masses d'eau.

Le présent document constitue le rapport de phase 1, intégrant :

- L'étape 1 présentant l'étude approfondie du contexte géologique pour la délimitation de la zone de contact ;
- La réflexion sur l'étape 2 pour l'implantation d'un doublet.

## 2. Collecte des données et présentation du secteur

### 2.1. Sources de données et organismes sollicités

Pour la réalisation de l'étude, Antea Group s'est appuyée sur les données disponibles dans les ARS, DDT, DREAL ainsi que sur les données transmises par le Syndicat Mixte d'Etude et de Travaux de l'Astien et l'EPTB Fleuve Hérault. D'autres acteurs publics ou privés ont également été sollicités (BRGM, ...). La liste (non exhaustive) des principales données utilisées est présentée ci-après :

#### Données nationales

- Référentiels hydrogéologiques des masses d'eau et entités hydrogéologiques sur SIG ;
- Bases de données des masses d'eau souterraine et fiches entités hydrogéologiques provisoires existantes ;
- Base de données SISE-EAUX et bilan de la qualité de l'eau distribuée publiée par les ARS ;
- Occupation des sols (CORINE Land Cover) ;
- Banque du sous-sol (BSS) ;
- Hydroportail.

#### Etudes générales

- Cartographie numérique partielle des périmètres de protection de captages et avis des hydrogéologues agréés ;
- Bases de données ADES et ouvrages de prélèvements AEP Agence de l'Eau ;
- Etude pour la protection des affleurements de sables astiens – GINGER – 2010 ;
- Etude hydraulique du bassin versant de l'Hérault – EGIS – 2015 ;
- Nappe alluviale de l'Hérault – Identification et protection des ressources majeures en eau souterraine pour l'alimentation en eau potable – Phase 1 à 3 – Antea Group – 2016 ;
- Echanges nappe-rivière et transport de pesticides : cas des alluvions de l'Hérault, en présence et en absence de pompages : sites de Pézenas et Florensac – BRGM – RP-50471-FR – 2001 ;
- Couplage des outils géochimiques et hydrologiques appliqués au fonctionnement du système fluvial Hérault dans sa partie alluviale – Contrat de Plan Etat-Région 1994-1998 – BRGM – RP-51126-FR ;
- Modélisation géologique des dépôts plio-quaternaires de la basse vallée de l'Hérault – BRGM – RP-50770-FR - 2001 ;
- Relations entre le fleuve et les principaux aquifères -potentialités d'exploitation de nouvelles ressources – Berga SUD – 2013 ;
- Essai de représentation cartographique d'un aquifère sous couverture (Pliocène marin de la région d'Agde-Valras, Hérault, France) avec représentation des conditions aux limites au 1/50 000 – Eric GAOCHET, Bernard LEGRAND, Gilles MARJOLET – 1979 ;

- Approche géochimique des mécanismes de salinisation des Aquifères côtiers – Chronologies  $^{14}\text{C}$  –  $^{226}\text{Ra}$  – Florent BARBECOT – 1999 ;
- Détermination de la Géométrie de l'Aquifère pour la partie marine – BRGM Franck HANOT – 2000 ;
- Modélisation de la nappe alluviale de l'Hérault – Thierry Rieux (CEMAGREF) – 1986 ;
- Méthodologie d'exploitation quantitative des photographies aériennes d'inondation de la plaine – Thèse Damien RACLOT – 2003 ;
- Evolution géodynamique messino-pliocène en Languedoc central : le paléo-réseau hydrographique de l'Orb et de l'Hérault (Sud de la France) – Paul Ambert – 1998 ;
- SAGE Astien - Plan de Gestion de la ressource en eau de la nappe astienne – SMETA – 2017 ;
- SAGE Hérault - Plan de Gestion de la ressource en eau du bassin versant du Fleuve Hérault – Fleuve Hérault – 2018 ;
- SAGE de la nappe Astienne – Etat des lieux – SMETA -2012 ;
- La gestion en bien commun des eaux souterraines : la nappe des sables astiens de Valras-Agde (Hérault) – Anne Laurent – 1993 ;
- Egis Géotechnique. 2012. Actualisation du modèle de gestion de la nappe de l'Astien : Rapport technique (G0639P01T01-RT01).165p.

## Données locales

- Base de données du SMETA ;
- Données de l'Observatoire Départemental Climatologique Eau Environnement Littoral de l'Hérault ;
- Syndicat du Bas Languedoc – Mise à jour du schéma directeur d'alimentation en eau potable – 2011 ;
- Syndicat intercommunal des eaux de la Vallée de l'Hérault, Schéma directeur d'alimentation en eau potable ;
- Prospection géophysique sur la commune de Paulhan – BRPG – 2011 ;
- Modélisation hydrodynamique et hydrodispersive des écoulements souterrains sur la nappe alluviale de l'Hérault – Réseau ferré de France -Memosol et Calligée – 2013 ;
- Prospection géophysique sur la commune de Bessan- BeMEA et Calligée – 2008 ;
- Pompage d'essai sur la commune de Bessan pour la Mairie d'Agde – Antea Group – 2003.

## 2.2. Localisation du secteur d'étude

Le périmètre d'étude défini au démarrage de l'étude est localisé au sud-ouest du département de l'Hérault, sur les communes de Saint-Thibéry, Florensac, Bessan, Agde et Vias. Ce périmètre correspond à l'extension des alluvions de l'Hérault. Il est borné au nord par la limite de la nappe astienne. La limite sud a été tracée à proximité du canal du midi, dans un secteur où les alluvions de l'Hérault et la nappe astienne ne sont plus en contact avéré. Le périmètre de l'étude a été élargi à la partie aval des alluvions de la Thongue.

Au démarrage de l'étude, au sein de ce périmètre d'étude, un premier zonage a été proposé pour définir la zone de contact nappe astienne/nappe alluviale présumée. Ce zonage s'appuie sur les travaux d'E. Goachet en 1997.

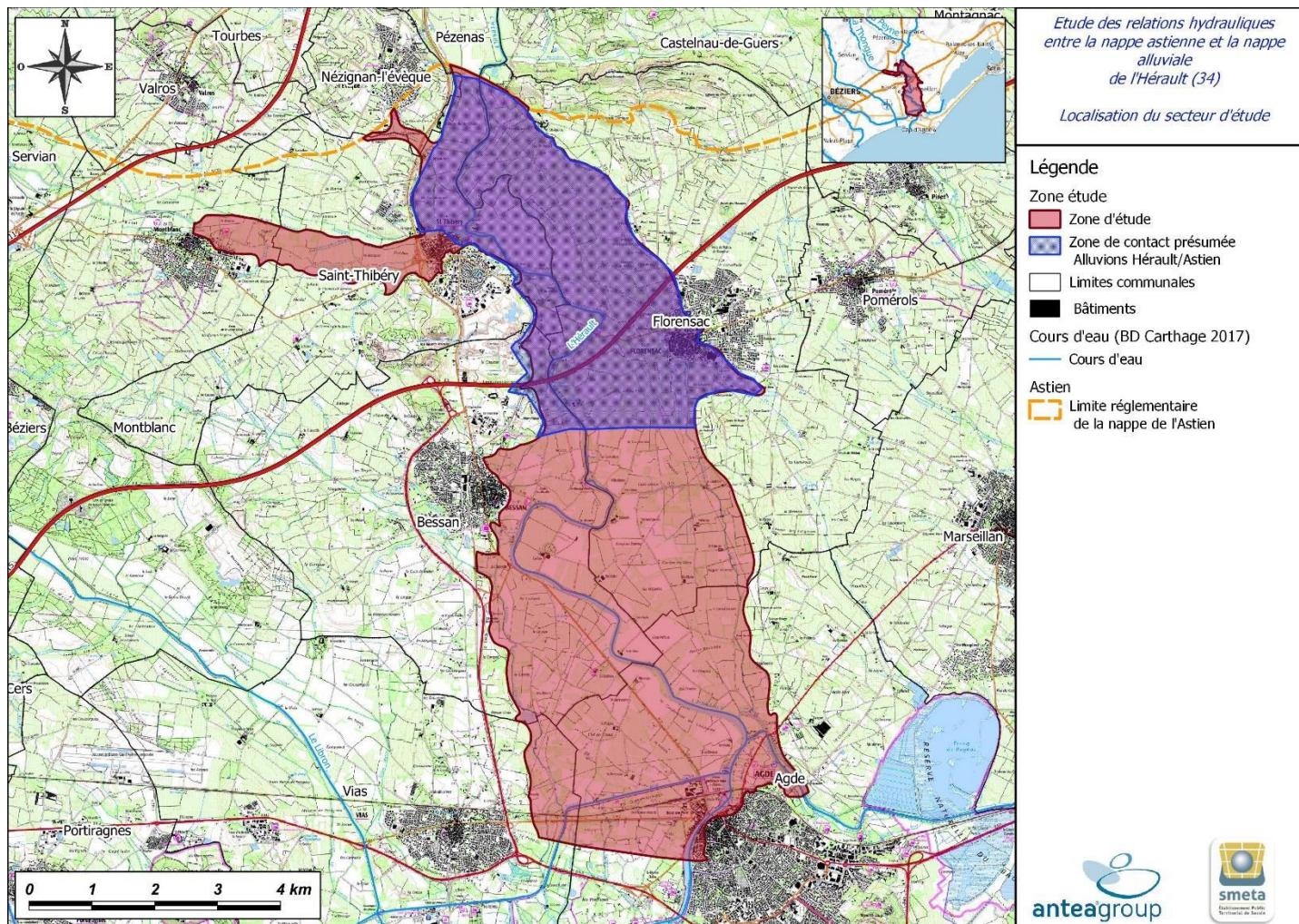


Figure 1 : Localisation du secteur d'étude

## 3. Contexte géologique

### 3.1. Contexte et structure géologique général

L'Hérault s'écoule des sommets à la mer sur ce que l'on nomme la marge du Golfe du Lion. Avant la création de la marge du Golfe du Lion, du Crétacé jusqu'au Miocène, une émersion générale du bassin du Languedoc a été induite par phase compressive pyrénéo-alpine. Cette phase, accompagnée d'une forte érosion des terrains jurassiques, a été suivie par une période de sédimentation des terrains continentaux du crétacé supérieur, Eocène et Oligocène. La phase compressive pyrénéo-alpine s'inscrit, dans le secteur d'étude, par la formation de l'anticlinal de Castelnau-de-Guers et du synclinal de Villeveyrac.

La marge du Golfe du Lion appartient à la partie nord occidentale du bassin liguro-provençal qui s'est ouvert lors de la phase de rifting de l'Oligo-Aquitainien, lequel a été suivi du remplissage marin du Burdigalien. Cette phase d'extension vient se surimposer aux structures en compression (failles et chevauchements) dues à l'Orogenèse pyrénéenne, reprenant les accidents préexistants pour les faire rejouer en distension.

Depuis l'Oligocène supérieur, les étapes de l'ouverture et le type des dépôts sédimentaires du bassin sont les suivantes :

- **Une phase d'extension** qui structure le socle en horsts et grabens bordés de failles normales. Ces structures sont en parties recouvertes par des sédiments synrifts de l'Oligo-aquitainien.
- **Une phase de dépôts au centre du bassin**, avec à partir du Burdigalien (Miocène inférieur), un important dépôt de sédiments sans activité tectonique marquée, simplement dû à une subsidence générale. Ces sédiments sont des dépôts de faciès côtiers.
- Le Miocène moyen (tardi-Burdigalien-Langhien) est caractérisé par **une grande transgression marine** : la transgression dite « helvétienne ». Celle-ci génère une sédimentation de bas fond transcrise par des marnes bleues (virant au jaune par altération).
- Le Serravalo-tortonien est marqué par des **dépôts de type laguno-saumâtre** passant progressivement à des **dépôts d'eau douce** : il y a prépondérance progressive des apports en eaux fluviales, se traduisant par le développement de forme de vie d'eau douce (planorbes) : ceci traduit une légère régression marine.
- Le Tortonien (-10,4 à -6,7 Ma) montre des faciès marins argileux passant à des faciès marins sableux. Ces sables marins sont jaunes et propres, et marquent **un abaissement du niveau marin** et la progradation de la bande côtière.
- Le Messinien (Miocène terminal) se distingue par une véritable crise de salinité de la mer Méditerranée. Le détroit de Gibraltar se ferme empêchant le renouvellement des eaux méditerranéennes par celles de l'Atlantique. Le bassin est alors isolé et la mer commence à s'évaporer jusqu'à un paroxysme qui amène le niveau de sa surface à - 1500 m environ de son niveau actuel. Ceci crée un **surcreusement des vallées fluviales**, devenant ainsi de véritables canyons encaissés (gorges de l'Hérault, canyon de l'Orb ...). Sur les pentes des canyons se développent des dépôts de brèche de pente messinienne.
- Le Pliocène est caractérisé par **une grande remontée du niveau marin** eustatique et l'inondation des vallées incisées conduisant aux remplissages des rias pliocènes ; celles-ci sont alors comblées par les différents faciès du pliocène : **Pliocène marin argileux (argile bleutées), sableux (sable**

jaunes aquifères dits « Astien ») puis Pliocène continental (argiles rouges et conglomérats fluviatiles).

Les systèmes de comblements sont datés de 5,3 Ma à 3,8 Ma (Clauzon, 2000), soit Zancléen. Cette remontée du niveau marin entraîne la mise en place de Gilbert deltas (deltas fluviatiles en eaux profondes) qui voient le dépôt synchrone de formations continentales alluviales (pôle proximal), de sables coquilliers marins et d'argiles silteuses marines (pôle distal).

D'après F. Barbescot 1999, les formations du Pliocène sont recoupées par une faille d'orientation Nord-Est Sud-Ouest, appartenant au faisceau languedocien et longeant la bordure Nord-Ouest de l'étang de Thau.

- Le Pléistocène correspond aux différentes ères glaciaires, comprises entre -1,8 Ma et -0,01 Ma, qui se sont succédé sur l'Europe, créant différentes terrasses. Celles-ci généralement emboîtées traduisant un enfoncement du réseau fluviatile depuis la fin du Zancléen jusqu'au tardi-glaciaire (dernière terrasse glaciaire). Les niveaux marins passent alors de + 80 m au pliocène (Clauzon 1990) à -120 m (Tesson 2000).
- Le Quaternaire correspond à la formation de différentes terrasses fluviatiles, colluvions et dépôts de pente ainsi qu'à la mise en place des alluvions récentes. Des éruptions volcaniques se manifestent à Lézignan la Cèbe, Saint-Thibéry et Agde entraînant la mise en place de coulées basaltiques en rive droite de l'Hérault.

La Figure 2 permet d'illustrer l'évolution de la subsidence de la marge du Golfe du Lion.

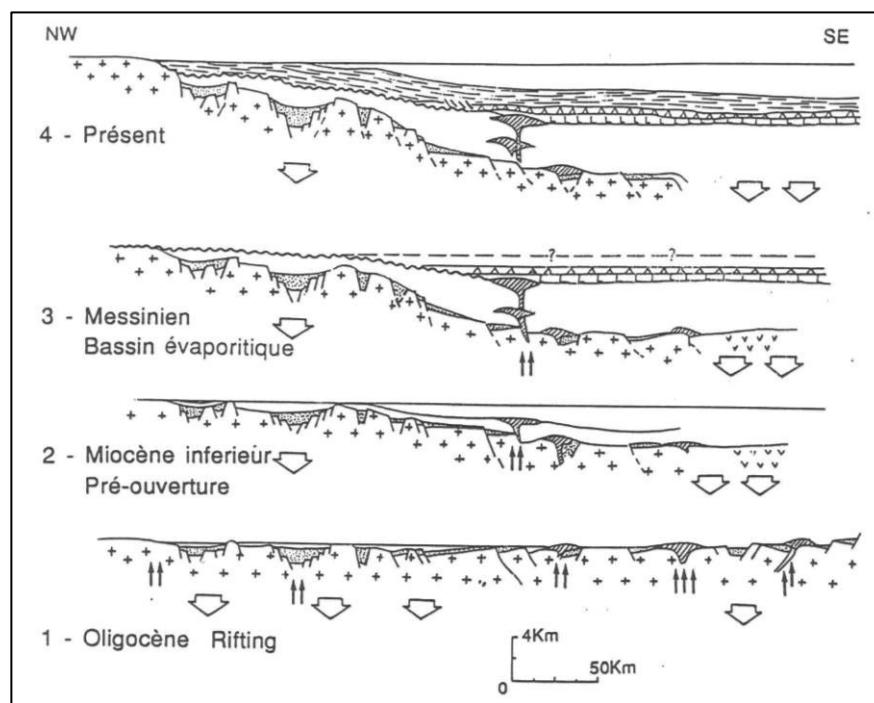
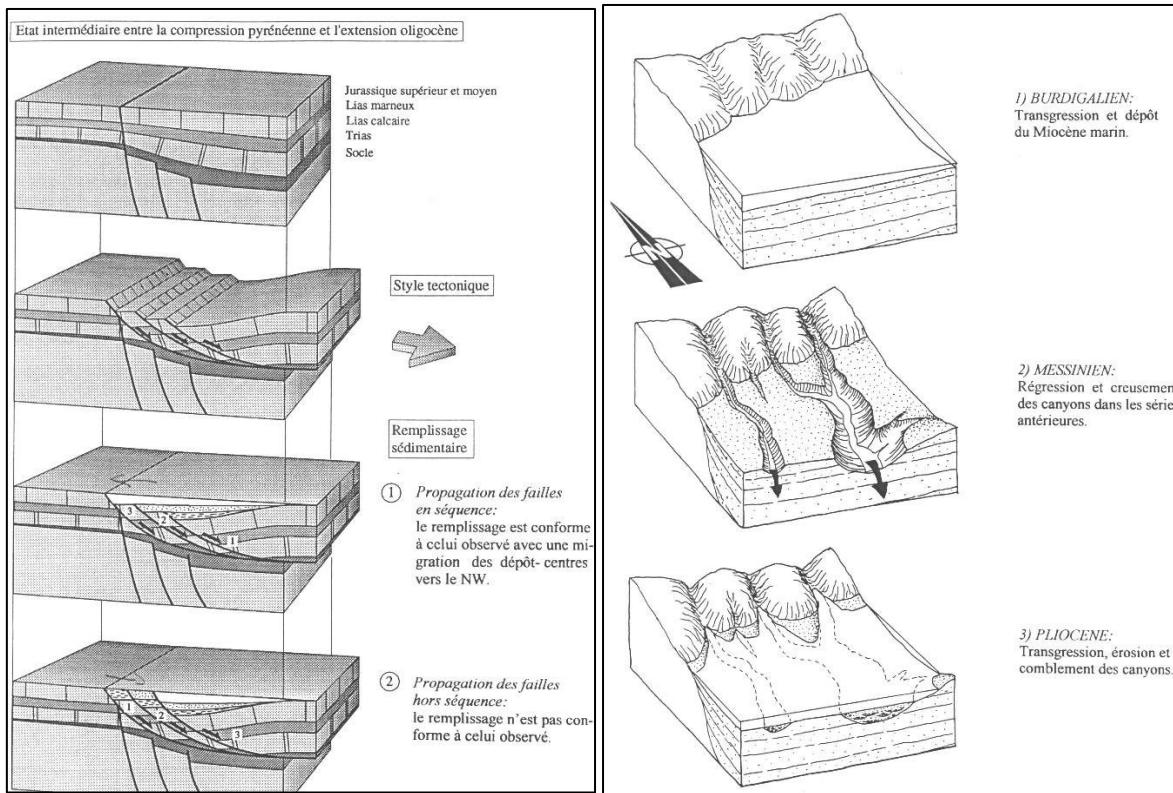


Figure 2 : Evolution de la subsidence sur la marge du golfe du Lion (Biju-Duval, 1984)

La Figure 3 représente à gauche l'évolution tectonique post-compression pyrénéenne et à droite la genèse et le remplissage des cayons du Messinien (d'après Maerten L., 1994).



**Figure 3 : Interprétation de l'évolution tecto-sédimentaire**

## 3.2. Contexte géologique local

### 3.2.1. Les formations alluviales de la vallée de l'Hérault

Les dépôts quaternaires, dans lesquels se développent les aquifères alluviaux qui contribuent au débit de l'Hérault, sont de deux types :

- **Les alluvions anciennes**

Organisées en terrasses superposées, elles sont absentes à l'aval de Pézenas mais dominent la partie haute de la vallée en amont de Canet. Elles sont constituées de graviers entourés d'argile et d'une forte proportion d'éléments fins basaltiques plus ou moins altérés qui leur confèrent une perméabilité relativement faible.

- **Les alluvions modernes ou récentes**

Elles s'étendent sur 75 km<sup>2</sup> de Canet à l'embouchure et voient leur extension latérale croître vers l'aval. Elles sont constituées de formations détritiques à granulométrie croissante en fonction de la profondeur. De haut en bas, la succession suivante est rencontrée :

- des limons d'inondation apportés par l'Hérault ;
- des sables ;
- des graviers et sables ;
- des vases et des argiles imperméables, d'origine marine, qui s'intercalent dans cette série depuis l'aval de Florensac jusqu'au littoral.

### 3.2.2. Le substratum des alluvions

- **Le Pliocène continental et transitionnel :**

Le Pliocène continental (p1c à p2c) et/ou Pliocène transitionnel (p1ct) comprenant des dépôts de sables, marnes, cailloutis et grès (p1c à p2c) et des argiles et marnes qui sont une transition entre le faciès continental et marin. Les dépôts pliocènes sont essentiellement formés d'argiles rouges sableuses et détritiques qui s'épaissent en direction du littoral.

Ce faciès n'est pas toujours présent sous les alluvions de l'Hérault. Il possède une géométrie en biseau. En effet, les alluvions de l'Hérault sont en contact avec les sables astiens dans le secteur nord de la zone d'étude (St-Thibéry – Florensac), tandis qu'ils sont en contact avec des argiles et marnes du pliocène continental au sud de Florensac. L'étude devra permettre de déterminer ce contact.

- **Les sables astiens :**

Les sables astiens semblent être en contact direct avec les alluvions sur environ 14 km<sup>2</sup>. Ces sables astiens contiennent une nappe captive d'importance régionale. D'origine détritique, il s'agit de sables calcaires et/ou siliceux à éléments carbonatés et micacés, plus ou moins grossiers (généralement de granulométrie fine à très fine), parfois consolidés, de couleur jaunâtre et parfois très colorés et riches en foraminifères. On observe des stratifications entrecroisées dans les sables qui forment localement des bancs gréseux plus ou moins indurés. Latéralement on retrouve des variations de faciès qui mettent au contact des sables jaunes typiques avec des niveaux plus grossiers, graveleux ou des passées plus argileuses.

Vers la base, le faciès devient plus marneux et contient des marnes bleuâtres, finement sableuses du faciès Plaisancien.

- **Le Miocène (Miocène et substratum) :**

Il s'agit de l'étage sur lequel se place l'incision messinienne (donc miocène terminal). Le Miocène est constitué dans sa partie supérieure (sur 100 à 150 m) d'argile gris-bleu et de sables jaunes fins à stratification(s) entrecroisée(s).

### 3.3. Stratigraphie

La Figure 4 représente le modèle de la série stratigraphique des dépôts. Les formations sont regroupées en 6 ensembles identifiables :

- le **Quaternaire, alluvions anciennes et récentes de l'Hérault**, limons, sables et graviers ;
- le Pléistocène, composé de colluvions de versant, coulées de basaltes, scories volcaniques et tufs laguno-lacustres ;
- le **Pliocène continental** (p1c à p2c) et/ou transitionnel (p1ct), horizon discontinu d'argiles et de marnes à graviers ;
- le **Pliocène marin sableux « Astien »** (p1ms) composés de sables jaunâtres bien classés et finement stratifiés ;
- le **Pliocène marin argileux « Plaisancien »** (p1ma) est composé d'argiles bleutées (argiles marines de Corneilhan). On peut parfois retrouver à la place un faciès de brèche messinienne ;
- le **Miocène (Miocène et substratum)** est l'étage sur lequel se place l'incision messinienne (donc miocène terminal). Le Miocène est constitué dans sa partie supérieure (sur 100 à 150 m) d'argile gris-bleu et de sables gris à jaunes fins à stratification(s) entrecroisée(s).

Age / Formation	Litho-stratigraphie
<b>Quaternaire</b> Fz, Fy, Fv	Alluvions de l'Hérault, limons, sables et graviers
<b>Pleistocène</b> Vs, $\beta$ , Cx, t $\beta$ -L	Colluvions de versant terrasses anciennes tufs laguno-lacustres Coulées de basaltes, scories
<b>Pliocène continental</b> Pc, p2c à p1ct	Pliocène continental cailloutis, argiles et marnes rouges à graviers
<b>Pliocène marin sableux (Astien)</b> p1ms	Sables marins jaunâtres bancs de grès
<b>Pliocène marin argileux</b> p1ma	Argiles bleutées
<b>Miocène et substratum</b>	Discordance érosive - Messinien  Molasses sableuses et marnes bleues

Figure 4 : Modèle de la série stratigraphique

### 3.4. Modèle de dépôts Pliocène (Astien)

L'histoire post-miocène est rythmée par un ensemble de transgression/régression du niveau marin contrôlant le type de dépôts sédimentaires qui caractérise aujourd'hui les aquifères du secteur.

En se focalisant sur le Pliocène, il s'agit d'un modèle de dépôts sédimentaires de type Gilbert Delta (Figure 5). Celui-ci est le fait d'une importante transgression marine ayant rempli les rias et canyons développés au Messinien.

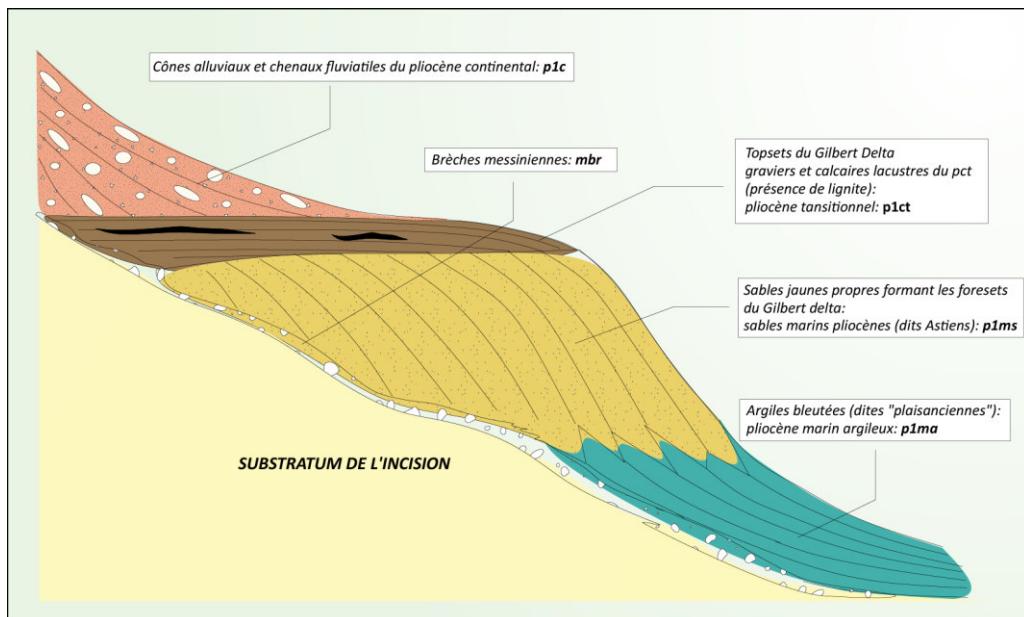


Figure 5 : Modèle de dépôts des faciès du pliocène selon le modèle de Gilbert Delta (d'après Clauzon G., 2000).

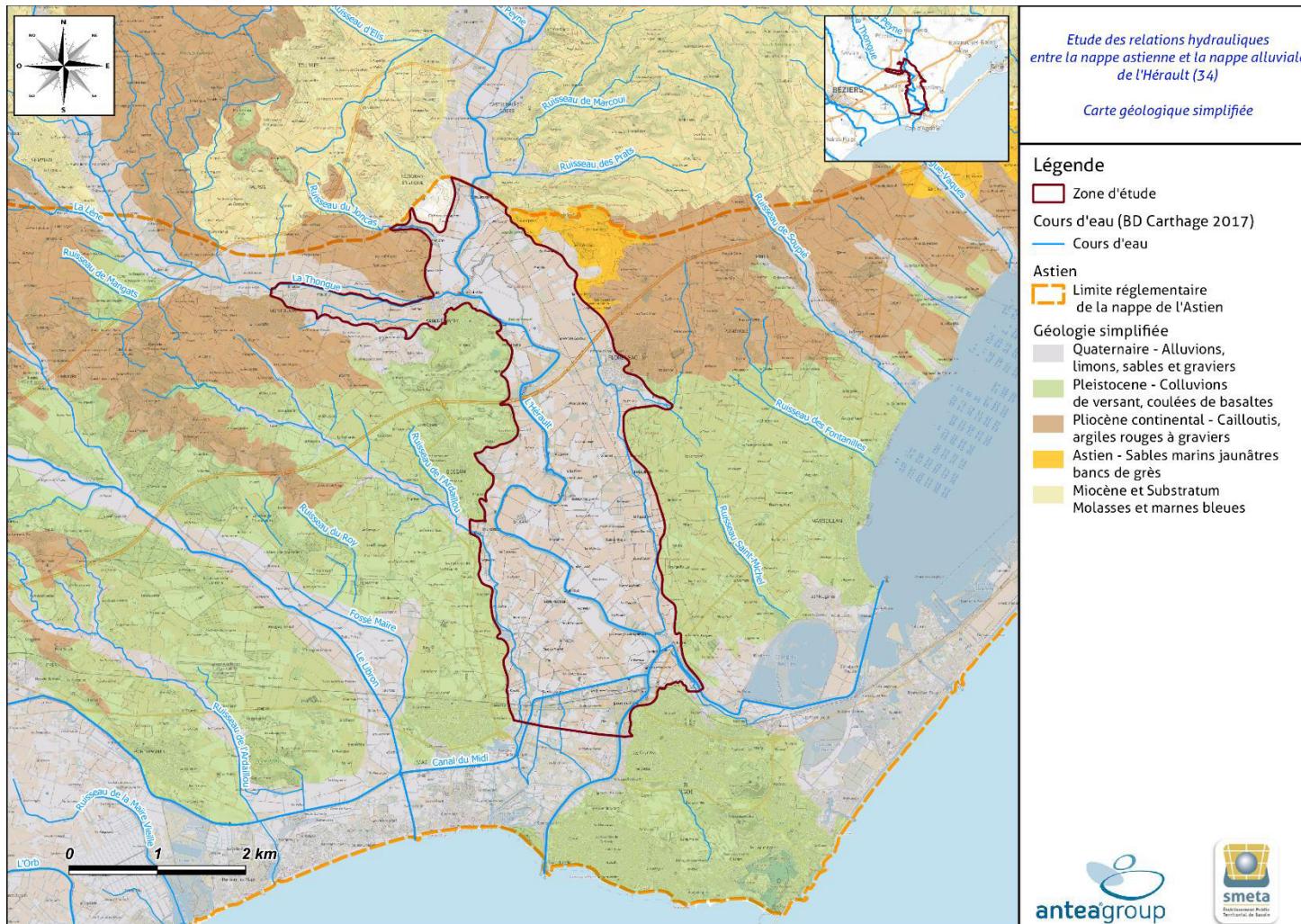


Figure 6 : Carte géologique simplifiée, modifiée d'après la carte géologique du BRGM

### 3.5. L'importance de la discordance messinienne dans la géomorphologie des dépôts

L'épisode messinien (décrit dans le contexte géologique général) provoque une discordance érosive majeure dans le secteur par le creusement de canyons importants. Sur les pentes des canyons se développent des dépôts de brèche de pente messinienne. Cet épisode messinien crée de fortes pentes et donc une hétérogénéité latérale forte des faciès. Le schéma (Figure 7) permet d'imager la structure de dépôts en « on lap » sur la surface d'érosion messinienne.

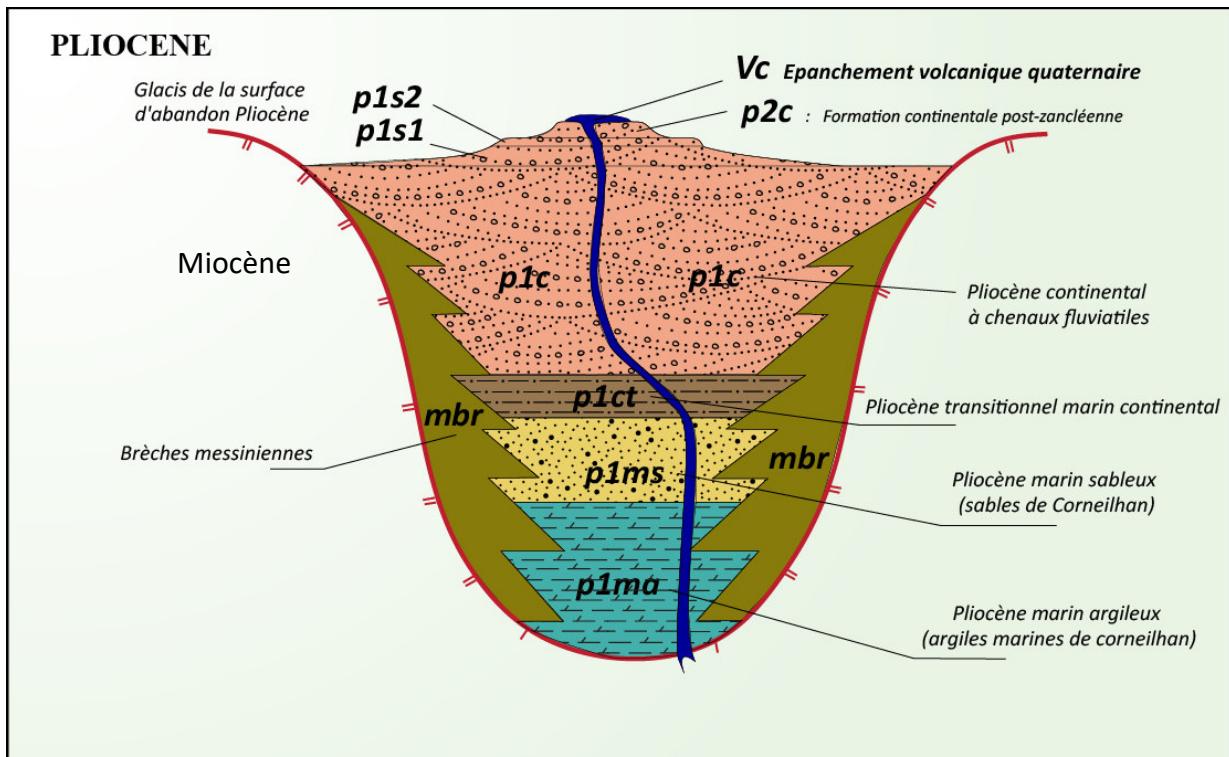


Figure 7 : Coupe schématique du remplissage Post-Miocène (modifié d'après Fuchey 2001, BRGM).

## 4. Contexte hydrogéologique

### 4.1. Entités hydrogéologiques

La BDLISA (Base de Donnée des Limites des Systèmes Aquifères) met en évidence plusieurs entités hydrogéologiques principales sur la zone d'étude :

- Entités principales en surface : Entité hydrogéologique 718BI : Alluvions récentes de l'Hérault et de ses affluents ;
- Entités principales en souterraines : Entité hydrogéologique 647AB : Sables astiens d'Agde-Valras-Embouchure de l'Aude.

### 4.2. Nappe des alluvions récentes (entité 718BI)

#### 4.2.1. Caractéristiques des alluvions de l'Hérault

En surface, la zone d'étude est située sur la masse d'eau **FRDG311 des alluvions de l'Hérault – entité 718BI**. Cette masse d'eau s'étend sur une surface d'environ 194 km<sup>2</sup>. Elle correspond aux alluvions anciennes et récentes de l'Hérault et de ses affluents. Elle forme une bande allongée de 50 km de long depuis la sortie des gorges calcaires, au sud de St Guilhem Le Désert, jusqu'à l'embouchure du fleuve dans la Méditerranée. Géographiquement, la masse d'eau peut se diviser en deux secteurs :

- en amont de Canet : alluvions anciennes et récentes organisées en terrasse ;
- en aval de Canet (zone d'étude) : alluvions récentes majoritairement.

Les dépôts d'alluvions récentes couvrent toute la basse vallée de l'Hérault sur une superficie totale de 75 km<sup>2</sup> environ. L'épaisseur des alluvions s'accroît régulièrement du Nord au Sud et des bordures de l'aquifère à l'Hérault, avec un maximum de 35 à 40 m à l'embouchure du fleuve.

Un rapport de Berga-Sud (1993) met en évidence la présence de trois couches dans l'aquifère des alluvions modernes :

- une couche superficielle de limons plus ou moins sableux, particulièrement aux abords de l'Hérault et en rive droite, s'épaississant vers le sud ;
- une couche intermédiaire de sables fins, sables et graviers plus ou moins argileux qui se biseautent à l'aval entre Bessan et Agde pour disparaître et faire place aux vases ;
- une couche à la base, composée de sables grossiers, graviers et galets villafranchiens (entre -22 m et -29 m) qui se biseauteraient au sud du Canal du Midi.

Entre Pézenas et Florensac, la nappe correspond à un chenal de 1 à 2 km de large, de 10 à 20 m d'épaisseur, rempli de sables et de graviers et recouvert par 5 à 10 m de limons. Entre Nézignan et Florensac, les alluvions modernes surmontent la nappe de l'Astien dont l'épaisseur est inférieure à 10 m, formant alors un aquifère bicouche, dans lequel viennent s'intercaler des lentilles argileuses (de 50 cm à 2 m d'épaisseur).

En aval de Bessan, la plaine alluviale atteint sa largeur maximale de 4 km. Ce secteur apparaît géologiquement le plus complexe avec la présence sous-jacente des sables astiens et l'intercalation, à l'embouchure, de formations vaso-argileuses. Selon la bibliographie, ces intercalations provoquent

ainsi la division de la couche alluviale en trois niveaux d'épaisseurs variables, correspondants aux dépôts laissés par le cours d'eau lors de ses divagations. La couche graveleuse la plus épaisse et la plus profonde contient la nappe alluviale, qui devient captive à partir de Florensac, puis artésienne près de l'embouchure de l'Hérault. Les formations argilo-graveleuses du pliocène continental, peu perméables, sont transgressives sur les sables astiens et s'épaissent progressivement vers la côte, séparant définitivement les deux nappes. L'étude permettra de confirmer ou non ces données bibliographiques.

#### 4.2.2. Propriétés et qualité des alluvions de l'Hérault

Les eaux de la nappe des alluvions de l'Hérault sont de type bicarbonaté-calcique sulfaté avec un pH légèrement basique et des températures variant de façon saisonnière avec la température extérieure.

La minéralisation est en moyenne de 720 µS/cm, les valeurs sont comprises entre 490 et 900 µS/cm. La minéralisation la plus forte est observée au centre de la masse d'eau (au niveau de Lézignan-la-Cèbe).

Localement, des valeurs de transmissivité de  $10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s ont été rencontrées dans d'anciens chenaux de l'Hérault comblés par des matériaux très grossiers. Les forages peuvent alors fournir des débits supérieurs à 150 m<sup>3</sup>/h.

Il s'agit d'un aquifère monocouche en milieu poreux dont les caractéristiques sont reportées ci-dessous (extrait de l'atlas hydrogéologique du Languedoc Roussillon). Les caractéristiques hydrodynamiques des alluvions de la Thongue ont été ajoutées car situées à proximité immédiate du secteur d'étude.

	Profondeur eau (m)	Epaisseur mouillée (m)	Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Perméabilité (m/s)	Productivité (m <sup>3</sup> /h)
<b>Alluvions récentes de l'Hérault</b>					
Maximum	5	25	$10^{-1}$	$4.10^{-2}$	200
Moyenne	3	12			
Minimum	1	2	$2.10^{-3}$	$10^{-3}$	2
<b>Alluvions de la Thongue</b>					
Maximum	4	10	$10^{-2}$		40
Moyenne	2	5			
Minimum	1	1	$10^{-4}$		2

**Tableau 1 : Caractéristiques hydrodynamiques des nappes alluviales**

Les caractéristiques de l'entité hydrogéologique **718BI** - Alluvions de l'Hérault sont les suivantes :

- Etendue : 0,5 à 1 km de large pour 50 km de long, 75 km<sup>2</sup> (dont 42,12 km<sup>2</sup> sur la zone d'étude) ;
- Type de nappe : libre en relation supposée avec l'astien en partie nord de la zone d'étude ;
- Faciès hydrochimique : bicarbonaté calcique sulfaté avec un pH légèrement basique et des températures variant de façon saisonnière avec la température extérieure ;
- Lithologie : Sables et graviers avec une couverture limoneuse sur les épontes du lit mineur, dont l'épaisseur varie entre 5 et 30 m sur la zone d'étude ;
- Transmissivité :  $10^{-1}$  à  $2.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s ;

- Perméabilité :  $4.10^{-2}$  à  $10^{-3}$  m/s ;
- Productivité : 2 à 200 m<sup>3</sup>/h.

### 4.3. Nappe de l'astien (entité 647 AB)

La nappe de l'Astien est un aquifère d'une superficie de 450 km<sup>2</sup> avec seulement 17 km<sup>2</sup> d'affleurement. La limite de l'extension de cet aquifère est difficile à connaître précisément étant donné son recouvrement par le pliocène continental.

Les sables astiens sont juxtaposés à l'ouest sur les collines de l'oligo-miocène de Vendres, contournent le promontoire miocène de Béziers et s'avancent jusqu'à Corneilhan où se trouve une zone d'affleurement astienne. La limite passe ensuite au sud de Servian, traverse l'Hérault à proximité de Saint-Thibéry puis remonte vers Mèze.

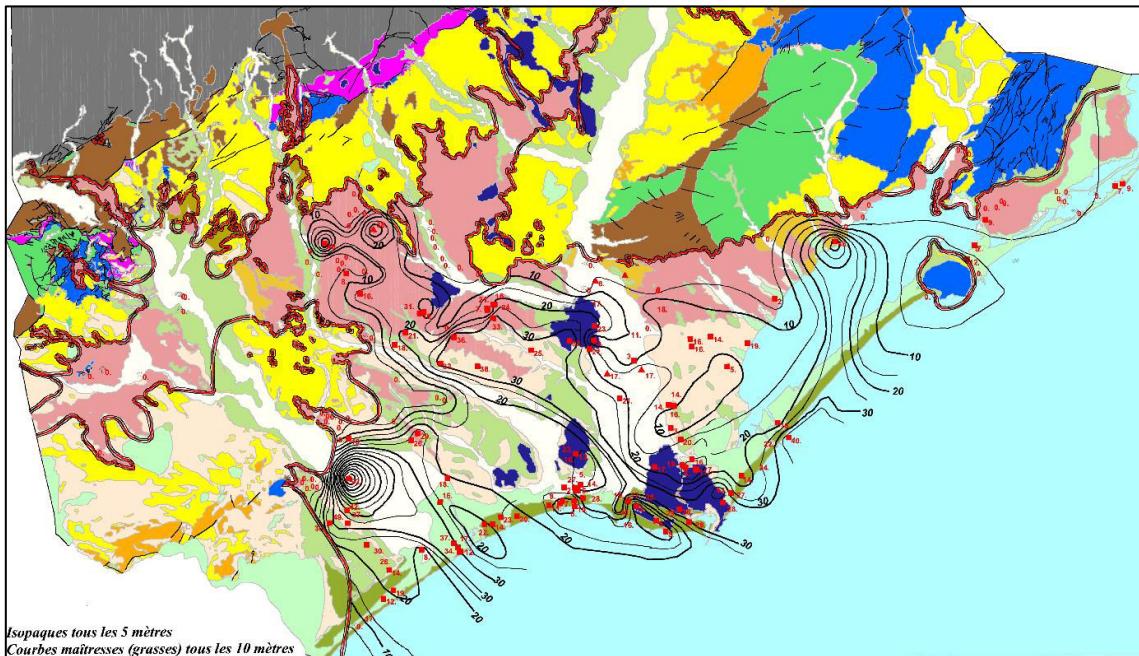
Le mur de l'aquifère astien est principalement formé, par les argiles et marnes gris-bleu du faciès Plansancien. En bordure du bassin il peut être constitué localement par les marnes et molasses du miocène (Corneilhan, Méze) ou par les calcaires lacustres de l'éocène (secteur de Florensac). Au Nord de la zone d'étude le mur de l'aquifère est situé à une côte de 30 m NGF, il plonge vers le littoral où atteint une profondeur de 120 à 140 m à Portiragnes.

Le toit de l'aquifère est constitué essentiellement par des argiles sableuses, limoneuses et détritiques attribuées au Pliocène continental. Cette formation est semi-perméable et peut contribuer à l'alimentation de l'aquifère par drainance descendante.

L'astien a une épaisseur moyenne de 20 m, mais peut atteindre 40 m par endroits, notamment vers le Sud. La formation plonge vers la mer : de 50 m NGF à -100 à -120 m NGF pour le toit de l'aquifère. La perméabilité de l'aquifère est proche de  $1,5.10^{-4}$  m/s (Barbecot 1999).

Plusieurs particularités géométriques sont à relever :

- Une faille de direction nord-est/sud-ouest au voisinage de l'étang de Thau qui abaisse la structure dans sa partie Sud ;
- Un axe de surcreusement et une surépaisseur des sables au droit de la basse vallée de l'Orb (ancienne ria) ;
- Un rehaussement au droit de la basse vallée de l'Hérault provoquant un amincissement de l'aquifère.



**Figure 8 : Carte des isopaques de la nappe astienne (source : BRGM – RP-50770-FR)**

Les caractéristiques de l'entité hydrogéologique **Entité 647AB** - Nappe de l'Astien sont les suivantes :

- Etendue : 450 km<sup>2</sup> (dont 17 km<sup>2</sup> d'affleurement) ;
- Type de nappe : captive ;
- Faciès hydrochimique : bicarbonaté calcique peu à moyennement minéralisé ;
- Lithologie : Sables fins et grès jaunâtres possiblement limoneux, dont l'épaisseur varie entre 0 et 40 m ;
- Transmissivité :  $10^{-4}$  et  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s ;
- Perméabilité :  $1,5 \cdot 10^{-4}$  m/s.

#### 4.4. Alimentation des nappes

**L'alimentation de la nappe de l'Hérault** est assurée par la pluie et principalement par les transferts fleuve/nappe. Dans une moindre mesure, les nappes contenues dans les cônes alluviaux et les affluents situés en rive droite du fleuve (Thongue), ainsi que la nappe astienne, en aval de Florensac (drainance verticale ascendante) participeraient aussi à son alimentation.

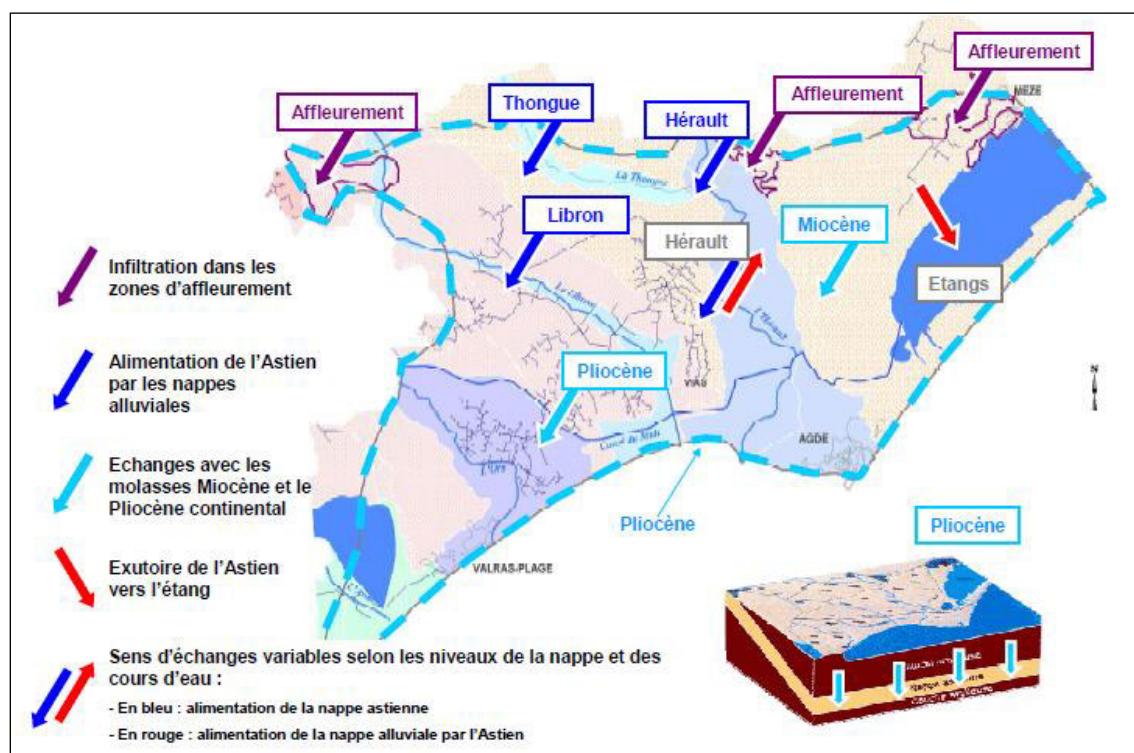
**La nappe astienne** aurait des liens directs avec la nappe alluviale au droit d'une zone de contact, qui est le sujet de l'étude. La nappe alluviale de l'Hérault constituerait une recharge privilégiée de la nappe astienne par continuité hydraulique : les alluvions reposeraient directement sur les sables astiens et les charges piézométriques seraient confondues.

En période d'étiage, les sables astiens alimenteraient la nappe alluviale, tandis qu'en période de mise en charge par les crues de l'Hérault, une inversion de gradient entraînerait l'alimentation de l'Astien par la nappe alluviale, ceci dans les zones où l'interface argileuse qui s'intercale entre ces deux formations n'empêche pas les échanges.

En aval de Bessan, des échanges par drainance se produiraient avec l'alimentation de la nappe alluviale de l'Hérault par l'Astien en régime naturel. Ce gradient s'inverserait en contexte de crues avec, à ces périodes, une alimentation de la nappe astienne par l'Hérault et ses alluvions.

En partie aval (Agde), l'épaisseur de l'écran argileux exclut tout échange.

L'objectif de la présente étude est d'apporter des éléments pour préciser ces échanges.



**Figure 9 : Représentation schématique des échanges supposés entre la nappe astienne et les eaux superficielles souterraines (SAGE Nappe Astienne – 2018)**

## 4.5. Paramètres hydrodynamiques

Les paramètres hydrodynamiques de la nappe de l'Astien et de l'Hérault sont issus de la littérature (Calligée – 2013). Le Tableau 2 synthétise les paramètres hydrauliques pour chacune des deux nappes présentes dans le secteur d'étude.

Tableau 2 : Paramètres hydrodynamiques des nappes de l'Astien et de l'Hérault

Paramètre / Aquifère	Nappe de l'Astien	Nappe de l'Hérault
Transmissivité	$3.10^{-5}$ à $2.10^{-3}$ m <sup>2</sup> /s	$9.10^{-2}$ m <sup>2</sup> /s
Perméabilité	$6.10^{-6}$ à $1.3.10^{-4}$ m/s	$9.10^{-3}$ à $4.5.10^{-3}$ m/s
Coefficient d'emmagasinement	-	$6.10^{-2}$ à $1.10^{-1}$ m/s
Porosité efficace	10%	30%

<i>Age / Formation</i>	<i>Litho-stratigraphie</i>	<i>Type d'aquifère</i>	<i>Pérméabilité moyenne</i>	<i>Epaisseur (m)</i>
<b>Quaternaire</b> Fz, Fy, Fv	<i>Alluvions de l'Hérault, limons, sables et graviers</i>	<i>Poreux libre</i>	$9.10^{-3}$ à $4,5.10^{-3}$ m <sup>2</sup> /s	5 à 30 m
<b>Pleistocène</b> Vs, β, Cx, tβ-L	<i>Colluvions de versant terrasses anciennes tufs laguno-lacustres Coulées de basaltes, scories</i>	<i>Poreux libre</i>	$\approx 10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s	0 à 30 m
<b>Pliocène continental</b> Pc, p2c à p1ct	<i>Pliocène continental cailloutis, argiles et marnes rouges à graviers</i>	<i>Impérméable à Semi perméable libre ou captif</i>	$\approx 10^{-4}$ à $10^{-6}$ m <sup>2</sup> /s	0 à 150 m
<b>Pliocène marin sableux (Astien)</b> p1ms	<i>Sables marins jaunâtres bancs de grès</i>	<i>Poreux libre ou captif</i>	$6.10^{-6}$ à $1,3.10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s	0 à 40 m
<b>Pliocène marin argileux</b> p1ma	<i>Argiles bleutées</i>	<i>Impérméable</i>	-	0 à 20 m
<b>Miocène et substratum</b>	<i>Discordance érosive - Messinien</i>  <i>Molasses sableuses et marnes bleues</i>	<i>Impérméable à Semi perméable libre ou captif</i>	$\approx 10^{-3}$ à $10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s	<i>Substratum</i>

**Figure 10 : Description des horizons aquifères à proximité de la zone d'étude**

## 5. Investigations de la zone de contact entre sables astiens et nappe alluviale de l'Hérault

### 5.1. Inventaire des ouvrages existants

Afin de délimiter le plus précisément possible la zone de contact entre les sables astiens et la nappe alluviale de l'Hérault, un inventaire des ouvrages présents sur le secteur, à proximité de la zone d'étude contenant des informations géologiques, a été réalisé. Les différentes sources utilisées sont les suivantes :

- **96** ouvrages de la banque du sous-sol (Infoterre) ;
- **61** ouvrages issus des documents bibliographiques transmis par le SMETA ;
- **17** ouvrages utilisés pour la modélisation de gestion la nappe astienne (Egis,2012) ;
- **41** ouvrages utilisés pour la modélisation géologique des dépôts plio-quaternaires de la basse vallée de l'Hérault (Fuchey & al., 2001).

Afin d'élargir la zone de recherche, les ouvrages ont été sélectionnés selon une zone tampon de 1 km autour de notre zone d'étude.

A partir des coupes géologiques de ces 215 ouvrages, les limites entre le quaternaire, l'interface argileuse et les sables de l'Astien ont été définies. Ces 215 points sont localisés sur la carte ci-après (Figure 11). Le tableau du recensement de ces ouvrages est présenté en annexe 1.

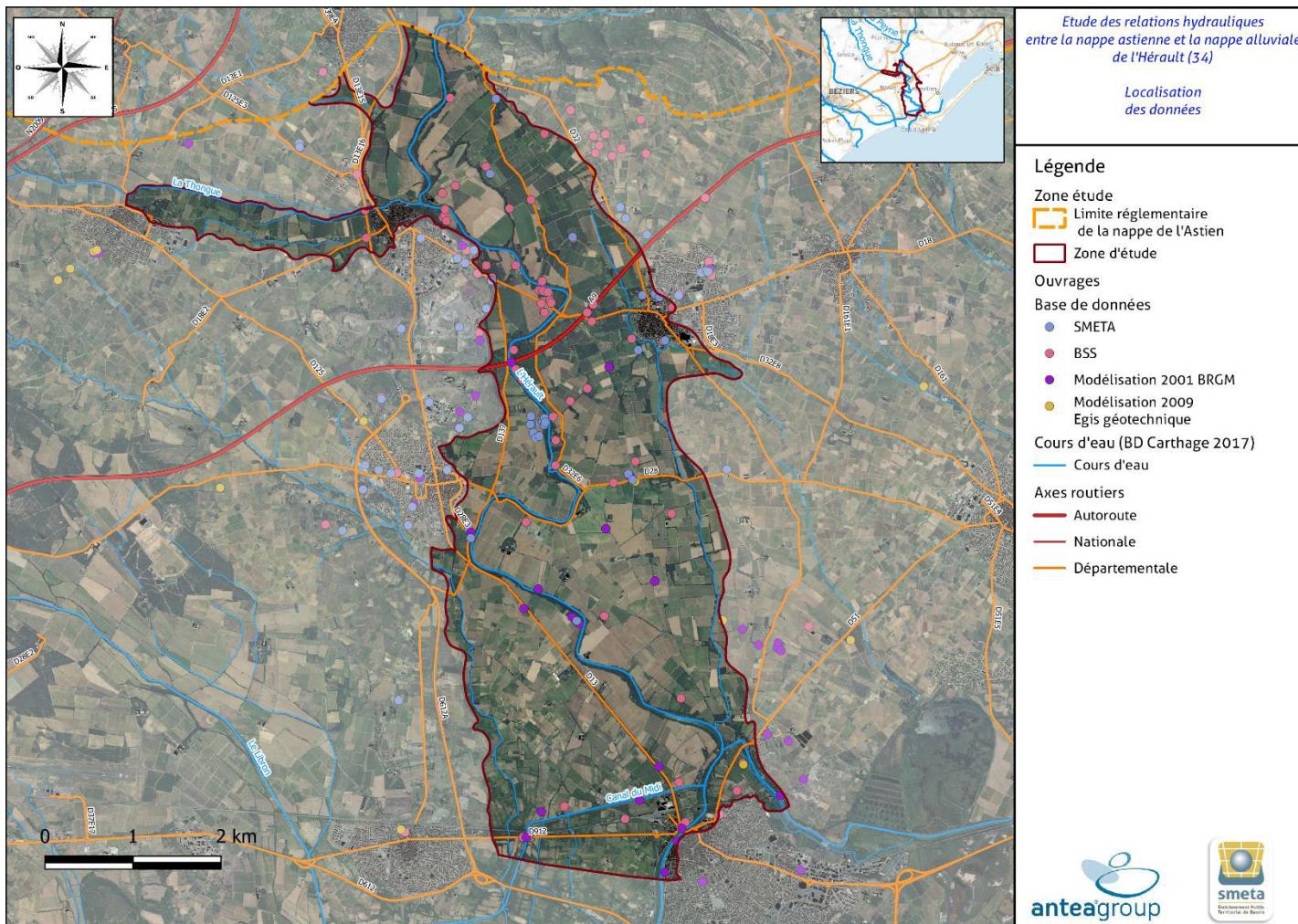


Figure 11 : Localisation des forages et sondages contenant des informations géologiques nécessaires à l'étude

## 5.2. Investigations réalisées (sondages et profil géophysique)

### 5.2.1. Positionnement des sondages

Afin d'éclaircir les zones d'ombre et de préciser les changements lithologiques dans certains secteurs, 10 sondages de reconnaissance et un profil géophysique ont été réalisés. Les critères retenus pour planter ces sondages étaient :

- **Géologique et hydrogéologique :**

L'objectif était de délimiter les zones où l'épaisseur de l'interface argileuse était suffisante pour empêcher les échanges entre le quaternaire et l'astien. Les sondages ont donc été positionnés entre les points où l'astien et les alluvions sont en contact et ceux où l'interface argileuse est présente.

La profondeur des argiles a permis de déterminer la profondeur de foration des sondages. L'objectif était de traverser les argiles afin d'obtenir leur épaisseur. Afin de valider l'atteinte de l'astien par les sondages, ils ont été implantés sur 3m environ dans la formation.

- **Administratif :**

Afin de faciliter les démarches, l'implantation des sondages a été favorisée sur les parcelles publiques ou les parcelles de l'ASA (Association Syndicale Autorisée) de Florensac. Dans un second temps, les sondages ont été implantés sur les parcelles où l'autorisation des propriétaires a été obtenue.

- **Accessibilité :**

L'accessibilité et la surface au sol devaient être suffisantes pour positionner le matériel de foration (foreuse, groupe électrogène, camion). Les sondages ont alors été positionnés en bordure de parcelles agricoles et à proximité d'un chemin.

### 5.2.2. Démarches administratives

Avant la foration, les démarches administratives suivantes ont été réalisées :

- Un accord préalable écrit des propriétaires des parcelles a été obtenu ;
- Le formulaire de déclaration de sondages, ouvrages souterrains ou travail de fouille, a été validé par la DREAL de la région Occitanie selon le respect de l'article L 411-1 du code minier ;
- Une déclaration des travaux à proximité de réseaux (DT-DICT) a été réalisée en ligne conformément à la réforme anti-endommagement entrée en vigueur le 1er juillet 2012.

### 5.2.3. Réalisation des sondages

Les sondages ont été réalisés du 25 août au 07 octobre (Tableau 3). Le tableau ci-après présente Les coordonnées, la profondeur et la date de réalisation des sondages.

Les 10 sondages ont été forés par la société **Aquaforage** selon la même méthode, Symmetrix C140 (10x25ml) avec pose à l'avancement d'un tubage acier Ø 139,7 mm ép. 6,35 mm (retiré en fin de chantier – diamètre alésé : 154 mm).

Sondage	Coordonnées (RGF93/Lambert93)			Commune	Profondeur (m)	Date de réalisation
	X	Y	Z (m NGF)			
1	736447	6250202	4,62	Florensac	40	7-8 sept
2	735049	6250652	5,77	Bessan	16	09-sept
3	735240	6251857	6,25	Bessan	28	07-oct
4	736633	6251371	6,43	Florensac	28	2-3 sept
5	736547	6252461	6,47	Florensac	22	06-sept
6	736207	6255860	8,77	Florensac	13	30-août
7	735321	6256487	9,89	Florensac	14	26-août
8	734662	6256705	11,04	Florensac	31	10-sept
9	733757	6256900	10,71	Saint-Thibéry	10	01-sept
10	732530	6255174	12,02	Saint-Thibéry	14	31-août

**Tableau 3 : Localisation et caractéristiques des sondages**

Les 10 sondages sont représentés sur la figure ci-après.

Après avoir traversé l'astien sur une épaisseur suffisante, les sondages ont été rebouchés selon les normes en vigueur :

- De 0 à 1 m : terrain naturel ;
- De 1 à 2 m : cimentation ;
- De 2 m au fond : dépôt de gravier siliceux (2 – 4 mm).

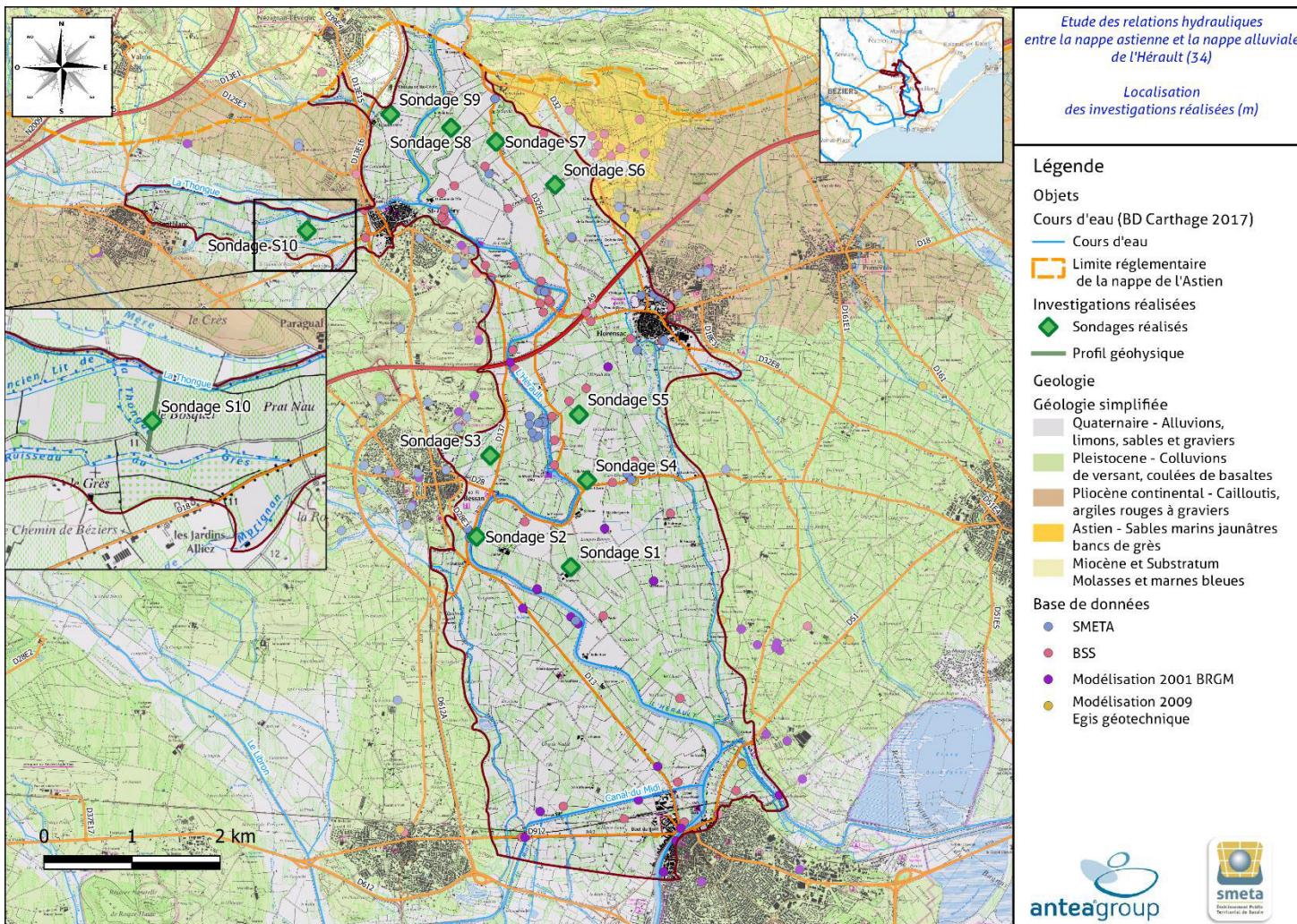


Figure 12 : Localisation des 10 sondages et du profil géophysique

### 5.2.4. Résultats des sondages

Les coupes géologiques des sondages ainsi que les photos des cuttings sont présentées en annexes 1 et 2. Le tableau ci-après présente les épaisseurs des différentes formations géologiques rencontrées par les sondages.

**Tableau 4 : Epaisseur des formations rencontrées par les sondages**

Sondage	Limon (m)	Argile marron (m)	Graviers (m)	Argile (m)	Sable astien (m)	Profondeur totale (m)
1	1	17	10 (5m argileux)	2 (marron)	10 (2m argileux)	40
2	4	5	4	1 (grises verdâtre)	2	16
3	1	11	10	3 (jaunâtre)	3	28
4	4	15	6 (très argileux)	0	3 (1m argiles)	28
5	3	15	2 (argileux, sableux)	0	3	23
6	3	3	4 (1 m argileux)	0	3	13
7	4	3	4,5 (argileux)	0	1.5 (puis 1m argile grise bleutée sableuse)	14
8	1	2	17 (9 m de sables argileux)	2 (argiles gris-bleuté)	0 (9 m de calcaire gris à noirs)	31
9	0	0	3 (argileux)	0	7	10
10	4	5	2 (1 m argileux)	1 (marron)	2	14

Les terrains traversés par les sondages sont les suivants :

- Des limons en surface d'une épaisseur variant de 3 à 9 m ;
- Des argiles marrons parfois grises d'une épaisseur de 3 à 15 m ;
- Des graviers argileux peu productifs sur certains sondages (4 et 5 notamment) ;
- Des argiles marrons, bleues, noires ou gris-verdâtre d'une épaisseur de 1 m à 2 m ;
- Les sables astiens alternant avec des graviers, une fine couche d'argiles ou du grès.

### 5.2.5. Méthode d'interprétation

Les faciès géologiques des différents ouvrages ont été regroupés et interprétés manuellement par Antea Group pour coller au modèle Alluvions-interface argileuse-Astien. C'est-à-dire que les horizons ont été regroupés par faciès similaires en omettant des faciès différents de faible épaisseur à dire d'expert. Ce travail a nécessité un épluchage complet des données brutes pour interprétation.

L'interface argileuse est définie comme les formations d'argiles présentes entre des faciès alluvionnaires et les sables de l'astien. Dans le cas d'argiles situées au-dessus ou au sein de formations

alluvionnaires, ces formations d'argiles ne font pas partie de la définition « interface argileuse » utilisée par notre modèle.

Dans des ouvrages ancrés dans la couche d'argile mais ne l'ayant pas traversée, l'épaisseur de l'argile n'est pas connue. Seul le toit de l'interface argileuse a été interprété.

### 5.2.6. Biais d'interpolation

L'interpolation réalisée pour cette étude est une représentation continue des données ponctuelles de lithologie en profondeur. Cette interpolation contient plusieurs biais :

- L'interpolation aux limites de la zone possède une grande incertitude ;
- L'absence d'une couche lithologique ne peut pas être intégrée à l'interpolation. Exemple : la profondeur de l'argile en un point ne peut pas être intégrée. L'interpolation à proximité d'un point « absence d'argile » ou « absence d'astien » ne peut pas être représentée. Ces zones « d'absence de lithologie » devraient être hors des limites d'interpolation.

### 5.2.7. Interprétation après réalisation des sondages

L'interprétation des différentes formations ont été réalisée avec les nouvelles données des sondages n°1 à 10, ce qui a permis d'établir des cartes représentant :

- Altitude du toit de l'interface argileuse en m NGF (Figure 13) ;
- Altitude du toit de l'astien en m NGF (Figure 14) ;
- L'épaisseur des argiles en mètre (Figure 15) ;
- L'épaisseur des alluvions à graviers productives (Figure 16) ;

La couche d'argiles supposée limiter les échanges entre les alluvions de l'Hérault et la nappe astienne n'a été retrouvée que sur 4 des 10 sondages (Figure 13) :

- Sondage 1, 2 et 3 situés au sud du secteur d'étude ;
- Sondage 10 à proximité de la Thongue.

Néanmoins ces deux aquifères sont protégés par une autre couche d'argiles située plus en surface (hormis le sondage 9 - Tableau 4), recouvrant les formations alluvionnaires. Cette couche variant de 2 m à 17 m d'épaisseur est présente sur tous les sondages à l'exception du sondage 9 (Tableau 4) qui atteint rapidement les sables de l'astien à une profondeur de 3 m.

#### Profondeur du toit de l'interface argileuse (m NGF) – (Figure 13)

Le sondage n°1, le plus au sud atteint le toit des argiles à la côte de -23,4m NGF. Cette profondeur correspond aux données existantes à proximité (doublet du SMETA au sud).

Le sondage n°2 atteint les argiles à la côte -7,2m NGF. Ce sondage est le plus proche de l'Hérault, il est caractéristique des données existantes les plus proches de l'Hérault à proximité.

Les sondages 3, 8 et 10 ont atteint l'argile à proximité des côtes NGF attendu par la modélisation.

Les sondages n°6, 7 et 9 ont montré l'absence d'argile. Ces 3 sondages ont révélé un contact direct entre graviers alluvionnaires et sables de l'astien. A l'ouest des sondages n°4 et 5, l'absence d'interface argileuse a été observée à proximité de l'Hérault. Ces deux sondages supplémentaires à 200 et 500m de l'Hérault montrent une absence d'argile entre alluvions et astien qui s'étend à l'Est du fleuve Hérault et des alluvions très argileuses et très peu productives. Les sondages 6, 7 et 9 sont situés en partie

nord. Ces sondages sont situés non loin des zones d'affleurement astien. L'absence d'argile est due ici à la faible profondeur des couches sous-jacentes.

L'absence d'argile entre alluvions et astien est probablement due à la présence d'anciens lits majeurs du fleuve Hérault vers l'Est.

**Les nouvelles données font toujours état d'un toit des argiles plongeant vers le sud, passant de +10 m NGF dans le secteur de Florensac à -30m NGF au niveau d'Agde.**

**Un approfondissement du toit des argiles semble être présent à proximité de l'Hérault en partie centrale. Cet approfondissement au niveau de l'Hérault pourrait être dû à un surcreusement de l'ancien lit du fleuve.**

#### **Profondeur du toit de l'astien (m NGF)** – (Figure 14)

Les sondages n°1 à 5 situés au sud ont permis de valider les données existantes dans le secteur.

Le sondage n°1, le plus au sud atteint le toit de l'astien à la côte de -25,4m NGF. Cette profondeur correspond aux données existantes à proximité (doublet du SMETA au sud).

Le sondage n°2 atteint l'astien à la côte -8,2m NGF. Ce sondage présente une anomalie du toit de l'astien qui se trouve moins profond que supposé en rive droite de l'Hérault.

Les sondages n°3, 4 et 5 atteignent l'astien entre -13,5 et -18,8 m NGF ce qui correspond aux valeurs existantes à proximité. Idem pour les sondages n°6, 7, 9 et 10 pour lesquels le toit de l'astien correspond à des valeurs existantes.

**Dans le secteur sud, on observe donc un toit de l'astien surélevé à l'ouest (cours actuel de l'Hérault).**

Les sondages n°6, 7 et 10 sont similaires avec un toit astien entre -1,2 -1,4 et 0,6 m NGF. Le sondage n°9 atteint d'astien à 8 m NGF du fait de sa proximité avec les affleurements astien au nord. Le sondage n°8 n'a pas recoupé l'astien. En effet, la lithologie de ce sondage passe des argiles et alluvions à un substratum calcaire.

**Dans le secteur nord on observe l'inverse du secteur sud, c'est à dire un toit de l'astien surélevé sur les terrasses de l'Hérault et topographiquement plus bas à proximité du cours actuel de l'Hérault.**

**De manière globale, le toit de l'astien plonge d'environ 80 m du Nord-Est vers le Sud-Ouest, passant de 0 m/sol sur les affleurements au nord de la zone d'étude à -78 m/sol entre Vias et Bessan.**

**Le pendage du toit de l'astien est plus prononcé que celui du toit des argiles, ce qui laisserait penser que l'épaisseur des argiles augmenterait du nord au sud.**

#### **Epaisseur de l'interface argileuse (m)** – (Figure 15)

L'interface argileuse est définie comme les formations d'argiles présentes entre des faciès alluvionnaires et les sables de l'astien. Dans le cas d'argiles situées au-dessus de formations alluvionnaires, ces formations d'argiles ne font pas parties de la définition « interface argileuse ».

Contrairement au schéma de Goachet (1979), caractérisant la présence d'une interface argileuse par une limite horizontale au niveau de Bessan, la présence et l'épaisseur des différentes formations se sont révélées plus complexes.

L'absence d'argile est observée à proximité du fleuve Hérault au niveau de Bessan jusqu'à l'affleurement astien au nord-est de la zone d'étude.

**Plus on s'éloigne du fleuve de l'Hérault plus l'épaisseur d'argile augmente (nombreuses absences d'argiles, points violet). Il pourrait il y avoir eu un surcreusement antérieur et postérieur aux argiles**

**dû au passage du fleuve de l'Hérault. La majorité des points où l'astien est en contact direct avec les alluvions, se situe en bordure du fleuve ou au nord-est de l'Hérault.**

Des valeurs importantes d'épaisseurs d'argiles à Montblanc (Nord-Ouest) et au nord d'Adge sont à minimiser. En effet, les logs de ce secteur prennent en compte l'épaisseur d'argiles de formation argileuses diverses, ce qui tronque l'interpolation.

**En faisant abstraction des points à proximité du fleuve, on constate néanmoins une augmentation de l'épaisseur des argiles du nord vers le sud-est dans le secteur d'étude.**

**Epaisseur des graviers au contact avec l'interface argileuse (m)** – (Figure 16)

L'interface de graviers est définie comme les formations graveleuses potentiellement productrices présentes dans le faciès alluvionnaire et situé au contact de l'interface argileuse ou de l'Astien.

La présence d'épaisseur de graviers est plus remarquable à proximité du cours actuel de l'Hérault. L'est du secteur d'étude est marqué par la faible épaisseur de graviers.

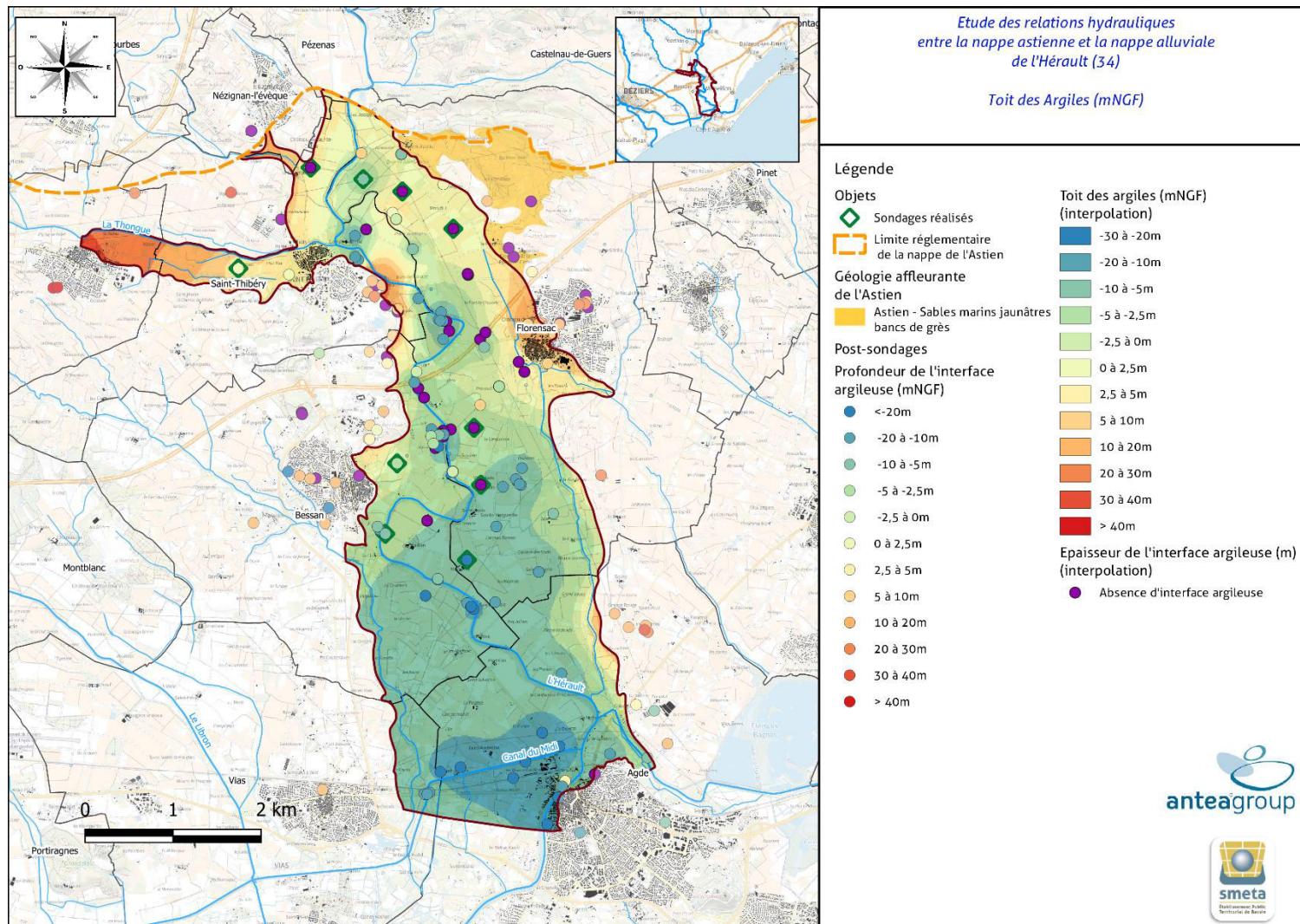


Figure 13 : Altitude du toit des argiles en m NGF sur le secteur d'étude

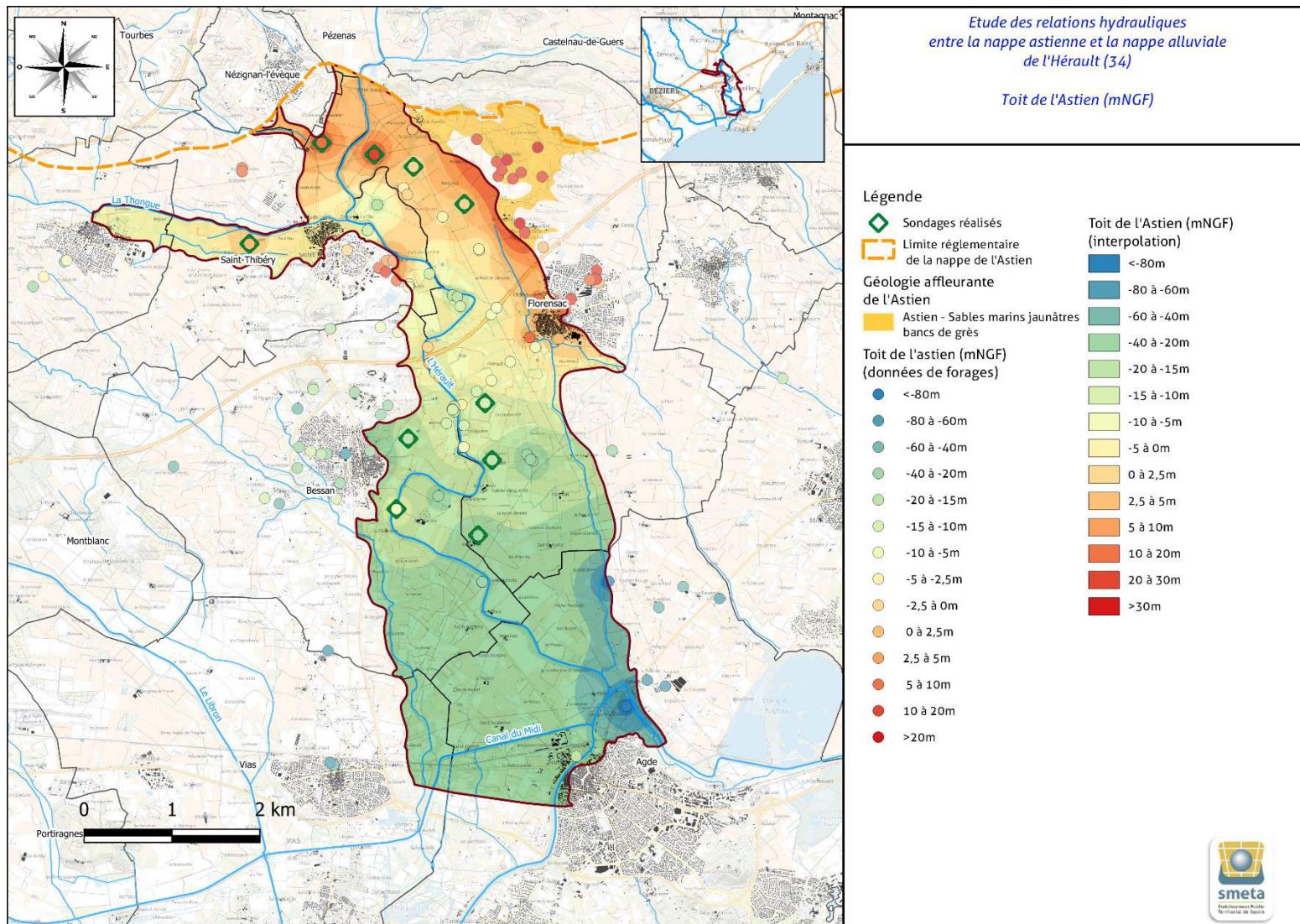


Figure 14 : Altitude du toit de l'astien en m NGF d'étude

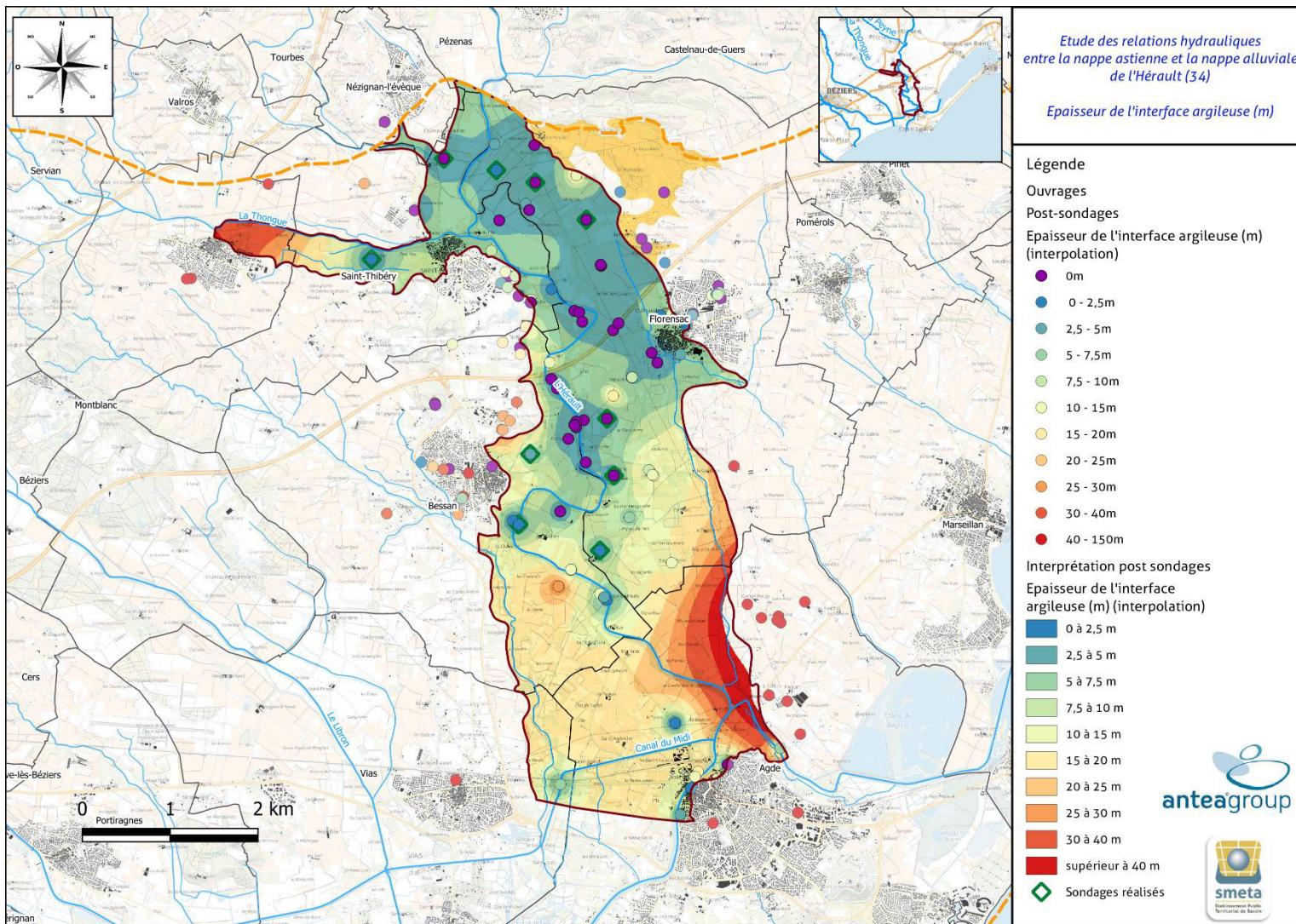


Figure 15 : Epaisseur des argiles sur le secteur d'étude

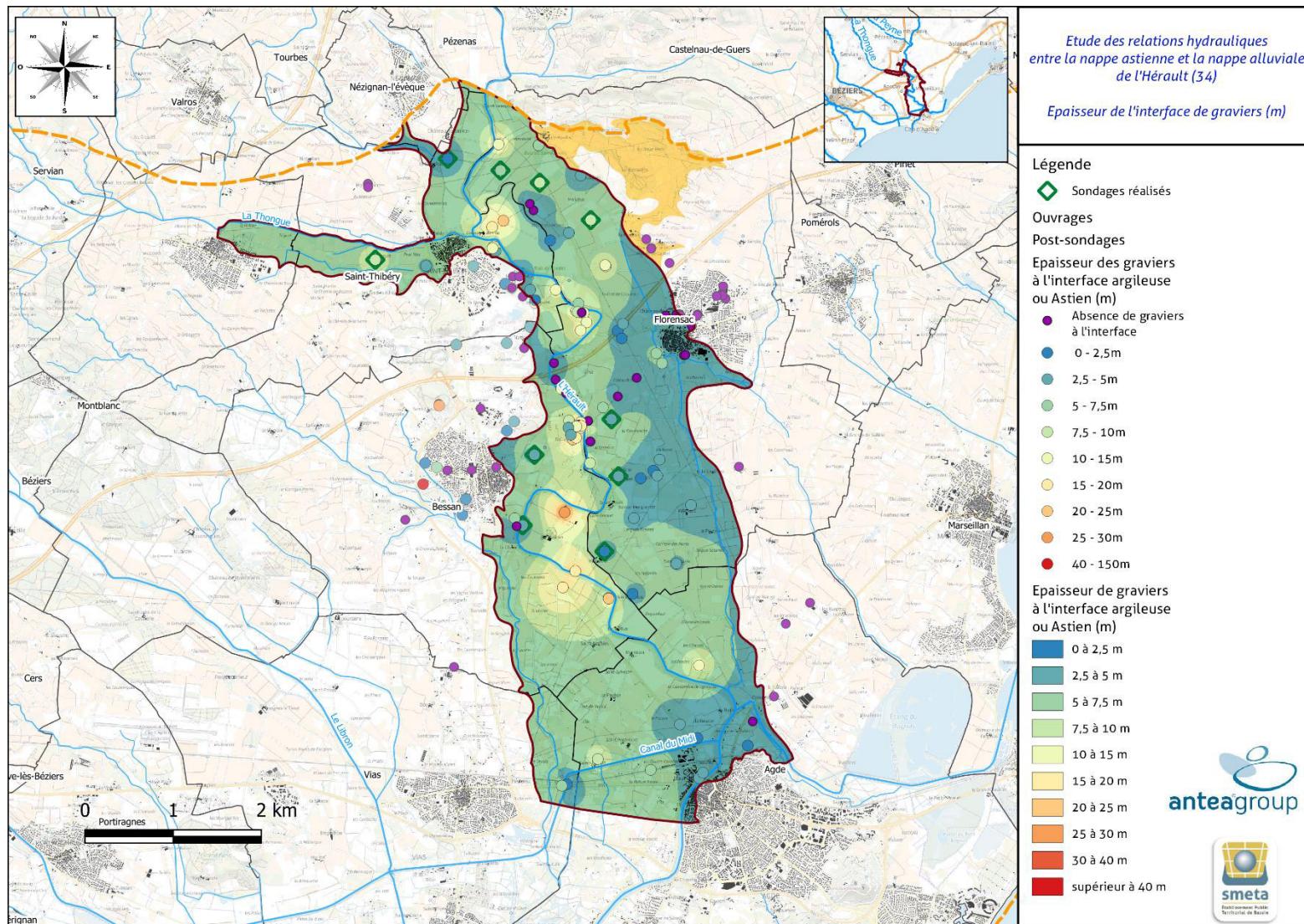


Figure 16 : Epaisseur des alluvions productives (sables ou graviers) au contact de l'interface argileuse ou de l'Astien.

## 5.2.8. Investigation géophysique

### 5.2.8.1. Contexte et objectifs

Le profil géophysique a été réalisé le 24 juin 2021 par la société ArkoGéos selon la méthode de panneau électrique sur la commune de Saint-Thibéry.

Un profil électrique d'orientation nord sud, de 355 m de longueur (72 électrodes espacées de 5 m) a été positionné sur la rive gauche des alluvions du Thongue.

L'objectif est de caractériser la section d'entrée des alluvions du Thongue qui sera nécessaire pour la modélisation dans la suite de l'étude.

Le rapport d'ArkoGéos est disponible en annexe 4.

### 5.2.8.2. Protocole

Le sondage 10 a été placé au milieu du profil afin d'interpréter la géologie sur la longueur du profil. Le plan d'implantation du profil ainsi que les résultats du sondage 10 sont présentées par la Figure 17 et la Figure 18 ci-après.

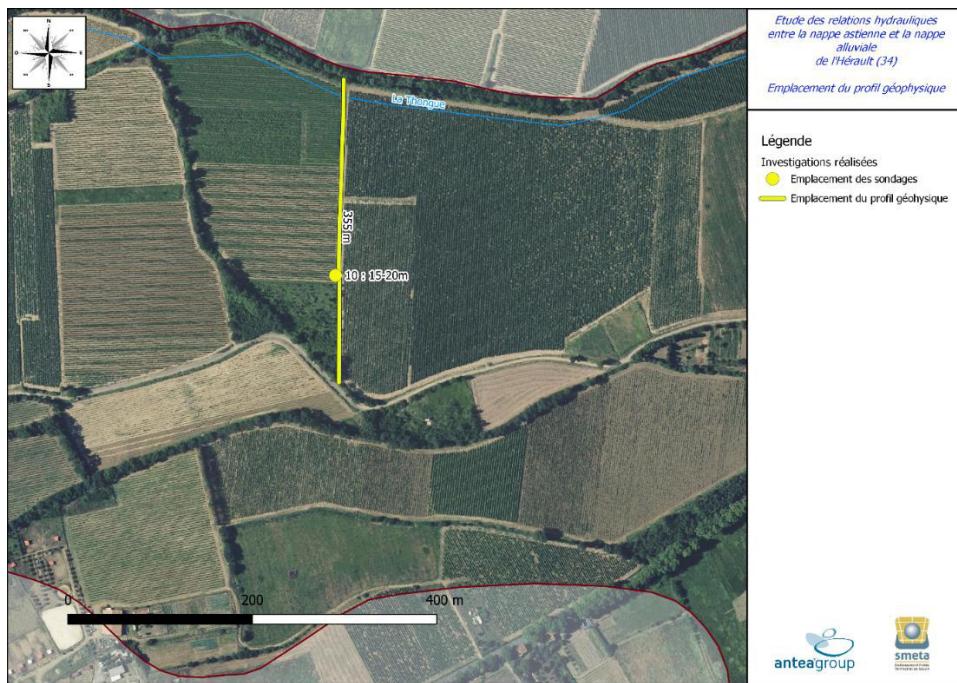


Figure 17 : Plan d'implantation du profil électrique

Le traitement des données a été effectué avec le logiciel RES2DINV de H. LOKE. Ce logiciel permet d'inverser les données pour obtenir un panneau de résistivité « vraie » calculé.

### 5.2.8.3. Résultats

Les résultats sont présentés par la figure suivante.

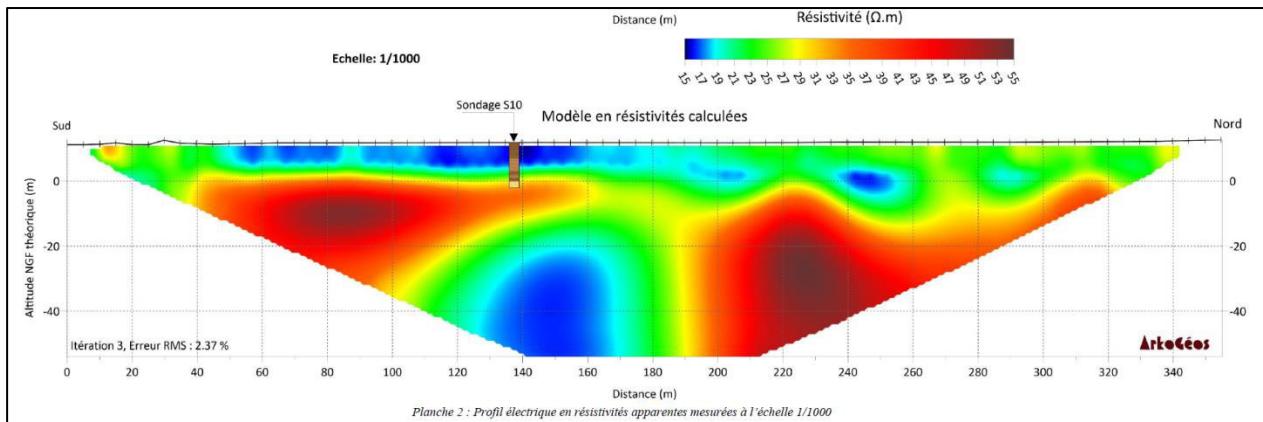


Figure 18 : Profil électrique de résistivités apparentes mesurées à l'échelle 1/1000

### Description

Ce profil est globalement conducteur et présente de faibles contrastes de résistivités.

En surface et sur une épaisseur d'environ 10 à 12 m (côte NGF 0 m), se trouve un horizon très conducteur (15 à 30 Ω.m). Cet horizon s'approfondit à partir du Point Métrique (PM) 180 m et atteint son maximum de 20 m de profondeur au PM250.

Sous cet horizon, le profil présente deux ensembles résistants (résistivités > 30 Ω.m) séparés par un ensemble conducteur (résistivités comprises entre 15 et 30 Ω.m). Cet ensemble conducteur est identifié du PM100 au PM190.

### Interprétation

Un sondage de 14m a été réalisé au niveau du PM137 (Cf. Planche 2 et Annexe 4) et permet d'émettre des hypothèses quant aux réponses électriques des formations en place :

- L'horizon superficiel d'une épaisseur de 10 à 12m devrait vraisemblablement correspondre aux formations du quaternaire (formations globalement argileuses et donc conductrices) ;
- L'ensemble résistant sous-jacent devrait vraisemblablement correspondre aux sables de l'Astien, identifiés à 12m au niveau du sondage.

### 5.2.9. Essai de perméabilité

Il a été réalisé 5 essais de perméabilité sur les couches d'argiles traversées par les sondages. Ces essais ont été réalisés en laboratoire par EGSA BTP à l'aide d'un œdomètre sur des matériaux forés en destructif. Un kilo de matériaux homogènes est nécessaire pour réaliser ces essais.

Le tableau ci-après présente les échantillons de différentes formations argileuses qui ont fait l'objet d'analyse d'essais de perméabilité. Ces essais de perméabilité permettront de caler le modèle hydrogéologique.

Tableau 5 : Echantillons d'argiles prélevés pour les essais de perméabilité

Sondage	Profondeurs de prélèvement	Lithologie	Situation
1	28-29 m	Argiles marrons	Contact entre Alluvions et Astien
3	22-23 m	Argiles jaunâtres	Début de l'Astien
5	16-17 m	Argiles marrons	alluvions gravelo-argileux
6	10-11 m	Sables argileux jaunâtres	Début de l'Astien
7	6-7 m	Argiles marrons	alluvions argileux

4 échantillons sur 5 ont pu être mesurés. L'échantillon du sondage n°1 n'a pas pu être mesuré, car il était trop argileux (imperméabilité maximum). Les résultats de perméabilité sont présentés dans le Tableau 6 ci-dessous et en Annexe VI. Les résultats des essais sont compris entre  $8,9 \cdot 10^{-9}$  et  $9,8 \cdot 10^{-12}$  ce qui correspond à la gamme des argiles de nature imperméable.

Tableau 6 : Résultats des essais de perméabilité

Sondage	Profondeurs de prélevement	Description laboratoire	Perméabilité (à 10°C en m/s)
1	28-29 m	Limon argileux beige	/
3	22-23 m	Limon finement sableux légèrement argileux marron brun	$9,8 \cdot 10^{-12}$
5	16-17 m	Limon argileux finement sableux brun	$4 \cdot 10^{-10}$
6	10-11 m	Sables fin limoneux beige	$8,9 \cdot 10^{-9}$
7	6-7 m	Limon argileux finement sableux marron	$2,3 \cdot 10^{-10}$

### 5.3. Coupes géologiques interprétées

L'analyse des cuttings des dix sondages a permis d'identifier l'absence ou la présence d'argiles entre alluvions et sédiments astiens.

La carte ci-après (Figure 19) montre la position des cinq coupes géologiques élaborées à partir de l'assemblage des données de forages disponibles ainsi que des informations recueillies lors de la réalisation des dix sondages.

**Les trois coupes Ouest-Est** (Figure 20, Figure 21 et Figure 22) permettent d'imager l'évolution de la section des horizons sédimentaires de l'Hérault du nord au sud.

**La coupe Ouest-Est** du secteur nord (Figure 20) met en évidence un creusement de l'Hérault dans les horizons inférieurs (astiens), au niveau du sondage S8. Les sédiments astiens sont présents sur les flancs Ouest et Est sous les alluvions de l'Hérault, mais **l'absence d'horizon argileux entre alluvions et sédiments astiens a été observée dans ce secteur**.

**Les coupes Ouest-Est** du secteur centre et sud (Figure 21 et Figure 22) font apparaître un toit de l'astien plus haut, au niveau de l'actuel cours du fleuve Hérault.

**La coupe Ouest-Est** du secteur centre (Figure 21) **montre un contact direct entre les sédiments grossiers alluvionnaires de l'Hérault et les formations de l'astien, entre S3 et S4.**

**La coupe Ouest-Est** du secteur sud (Figure 22) **démontre la continuité de l'interface argileuse et son épaisseissement d'ouest en est, entre les sédiments grossiers alluvionnaires de l'Hérault et les formations de l'astien.**

**Les coupes nord-sud** (Figure 23 et Figure 24) **mettent en évidence la structure du substratum miocène, en pente vers le sud-est. Il en est de même, avec un épaisseissement vers le sud, pour les sédiments astiens et l'horizon argileux.**

Sur la coupe nord-sud secteur est (Figure 23), l'horizon argileux se termine entre le point BSS002KNZY et le point BSS002KPDW.

Sur la coupe nord-sud secteur centre (Figure 24), l'horizon argileux est absent au droit de S5 et S4, au fond astien.

Les coupes ont permis d'affiner la présence de l'horizon argileux entre l'astien et alluvions de l'Hérault, mais aussi d'imager la structure sédimentaire et la présence des points bas (érosion importante).

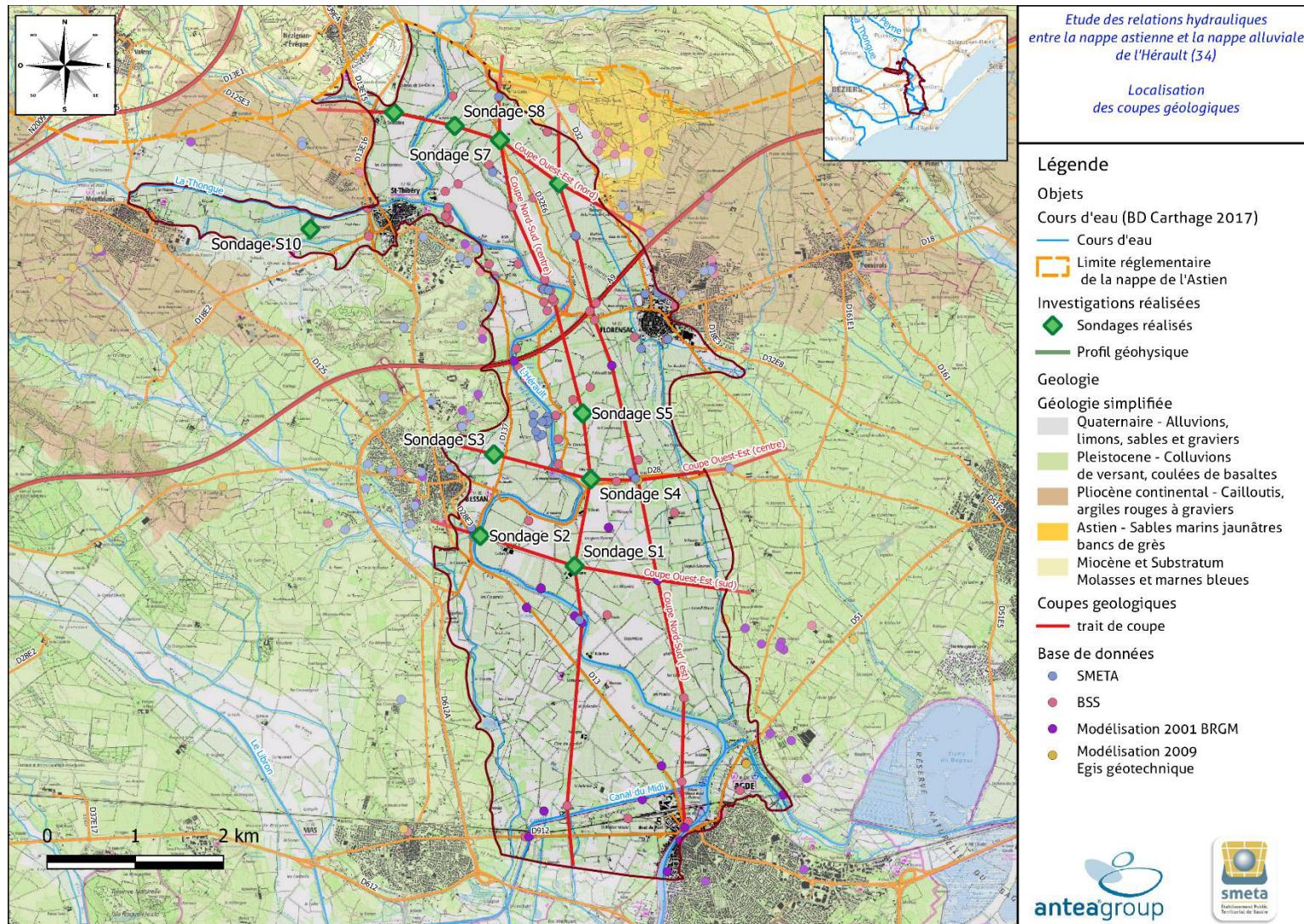


Figure 19 : Carte de localisation des coupes géologiques

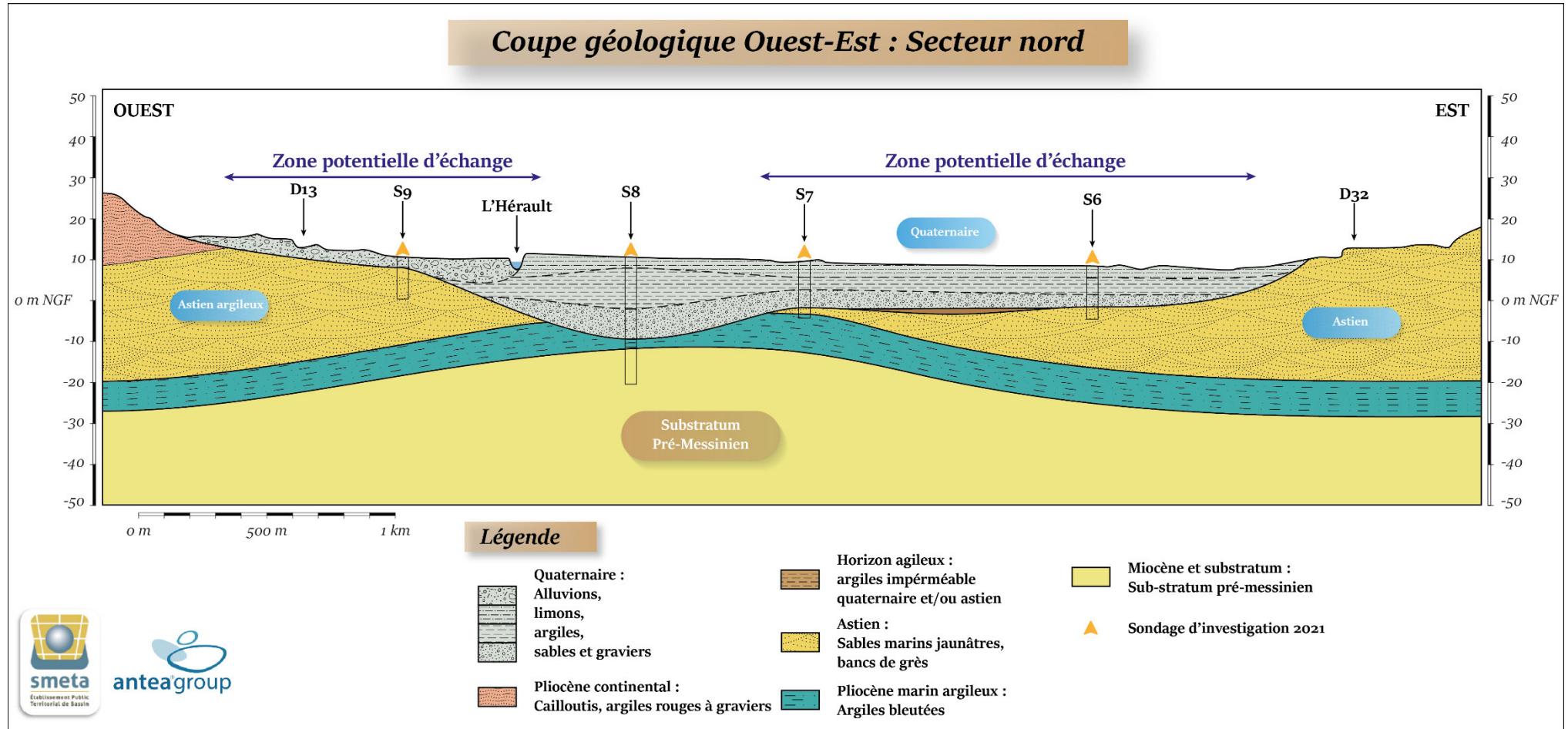


Figure 20 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur nord

### Coupe géologique Ouest-Est : Secteur centre

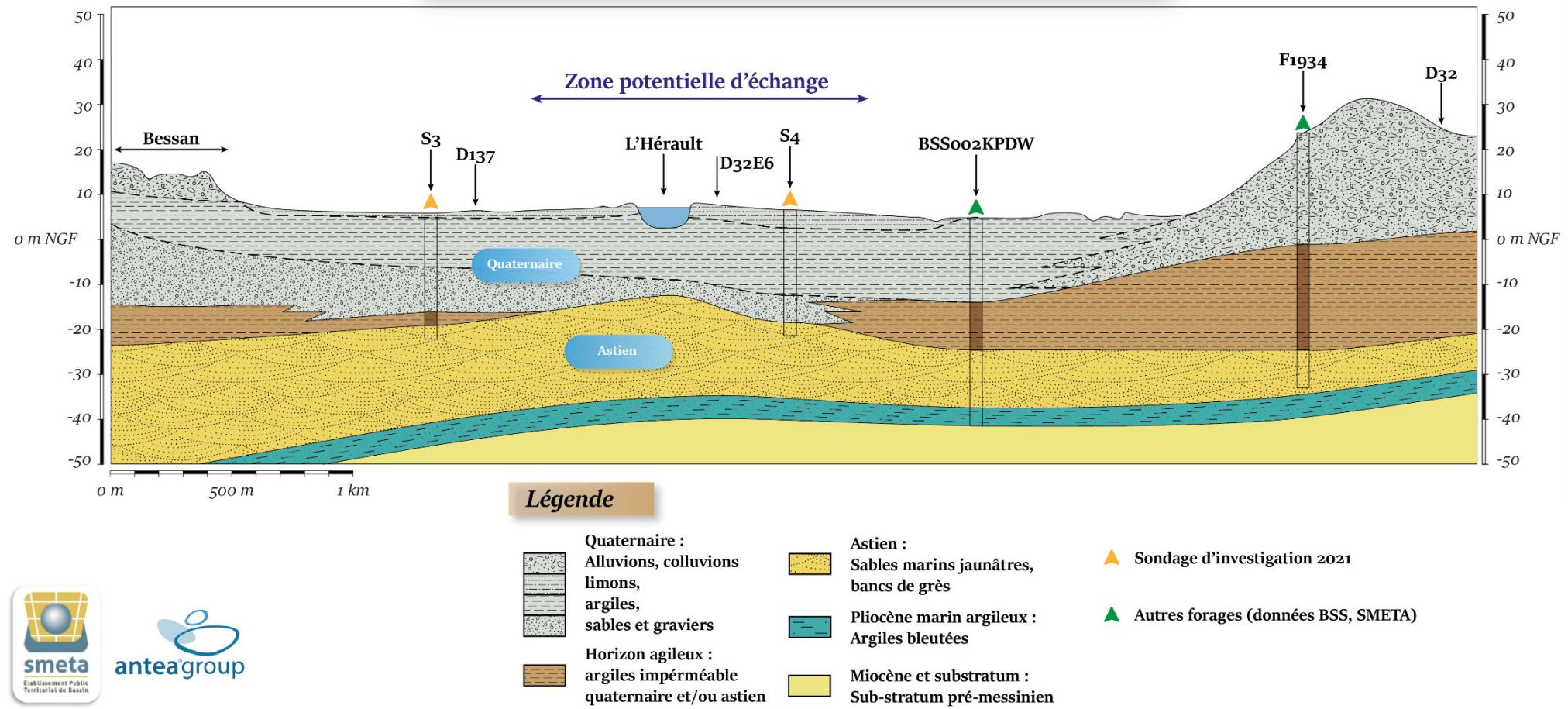


Figure 21 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur centre

### Coupe géologique Ouest-Est : Secteur sud

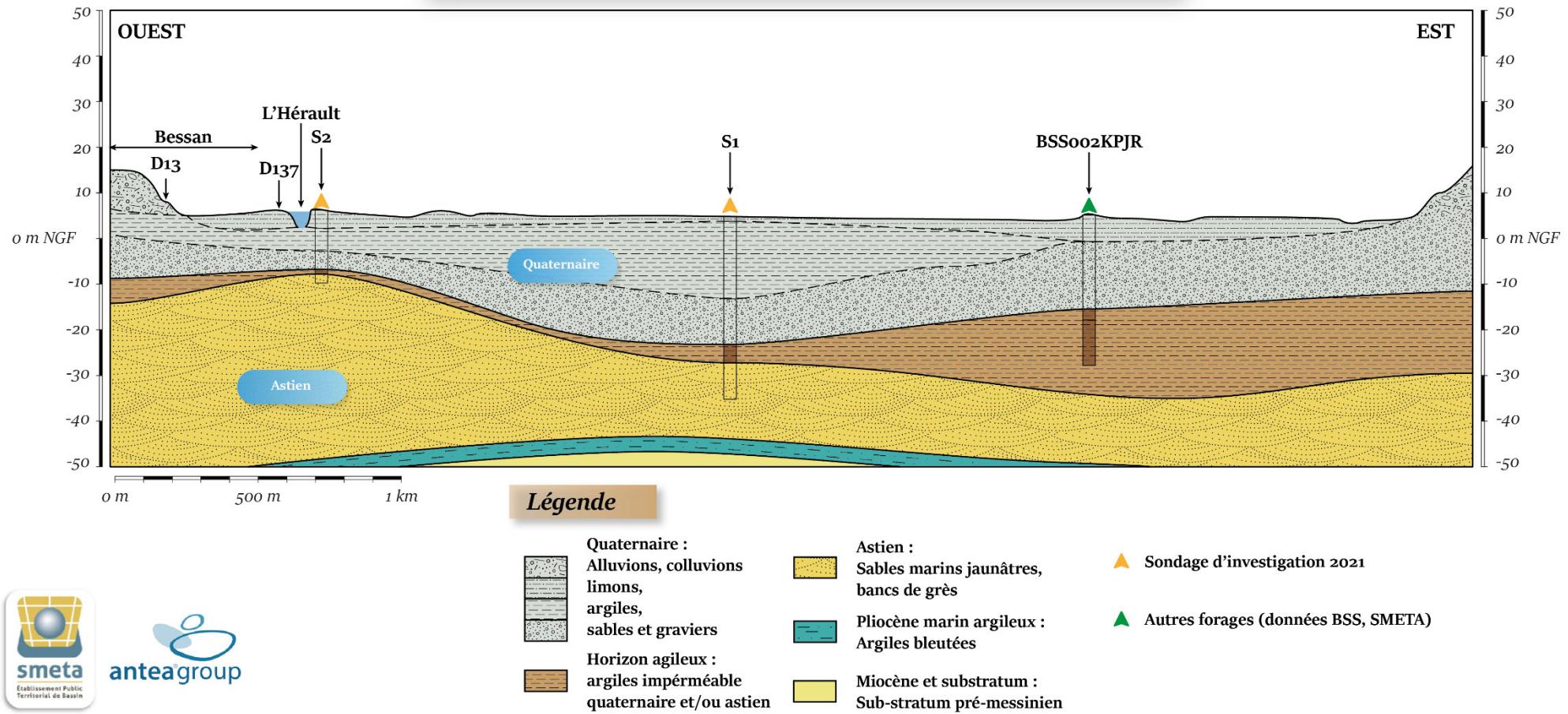


Figure 22 : Coupe géologique Ouest-Est : secteur sud

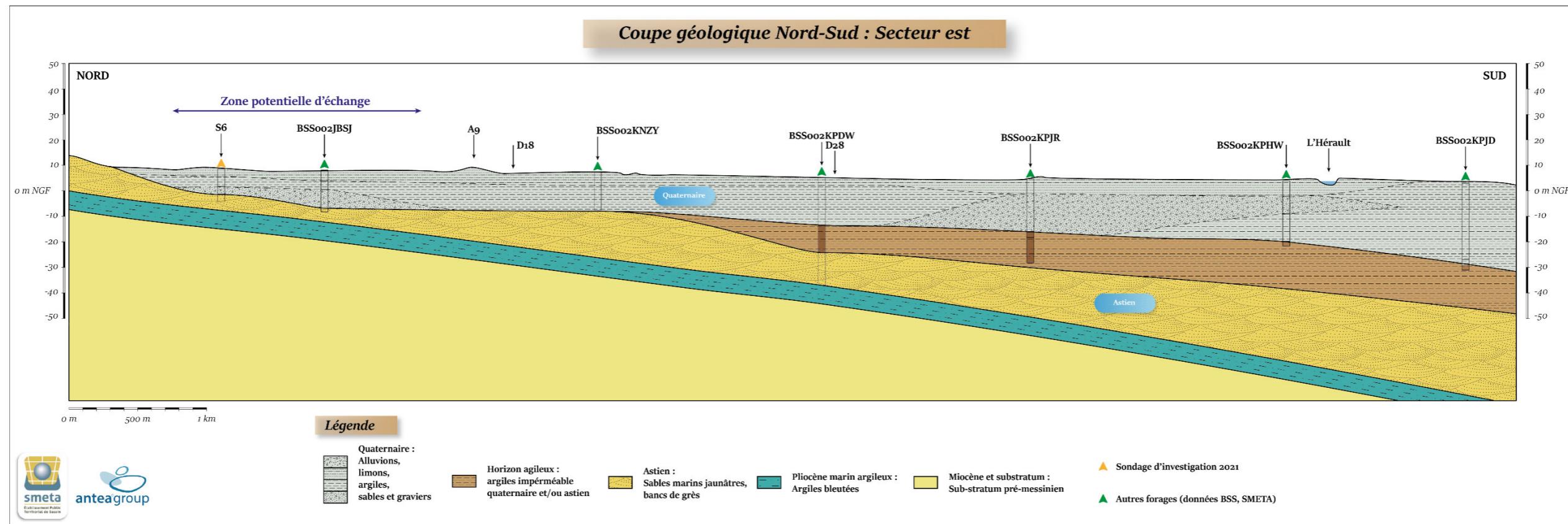


Figure 23 : Coupe géologique Nord-Sud : secteur est

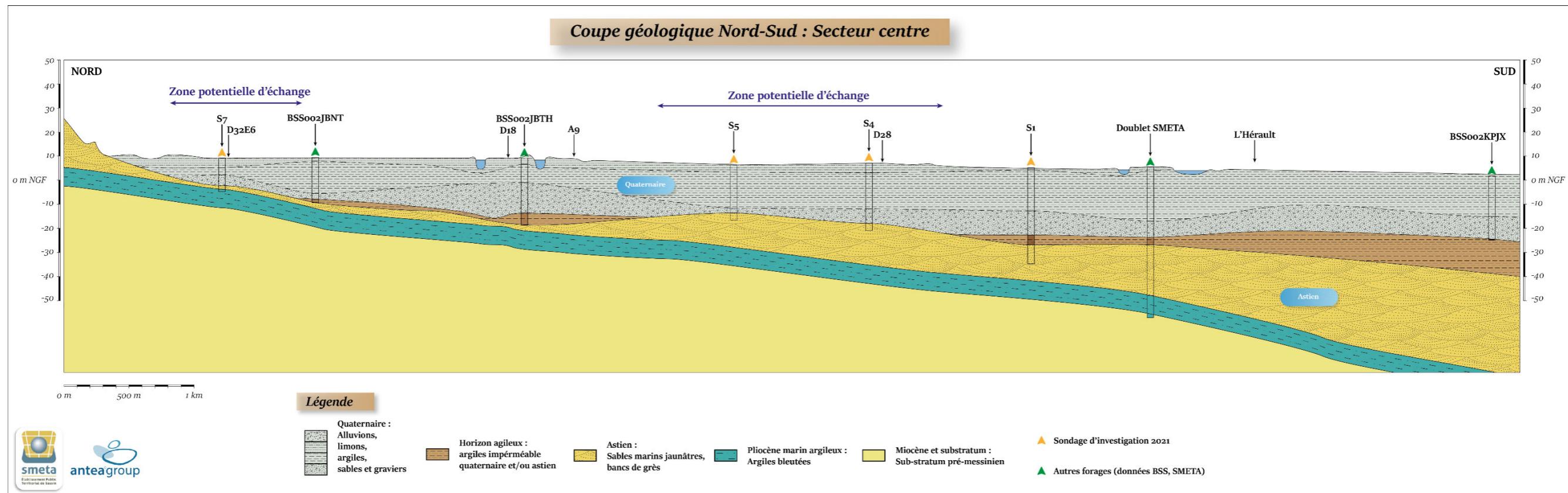


Figure 24 : Coupe géologique Nord-Sud : secteur centre

## 6. Doublet piézométrique

### 6.1. Le doublet piézométrique existant du SMETA

Le SMETA dispose d'un doublet piézométrique situé au sud-est de Bessan qui fait l'objet d'un suivi depuis 2004. Sa localisation est illustrée par la figure suivante. Les informations relatives aux deux ouvrages sont les suivantes.

- Forage n°15 : Profond de 61 m, il capte la nappe astienne entre 40,5 et 48,5 m de profondeur.
- Forage n°15bis : Profond de 30 m, il capte les alluvions de l'Hérault.

Les deux nappes sont séparées par 3,2 m d'argiles situées entre 27,8 et 31 m de profondeur.

Les fiches détaillées de ces ouvrages sont présentées en annexe 3.

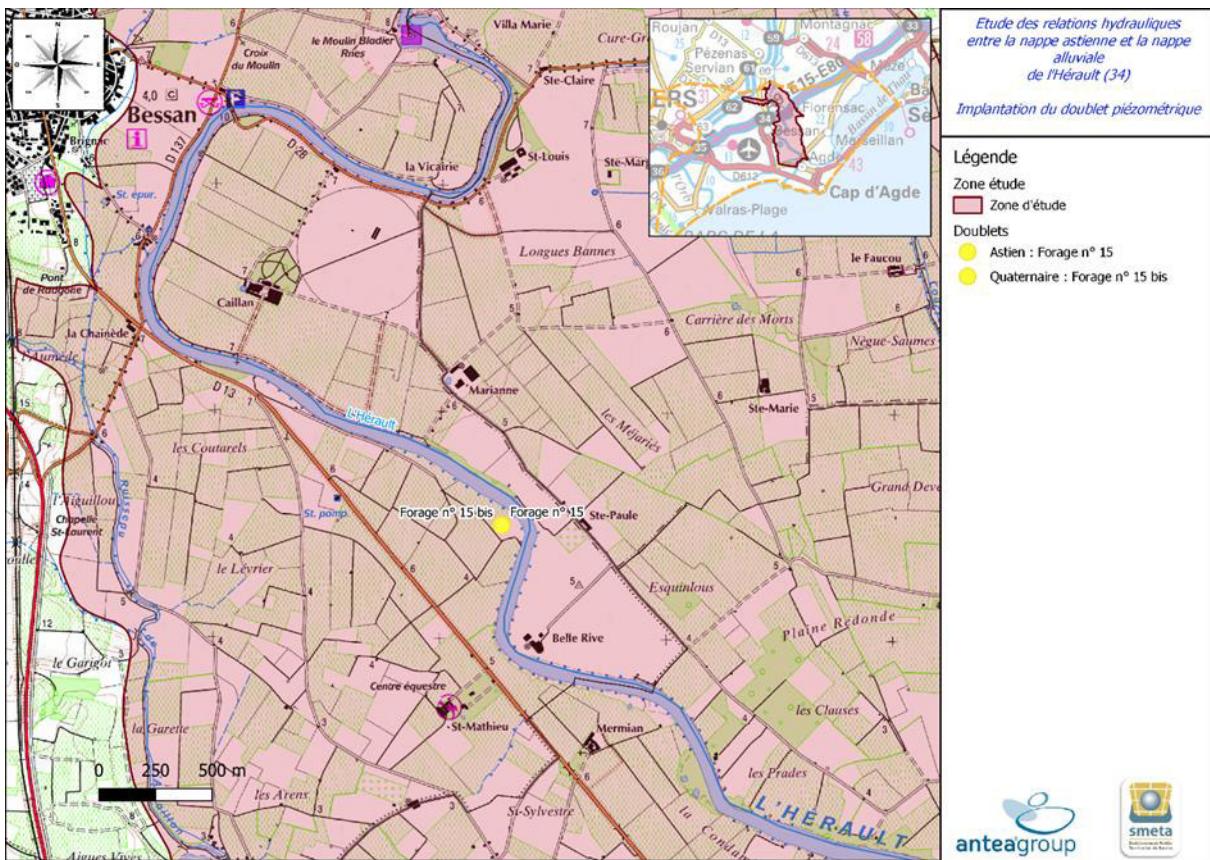


Figure 25 : Implantation du doublet piézométrique

L'évolution des niveaux d'eau sur le doublet par le SMETA a permis de déterminer la présence d'argiles sur une épaisseur minimale et sur une grande extension à distance du doublet, suffisantes pour montrer une séparation hydraulique des horizons aquifères des alluvions et de l'Astien.

Ce premier doublet est alors considéré comme représentatif du compartiment de l'hydrosystème où les deux aquifères sont dits « déconnectés ».

## 6.2. Proposition de nouveaux doublets piézométriques

### 6.2.1. Choix d'emplacement du nouveau doublet piézométrique

Il convient de pouvoir observer les variations de niveaux comparées sur des secteurs où les aquifères sont en contact ou en relation hydraulique. Il est alors nécessaire de pouvoir disposer à minima d'un autre doublet d'ouvrages permettant la mesure des évolutions piézométriques au cours du temps sur les deux aquifères.

En plus de permettre, avec une approche analytique, de qualifier les échanges entre les deux aquifères, de nouvelles chroniques piézométriques sont nécessaires au calage du futur modèle numérique en régime transitoire. Celui-ci intégrera en condition en sa limite aval les évolutions piézométriques du doublet Sud, mais ne disposera pas de points de calage des niveaux astiens et alluvionnaires sur une localisation commune. Pour permettre l'évaluation qualitative des échanges au sein de l'hydrosystème au cours du temps, il est donc indispensable de disposer de niveaux piézométriques en continu sur au moins un futur doublet, dans un secteur où la relation hydraulique entre aquifère diffère de celle du doublet actuel.

Pour répondre à ces besoins le futur doublet doit être implanté dans une zone aux caractéristiques suivantes :

- Être à distance du doublet existant pour avoir des chroniques piézométriques représentatives d'un autre secteur de l'hydrosystème ;
- La nappe de l'Hérault et la nappe astienne doivent être en contact ;
- Ou séparée par une épaisseur minimale d'argiles mais à une relative proximité de la zone de contact des deux nappes ;
- Les deux nappes doivent être, un minimum, productives ;
- La profondeur de la nappe astienne doit être inférieure à celle du doublet déjà présent ;
- La distance avec le fleuve de l'Hérault doit être assez importante pour que les niveaux piézométriques ne soient pas trop influencés par le fleuve.

### 6.2.2. Piézomètres pouvant faire l'objet d'un doublet

Sur la base de ces critères, de l'analyse des coupes lithologiques anciennes à disposition et des résultats des récentes investigations, il a pu être identifié deux secteurs répondant aux besoins :

- Un secteur Nord, qui est le secteur à prioriser pour disposer d'un doublet de mesures conjointes des niveaux alluvionnaires et astiens ;
- Un secteur intermédiaire à proximité du BSS002KPDW proche de l'aplomb à l'autoroute A9 répondant également aux critères. Le suivi complémentaire qui pourrait y être fait nécessiterait la réalisation d'un ouvrage complémentaire à l'Astien et représenterait un supplément de données non négligeables à la quantification des échanges entre nappes.

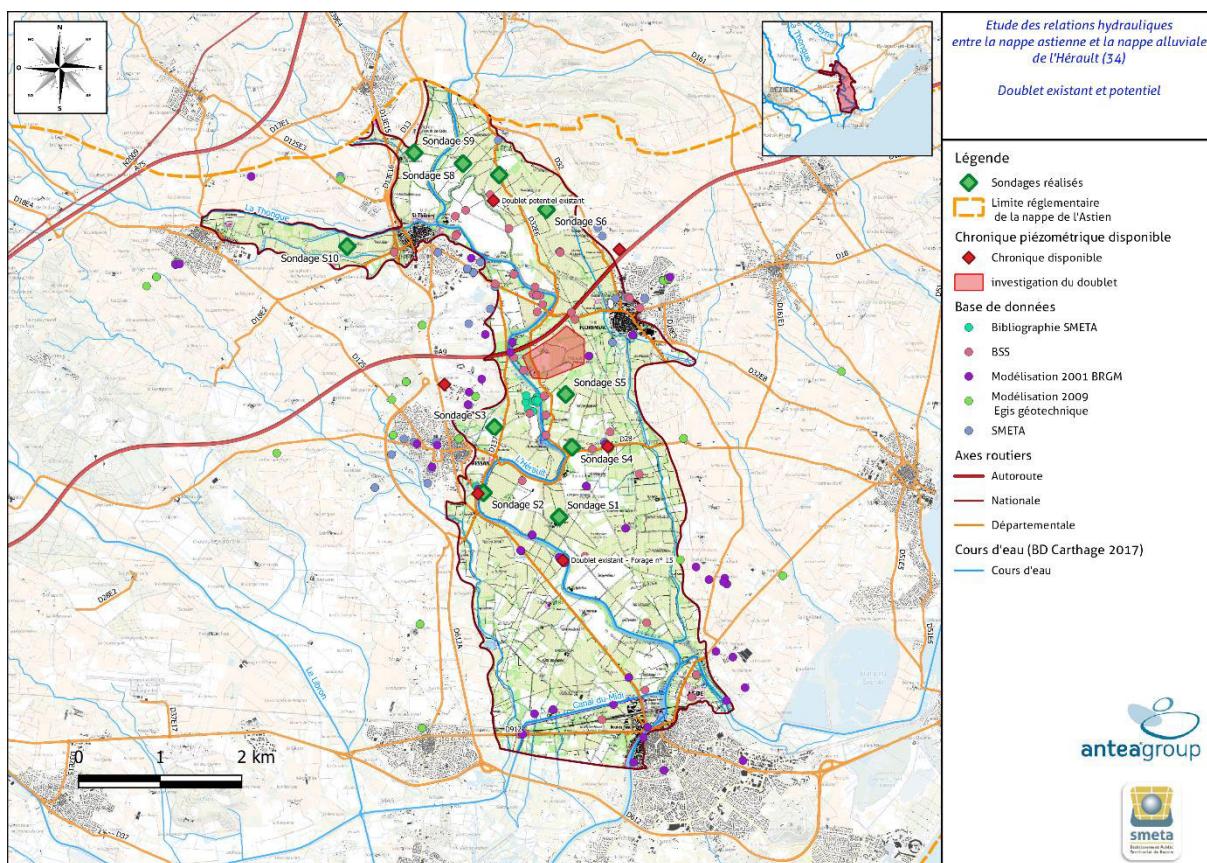


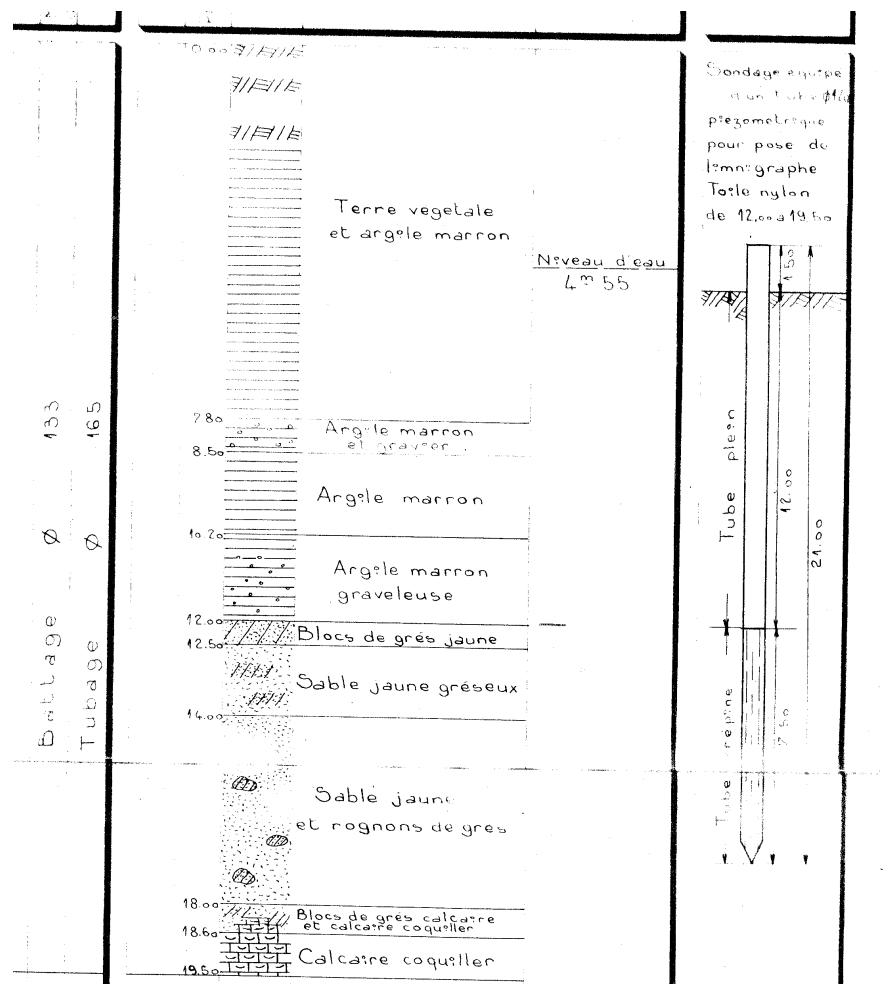
Figure 26 : Doublet piézométrique existant et proposé

● **Secteur Nord**

Le secteur nord avec absence ou faible présence d'argiles possède deux piézomètres proches qui pourraient potentiellement être utilisés pour un nouveau doublet :

- BSS002JBSG : piézomètre de 10 m de profondeur (sans coupe géologique) supposé être dans les alluvions de l'hérault. Cet ouvrage est équipé d'une sonde de niveau piézométrique et les données sont disponibles sur ADES ;
- BSS002JBNB : forage de 19,5m crépiné de 12 à 19,5m dans les sédiments astiens (coupe Figure 27). Dans le cas où cet ouvrage est toujours existant et en bon état, il pourrait être envisagé de demander l'accord à son propriétaire et de l'équiper d'une sonde de suivi.

L'emplacement d'un doublet dans ce secteur paraît très opportun, compte tenu du contexte géologique et hydrogéologique. Dans le cas où le forage est exploitable, les travaux à déployer pour la réalisation d'un piézomètre seraient limités à la mise en place d'une sonde de suivi, voire de la remise aux normes de la tête de forage.



**Figure 27 : Coupe du forage BSS002JBNB**

#### ● Secteur central

En complément ou en substitution du secteur nord, le secteur central semble être une zone à privilégier pour la mise en place d'un nouveau doublet. Il s'agit d'une zone où il pourrait potentiellement y avoir une légère couche d'argiles entre les alluvions de l'Hérault et les sables de l'Astien mais d'une épaisseur plus faible que dans le doublet actuel. Cela pourrait permettre des échanges entre les deux aquifères sans pour autant qu'ils soient totalement à l'équilibre.

Toutefois plusieurs éléments sont à prendre en considération pour décider de l'implantation d'un doublet piézométrique dans ce secteur :

- Les données étudiées ne permettent pas de connaître clairement le contexte géologique et hydrogéologique. Une étude de 2013 (Calligée 34 LNMP Florensac modélisation Hérault) s'appuie sur des données des plusieurs ouvrages dans ce secteur mais le détail des ouvrages n'a pas pu être consulté ;
- Les données des sondages S4 et S5 au sud de ce secteur indiquent que les formations alluviales sont très argileuses et contiennent peu d'eau. Toutefois, le sondage S5 a recoupé une très petite fraction d'alluvions grossières avec des arrivées d'eau au mur des alluvions. Cela laisse supposer que cette frange peut être plus importante en se décalant un peu au nord ;
- Dans ce secteur, des ouvrages d'SBL sont exploités. Afin de ne pas enregistrer l'influence des pompages dans le doublet, il faudra que ce dernier soit suffisamment éloigné des ouvrages exploités ;

- Ce secteur est dans le périmètre de protection rapprochée du captage du Filliol. La réglementation stipule : « *Activités réglementées : forages et puits : à l'exception des piézomètres du réseau de surveillance de la nappe alluviale, aucun nouveau forage, aucun nouveau puits ne sera autorisé. Tous les ouvrages devront être conçus de façon à interdire l'intrusion d'eaux superficielles et la mise en communication des nappes souterraines entre elles. Seuls sont autorisés les nouveaux forages destinés à l'alimentation en eau d'une collectivité.* ».

## 7. Conclusion

L'analyse approfondie des données a permis une meilleure compréhension de la structure géologique et de la stratigraphie du secteur. Elle a mis en avant de nombreuses lacunes et zones d'incertitudes sur le secteur. Elle a également démontré que contrairement à l'idée initiale qui avait été présenté au démarrage de l'étude, la limite d'apparition des argiles entre la nappe astienne et les alluvions de l'Hérault, n'est pas une limite linéaire orientée E-W. Les argiles sont présentes dans différents secteurs de la zone étudiée et semblent avoir été érodées à proximité du lit majeur de l'Hérault ainsi que dans des zones où il y a des paléo-chenaux de l'Hérault.

Certaines incertitudes ont été levées grâce aux investigations complémentaires menées dans la cadre de cette étude. Ces investigations ont été la réalisation de 10 sondages destructifs et d'un panneau de géophysique électrique. Ces données ont également permis de déterminer les différents faciès en présence et d'interpréter plus finement les données déjà existantes.

L'ensemble des données bibliographiques et des investigations de terrain ont été interprétées selon le schéma conceptuel géologique de trois horizons (horizon alluvionnaire perméable, interface argileuse et horizon astien). Des cartographies des altitudes et des épaisseurs des horizons et cinq coupes géologiques, ont été réalisées afin de tenter de délimiter et de caractériser la zone de contact entre alluvions et Astien. Il a été mis en avant que les alluvions de l'Hérault sont très hétérogènes et la répartition spatiale des horizons plus ou moins argileux ou graveleux est très complexe. Les données disponibles ne permettent pas de préciser ce point.

Ces investigations ont permis d'identifier des zones potentielles d'échanges entre la nappe alluviale de l'Hérault et la nappe astienne. Celles-ci semblent être situées en partie Nord de la zone d'étude et le long de l'Hérault, là où l'interface argileuse est la plus faible et les alluvions productives les plus épaisses. Toutefois, en partie Nord, les sables astiens sont peu épais et présentent un faciès plus argileux, ce qui interroge sur les réels échanges dans cette zone.

Des secteurs potentiels répondant aux critères pour la réalisation d'un nouveau doublet piézométrique ont été identifiés. Ce doublet et les interprétations des horizons et du contact entre alluvions et astien seront nécessaires pour la poursuite de l'étude et la qualification et quantification des échanges.

## Annexe I : **Ouvrages recensés à proximité de la zone d'étude**

BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
BSS002KPJW		735935	6249875	7	Bessan				
	Forage Barquette 2012	6252350.11	6250742.38	5	Bessan	18	14	14	-9
	Piezo la Barquette 2012	734903.75	6250776.38	5	Bessan	18	13,5	13,5	-8,5
	PZ2	735818.49	6252320.28	7,3	Bessan	15	12	12	-4,7
	PZ3	735827.39	6252439.97	7,3	Bessan	21	18	18	-10,7
	PZ1	735859.64	6252195.23	7,3	Bessan	18	12	12	-4,7
BSS002KNZX	10403X0059/S	735892.6	6252116.88	8,48	Bessan	22,5	22,5		
	PZ5	735949.1	6252147.18	7,3	Bessan	25	23,5	23,5	-23,5
	PZ4	735953.67	6252340.11	7,3	Bessan	17	16,5	16,5	-9,2
BSS002JBVP	F11 Ouest	735976	6254293	6	Florensac	25,5	24,5	24,5	-18,5
	PZ8	735992.29	6252356.8	7,3	Bessan	24	23,5		
	PZ9	735997	6252350	7,3	Bessan	21	19		
	PZ6	736023.42	6252313.19	7,3	Bessan	30,5	24,5		
	PZ7	736023.75	6252410.73	7,3	Bessan	25	24		
	F1 CROS/2018	736035.83	6252350.11	7,3	Bessan	24	23,5	23,5	-16,2
BSS002JBVQ	F11 Est	736045	6254282	6	Florensac	24,3			
BSS002JBHX	SP1	733394	6255078	10	Saint-Thibery	14	9	9	1
BSS002JBNA	ST1	734520	6255739	10	Saint-Thibery	32	26,2	26,2	-16,2
BSS002JBUR	BRTAS4	734526	6255378	10	Saint-Thibery	29	24,5	24,5	-14,5
BSS002JBUQ	BRTAS3	734549	6255411	10	Saint-Thibery	29	20		
BSS002JBSU	F124	734711	6255848	10	Saint-Thibery	95	26,5		
BSS002JBNB	ST2	735163	6256135	10	Florensac	19,5	0	7,8	2,2
BSS002JBQU	111111	735251	6254493	11,6	Saint-Thibery	37	2,5	2,5	9,1
BSS002JBNT	S	735509	6255512	9,4	Florensac	18,8	17,3	17,3	-7,9
BSS002KNZQ	S1	735572.34	6253419.84	7,99	Florensac	22,1	0		-0,51
BSS002KNZR	S2	735600	6253139	7,66	Florensac	24,6	0		
BSS002JBTZ	SE-4	735602	6254670	9	Saint-Thibery	30,5	21,4	21,4	-12,4
BSS002KPHN	F36	735706	6246214	7	Vias	24	21	21	-14
BSS002KPJY	S2	735723	6249596	6	Bessan	57,2	27,5	27,5	-21,5
BSS002KNXM	F1	735753	6250877	5	Bessan	379,15	28,8		
BSS002KNZS	S3	735778	6252908	7,25	Florensac	23,4			
BSS002KNXZ	SPTT	735793	6246238	5,72	Florensac	30	20,1	20,1	-14,38
BSS002KNZX	S	735892	6252117	8,48	Bessan	22,5	22,5		
BSS002KPKP	F2	735935	6249875	7,5	Bessan	36	29,2	29,2	-21,7
BSS002JBUB	PUITS2	735950	6254307	8	Florensac	27	24	24	-16

BBS	Nom complet	Epaisseur Argile	Epaisseur Argile min	Toit Astien	Cote Toit Astien	Ep Astien	Coupe géologique	Coupe technique	Profondeur crépine	Aquifère capté
BSS002KPJW										
	Forage Barquette 2012		4				Oui	Oui	6,0-14	Quaternaire
	Piezo la Barquette 2012		4,5				Oui	Oui	8,0-13	Quaternaire
	PZ2		2				Oui	Oui	8,0-14	Quaternaire
	PZ3		3				Oui	Oui	15,0-21	Quaternaire
	PZ1		6				Oui	Oui	12,0-18	Quaternaire
BSS002KNZX	10403X0059/S	0		22,5	-14,02		Oui	Non		
	PZ5		2				Oui	Oui	19,5-25,5	Quaternaire
	PZ4		0,5				Oui	Oui	11,0-17	Quaternaire
BSS002JBVP	F11 Ouest		1				Oui	Oui	10,7-25,5	Quaternaire
	PZ8	0		23,5	-16,2		Oui	Oui	18-24	Quaternaire
	PZ9	0		19	-11,7		Oui	Oui	14-20	Quaternaire
	PZ6	0		24,5	-17,2		Oui	Oui	19-25	Quaternaire
	PZ7	0		24	-16,7		Oui	Oui	18-24	Quaternaire
	F1 CROS/2018		0,5				Oui	Oui	11,0-23	Quaternaire
BSS002JBVQ	F11 Est						Non	Non		
BSS002JBHX	SP1		5				Oui	Non		
BSS002JBNA	ST1		5,8				Oui	Oui	22-25,5	Quaternaire
BSS002JBUR	BRTAS4		4,5				Oui	Oui	8-25,0	Quaternaire
BSS002JBUQ	BRTAS3			20	-10		Oui	Oui	10,8-20	Quaternaire
BSS002JBSU	F124	0		26,5	-16,5		Oui	Non		
BSS002JBNB	ST2	4,2	0	12,5	-2,5	0	Oui	Oui	12-19,5	Astien
BSS002JBQU	111111	11,5		18,5	-6,9	16,7	Oui	Non		
BSS002JBNT	S		1,5				Oui	Oui		
BSS002KNZQ	S1	13,6		8,5	-0,51		Oui	Oui		
BSS002KNZR	S2	0		6,66	1		Oui	Non		
BSS002JBTZ	SE-4	0,2		21,6	-12,6		Oui	Non		
BSS002KPHN	F36		3				Oui	Non		
BSS002KPJY	S2	29,5					Oui	Non		
BSS002KNXM	F1	0		28,8	-23,8	17,2	Oui	Non		
BSS002KNZS	S3			7,5	-0,25		Oui	Non		
BSS002KNXZ	SPTT		8,9				Oui	Non		
BSS002KNZX	S	0		22,5	-14,02		Oui	Non		
BSS002KPKP	F2		7,8				Oui	Oui	26-29	Quaternaire
BSS002JBUB	PUITS2		3				Oui	Non		

BBS	Nom complet	Niveau piézométrique	Commentaire	Doublet	Origine données	toit gravier en m/sol
BSS002KPJW		Chronique			ADES	
	Forage Barquette 2012	Non			Bibliographie SMETA	7
	Piezo la Barquette 2012	Non			Bibliographie SMETA	7
	PZ2	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	8
	PZ3	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	8
	PZ1	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	9
BSS002KNZX	10403X0059/S	Non			Bibliographie SMETA	0
	PZ5	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	4
	PZ4	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	5
BSS002JBVP	F11 Ouest	Non	4,62 m/sol 31//05/12		Bibliographie SMETA	14.9
	PZ8	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	15
	PZ9	Non			Bibliographie SMETA	15
	PZ6	Non			Bibliographie SMETA	5
	PZ7	Non	Correlation lithologique		Bibliographie SMETA	5
	F1 CROS/2018	Non			Bibliographie SMETA	6
BSS002JBVQ	F11 Est	Non	5,02 m/sol 12/06/12		Bibliographie SMETA	
BSS002JBHX	SP1	NON			BSS	4.4000000000000004
BSS002JBNA	ST1	OUI			BSS	6.2
BSS002JBUR	BRTAS4	OUI			BSS	12
BSS002JBUQ	BRTAS3	OUI			BSS	10.5
BSS002JBSU	F124	OUI			BSS	6.2
BSS002JBNB	ST2	OUI		Doublet potentiel existant	BSS	
BSS002JBQU	111111	OUI			BSS	0
BSS002JBNT	S	OUI			BSS	15
BSS002KNZQ	S1	OUI			BSS	
BSS002KNZR	S2	OUI			BSS	
BSS002JBTZ	SE-4	OUI			BSS	6.8
BSS002KPHN	F36	OUI			BSS	14
BSS002KPJY	S2	OUI			BSS	11
BSS002KNXM	F1	OUI			BSS	0
BSS002KNZS	S3	OUI			BSS	
BSS002KNXZ	SPTT	OUI			BSS	18.3
BSS002KNZX	S	OUI			BSS	7
BSS002KPKP	F2	OUI			BSS	9.5
BSS002JBUB	PUITS2	OUI			BSS	9

BBS	Nom complet	cote toit gravier	mur gravier m/sol	cote mur gravier	Epaisseur Graviers
BSS002KPJW					
	Forage Barquette 2012	-2	14	-9	7
	Piezo la Barquette 2012	-2	13,5	-8,5	6,5
	PZ2	-0,7	12	-4,7	4
	PZ3	-0,7	18	-10,7	10
	PZ1	-1,7	12	-4,7	3
BSS002KNZX	10403X0059/S	8,48	22,5	-14,02	22,5
	PZ5	3,3	23,5	-16,2	19,5
	PZ4	2,3	16,5	-9,2	11,5
BSS002JBVP	F11 Ouest	-8,9	24,5	-18,5	9,6
	PZ8	-7,7	23,5	-16,2	8,5
	PZ9	-7,7	19	-11,7	4
	PZ6	2,3	24,5	-17,2	19,5
	PZ7	2,3	24	-16,7	19
	F1 CROS/2018	1,3	23,5	-16,2	17,5
BSS002JBVQ	F11 Est				0
BSS002JBHX	SP1	5,6	9	1	4,6
BSS002JBNA	ST1	3,8	26,2	-16,2	20
BSS002JBUR	BRTAS4	-2	24,5	-14,5	12,5
BSS002JBUQ	BRTAS3	-0,5	20	-10	9,5
BSS002JBSU	F124	3,8	26,5	-16,5	20,3
BSS002JBNB	ST2	0	0	0	0
BSS002JBQU	111111	11,6	2,5	9,1	2,5
BSS002JBNT	S	-5,6	17,3	-7,9	2,3
BSS002KNZQ	S1				0
BSS002KNZR	S2				0
BSS002JBTZ	SE-4	2,2	21,4	-12,4	14,6
BSS002KPHN	F36	-7	21	-14	7
BSS002KPJY	S2	-5	27,5	-21,5	16,5
BSS002KNXM	F1	5	28,8	-23,8	28,8
BSS002KNZS	S3				0
BSS002KNXZ	SPTT	-12,58	20,1	-14,38	1,8
BSS002KNZX	S	1,48	22,5	-14,02	15,5
BSS002KPKP	F2	-2	29,2	-21,7	19,7
BSS002JBUB	PUITS2	-1	24	-16	15

BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
BSS002JBUH	PZ2	735991	6254437	8	Florensac	21,3	21	21	-13
BSS002JBTG	SBL2	735994	6254304	9	Florensac	27	24,5		
BSS002JBUC	PUITS1	736019	6254287	8	Florensac	27	24	24	-16
BSS002JBTH	SBL3	736027	6253977	9	Florensac	28	22,9	22,9	-13,9
BSS002JBSS	F112	736079	6254276	9	Florensac	27	24,5		
BSS002JBSR	F111	736128	6254116	9	Florensac	27	21		
BSS002KNZU	S5	736155	6252435	9	Florensac	24,75	11,5		
BSS002KNZW	S7	736189	6251714	7,05	Bessan	27,5	17	0	0
BSS002KNZV	S6	736192	6252084	6,83	Florensac	26,1			
BSS002KPJX	F137	736320	6246670	2,45	Agde	30,7	30,3	30,3	-27,85
BSS002JBSJ	POMMIE	736451	6255072	9	Florensac	16,4	15		
BSS002KPHD	2031B	736504	6249405	6,29	Bessan	30	27,8	27,8	-21,51
BSS002JBRF	S641	736657	6253972	8	Florensac	15,8	15,5		
BSS002JBNR	CERH	736726	6253841	6,2	Florensac	19	14,7	14,7	-8,5
BSS002KPHP	F75	736912	6249487	4,14	Florensac	25,7	22,7	22,7	-18,56
BSS002KPGH	LOUIS	736933	6250778	5	Bessan	27	21,6	21,6	-16,6
BSS002KPJT	F86	737048	6251457	6	Florensac	19	17,6	17,6	-11,6
BSS002KPKB	S2	737219	6246485	2	Agde	35	32	32	-30
BSS002KPDV	SPZ	737289	6251555	6	Florensac	43,09	18	18	-12
BSS002KPET	F	737371	6251775	6	Florensac	18,5	18	18	-12
BSS002KPJR	F77	737657	6250002	5,55	Florensac	33	20,6	20,6	-15,05
BSS002JBNQ	F	737700	6254254	11	Florensac	42	0	0	11
BSS002KPHZ	F52	737716	6247259	3,24	Agde	28,5	28,2	28,2	-24,96
BSS002JBQV	S	737730	6254228	10	Florensac	22			
BSS002JBRN	F	737785	6253553	4	Florensac	28	0	3	1
BSS002KNZG	F	737905	6251000	6	Florensac	12	11	11	-5
BSS002JBNY	F	737919	6254052	10	Florensac	26		2	8
BSS002KPJD	F53	738014	6247027	3	Agde	33,6	32,2	32,2	-29,2
BSS002KPHW	F59	738044	6248267	4	Agde	23,7	23,6	23,6	-19,6
BSS002KPEY	F	738873	6246900	4	Agde	18	17,8	17,8	-13,8
BSS002KPCH	F	738957	6247310	3	Agde	98	27		
		729369.88	6254849.25	50		250			49
		729444.99	6254858.67	47		250			47
		730763.42	6256469.26	25		91			25
		733816.67	6251552.45	17		48			11
		734093.53	6251130.03	14		58			3



BBS	Nom complet	Niveau piézométrique	Commentaire	Doublet	Origine données	toit gravier en m/sol
BSS002JBUH	PZ2	OUI			BSS	9
BSS002JBTG	SBL2	OUI			BSS	10.5
BSS002JBUC	PUITS1	OUI			BSS	12
BSS002JBTH	SBL3	OUI			BSS	10.3
BSS002JBSS	F112	OUI			BSS	10.5
BSS002JBSR	F111	OUI			BSS	8
BSS002KNZU	S5	OUI			BSS	
BSS002KNZW	S7	OUI			BSS	8.4
BSS002KNZV	S6	OUI			BSS	
BSS002KPJX	F137	OUI			BSS	20.8
BSS002JBSJ	POMMIE	OUI			BSS	4.3
BSS002KPHD	2031B	OUI			BSS	4
BSS002JBRF	S641	NON			BSS	13.1
BSS002JBNR	CERH	OUI			BSS	13
BSS002KPHP	F75	OUI			BSS	20.5
BSS002KPGH	LOUIS	OUI			BSS	17.2
BSS002KPJT	F86	OUI			BSS	13.5
BSS002KPKB	S2	NON			BSS	24.5
BSS002KPDV	SPZ	OUI			BSS	15
BSS002KPET	F	OUI			BSS	15.2
BSS002KPJR	F77	OUI			BSS	15.8
BSS002JBNQ	F	OUI			BSS	
BSS002KPHZ	F52	OUI			BSS	22.5
BSS002JBQV	S	OUI			BSS	
BSS002JBRN	F	OUI			BSS	
BSS002KNZG	F	OUI			BSS	7
BSS002JBNY	F	OUI			BSS	
BSS002KPJD	F53	OUI			BSS	30
BSS002KPHW	F59	OUI			BSS	12.8
BSS002KPEY	F	OUI			BSS	16
BSS002KPCH	F	OUI			BSS	
					Modélisation 2001 BRGM	
					Modélisation 2001 BRGM	
					Modélisation 2001 BRGM	
					Modélisation 2001 BRGM	
					Modélisation 2001 BRGM	



BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
		734186.71	6251529.54	17		71			16
		734752.9	6252275.56	11		58			6,5
		734774.71	6252505.53	23		58			6
		734813.99	6254966.68	20		35,5			16,2
		734940.86	6250723.15	7		17,6			-10
		735006.71	6252743.86	22		171			11,5
		735073.17	6253563.83	10		51			3
		735534.89	6253237.03	7,5		22,1			-14,3
		735722.53	6249596.36	6		57,2			-21,5
		735756.1	6246213.97	7		30			-17,85
		735934.84	6249874.87	6,61		36			-22,59
		735934.91	6249884.88	5,16		22			-6,34
		735979.2	6246592.47	2,25		25			-22,55
		736431.98	6249470.74	4		61,2			-15
		736541.26	6249369.82	4		30			-23,8
		736932.5	6250777.63	5		27			-16
		736981.21	6253168.69	5,9		27,5			-2,5
		737288.79	6251555.33	6		43,09			-12
		737353.28	6251484.78	6		46,3			-12,8
		737431.44	6246761.24	3		28,5			-25,4
		737656.89	6250001.51	5,55		33			-15,05
		737715.51	6247259.35	3,24		29			-24,96
		737803.38	6245697.67	2		32			-26
		737987.08	6246156.53	2		31			-27,2
		738058.6	6246346.09	7		35			-17,5
		738362.61	6245553.21	11		116			-17,35
		738473.41	6254617.91	22		27			19,5
		738952.14	6249290.98	12		76			12
		739190.48	6249058.98	16		99			16
		739320.25	6247737.14	4		71			3
		739460.32	6249016.85	30,281		104			30,281
		739480.88	6249086.73	32		105,5			17
		739513.34	6246835.07	3		17			-7
		739520.04	6248976.36	30		112			29
		739629.65	6247634.67	7		91			-9,5
		739814.94	6245732.02	4,2		115			-6,8







BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
		739855.41	6247072.56	12		130			12
	Nouveaux(2011)	728836.45	6254453.21						
	Anciens	729017.88	6254621.87999999						
	Nouveaux(2011)	729370.11	6254879.26999999						
	Anciens	729410.29	6254898.96						
	Nouveaux(2011)	731233.77	6251382.57						
	Anciens	732403.95	6256416.37						
	Nouveaux(2011)	733352.77	6252366.57						
	Anciens	733377.69	6251715.98						
	Anciens	733615.5	6252694.71						
	Anciens	733870.76	6248239.99						
	Anciens	733905.81	6246328.5						
	Nouveaux(2011)	733913.81	6253732.99						
	Anciens	734587.87	6251646.46999999						
	Anciens	737368.21	6251474.66						
	Nouveaux(2011)	738352.88	6254558.82						
	Anciens	738453.09	6254578.04999999						
	Anciens	738662.99	6249423.30999999						

BBS	Nom complet	Epaisseur Argile	Epaisseur Argile min	Toit Astien	Cote Toit Astien	Ep Astien	Coupe géologique	Coupe technique	Profondeur crépine	Aquifère capté
		95								
	Nouveaux(2011)				-26	27				
	Anciens				-3	1				
	Nouveaux(2011)				-20	14				
	Anciens				-5	37				
	Nouveaux(2011)				-40	7				
	Anciens				5	26				
	Nouveaux(2011)				-47	9				
	Anciens				-29	12				
	Anciens				-20	34				
	Anciens				-67	44				
	Anciens				-71	19				
	Nouveaux(2011)				-19	9				
	Anciens				-35	5				
	Anciens				-23,07	12,8				
	Nouveaux(2011)				9	18				
	Anciens				8,5	17,5				
	Anciens				-90	6				

BBS	Nom complet	Niveau piézométrique	Commentaire	Doublet	Origine données	toit gravier en m/sol
					Modélisation 2001 BRGM	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	

BBS	Nom complet	cote toit gravier	mur gravier m/sol	cote mur gravier	Epaisseur Graviers
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Anciens				
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Anciens				

BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
	Nouveaux(2011)	738720.43	6251654.23						
	Anciens	738966.54	6247289.62						
	Anciens	740551.87	6249128.41999999						
	Anciens	741631.74	6252882.29999999						
	Forage n° 1976	732404	6256478	38,54	Saint-Thibery	54		0	38,54
	Forage n° 1396	732407	6256420	38,87	Saint-Thibery	56			
	Forage n° 1237	733040	6250748	15	Bessan	68			
	Forage n° 1250	733345	6251356	17,5	Bessan	64			
	Forage n° 1254	733378	6251716	19,6	Bessan	55		41	-21,4
	Forage n° 1252	733577	6251644	17	Bessan	43	6	6	11
	Forage n° 1761	733618	6252696	46,87	Bessan	90	30		
	Forage n° 1247	733757	6251593	17,9	Bessan	48	6	6	11,9
	Forage n° 1724	733871	6248240	11,05	Bessan	123			
	Forage n° 1814	733909	6253734	39,85	Bessan	72	3	43	-3,15
	Forage n° 1766	734011	6250830	15,4	Bessan	37	0,5	0,5	14,9
	Forage n° 1488	734073	6251100	16,69	Bessan	68		46,3	-29,61
	Forage n° 1246	734170	6251599	17,6	Bessan	80			
	Forage n° 1386	734199	6255073	34,14	Saint-Thibery	46,3			
BSS002KPLD	Forage n° 1782 Caserne des pompier	734320.55	6252645.6	29,45	Bessan	80			
	Forage n° 1268	734588	6251646	7,4	Bessan	50	0		
	Forage n° 1388	734741	6254766	26,7	Saint-Thibery	27		15	11,7
	Forage n° 1732	734741	6254776	27,43	Saint-Thibery	27		15	12,43
	Forage n° 1266	734768.11	6253761.16	15,9	Bessan	70	7	7	8,9
	Forage n° 1257	734770	6252268	9	Bessan	58	4,5	4,5	4,5
	Forage n° 1391	734854	6254705	25,3	Saint-Thibery	61,5	18	18	7,3
	Forage n° 1390	734854	6254705	25,3	Saint-Thibery	30		2,5	22,8
	Forage n° 1258	734894	6252425	17,2	Bessan	58	17	17	0,2
BSS002KPRY	Forage n° 10015	734937	6250639	6,4	Bessan	57			
	Forage n° 1389	734984	6254896	20,89	Saint-Thibery	33,5		7	13,89
	Forage n° 10021	735166.15	6254034.77	16,21	Bessan	51		7	9,21

BBS	Nom complet	Epaisseur Argile	Epaisseur Argile min	Toit Astien	Cote Toit Astien	Ep Astien	Coupe géologique	Coupe technique	Profondeur crépine	Aquifère capté
	Nouveaux(2011)				-24,5	9				
	Anciens				-87,08	8				
	Anciens				-64	8				
	Anciens				-18,38	14,2				
	Forage n° 1976	30		30	8,54	5	Oui	Non		
	Forage n° 1396			30	8,87	26	Oui	Non		
	Forage n° 1237			62,5	-47,5		Oui	Oui		
	Forage n° 1250			48	-30,5	14	Oui	Oui	50-64	Astien
	Forage n° 1254	2		43	-23,4	12	Oui	Oui	44,5-53	Astien
	Forage n° 1252	24		30	-13	13	Oui	Oui	34-42	Astien
	Forage n° 1761	0		65	-18,13	34	Oui	Non		
	Forage n° 1247	31		37	-19,1	11	Oui	Non		
	Forage n° 1724			78	-66,95	45	Oui	Oui	81-117,4	Astien
	Forage n° 1814	15		58	-18,15	9	Oui	Oui	52-64	Astien
	Forage n° 1766	29,5		30	-14,6	4	Oui	Oui	30-34	Astien
	Forage n° 1488	5,7		52	-35,31	6	Oui	Oui	53-58	Astien
	Forage n° 1246			79,5	-61,9		Oui	Oui		
	Forage n° 1386			35	-0,86	9	Oui	Oui	37,6-43,9	Astien
BSS002KPLD	Forage n° 1782 Caserne des pompier			59,5	-30,05	1,8	Oui	Oui	57-72,8	Astien
	Forage n° 1268			41	-33,6	19	Oui	Oui		Astien
	Forage n° 1388	5		20	6,7	17	Oui	Non		
	Forage n° 1732	5		20	7,43	17	Oui	Non		
	Forage n° 1266	18,5		25,5	-9,6	22,5	Oui	Oui	26-36	Astien
	Forage n° 1257	28,5		33	-24	25	Oui	Non		
	Forage n° 1391	7		25	0,3	12	Oui	Non		
	Forage n° 1390	8		10,5	14,8	20,5	Oui	Oui	20-30	Astien
	Forage n° 1258	29		46	-28,8	12	Oui	Oui	47-58	Astien
BSS002KPRY	Forage n° 10015						Non	Non		
	Forage n° 1389	9		16	4,89	16	Oui	Non		
	Forage n° 10021	18,5		25,5	-9,29	22,5	Oui	Non		

BBS	Nom complet	Niveau piézométrique	Commentaire	Doublet	Origine données	toit gravier en m/sol
	Nouveaux(2011)				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Anciens				Modélisation 2009 Egis géotechnique	
	Forage n° 1976				SMETA	
	Forage n° 1396				SMETA	
	Forage n° 1237				SMETA	
	Forage n° 1250	Non			SMETA	0
	Forage n° 1254	Non			SMETA	39
	Forage n° 1252	Non			SMETA	0
	Forage n° 1761				SMETA	35
	Forage n° 1247	Non			SMETA	
	Forage n° 1724				SMETA	
	Forage n° 1814				SMETA	40
	Forage n° 1766				SMETA	0
	Forage n° 1488				SMETA	44.3
	Forage n° 1246				SMETA	
	Forage n° 1386				SMETA	14.3
BSS002KPLD	Forage n° 1782 Caserne des pompier	Chronique			SMETA	
	Forage n° 1268				SMETA	
	Forage n° 1388				SMETA	12.5
	Forage n° 1732				SMETA	12.5
	Forage n° 1266				SMETA	4
	Forage n° 1257	Non			SMETA	2.5
	Forage n° 1391				SMETA	8
	Forage n° 1390				SMETA	
	Forage n° 1258	Non			SMETA	13
BSS002KPRY	Forage n° 10015	Chronique			SMETA	
	Forage n° 1389				SMETA	
	Forage n° 10021				SMETA	4

BBS	Nom complet	cote toit gravier	mur gravier m/sol	cote mur gravier	Epaisseur Graviers
	Nouveaux(2011)				
	Anciens				
	Anciens				
	Anciens				
	Forage n° 1976				0
	Forage n° 1396				0
	Forage n° 1237				0
	Forage n° 1250	17,5	48	-30,5	48
	Forage n° 1254	-19,4	41	-21,4	2
	Forage n° 1252	17	6	11	6
	Forage n° 1761		65	-18,13	30
	Forage n° 1247				0
	Forage n° 1724				0
	Forage n° 1814	-0,15	43	-3,15	3
	Forage n° 1766		0,5	14,9	0,5
	Forage n° 1488	-27,61	46,3	-29,61	2
	Forage n° 1246				0
	Forage n° 1386	19,84	17	17,14	2,7
BSS002KPLD	Forage n° 1782 Caserne des pompier				0
	Forage n° 1268				0
	Forage n° 1388	14,2	15	11,7	2,5
	Forage n° 1732	14,93	15	12,43	2,5
	Forage n° 1266	11,9	7	8,9	3
	Forage n° 1257	6,5	4,5	4,5	2
	Forage n° 1391	17,3	18	7,3	10
	Forage n° 1390				0
	Forage n° 1258	4,2	17	0,2	4
BSS002KPRY	Forage n° 10015				0
	Forage n° 1389				0
	Forage n° 10021	12,21	7	9,21	3

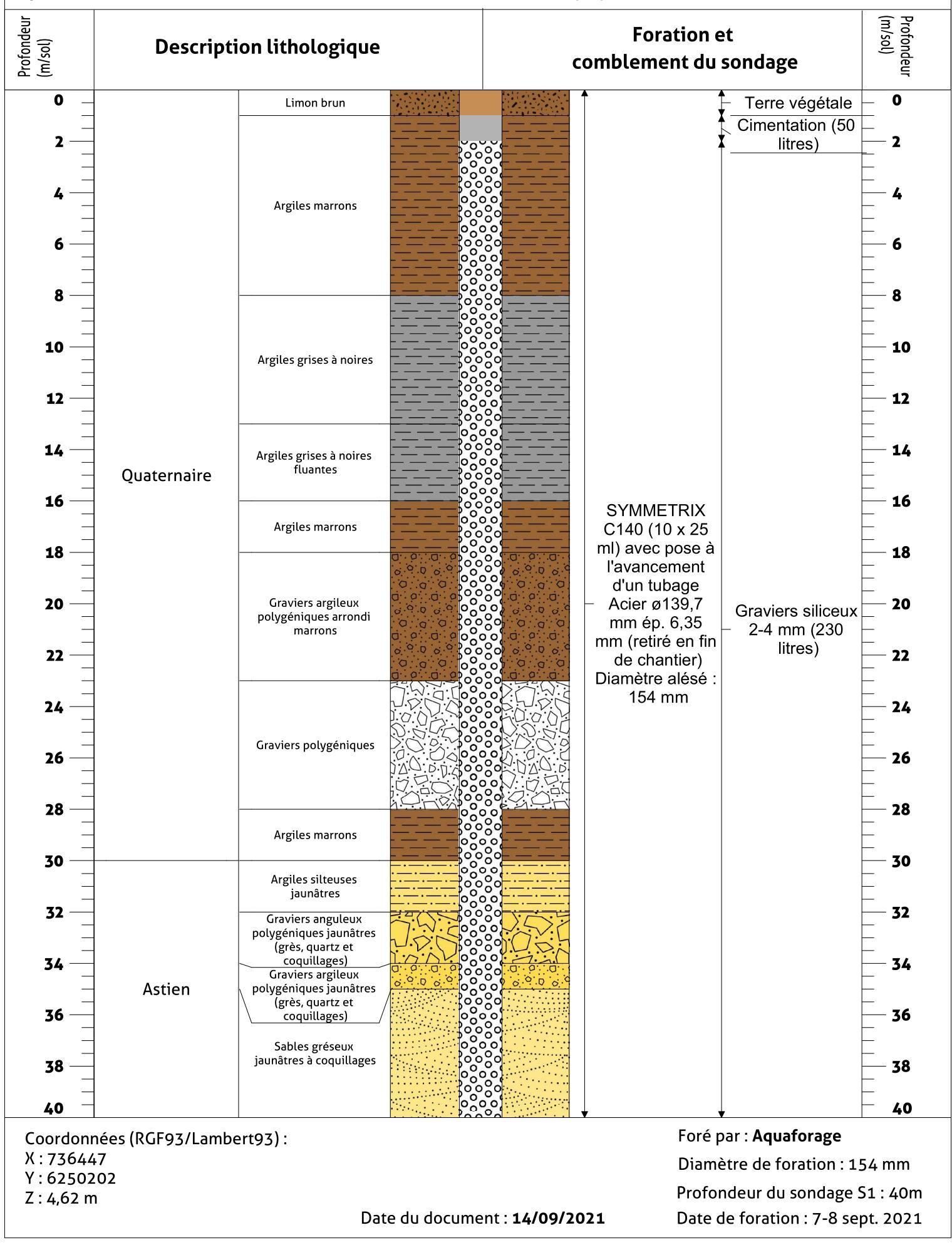
BBS	Nom complet	X(L93)	Y(L93)	Z(mNGF)	Commune	Profondeur (m)	Epaisseur Alluvions	Toit Argile	Cote Toit Argile
BSS002JBSG	10157X0104	735223	6256024	11,07	Florensac	10	0	0	0
	Forage n° 142_Gare SNC	735249	6254446	11,53	Saint-Thibery	37	18,3		
	Forage n° 715	735311	6257134	9,6	Florensac	8,5	8,4		
	Forage n° 10142	736443.52	6255090.46	10,19	Florensac	15	15		
	Forage n15bis Sauzedé BRGM nappe alluviale	736500.41	6249411.24	6,38	Bessan	30	27,8	27,8	-21,42
BSS002KPGJ	Forage n°15 Sauzedé	736503.26	6249413.64	6,38	Bessan	61	27,8	27,8	-21,42
	Forage n° 10193	737144.42	6255531.4	26,38	Florensac	98			
	Forage n° 10030	737229	6255371	16,65	Florensac	26			
	Forage n° 1466	737266	6251587	3,63	Florensac	43,1	17,5	17,5	-13,87
BSS002KPDW	Forage n°16	737329	6251501	6,43	Florensac	46,3	18,8	18,8	-12,37
	Forage n°10269	737412	6253418	8,48	Florensac	15	13,5		
	Forage n° 1578	737473	6254229	11,11	Florensac	26		2	9,11
BSS002JBVL	Forage n° 10031	737541	6255125	12,8	Florensac	31	9	9	3,8
	Forage n° 1577	737659	6254246	11,4	Florensac	42	15	0	11,4
	Forage n° 1465	737726	6254200	10,76	Florensac	22	0	0	10,76
	Forage n° 1572	737809	6253561	9,07	Florensac	28	3	3	6,07
	Forage n° 1571	738009	6254229	14,43	Florensac	23,5		0	14,43
	Forage n° 1946	738342	6254563	20,81	Florensac	30		0	20,81
	Forage n° 1621	738420	6254590	23,5	Florensac	30		9,8	13,7
	Forage n° 1947	738444	6254576	23,54	Florensac	27		0	23,54
	Forage n° 1934	738722	6251654	23,46	Florensac	56	0	0	23,46
	Sondage S10	732530	6255182	12,55		14		11	1,55
	Sondage S9	733764	6256904	10,95		10		255	
	Sondage S8	734662	6256705	11,04		31		20	-8,96
	Sondage S2	735039	6250655	5,77		16		13	-7,23
	Sondage S3	735240	6251857	6,25		28		22	-2,75
	Sondage S7	735329	6256496	9,89		14		255	
	Sondage S6	736199	6255860	8,77		13		255	
	Sondage S1	736432	6250209	4,62		40		28	-23,38
	Sondage S5	736552	6252463	6,47		23		255	
	Sondage S4	736671	6251491	6,43		28		255	

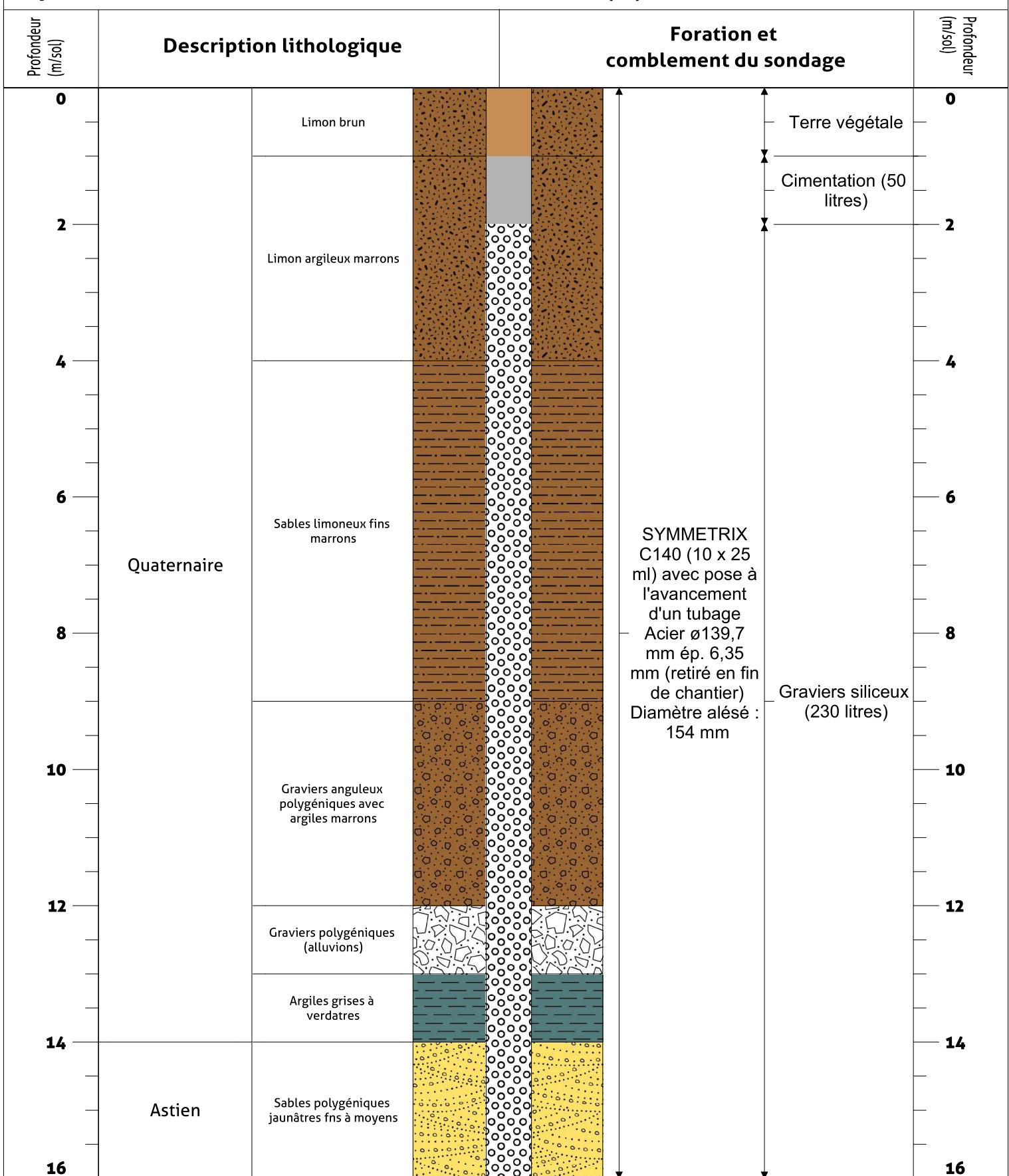
BBS	Nom complet	Epaisseur Argile	Epaisseur Argile min	Toit Astien	Cote Toit Astien	Ep Astien	Coupe géologique	Coupe technique	Profondeur crépine	Aquifère capté
BSS002JBSG	10157X0104	0	0	0	0	0	Non	Non		
	Forage n° 142_Gare SNC	0		18,3	-6,77	16,7	Oui	Oui	23-35	Astien
	Forage n° 715	0		8,4	1,2		Oui	Non		
	Forage n° 10142	0		15	-4,81	1,4	Oui	Oui	12,0-15	Quaternaire
	Forage n15bis Sauzedé BRGM nappe alluviale	3,2	0	31	-24,62	21	Non	Non		Quaternaire
BSS002KPGJ	Forage n°15 Sauzedé	3,2	0	31	-24,62	21	Oui	Oui	40,5-48,5	Astien
	Forage n° 10193			0	26,38	15	Oui	Oui	89-95	
	Forage n° 10030			4	12,65	22	Oui	Oui	2026/11/01	Astien
	Forage n° 1466	10		27,5	-23,87	12,6	Oui	Oui	27,5-39,6	Astien
BSS002KPDW	Forage n°16	10,7		29,5	-23,07	12,8	Oui	Oui	31,6-40,7	Astien
	Forage n°10269	0		13,5	-5,02		Oui	Oui		
	Forage n° 1578	2,5		4,5	6,61	19,5	Oui	Non		
BSS002JBVL	Forage n° 10031	1		12	0,8	5	Oui	Oui	14-26	Astien
	Forage n° 1577	15		15	-3,6	7	Oui	Non		
	Forage n° 1465	4,5		4,5	6,26	15,5	Oui	Non		
	Forage n° 1572	5		8	1,07	14	Oui	Non		
	Forage n° 1571	3		3	11,43	20,5	Oui	Oui	14,5-23,5	Astien
	Forage n° 1946	12		12	8,81	18	Oui	Non		
	Forage n° 1621	1,2		11	12,5	19	Oui	Non		
	Forage n° 1947	9,5		9,5	14,04	17,5	Oui	Non		
	Forage n° 1934	47		47	-23,54	9	Oui	Non		
	Sondage S10	1		12	0,55					
	Sondage S9	0		3	7,95					
	Sondage S8	2								
	Sondage S2	1		14	-8,23					
	Sondage S3	3		25	-18,75					
	Sondage S7	0		11,5	-1,61					
	Sondage S6	0		10	-1,23					
	Sondage S1	2		30	-25,38					
	Sondage S5	0		20	-13,53					
	Sondage S4	0		25	-18,57					

BBS	Nom complet	Niveau piézométrique	Commentaire	Doublet	Origine données	toit gravier en m/sol
BSS002JBSG	10157X0104	Chronique		Doublet potentiel existant	SMETA	
	Forage n° 142_Gare SNC	Non			SMETA	0
	Forage n° 715	Non			SMETA	3
	Forage n° 10142				SMETA	4.3
	Forage n15bis Sauzedé BRGM nappe alluviale	Chronique		Doublet existant Forage n° 15 bis	SMETA	
BSS002KPGJ	Forage n°15 Sauzedé	Chronique		Doublet existant Forage n° 15	SMETA	21
	Forage n° 10193				SMETA	
	Forage n° 10030				SMETA	
	Forage n° 1466				SMETA	15
BSS002KPDW	Forage n°16	Chronique			SMETA	15.7
	Forage n°10269				SMETA	8
	Forage n° 1578				SMETA	
BSS002JBVL	Forage n° 10031	Chronique			SMETA	
	Forage n° 1577				SMETA	
	Forage n° 1465				SMETA	
	Forage n° 1572				SMETA	
	Forage n° 1571				SMETA	
	Forage n° 1946				SMETA	
	Forage n° 1621				SMETA	
	Forage n° 1947				SMETA	
	Forage n° 1934				SMETA	
	Sondage S10					9
	Sondage S9					0
	Sondage S8					12
	Sondage S2					9
	Sondage S3					12
	Sondage S7					7
	Sondage S6					7
	Sondage S1					18
	Sondage S5					18
	Sondage S4					19

BBS	Nom complet	cote toit gravier	mur gravier m/sol	cote mur gravier	Epaisseur Graviers
BSS002JBSG	10157X0104	0	0	0	0
	Forage n° 142_Gare SNC	11,53	18,3	-6,77	18,3
	Forage n° 715	6,6	8,4	1,2	5,4
	Forage n° 10142	5,89	15	-4,81	10,7
	Forage n15bis Sauzedé BRGM nappe alluviale	0	0	0	0
BSS002KPGJ	Forage n°15 Sauzedé	-14,62	27,8	-21,42	6,8
	Forage n° 10193				0
	Forage n° 10030				0
	Forage n° 1466	-11,37	17,5	-13,87	2,5
BSS002KPDW	Forage n°16	-9,27	18,8	-12,37	3,1
	Forage n°10269		13,5	-5,02	5,5
	Forage n° 1578				0
BSS002JBVL	Forage n° 10031				0
	Forage n° 1577				0
	Forage n° 1465				0
	Forage n° 1572				0
	Forage n° 1571				0
	Forage n° 1946				0
	Forage n° 1621				0
	Forage n° 1947				0
	Forage n° 1934				0
	Sondage S10	3,55	11	1,55	2
	Sondage S9	10,95	3	7,95	3
	Sondage S8	-0,96	20	-8,96	8
	Sondage S2	-3,23	13	-7,23	4
	Sondage S3	-5,75	22	-15,75	10
	Sondage S7	2,89	11	-1,11	4
	Sondage S6	1,77	10	-1,23	3
	Sondage S1	-13,38	28	-23,38	10
	Sondage S5	-11,53	20	-13,53	2
	Sondage S4	-12,57	25	-18,57	6

## Annexe II : **Logs géologiques des sondages**





Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

X : 735049

Y : 6250652

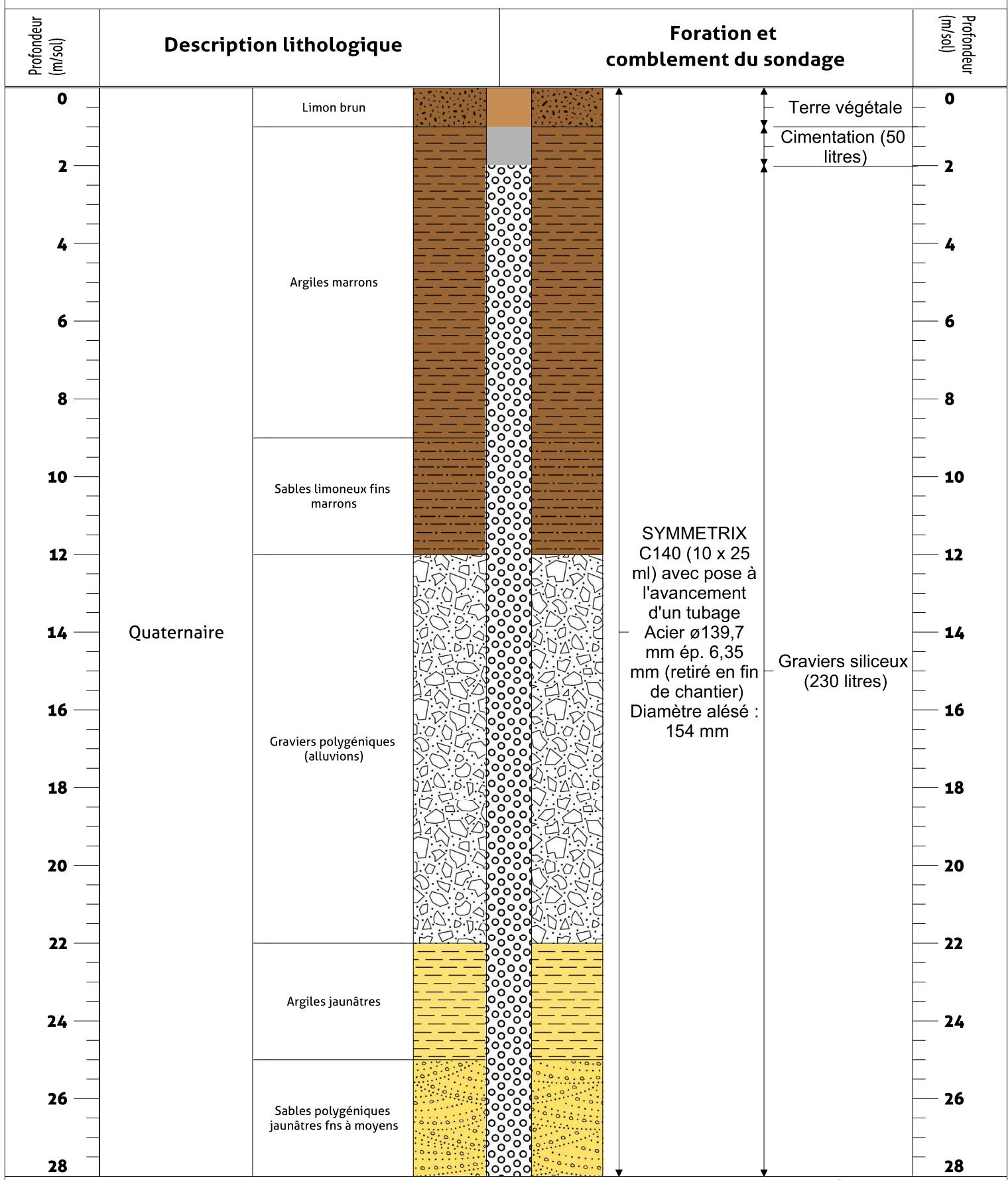
Z : 5,77 m

Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S2 : 16m

Date de foration : 9 sept. 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

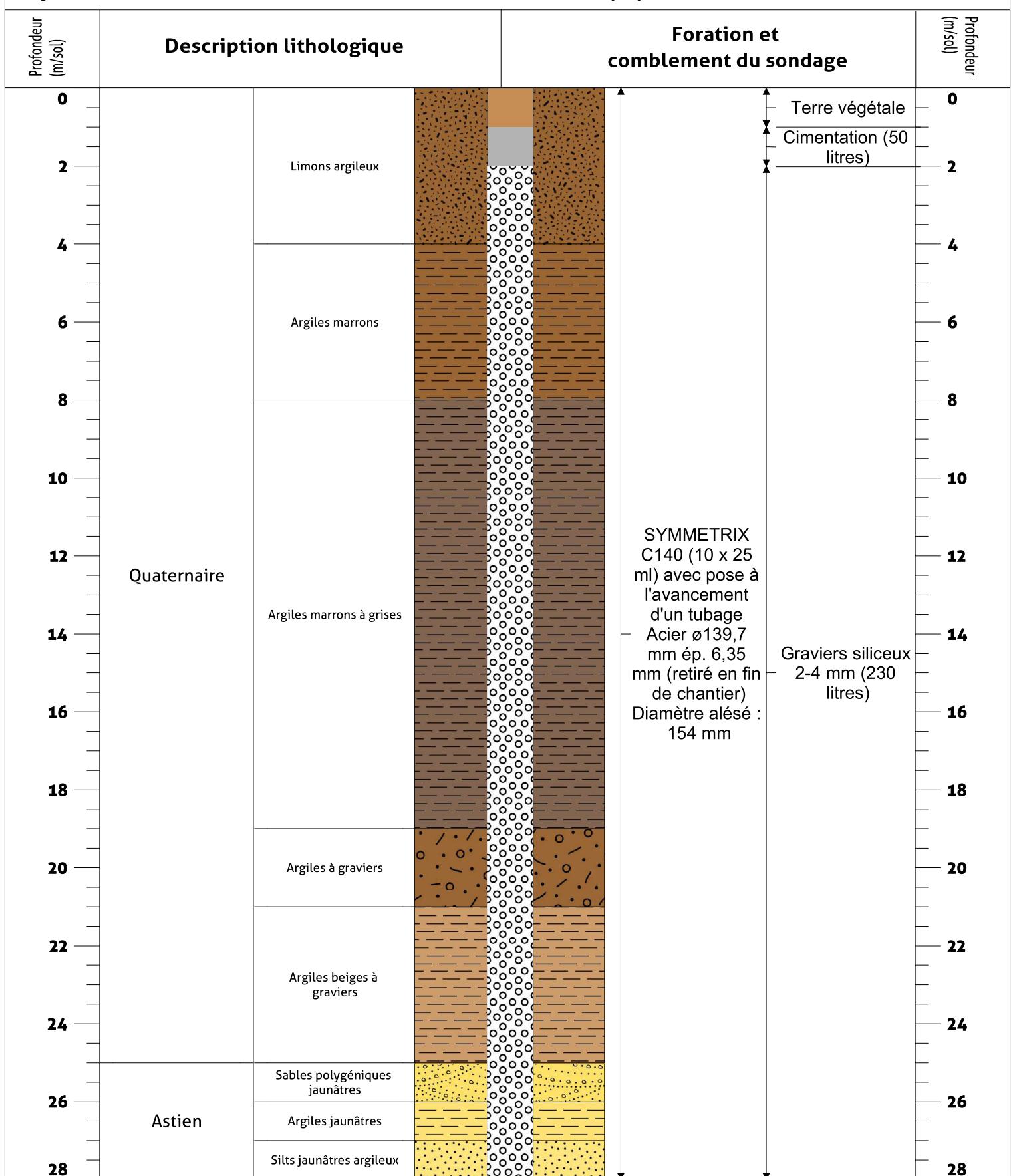
 X : 735240  
 Y : 6251857  
 Z : 6,25 m

Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S3 : -m

Date de foration : 07 oct. 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

X : 736633

Y : 6251371

Z : 6,43 m

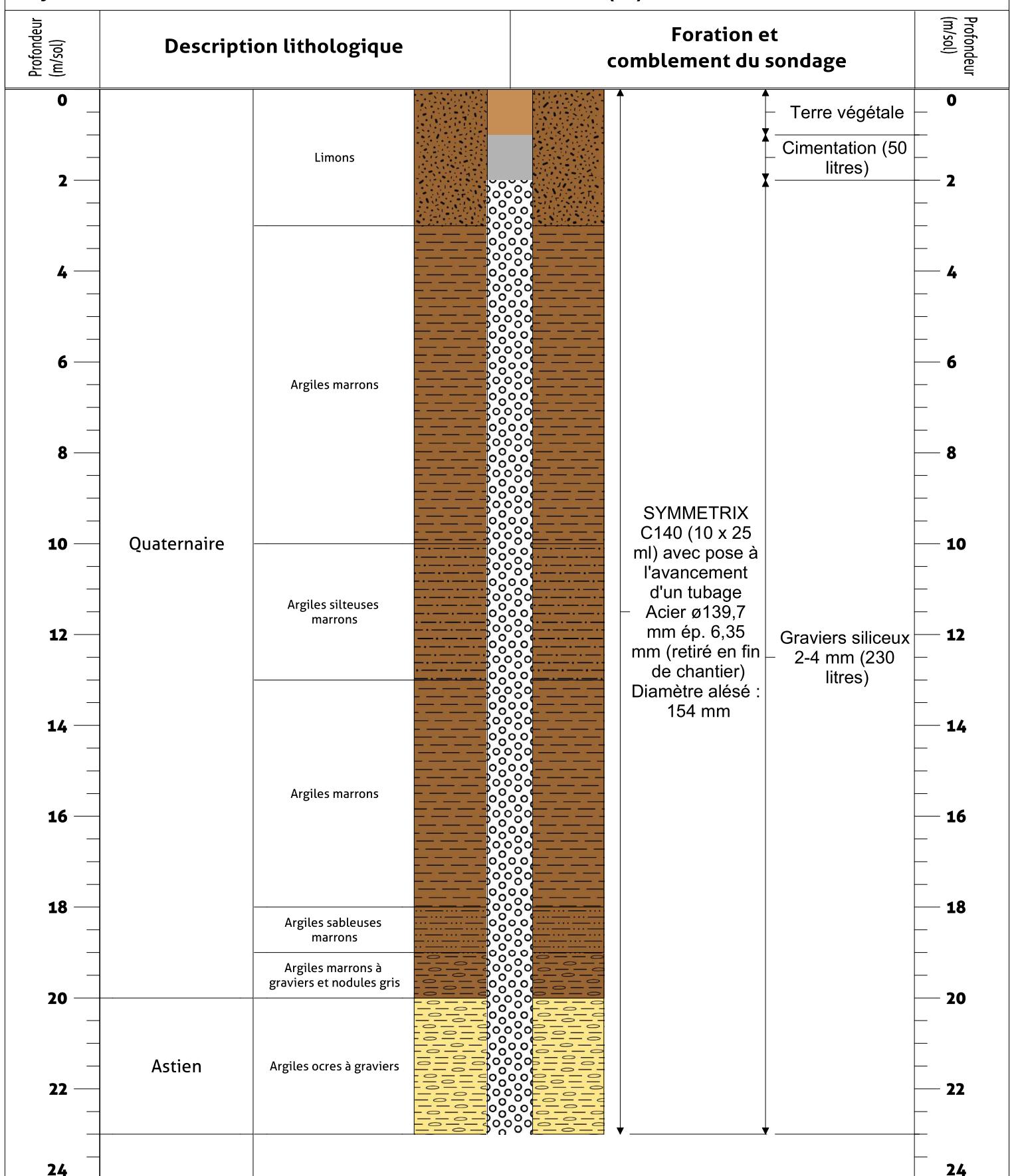
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S4 : 28m

Date du document : 14/09/2021

Date de foration : 2-3 sept. 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

 X : 736547  
 Y : 6252461  
 Z : 6,47 m

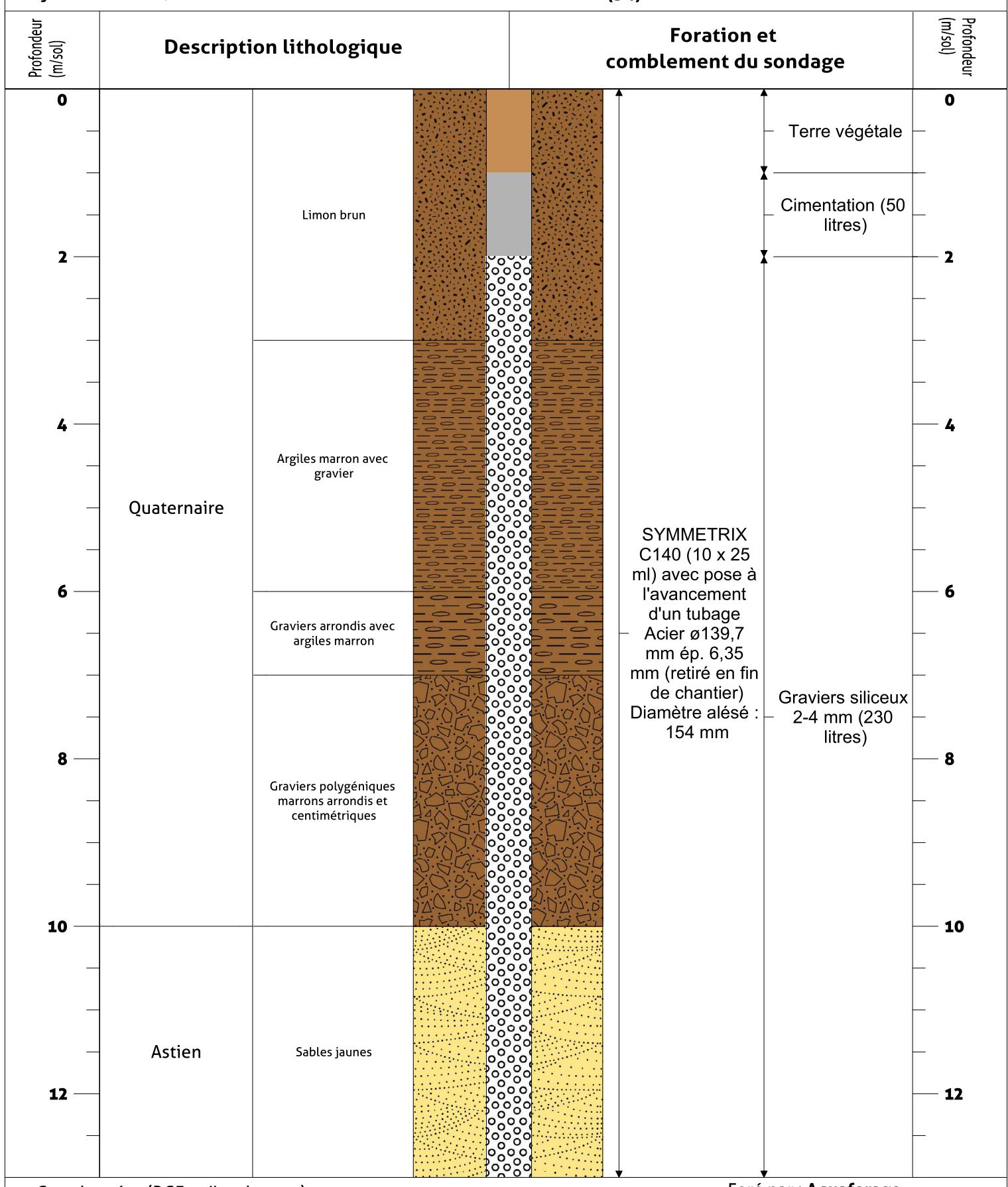
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S5 : 23m

Date du document : 14/09/2021

Date de foration : 6 sept. 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

 X : 736207  
 Y : 6255860  
 Z : 8,77 m

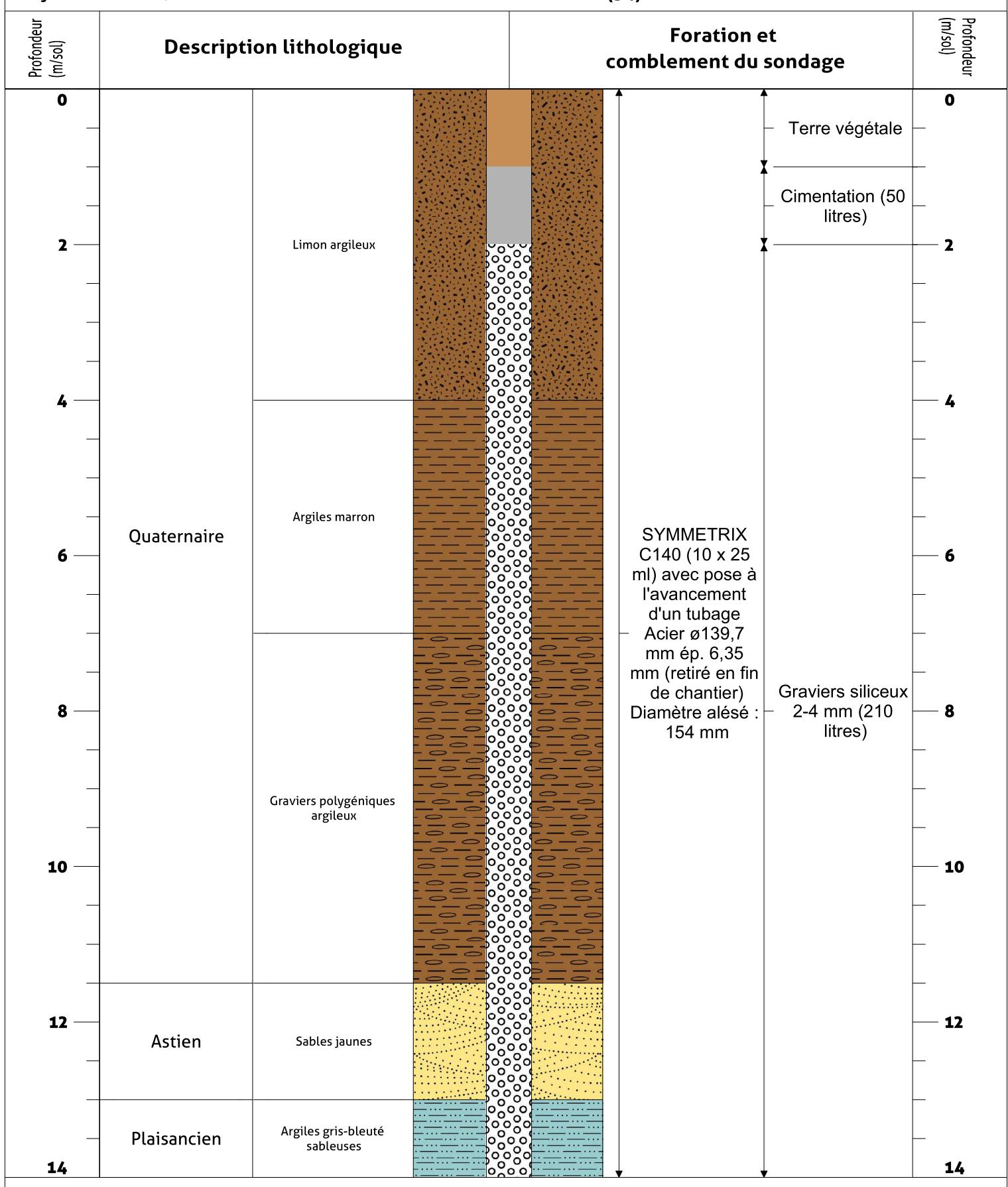
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S6 : 13m

Date du document : 14/09/2021

Date de foration : 30 août 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

 X : 735321  
 Y : 6256487  
 Z : 9,89 m

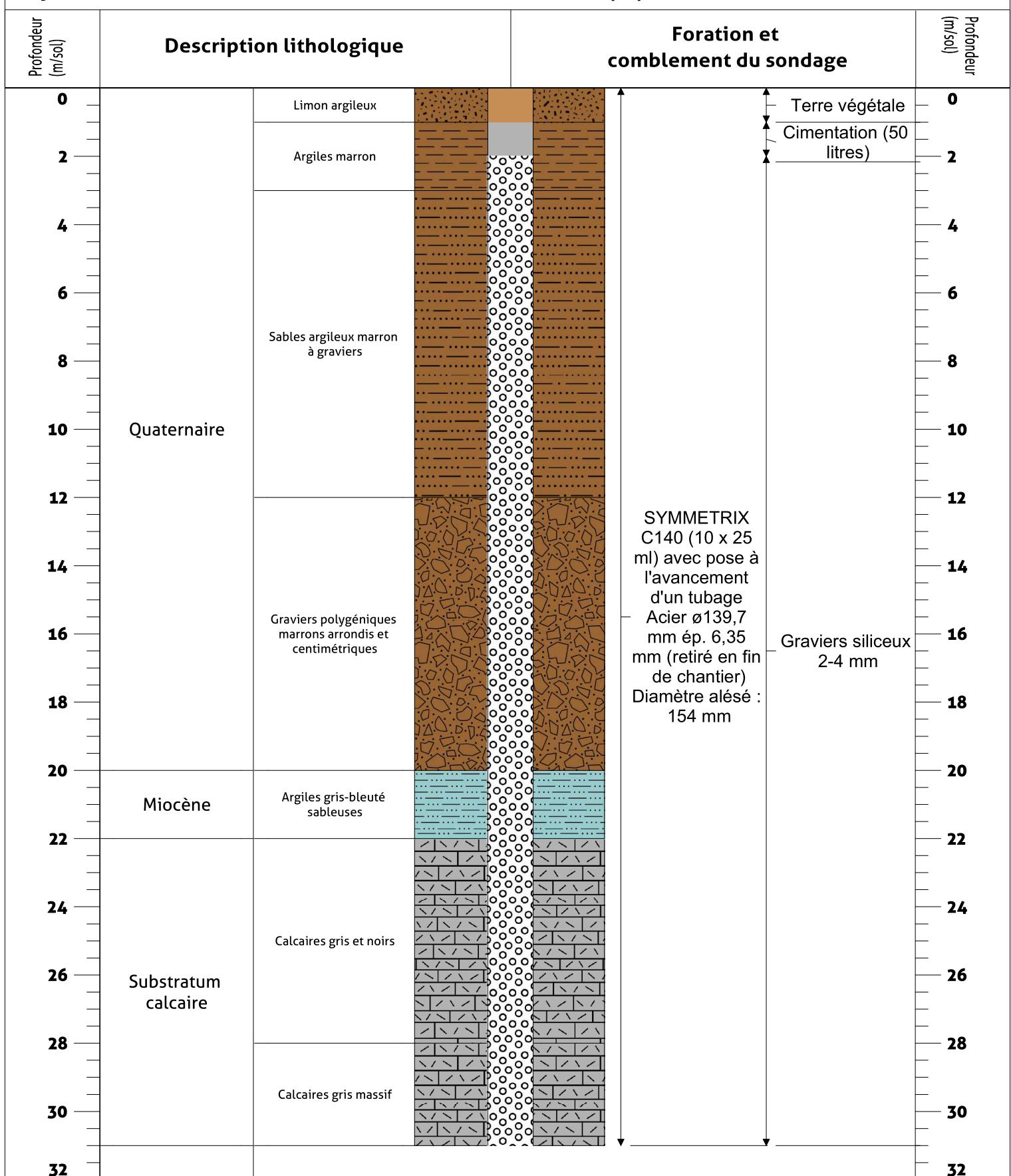
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S7 : 14m

Date du document : 14/09/2021

Date de foration : 26 août 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

 X : 734662  
 Y : 6256705  
 Z : 11,04 m

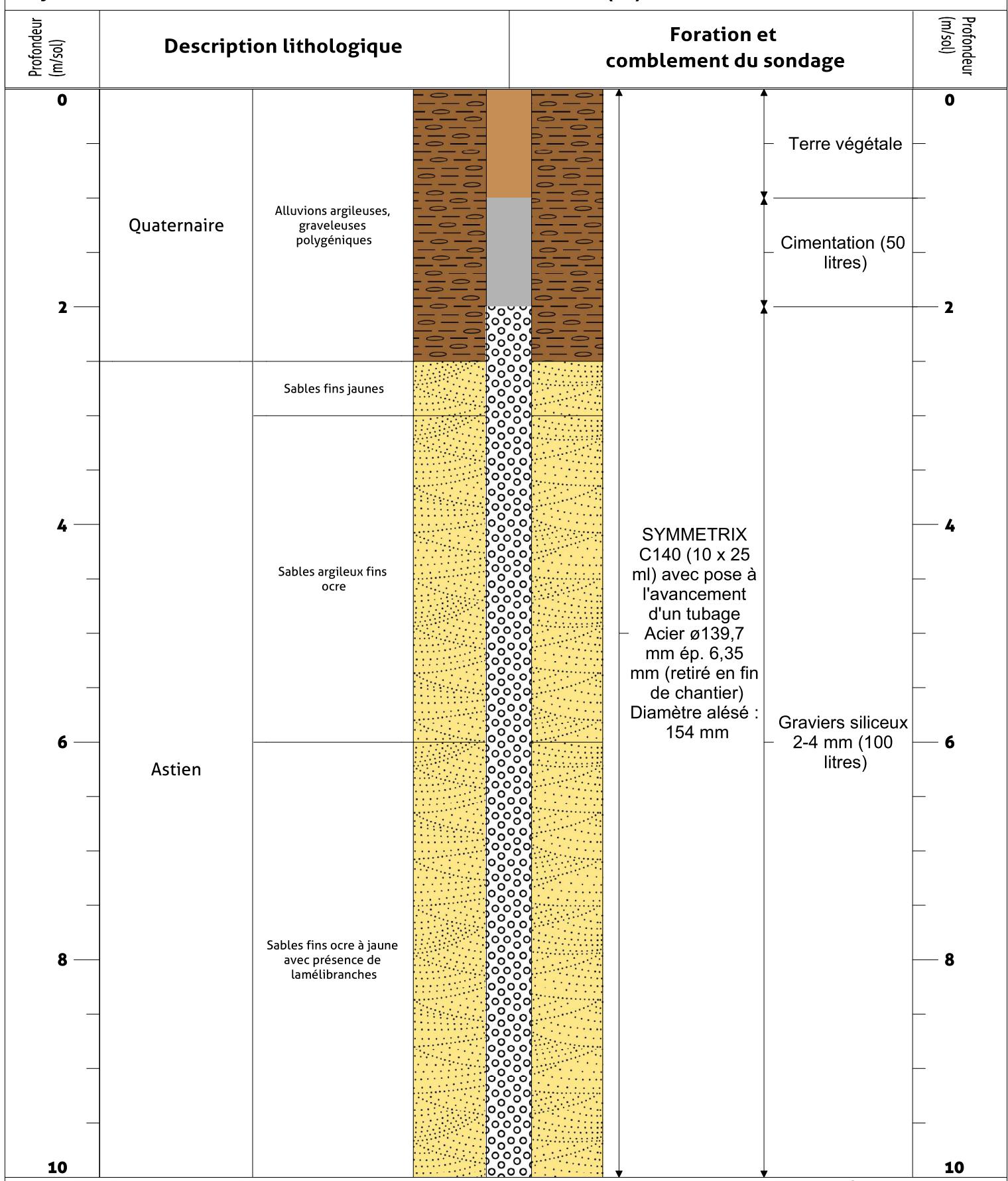
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S8 : 31m

Date du document : 06/10/2021

Date de foration : 10 sept. 2021



Coordonnées (RGF93/Lambert93) :

 X : 733757  
 Y : 6256900  
 Z : 10,71 m

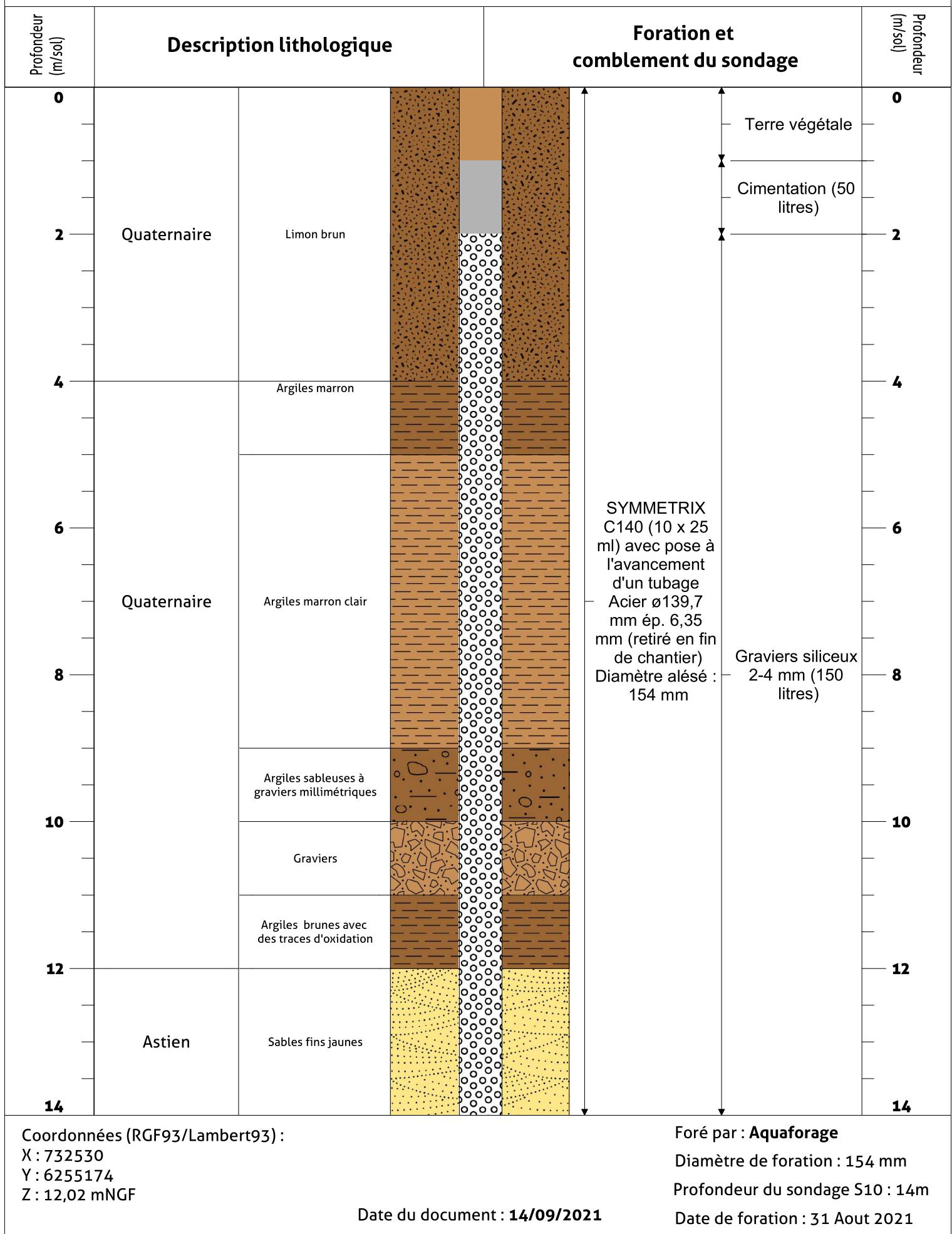
Foré par : Aquaforage

Diamètre de foration : 154 mm

Profondeur du sondage S9 : 10m

Date du document : 14/09/2021

Date de foration : 1 Sept. 2021



Annexe III :

**Planche photographique, cuttings des sondages**

## Planche photographique des cuttings de sondages S1-S10



Cuttings du sondage S1 : 0 – 40 m



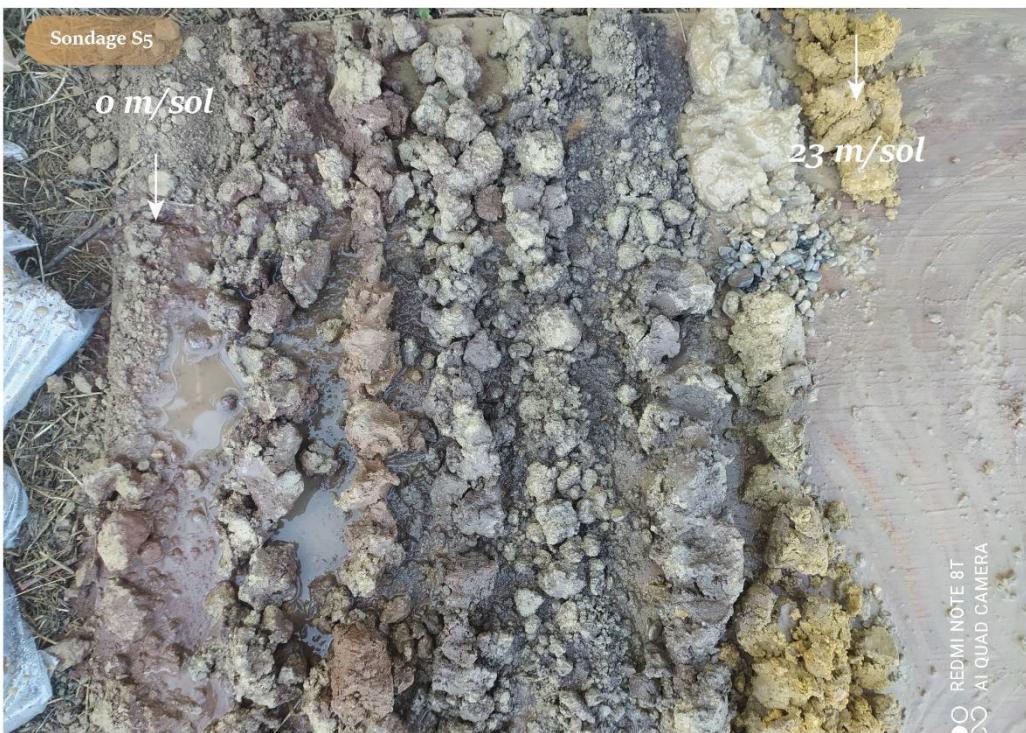
Cuttings du sondage S2 : 0 – 16 m



Cuttings du sondage S3 : 0 – 28 m



Cuttings du sondage S4 : 0 – 28 m



Cuttings du sondage S5 : 0 – 23 m



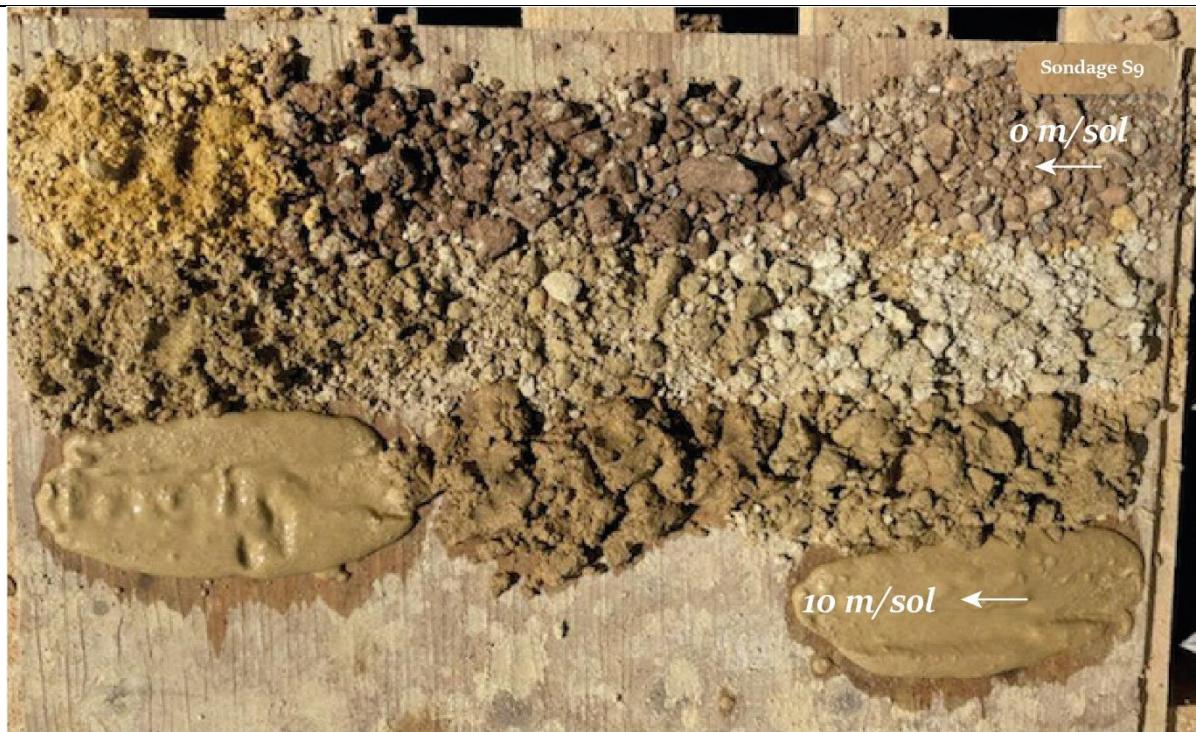
Cuttings du sondage S6 : 0 – 13 m



Cuttings du sondage S7 : 0 – 14 m



Cuttings du sondage S8 : 0 – 31 m



Cuttings du sondage S9 : 0 – 10 m



Cuttings du sondage S10 : 0 – 14 m

## Annexe IV : **Fiches ouvrages du SMETA du doublet piézométrique**

## Forage n° 15

LA SAUZEDE

Situé sur la commune de BESSAN - Section AY - Parcelle n° 0096

### Caractéristiques de l'ouvrage

- **N°BSS :**
- **X (L93) :** 736503,26 - **Y (L93) :** 6249413,64
- **Etat du Point d'eau :** Opérationnel
- **Nature du point d'eau :** Forage
- **Date de création :** 01/08/1983      **Foreur :** BELLUIRE
- **Profondeur (m):** 61

### Commentaires :

Du 25/11/1983 au 10/02/1999 : repere de mesure à 6.64 m NGF

¶Du 11/02/1999 à aujourd'hui : repere de mesure à 6.74 m NGF

¶

¶06/10/2009/rehabilitation de la tete de forage par GE EAUX BAT et installation d'une tete de forage OTT org46

¶travaux réalisé sans changement d'altitude de reference

¶

¶30/08/2011/ prof mesuré du forage 51.52 m/sommet tubage

¶

¶

¶06 12 07 21 20

¶

¶2014/01: le fils devrai devenir propriétaire du fond et le pere garde l'usufruit

¶fils: Mr Vcassy Robert

¶2394 Bellingham Court

¶AURORA, IL 60503

¶USA

¶rvacassy@hotmail.com

### Coupe Géologique :

De	A	Description	Stratigraphie
0	21	LIMONS,VASES ET GRAVILLONS DE SURFACE	
21	27,8	ALLUVIONS(gravillons,graviers,galet	
27,8	31	ARGILE JAUNE	
31	36	SABLES JAUNES ET GRAVILLONS	
36	39	MARNE JAUNE	
39	40,5	SABLE JAUNE FIN	
40,5	48,5	ALTERNANCE GRES JAUNES ET GRAVILLON	
48,5	52	ARGILES JAUNES ET BANCS DE GRES	
52	61,2	MARNE BLEUE	

Coupe Technique :

De	A	Description
0	25	TUBE ACIER PLEIN 160/168 mm
20,6	30	BOUCHON DE CIMENT
20,6	40,5	TUBE ACIER PLEIN 107/114 mm
40,5	48,5	TUBE LANTERNE 107/114 mm
48,5	61,2	TUBE ACIER PLEIN 107/114 mm
0	61,2	SABOT DE TUBAGE

## Annexe V : **Rapport du profil géophysique - Saint Thibéry**

## INVESTIGATION GEOPHYSIQUE PAR METHODE DU PANNEAU ELECTRIQUE

Commune de St Thibéry (34)



**Client :** ANTEA  
Parc d'activité de l'aéroport  
180 impasse John Locke – 34470 PEROLS

**Réf. Client :** Affaire LROP 20 O 296

**Réf. ArkoGéos :** Offre 2020.400.01.B

### Compte rendu n° CR.2021.120.01.B

Versions		Établi par		Vérifié par		Validé par	
N°	Date	Nom	Visa	Nom	Visa	Nom	Visa
A	28/06/2021	P. FROISSARD		J. MAGANTO		J. MENTION	
B	15/09/2021	P. FROISSARD		J. MAGANTO		J. MENTION	

**SOMMAIRE**

---

<b>1. Table des illustrations</b>	<b>3</b>
<b>2. Introduction</b>	<b>4</b>
2.1. Contenu de la mission .....	4
2.2. Personnel intervenant .....	4
2.3. Sécurité .....	4
2.4. Démarche qualité.....	4
<b>3. Situation géographique et contexte géologique</b>	<b>5</b>
3.1. Situation géographique .....	5
3.2. Contexte géologique.....	6
<b>4. Investigations géophysiques</b>	<b>7</b>
4.1. Méthodes électriques.....	7
4.1.1. Principe .....	7
4.1.2. Panneau électrique.....	9
4.2. Limites de la méthode .....	10
<b>5. Résultats</b>	<b>11</b>
5.1. Généralités .....	11
5.2. Description.....	11
5.3. Interprétation.....	11
<b>PLANCHES</b>	<b>12</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>15</b>

## **1. Table des illustrations**

---

### **FIGURES**

Figure 1 : Extrait IGN de la zone d'investigation .....	5
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte géologique .....	6
Figure 3 : Potentiel généré par l'injection d'un courant électrique dans un demi-espace homogène et isotrope .....	7
Figure 4 : Schéma de l'implantation d'un quadripôle.....	7
Figure 5 : Principaux dispositifs quadripôles .....	8

### **PHOTOGRAPHIES**

Photographie 1 : Détail de l'équipement panneau électrique Syscal Pro Switch, 72 électrodes .....	9
---	---

### **TABLEAUX**

Tableau 1 : Récapitulatif des profondeurs d'investigation théoriques par dispositif.....	8
--	---

### **PLANCHES**

Planche 1 : Plan d'implantation du profil électrique.....	13
Planche 2 : Profil électrique en résistivités apparentes mesurées à l'échelle 1/1000.....	14

### **ANNEXES**

Annexe 1 : Coordonnées GPS.....	16
Annexe 2 : Matériel utilisé .....	17
Annexe 3 : Détail des traitements effectués sur les panneaux électriques .....	18
Annexe 4 : résultat du sondage S10.....	19

## **2. Introduction**

---

### **2.1. Contenu de la mission**

A la demande et pour le compte du bureau d'étude ANTEA, ArkoGéos a réalisé une reconnaissance géophysique par méthode du panneau électrique dans le cadre d'une étude hydrogéologique sur la commune de St Thibéry (34).

Le but de cette prospection est d'aider à la compréhension hydrogéologique du secteur d'étude.

### **2.2. Personnel intervenant**

Les mesures géophysiques ont été réalisées le 24/06/2021 par P. FROISSARD, ingénieur géologue-géophysicien, J. VERGERIO, technicien géophysicien.

Le traitement des données a été pris en charge par P. FROISSARD.

Le présent rapport a été rédigé par P. FROISSARD, ingénieur géologue-géophysicien, relu par J. MAGANTO, ingénierie géophysicienne, et validé par J. MENTION, gérant d'ArkoGéos.

### **2.3. Sécurité**

Le personnel était muni des EPI suivants :

- Chaussures de sécurité,
- Gilet haute visibilité jaune,
- Gants de manutention,

ArkoGéos possède la certification MASE SO 2018-035.

### **2.4. Démarche qualité**

Le mode opératoire de la reconnaissance a été réalisé selon les recommandations du Code de Bonne Pratique de la Géophysique appliquée édité par l'AGAP (fiche ELE31 – système qualité - Recommandations fondées sur la norme européenne EN 29001, pour l'assurance de la qualité des prestations de services en géophysique).

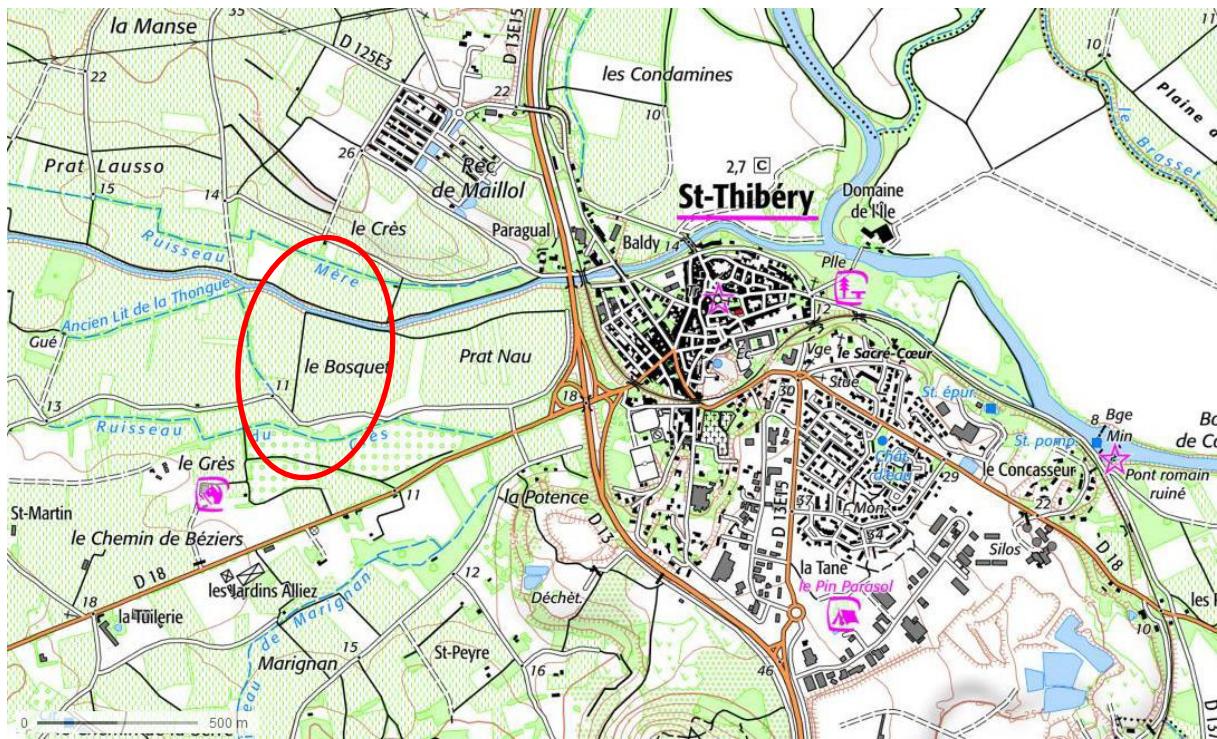
ArkoGéos est membre de l'AGAP depuis 2006.

ArkoGéos possède la certification OPQIBI en Géophysique 12 12 2501.

### 3. Situation géographique et contexte géologique

#### 3.1. Situation géographique

Le projet se situe sur la commune de St Thibéry (34) (cf. Figure 1)



### 3.2. Contexte géologique

Les descriptions lithologiques et leurs attributions géochronologiques sont faites en référence à la carte géologique à 1/50000 n° 1015 de PEZENAS (cf. Figure 2), aidées des observations effectuées sur site.

Les formations susceptibles d'être présentes sur le site sont :

- Fz (en gris sur la carte géologique) : Alluvions récentes (limons, sables, graviers – quaternaire, holocène),
- Fy (en beige sur la carte géologique) : Alluvions anciennes, indifférenciées (Quaternaire, Pléistocène supérieur),
- pC (en orange sur la carte géologique) : Brèches et argiles rouges à graviers, marnes jaunes à Potamides basteroti (Cénozoïque, Pliocène continental à lagunaire),
- Fx (en beige sur la carte géologique) : Alluvions anciennes de haute terrasse, niveau 20-30 m (Quaternaire, Pléistocène moyen).

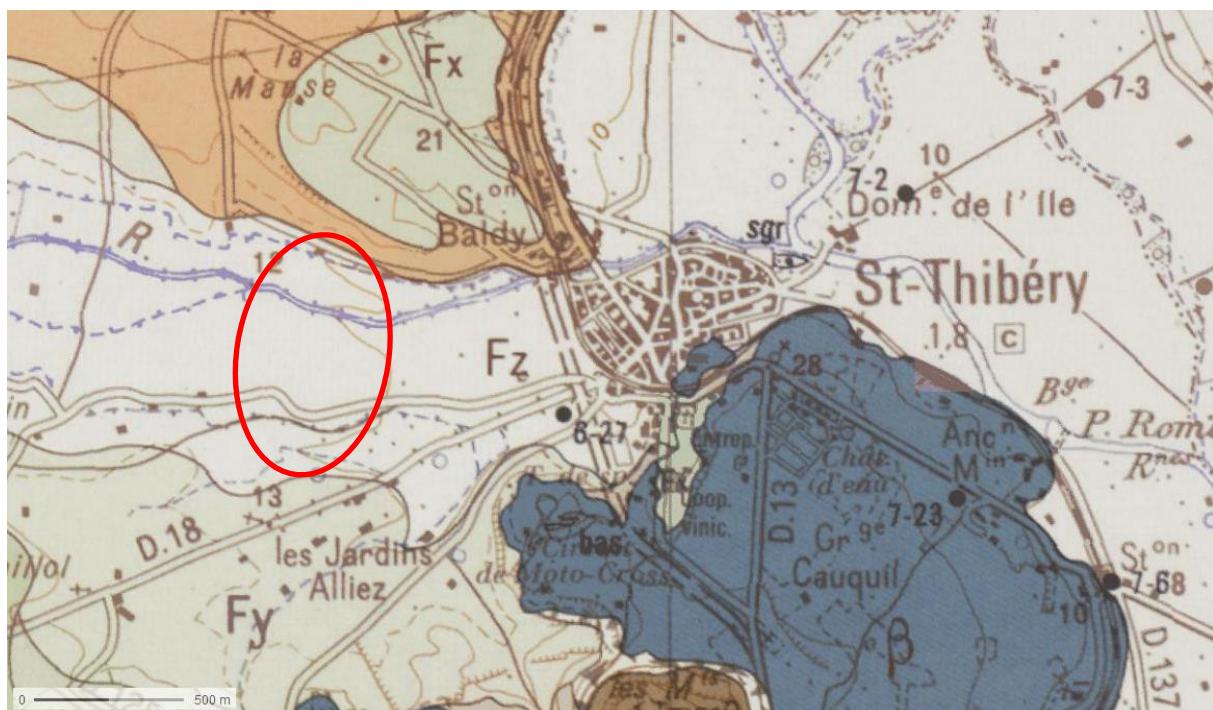


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte géologique

## 4. Investigations géophysiques

### 4.1. Méthodes électriques

#### 4.1.1. Principe

La prospection électrique consiste à injecter dans le sol un courant électrique connu ( $I$ ,  $V$ ) par 2 électrodes A et B (souvent piquets inox ou cuivre) et de mesurer une différence de potentiel entre 2 autres électrodes M et N (cf. Figure 3).

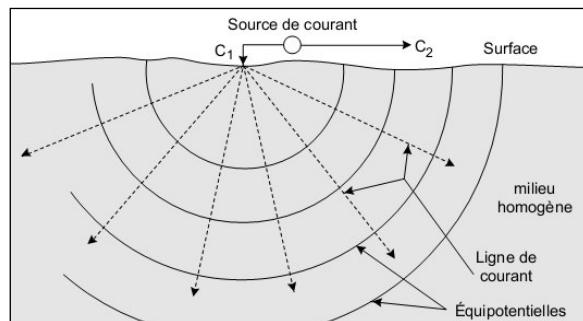


Figure 3 : Potentiel généré par l'injection d'un courant électrique dans un demi-espace homogène et isotrope

Les lignes d'équipotentialles se propageant en profondeur et suivant la loi d'Ohm appliquée à un quadripôle AMNB (cf. Figure 4), il est possible de calculer des résistivités apparentes pour des distances AB croissantes. Ces valeurs sont directement dépendantes d'un facteur géométrique lié à la configuration des électrodes sur le terrain.

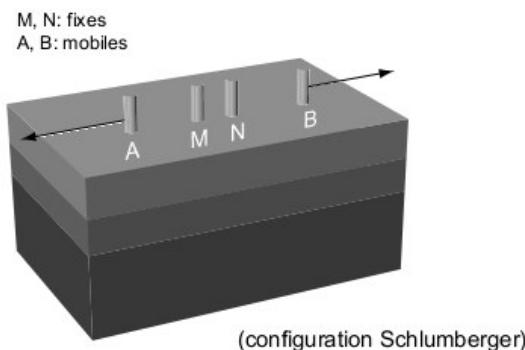


Figure 4 : Schéma de l'implantation d'un quadripôle

Un sondage électrique vertical utilisera l'écartement des électrodes AB croissant pour augmenter la profondeur d'investigation tout en gardant le centre du dispositif fixe. Le résultat est une courbe de résistivité apparente fonction de l'écartement AB.

Le traîné électrique utilisera un écartement AB constant mais le centre du dispositif est déplacé suivant un intervalle régulier. Le résultat donnera une courbe de résistivité apparente en fonction de la distance pour une profondeur donnée (fonction de l'écartement AB).

Le panneau électrique combine ces deux méthodes pour produire des sections en résistivités apparentes.

On peut réaliser les investigations suivant plusieurs configurations de quadripôles en faisant varier d'une part l'écartement entre dipôles d'injection et de mesure et l'orientation de ces dipôles (cf. Figure 5).

On peut encore réaliser des mesures sur des systèmes pôle-pôle en positionnant 2 électrodes à l'infini, ou pôle-dipôle en ne mettant qu'une électrode à l'infini.

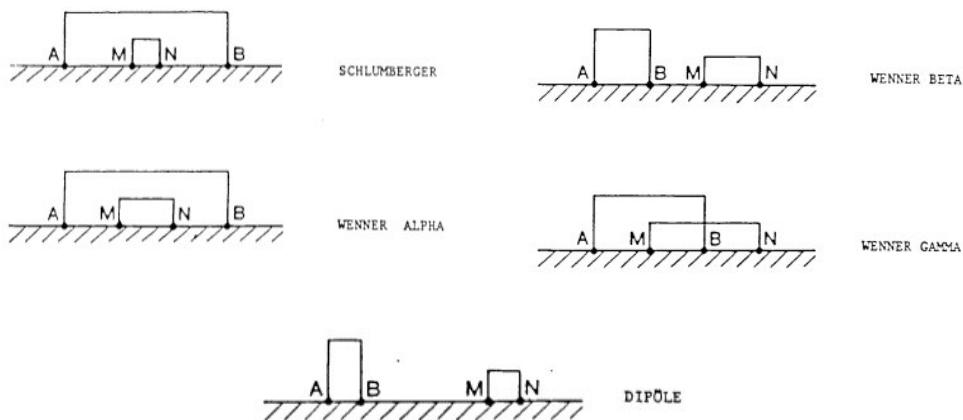


Figure 5 : Principaux dispositifs quadripôles

Chaque configuration a ses spécificités en termes de résolutions, profondeurs d'investigations et sensibilités (cf. Tableau 1).

Dispositifs couramment utilisés	Configuration des électrodes	Profondeur d'investigation pour une longueur de dispositif maximale L	
		Roy 1971	Baker 1989
Wenner $\alpha$	AMNB avec $AM=MN=NB$	0.11 L	0.17 L
Schlumberger	AMNB avec $MN \ll AB$	0.125 L	0.19 L
Dipôle-Dipôle	ABMN avec $AB=MN$	0.195 L	0.25 L
Pôle-Pôle	AM avec N et B $\infty$	0.35 L	
Pôle-Dipôle	AMN avec B $\infty$	0.25 L	

Tableau 1 : Récapitulatif des profondeurs d'investigation théoriques par dispositif

Le dispositif de mesure est choisi en fonction de la cible que l'on souhaite atteindre (nature, encaissant, profondeur, taille...).

#### 4.1.2. Panneau électrique

##### ➤ Chaîne de mesure

Le dispositif utilisé comprend (cf. Photographie 1) :

- Un résistivimètre à commutation d'électrodes intégré de marque IRIS Instrument, modèle Syscal PRO Switch 72, alimenté par une batterie externe, avec système d'acquisition automatique multi-électrodes, correction automatique de la polarisation spontanée, accumulation automatique de mesures pour l'amélioration du rapport signal/bruit, affichage de messages d'erreur en cas de problèmes ;
- Les électrodes et câbles de mesure électrique.
- 



Photographie 1 : Détail de l'équipement panneau électrique Syscal Pro Switch, 72 électrodes

En pratique, on dispose sur le sol un réseau rectiligne d'électrodes régulièrement espacées et on mesure systématiquement l'ensemble des quadripôles possibles. Les électrodes, dont le nombre varie entre 12 et 128 le plus souvent, présentent un espacement régulier compris entre 1 et 5 m voire plus si besoin.

Le réseau d'électrodes est piloté par un système de mesure, via un ordinateur, qui fait varier automatiquement la géométrie d'un quadripôle selon une séquence construite en fonction de la profondeur d'investigation.

##### ➤ Principes d'interprétation

Une fois l'acquisition réalisée, les données sont transférées sur un PC.

Le traitement des données est effectué avec le logiciel RES2DINV de H. LOKE. Ce logiciel permet d'inverser les données pour obtenir un panneau de résistivité « vraie » calculé. Par itérations successives, le logiciel crée un modèle dont la réponse électrique doit se rapprocher le plus possible de la réponse obtenue sur site.

Le résidu d'inversion (RMS, indice de la fiabilité des mesures), est l'extrait de la corrélation entre le modèle obtenu par inversion et la pseudo-section de mesures brutes.

On notera que si le programme d'inversion permet d'approcher les résistivités vraies, les profondeurs restent toujours des estimations, eu égard aux équivalences électriques.

##### ➤ Méthodologie

Afin de répondre à l'énoncé, 1 profil électrique de 355 m de longueur (72 électrodes espacées de 5 m) a été réalisé (cf. Planche 1).

La séquence utilisée sur site était de type Schlumberger réciproque, dispositif permettant d'obtenir la meilleure information concernant les variations latérales et verticales de faciès. Cette séquence a été générée avec un espacement inter-électrode programmé de 5 m : cela a permis d'atteindre une profondeur d'investigation de 60 m

Chaque électrode a fait l'objet d'un repérage au DGPS.

➤ Présentation des résultats

Chaque dispositif est représenté par deux pseudosections. La première figure la pseudosection en résistivités apparentes mesurées, la seconde celle des résistivités calculées issues du modèle mathématique (i.e. produit de l'inversion).

La gamme de résistivités a été choisie de telle sorte qu'elle puisse faire apparaître des contrastes suffisants sur chaque dispositif tout en gardant une unicité pour l'ensemble de la prospection électrique.

#### 4.2. Limites de la méthode

Concernant le terrain, les principales limites sont :

- les obstacles à l'implantation du dispositif, en l'occurrence ici, une forte dureté du sol
- le terrain interdisant un bon contact électrique entre les électrodes et le sol (peu présent ici)

Concernant l'interprétation, il faut noter que :

- Le procédé d'inversion est sujet au **phénomène de suppression**. Avec la profondeur, certaines couches trop minces ou présentant un trop faible contraste de résistivité ne sont pas résolues par le procédé d'inversion. Par conséquent, la cible doit avoir un contraste électrique certain avec l'encaissant et une taille suffisante pour être discriminée.
- Le procédé d'inversion est sujet au **phénomène d'équivalence**. Lorsqu'un horizon de faible épaisseur est coincé entre deux horizons présentant une résistivité supérieure, ou inférieure, alors le procédé d'inversion peine à résoudre l'épaisseur de l'horizon. Par conséquent :
  - o Si le programme d'inversion permet d'approcher les résistivités vraies, les profondeurs restent toujours des estimations, eu égard aux équivalences électriques.
  - o L'emprise du halo anomique est presque toujours plus importante que l'objet l'engendant et ce phénomène est d'autant plus conséquent que l'objet est situé en profondeur.

## **5. Résultats**

---

### **5.1. Généralités**

Les descriptions ci-après utilisent l'abréviation PM pour Point Métrique indiquant la distance horizontale sur la pseudo-section.

Les résistivités s'échelonnant dans une gamme très resserrée de 15 à 55  $\Omega\cdot\text{m}$ , l'échelle de couleur choisie est logarithmique (de 15 à 55  $\Omega\cdot\text{m}$ ), permettant de garder une visibilité sur les valeurs de résistivité intermédiaire.

### **5.2. Description**

Ce profil est globalement conducteur et présente de faibles contrastes de résistivités.

En surface et sur une épaisseur d'environ 10 à 12m (côte NGF 0m), on trouve un horizon très conducteur (15 à 30  $\Omega\cdot\text{m}$ ). Notons que cet horizon s'approfondit à partir du PM180m et atteint son maximum de 20m de profondeur au PM250.

Sous cet horizon, le profil présente deux ensembles résistants (résistivités > 30  $\Omega\cdot\text{m}$ ) séparés par un ensemble conducteur (résistivités comprises entre 15 et 30  $\Omega\cdot\text{m}$ ). Cet ensemble conducteur est identifié du PM100 au PM190.

### **5.3. Interprétation**

Un sondage de 14m a été réalisé au niveau du PM137 (Cf. Planche 2 et Annexe 4) et permet d'émettre des hypothèses quant aux réponses électriques des formations en place :

- L'horizon superficiel d'une épaisseur de 10 à 12m devrait vraisemblablement correspondre aux formations du quaternaire (formations globalement argileuses et donc conductrices).
- L'ensemble résistant sous-jacent devrait vraisemblablement correspondre aux sables de l'Astien, identifiés à 12m sur le sondage.

## PLANCHES

---

St Thibéry (34)



Planche 1 : Plan d'implantation du profil électrique

**Saint Thibéry (34)**  
**PE1 - Wenner-Shlumberger**

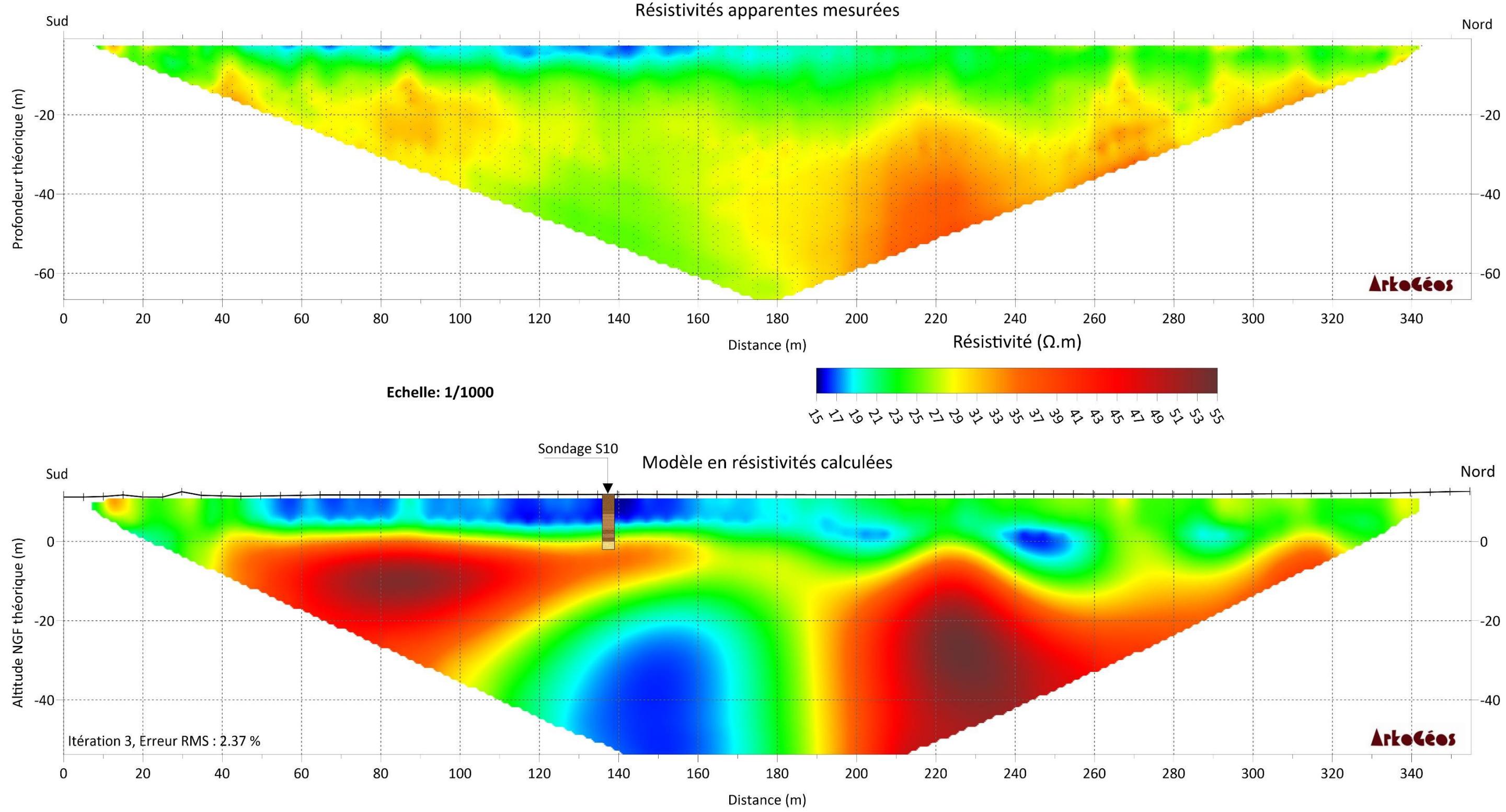


Planche 2 : Profil électrique en résistivités apparentes mesurées à l'échelle 1/1000

## **ANNEXES**

---

*Annexe 1 : Coordonnées GPS*

<b>Attribut</b>	<b>X (Lambert 93)</b>	<b>Y (Lambert 93)</b>
PE1 0m	732517.804	6255038.52
PE1 355m	732561.863	6255389.92

*Annexe 2 : Matériel utilisé*

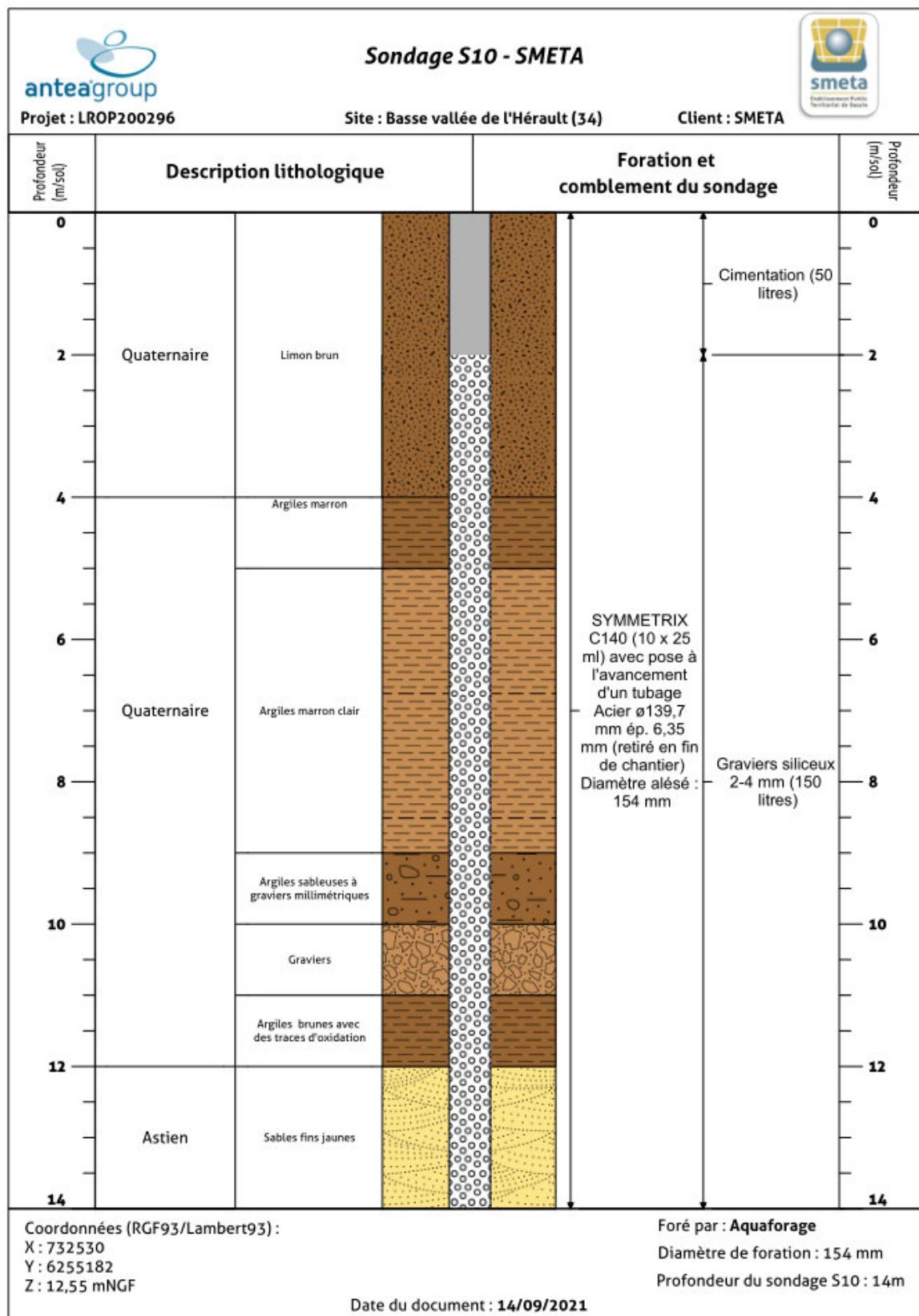
Lors de l'intervention géophysique, ArkoGéos a utilisé du matériel spécifique et de précision dont les références sont fournies ci-dessous :

APPAREIL DE MESURE	MARQUE / MODELE	NUMERO DE SERIE
Résistivimètre	Iris Instruments / Syscal R1+ 48 électrodes	S/N : 300
DGPS	Trimble / GEO XH6000	S/N : 5128405381

Le calibrage de ces appareils est effectué a minima annuellement.

*Annexe 3 : Détail des traitements effectués sur les panneaux électriques*

Initial damping factor (0.01 to 1.00) : 0.1500  
 Minimum damping factor (0.001 to 0.75) : 0.0300  
 Line search option (0=Never, 1=Sometimes, 2=Always) : 2  
 Convergence limit for relative change in RMS error in percent (0.1 to 20) : 5.0000  
 Minimum change in RMS error for line search in percent (0.5 to 100) : 0.5000  
 Number of iterations (1 to 30) : 7  
 Vertical to horizontal flatness filter ratio (0.25 to 4.0) : 1.0000  
 Model for increase in thickness of layers(0=default 10, 1=default 25, 2=user defined) : 2  
 Number of nodes between adjacent electrodes (2 or 4) : 4  
 Flatness filter type, Include smoothing of model resistivity (0=model changes only,1=directly on model) : 1  
 Reduce number of topographical datum points? (0=No,1=Yes. Recommend leave at 0) : 0  
 Carry out topography modeling? (0=No,1=Yes) : 1  
 Type of topography trend removal (0=Average,1=Least-squares,2=End to end) : 0  
 Type of Jacobian matrix calculation (0=Quasi-Newton, 1=Gauss-Newton, 2=Mixed) : 1  
 Increase of damping factor with depth (1.0 to 2.0) : 1.2000  
 Type of topographical modeling (0=None, 1=No longer supported so do not use, 2=uniform distorted FEM, 3=underwater, 4=damped FEM, 5=FEM with inverse Swartz-Christoffel) : 4  
 Robust data constrain? (0=No, 1=Yes) : 0  
 Cutoff factor for data constrain (0.0001 to 0.1)) : 0.0500  
 Robust model constrain? (0=No, 1=Yes) : 0  
 Cutoff factor for model constrain (0.0001 to 1.0) : 0.0050  
 Allow number of model parameters to exceed datum points? (0=No, 1=Yes) : 0  
 Use extended model? (0=No, 1=Yes) : 0  
 Reduce effect of side blocks? (0=No, 1=Slight, 2=Severe, 3=Very Severe) : 0  
 Type of mesh (0=Normal,1=Fine,2=Finest) : 0  
 Optimise damping factor? (0=No, 1=Yes) : 1  
 Time-lapse inversion constrain (0=None,1=Least-squares,2=Smooth,3=Robust) : 0  
 Type of time-lapse inversion method (0=Simultaneous,1=Sequential) : 0  
 Thickness of first layer (0.25 to 1.0) : 0.5000  
 Factor to increase thickness layer with depth (1.0 to 1.25) : 1.1000  
 USE FINITE ELEMENT METHOD (YES=1,NO=0) : 1  
 WIDTH OF BLOCKS (1=NORMAL WIDTH, 2=DOUBLE, 3=TRIPLE, 4=QUADRUPLE, 5=QUINTUPLE) : 1  
 MAKE SURE BLOCKS HAVE THE SAME WIDTH (YES=1,NO=0) : 1  
 RMS CONVERGENCE LIMIT (IN PERCENT) : 0.050  
 USE LOGARITHM OF APPARENT RESISTIVITY (0=USE LOG OF APPARENT RESISTIVITY, 1=USE RESISTANCE VALUES, 2=USE APPARENT RESISTIVITY) : 0  
 TYPE OF IP INVERSION METHOD (0=CONCURRENT,1=SEQUENTIAL) : 0  
 PROCEED AUTOMATICALLY FOR SEQUENTIAL METHOD (1=YES,0=NO) : 0  
 IP DAMPING FACTOR (0.01 to 1.0) : 0.100  
 USE AUTOMATIC IP DAMPING FACTOR (YES=1,NO=0) : 0  
 CUTOFF FACTOR FOR BOREHOLE DATA (0.0005 to 0.02) : 0.00010  
 TYPE OF CROSS-BOREHOLE MODEL (0=normal,1=halfsize) : 0  
 LIMIT RESISTIVITY VALUES(0=No,1=Yes) : 0  
 Upper limit factor (10-50) : 50.000  
 Lower limit factor (0.02 to 0.1) : 0.020  
 Type of reference resistivity (0=average,1=first iteration) : 0  
 Model refinement (1.0=Normal,0.5=Half-width cells) : 1.00  
 Combined Combined Marquardt and Occam inversion (0=Not used,1=used) : 0  
 Type of optimisation method (0=Gauss-Newton,2=Incomplete GN) : 0  
 Convergence limit for Incomplete Gauss-Newton method (0.005 to 0.05) : 0.005  
 Use data compression with Incomplete Gauss-Newton (0=No,1=Yes) : 0  
 Use reference model in inversion (0=No,1=Yes) : 1  
 Damping factor for reference model (0.0 to 0.3) : 0.01000  
 Use fast method to calculate Jacobian matrix. (0=No,1=Yes) : 1  
 Use higher damping for first layer? (0=No,1=Yes) : 1  
 Extra damping factor for first layer (1.0 to 100.0) : 5.00000  
 Type of finite-element method (0=Triangular,1=Trapezoidal elements) : 1  
 Factor to increase model depth range (1.0 to 5.0) : 1.000  
 Reduce model variations near borehole (0=No, 1=Yes) : 0  
 Factor to control the degree variations near the boreholes are reduced (2 to 100) : 5.0  
 Factor to control variation of borehole damping factor with distance (0.5 to 5.0) : 1.0  
 Floating electrodes survey inversion method (0=use fixed water layer, 1=Incorporate water layer into the model) : 1  
 Resistivity variation within water layer (0=allow resistivity to vary freely,1=minimise variation) : 1  
 Use sparse inversion method for very long survey lines (0=No, 1=Yes) : 0  
 Optimize Jacobian matrix calculation (0=No, 1=Yes) : 0  
 Automatically switch electrodes for negative geometric factor (0=No, 1=Yes) : 1  
 Force resistance value to be consistant with the geometric factor (0=No, 1=Yes) : 0  
 Shift the electrodes to round up positions of electrodes (0=No, 1=Yes) : 0



**Annexe VI : Rapport des résultats des test de perméabilité – EGSA  
BTP**



**DOSSIER :** 22-069

**COMMUNE :** FLORENSAC

**CHANTIER :** Etude Astien

**DATE :** avr.-22

**Echantillon**

Point de prélèvement

Echantillon	1	3	5	6	7
en mètres	/	22,0-23,0	16,0-17,0	10,0-11,0	6,0-7,0

**Description**

Echantillon 1 : Limon argileux beige

Echantillon 3 : Limon finement sableux légèrement argileux marron brun

Echantillon 5 : Limon argileux finement sableux brun

Echantillon 6 : Sable fin limoneux beige

Echantillon 7 : Limon argileux finement sableux marron

Teneur en eau	w <sub>nat.</sub> en %	/	17,1	19,0	20,8	21,0
Essai de perméabilité à l'œdomètre						

Coefficient de perméabilité (à 10°C)	k <sub>10</sub> en m/s	/	9,8.10E-11	4,0.10E-10	8,9.10E-9	2,3.10E-10
Essai de perméabilité à l'œdomètre						

## DETERMINATION DE PERMEABILITE A CHARGE DECROISSANTE

NORME XP CEN ISO/TS 17892-11

Sondage : 3

Profondeur : 22,0-23,0 m/TA

Date d'essai : mars-22

Dénomination du matériau : Limon légèrement argileux et sableux

Identification : Wnat.= 17,1% VBS=/ Classification NF P 11-300 :/  
Dmax= / IP=/ Etat hydrique naturel :/

Coupe granulométrique testée : Section de l'éprouvette : 40,0 cm<sup>3</sup>  
Essai sur matériau : reconstitué Hauteur de l'éprouvette : 20,0 mm  
Volume de l'éprouvette : 80,0 cm<sup>3</sup>

Température (°C) : 22

Masse volumique des grains : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Température de référence (°C) : 10

Facteur de correction dû à la température : 0,74

### Avant essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 16,66 kN/m<sup>3</sup>

Indice des vides, e : 0,56

Teneur en eau, w : 17,1%

Degré de saturation,  $S_r$  : 80,87%

### Après essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 17,09 kN/m<sup>3</sup>

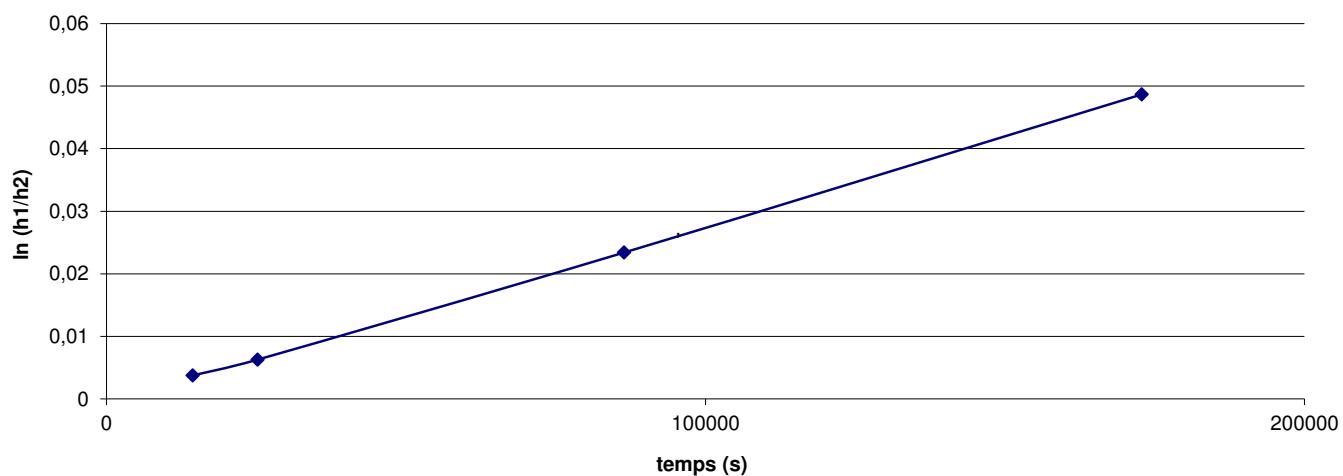
Indice des vides, e : 0,52

Teneur en eau, w : 19,6%

Degré de saturation,  $S_r$  : 99,57%

Repère gradué (cm) :	H0	h1	h2	h2'	h2''	h2'''
	30,0	50,0	49,7	49,5	48,2	46,2
Charge hydraulique (m) :	0,800	0,797	0,795	0,782	0,762	
temps (h.) :	0	4	7	24	48	
temps (min.) :	0	0	0	0	0	

### Variation de la charge hydraulique au cours du temps



### RESULTATS :

$k = 1,332 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

$k_{10} = 9,794 \times 10^{-11} \text{ m/s}$

### REMARQUES :

## DETERMINATION DE PERMEABILITE A CHARGE DECROISSANTE

### NORME XP CEN ISO/TS 17892-11

Sondage : 5

Profondeur : 16,0-17,0 m/TA

Date d'essai : mars-22

Dénomination du matériau : Limon légèrement argileux et sableux

Identification : Wnat.= 19,0% VBS=/ Classification NF P 11-300 :/  
Dmax= / IP=/ Etat hydrique naturel :/

Coupe granulométrique testée : Section de l'éprouvette : 40,0 cm<sup>3</sup>  
Essai sur matériau : reconstitué Hauteur de l'éprouvette : 20,0 mm  
Volume de l'éprouvette : 80,0 cm<sup>3</sup>

Température (°C) : 22

Masse volumique des grains : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Température de référence (°C) : 10

Facteur de correction dû à la température : 0,74

#### Avant essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 17,26 kN/m<sup>3</sup>

Indice des vides, e : 0,51

Teneur en eau, w : 19,0%

Degré de saturation,  $S_r$  : 99,55%

#### Après essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 18,56 kN/m<sup>3</sup>

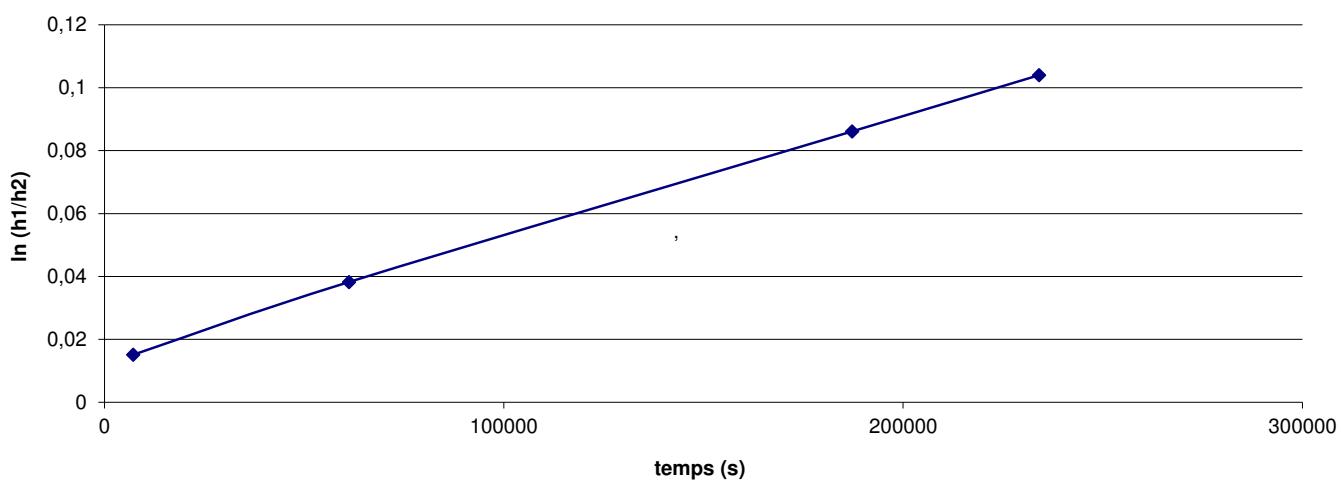
Indice des vides, e : 0,40

Teneur en eau, w : 15,2%

Degré de saturation,  $S_r$  : 100,46%

Repère gradué (cm) :	H0	h1	h2	h2'	h2''	h2'''
	30,0	50,0	48,8	47,0	43,4	42,1
Charge hydraulique (m) :	0,800	0,788	0,770	0,734	0,721	
temps (h.) :	0	2	17	52	65	
temps (min.) :	0	0	0	0	0	

#### Variation de la charge hydraulique au cours du temps



#### RESULTATS :

$k = 5,432 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

$k_{10} = 3,995 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

#### REMARQUES :

## DETERMINATION DE PERMEABILITE A CHARGE DECROISSANTE

### NORME XP CEN ISO/TS 17892-11

Sondage : 6

Profondeur : 10,0-11,0 m/TA

Date d'essai : mars-22

Dénomination du matériau : Sable fin limoneux

Identification : Wnat.= 20,8% VBS=/ Classification NF P 11-300 :/  
Dmax= / IP=/ Etat hydrique naturel :/

Coupe granulométrique testée : Section de l'éprouvette : 40,0 cm<sup>3</sup>  
Essai sur matériau : reconstitué Hauteur de l'éprouvette : 20,0 mm  
Volume de l'éprouvette : 80,0 cm<sup>3</sup>

Température (°C) : 22

Masse volumique des grains : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Température de référence (°C) : 10

Facteur de correction dû à la température : 0,74

#### Avant essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 16,75 kN/m<sup>3</sup>

Indice des vides, e : 0,55

Teneur en eau, w : 20,8%

Degré de saturation,  $S_r$  : 99,77%

#### Après essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 17,42 kN/m<sup>3</sup>

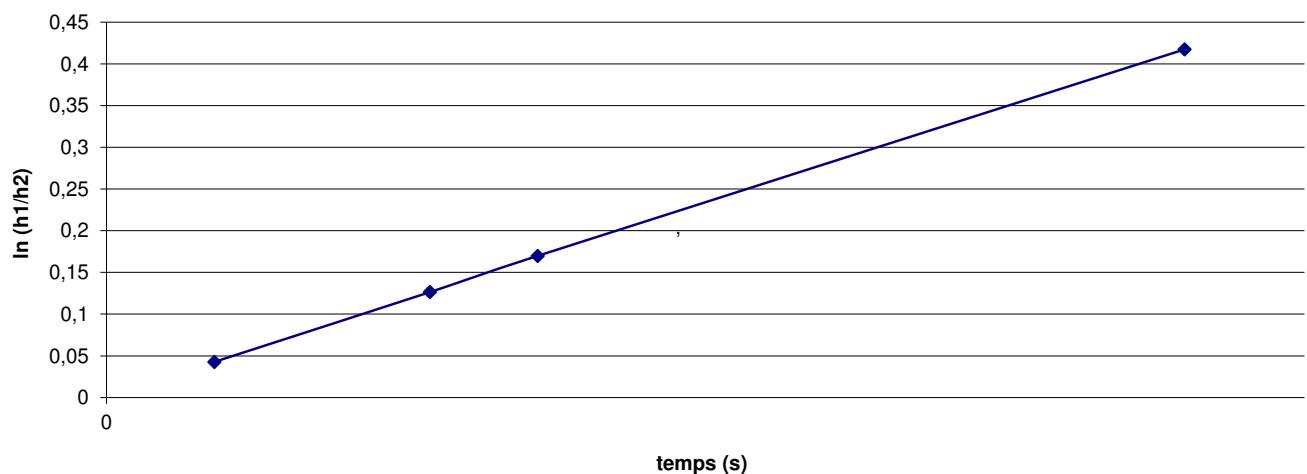
Indice des vides, e : 0,49

Teneur en eau, w : 18,8%

Degré de saturation,  $S_r$  : 101,12%

Repère gradué (cm) :	H0	h1	h2	h2'	h2''	h2'''
	30,0	50,0	46,7	40,5	37,5	22,7
Charge hydraulique (m) :	0,800	0,767	0,705	0,675	0,527	
temps (h.) :	0	0	1	2	5	
temps (min.) :	0	30	30	0	0	

#### Variation de la charge hydraulique au cours du temps



#### RESULTATS :

$k = 1,208E-08 \text{ m/s}$

$k_{10} = 8,881E-09 \text{ m/s}$

#### REMARQUES :

## DETERMINATION DE PERMEABILITE A CHARGE DECROISSANTE

### NORME XP CEN ISO/TS 17892-11

Sondage : 7

Profondeur : 6,0-7,0 m/TA

Date d'essai : mars-22

Dénomination du matériau : Limon argileux légèrement sableux

Identification : Wnat.= 21,0% VBS=/ Classification NF P 11-300 :/  
Dmax= / IP=/ Etat hydrique naturel :/

Coupe granulométrique testée : Section de l'éprouvette : 40,0 cm<sup>3</sup>  
Essai sur matériau : reconstitué Hauteur de l'éprouvette : 20,0 mm  
Volume de l'éprouvette : 80,0 cm<sup>3</sup>

Température (°C) : 22

Masse volumique des grains : 2650 kg/m<sup>3</sup>

Température de référence (°C) : 10

Facteur de correction dû à la température : 0,74

#### Avant essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 16,74 kN/m<sup>3</sup>

Indice des vides, e : 0,55

Teneur en eau, w : 21,0%

Degré de saturation,  $S_r$  : 100,52%

#### Après essai

Poids volumique sec,  $\gamma_d$  : 17,91 kN/m<sup>3</sup>

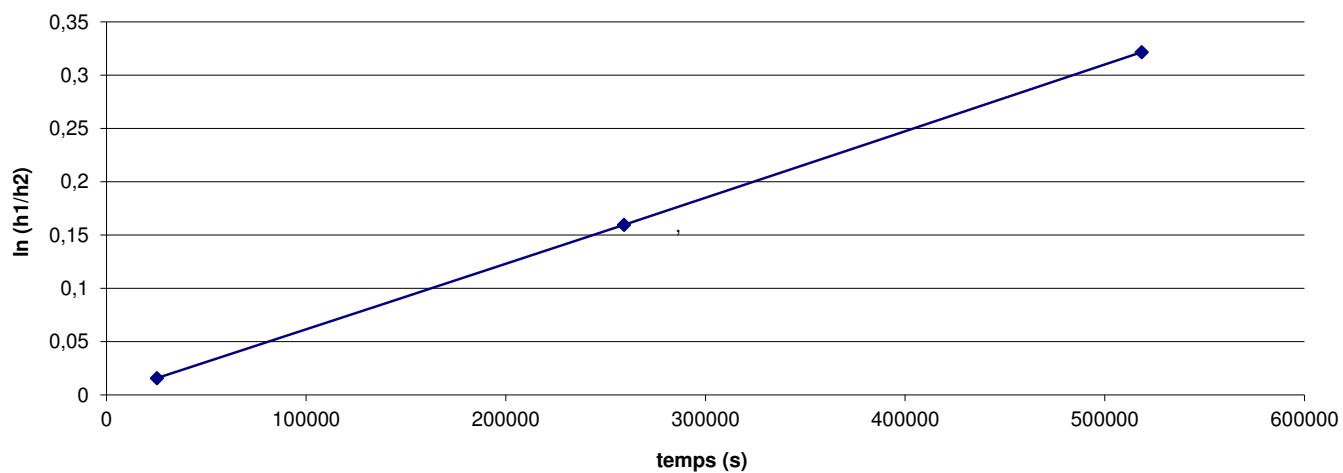
Indice des vides, e : 0,45

Teneur en eau, w : 17,1%

Degré de saturation,  $S_r$  : 100,53%

Repère gradué (cm) :	H0	h1	h2	h2'	h2''	h2'''
	30,0	50,0	48,8	38,2	28,0	
Charge hydraulique (m) :	0,800	0,788	0,682	0,580		
temps (h.) :	0	7	72	144		
temps (min.) :	0	0	0	0		

#### Variation de la charge hydraulique au cours du temps



#### RESULTATS :

$k = 3,175 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

$k_{10} = 2,335 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

#### REMARQUES :

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



**Référencements :**



Portées  
communiquées  
sur demande



*Ce projet a bénéficié du soutien financier de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.*

*L'agence de l'eau est un établissement public de l'État qui œuvre pour la protection de l'eau et des milieux. Elle perçoit des taxes sur l'eau payées par tous les usagers et les réinvestit auprès des maîtres d'ouvrages (collectivités, industriels, agriculteurs et associations) selon les priorités inscrites dans son programme « Sauvons l'eau 2019-2024 ». Plus d'information sur [www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)*