

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER



10/2012
Complété 03/2013

PÔLE DE RECYCLAGE ET D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS NON DANGEREUX DE LA ROSERAIE

BELLEGARDE (30)

The aerial photograph shows a large industrial site with several large rectangular basins, some containing water, and various buildings and structures. The site is surrounded by agricultural fields and a road. A white line with a dot points to a specific location within the site.

PIECE N° 5 : ETUDE D'IMPACT



Liste des Annexes

Annexe 5-1 : Etude de qualification géologique et hydrogéologique du site de la Roseraie

Annexe 5-2 : Listes des flux du canal du Rhône à Sète (Source VNF)

Annexe 5-3 : Stations de contrôle de la qualité des eaux superficielles - Fiches signalétiques (Source Eau RMC)

Annexe 5-4 : Arrêté Préfectoral SAGE Vistre, nappes Vistrenque et Costières

Annexe 5-5 : Étude d'impact écologique (ECOSPHERE)

Annexe 5-6 : Etude paysagère du projet de Pôle de Recyclage et d'Élimination des déchets non dangereux ISDND de Bellegarde (APIC)

Annexe 5-7 : Plan Local d'Urbanisme (Plan et extrait du règlement)

Annexe 5-8 : Servitudes

Annexe 5-9 : Etude sur le trafic routier (PCR Mesure et analyse)

Annexe 5-10 : Risques naturels – Mouvements de terrain (Source PRIMNET).

Annexe 5-11 : Étude préalable de protection contre la foudre (ENERGIE Foudre)

Annexe 5-12 : Etude Bruit, Etat actuel et Modélisation de l'état futur (ARCADIS)

Annexe 5-13 : Note d'équivalence de perméabilité – Fond et flanc de casier (ARCADIS)

Annexe 5-14 : Etude de stabilité : Extrait de l'étude ARCADIS 2007 dans le cadre du projet d'extension de SITA FD (rapport 513041-A01-NT-01B du 18/01/2008)

Annexe 5-15 : Etude de stabilité du réaménagement final (dôme) : rapport ARCADIS 2012

Annexe 5-16 : Tableau de toutes les VTR existantes – Février 2013

Annexe 5-17 : Justification du choix des VTR

Annexe 5-18 : Fiches toxicologiques des traceurs de risque retenus

Annexe 5-19 : Rapport ARCADIS relatif à la modélisation de dispersion atmosphérique des rejets du projet de la Roseraie, référencé FR0110-001447-AFR-MOD-01-RPT-A03, du 25/02/2013

Annexe 5-20 : Rapport ARCADIS - Modélisation de la dispersion des rejets cumulés, référencé FR0110-001447-AFR-MOD-02-RPT-A03, du 25/02/2013



Annexe 5-1 : Etude de qualification géologique et hydrogéologique du site de la Roseraie

SITA Méditerranée

DDAE du pôle multifilières de la Roseraie - Bellegarde (30)

Etude de qualification géologique et hydrogéologique

Qualification
géologique et
hydrogéologique



SONDAGE N° SC42
PROFONDEUR : 34-36 m

Site de La Roseraie
Bellegarde (30)

Emetteur
FR0155

Phase / cat
ETU

Num
3041-A03

Type
QUALIF

Indice
01B

Statut

Réf Af. Arcadis / FR0110.001447

FR0155-ETU-3041-A03-QUALIF-01B.doc



Table des Matières

Introduction.....	8
1 Contexte général du projet.....	10
1.1 Contexte géographique et géomorphologique.....	10
1.2 Contexte géologique régional.....	14
1.2.1 Nature des terrains à l'échelle régionale.....	14
1.2.2 Les grands ensembles géologiques régionaux.....	14
1.2.3 Les grands événements géologiques à l'échelle régionale.....	15
1.2.4 Les grands événements tectoniques à l'échelle régionale.....	15
1.3 Situation du site de « la Roseraie » par rapport aux grands ensembles géologiques régionaux.....	21
1.3.1 Le secteur de « la Roseraie ».....	21
1.3.2 Observations géologiques de terrain.....	24
1.4 Contexte hydrogéologique et hydrologique.....	27
1.4.1 Les grands ensembles hydrogéologiques à l'échelle régionale.....	27
1.4.2 Situation du site de « la Roseraie » par rapport aux grands ensembles hydrogéologiques.....	28
1.4.3 Observations hydrogéologiques de terrain au droit du site de Bellegarde 2 (au sein de l'Ecopôle environnemental multi-filières de SITA FD).....	28
1.4.4 Contexte hydrologique de la zone d'étude.....	29
1.4.5 Captages AEP de la zone d'étude.....	30
1.5 Connaissances actuelles au droit du site (issues de l'étude de qualification géologique et hydrogéologique de 2007).....	32
1.5.1 Lithologie et stratigraphie.....	33
1.5.2 Classification GTR des matériaux de la zone d'étude.....	33
1.5.3 Perméabilité des formations.....	33
1.5.4 Piézométrie et écoulements souterrains.....	34
1.5.5 Etude de stabilité.....	34
2 Description des investigations de 2011.....	36
2.1 Objectifs de la mission.....	36
2.2 Programme des reconnaissances.....	37
2.2.1 Investigations.....	37
2.2.2 Objectif des investigations.....	41

2.2.3	Rappel des données de 2007 et réutilisation possible.....	41
3	Résultats des investigations 2011.....	43
3.1	Sondages.....	43
3.1.1	Levé des cuttings de sondages destructifs.....	43
3.1.2	Interprétation des paramètres d'enregistrement des sondages destructifs.....	43
3.1.3	Coupes interprétatives des sondages.....	44
3.1.4	Synthèse.....	44
3.1.4.1	Les sables argileux et argiles sableuses beiges de l'Astien.....	45
3.1.4.2	Les sables et graves.....	45
3.1.4.3	Les marnes grises du Plaisancien.....	45
3.2	Détermination de la perméabilité des terrains	53
3.3	Description et analyse de la piézométrie	61
3.3.1	Piezométrie à l'échelle locale	61
3.3.1.1	Campagne piézométrique au droit du site	61
3.3.1.2	Campagne piézométrique au droit du site de Bellegarde 2.....	61
3.3.1.3	Interprétation des données piézométriques.....	64
4	Synthèse et conclusion	65
4.1	Lithologie et stratigraphie.....	65
4.2	Perméabilité des formations	65
4.3	Piezométrie et écoulements souterrains.....	66
4.4	Conclusion	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des points d'eau recensés sur le site de l'AERMC dans un périmètre de 6 km autour du site	30
Tableau 2 : Tableau des investigations réalisées lors de la campagne de 2011 et leurs principales caractéristiques	40
Tableau 3 : Investigations antérieures réutilisables	42
Tableau 4 : Synthèse des profondeurs des horizons rencontrés	44
Tableau 5 : Cote des essais d'eau réalisés au droit du site en 2011	53
Tableau 6 : Synthèse des résultats des essais de perméabilité in-situ 2011	55

Liste des figures

Figure 1 : Plan de localisation au 1/100 000	11
Figure 2 : Plan de localisation au 1/25 000	12
Figure 3 : Photographie aérienne du site	13
Figure 4 : Contexte géologique au 1/50 000ème d'Arles (n°992)	16
Figure 5 : Schéma géologique de synthèse au 1/300 000 (extrait de la carte géologique d'Arles)	19
Figure 6 : Schéma structural de la région de Nîmes et profil géologique schématique (extrait de la carte géologique de Nîmes)	20
Figure 7 : Vue vers le Nord de la partie Nord du site depuis la limite Est du plateau des Costières	21
Figure 8 : Carte de localisation des principaux sondages et forages recensés à la banque du sous-sol	23
Figure 9 : Plan de localisation des points d'observation de terrain (extrait de carte IGN au 1/25000 – hors échelle)	24
Figure 10 : Photographie prise en 2007 du flanc Nord du fond de forme de Bellegarde 2 (point d'observation n°1)	25
Figure 11 : Affleurement des sables et grès beiges de l'Astien (point d'observation n°2)	26
Figure 12 : Photographie des alluvions anciennes du Villafranchien (point d'observation n°3)	27
Figure 13 : Hydrologie de la zone d'étude (carte au 1/25000)	29
Figure 14 : Localisation des captages AEP dans un rayon de 5 km	31
Figure 15 : Carte d'implantation des investigations réalisées en 2011	39
Figure 16 : Plan d'implantation des coupes	47
Figure 17 : Coupe interprétative profil 1	48
Figure 18 : Coupe interprétative profil 2	49
Figure 19 : Coupe interprétative profil 3	50
Figure 20 : Coupe interprétative profil 4	51
Figure 21 : Carte interprétative du toit des marnes grises	52
Figure 22 : Essais d'eau – Perméabilité in-situ des terrains selon le profil 1	57
Figure 23 : Essais d'eau – Perméabilité in-situ des terrains selon le profil 2	58
Figure 24 : Essais d'eau – Perméabilité in-situ des terrains selon le profil 3	59
Figure 25 : Essais d'eau – Perméabilité in-situ des terrains selon le profil 4	60
Figure 26 : Localisation des piézomètres de Bellegarde 2 (extrait du rapport de bilan décennal du site SITA FD - sans échelle)	62
Figure 27 : Suivi piézométrique du site entre 2003 et 2009 –piézomètres 1 -2 -3 -6-7 et 8	63

Liste des annexes

Pages non numérotées

Annexe A : Données bibliographiques

Annexe A.1 : Coupe des sondages répertoriés à la Banque du Sous-Sol (BSS)

Annexe A.2 : Captage d'alimentation en eau potable – données ARS de 2011

Annexe B : Données de 2007 – Extraits du rapport ARCADIS référencé 51/03041/A01/NT/01/B du 18 janvier 2008 pour SITA FD

Annexe B.1 : Plan de localisation des investigations antérieures sur projet 2007

Annexe B.2 : Résultats des sondages carottés et destructifs réalisés par SOBESOL en 2007

Annexe B.3 : Coupes des sondages carottés réalisés par la société FONDASOL pour le compte de la société WIENERBERGER en février 2007

Annexe B.4 : Feuilles de calcul des essais d'eau in-situ en 2007

Annexe B.5 : Bordereaux des analyses de matériaux réalisées en laboratoire en 2007

Annexe B.6 : Bordereaux des essais de perméabilité à l'oedomètre réalisé en laboratoire en 2007

Annexe C : Données de 2011

Annexe C.1 : Résultats des sondages carottés et destructifs réalisés par TEMSOL en 2011

Annexe C.2 : Photographies des carottes des sondages réalisés par TEMSOL en 2011

Annexe C.3 : Feuilles de calcul des essais réalisés en 2011

Introduction

Dans le cadre d'un projet de réalisation d'une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) sur la commune de Bellegarde (30), la société SITA Méditerranée a missionné ARCADIS pour établir une qualification géologique et hydrogéologique au droit du site (cf. plans de situation en **figures 1 et 2**).

Dans cette perspective, ARCADIS a réalisé une analyse bibliographique de la zone et du site, ainsi qu'une série d'investigations de terrain entre mai et juillet 2011.

Le projet est directement voisin de l'actuel Ecopôle Environnemental Multi-filières exploité par SITA FD.

Ce rapport synthétise l'ensemble des connaissances recueillies au droit de la zone et son pourtour, sur le plan de la géologie, de l'hydrogéologie et du contexte environnemental, et propose une interprétation des données en vue d'apprécier la faisabilité de ce projet.

Dans un premier temps, ce rapport s'attachera à décrire le contexte général à travers les données bibliographiques recensées et les reconnaissances déjà réalisées sur le site en 2007 pour un projet, aujourd'hui abandonné, d'extension de l'Ecopôle multifilières¹ SITA FD sur la zone Roseraie. Dans un second temps, les investigations menées sur la zone par ARCADIS en 2011 sont présentées et les résultats analysés. Puis, à partir de l'ensemble des données recueillies, une synthèse géologique et hydrogéologique est établie afin de préciser la faisabilité du projet au regard de la vulnérabilité des milieux sols et eaux souterraines et du cadre réglementaire dans lequel un projet de ce type s'inscrit.

¹ A noter que l'Ecopôle multifilières se compose de différentes zones nommées Bellegarde 1 (pour la zone Sud) et Bellegarde 2 (pour la zone Nord).

Documents consultés :

- Un plan de localisation au 1/25 000 ;
- « Avant Projet Technique – ISDND La Roseraie », rapport ARCADIS référencé AFR-APT-FR010.01447-RPT-A01-C01 du 02 août 2010 pour SITA Méditerranée ;
- Plans de projet au 1/1000, disponibles dans l'étude citée ci-dessus ;
- Plan topographique de la zone « Roseraie » ;
- Relevés des piézomètres de Bellegarde 2 entre 2003 et 2009 (issus du rapport de bilan décennal d'activité 2010 – site de Bellegarde (30) SITA) ;
- Rapport « Centre de traitement et de stockage de déchets ultimes – Extension du site de Bellegarde 2 – Gard (30) – Qualification géologique et hydrogéologique de la zone « Roseraie » », rapport ARCADIS référencé 51/03041/A01/NT/01/B du 18 janvier 2008 pour SITA FD ;
- Rapport « Synthèse géologique et hydrogéologique en vue d'une extension – Site de Bellegarde », rapport HORIZONS référencé EM/BB-GA02 du 11 septembre 1997 ;
- Rapport « Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique – Extension du C.S.D de Bellegarde », rapport INSAVALOR référencé 213/FD du 2 septembre 1997.

Cartes consultées :

- Cartes topographiques IGN TOP 25 n°2942 Est, n°29 42 Ouest, n°2943 O au 1/25 000 ;
- Carte géologique du BRGM n°992 d'Arles et n°965 de Nîmes au 1/50 000 ;
- Photographies aériennes disponibles au 1/25 000, secteur de Bellegarde.

Sites internet consultés :

- BRGM – Base de données du sous-sol (BSS) – <http://www.infoterre.brgm.fr>;
- DIREN Languedoc-Roussillon : <http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr> ;
- SDAGE bassin Rhône Méditerranée : <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/>;
- Système d'information sur l'eau du bassin Rhône Méditerranée : <http://www.rdbmrc.com/cartordbrmc/>.

1 Contexte général du projet

La description du contexte général du projet est basée principalement sur la synthèse des informations des documents et des sites Internet cités ci-avant, ainsi que sur plusieurs visites du site et de ses abords.

1.1 Contexte géographique et géomorphologique

La zone d'étude est située au droit de la partie Sud-Ouest de la commune de Bellegarde (30), à proximité de la limite communale de Saint Gilles, plus précisément à 4,7 km au Sud-Ouest du village de Bellegarde, 5,1 km au Sud-Est de Garons et à 6,5 km au Nord de Saint-Gilles.

La zone concernée est positionnée à flanc de coteau, à la limite entre la plaine de la Crau à l'Est et le plateau des Costières à l'Ouest. Le site se trouve au Sud de l'Autoroute A54. La zone d'étude est présentée sur les **figures 1 à 3** en pages suivantes.

Le projet est implanté au droit d'une zone d'environ 25 hectares de superficie, dont l'altitude s'échelonne approximativement entre + 13 m NGF et + 50 m NGF. Il est localisé au droit d'une zone pentée en moyenne de 6 %, orientée Ouest-Est. La zone de stockage envisagée présente une superficie de l'ordre de 20 hectares.

Elle est bordée par :

- au Sud, le centre de stockage existant de Bellegarde 2 puis de Bellegarde 1 (Ecopôle multifilières SITA FD) ;
- au Nord, l'autoroute A54 puis le domaine du Mas de Broussan ;
- à l'Ouest, un site de Ball-trap puis la zone de stockage de déchets inertes de SITA FD, du secteur dit « les Goldens » ou « Mas Darboux » ;
- à l'Est, la route départementale RD38 puis des parcelles agricoles.

Les parcelles concernées par le projet sont aujourd'hui en friche ou plantées de rosiers ou de blé. Le bâtiment d'exploitation de la roseraie se trouve sur le site.

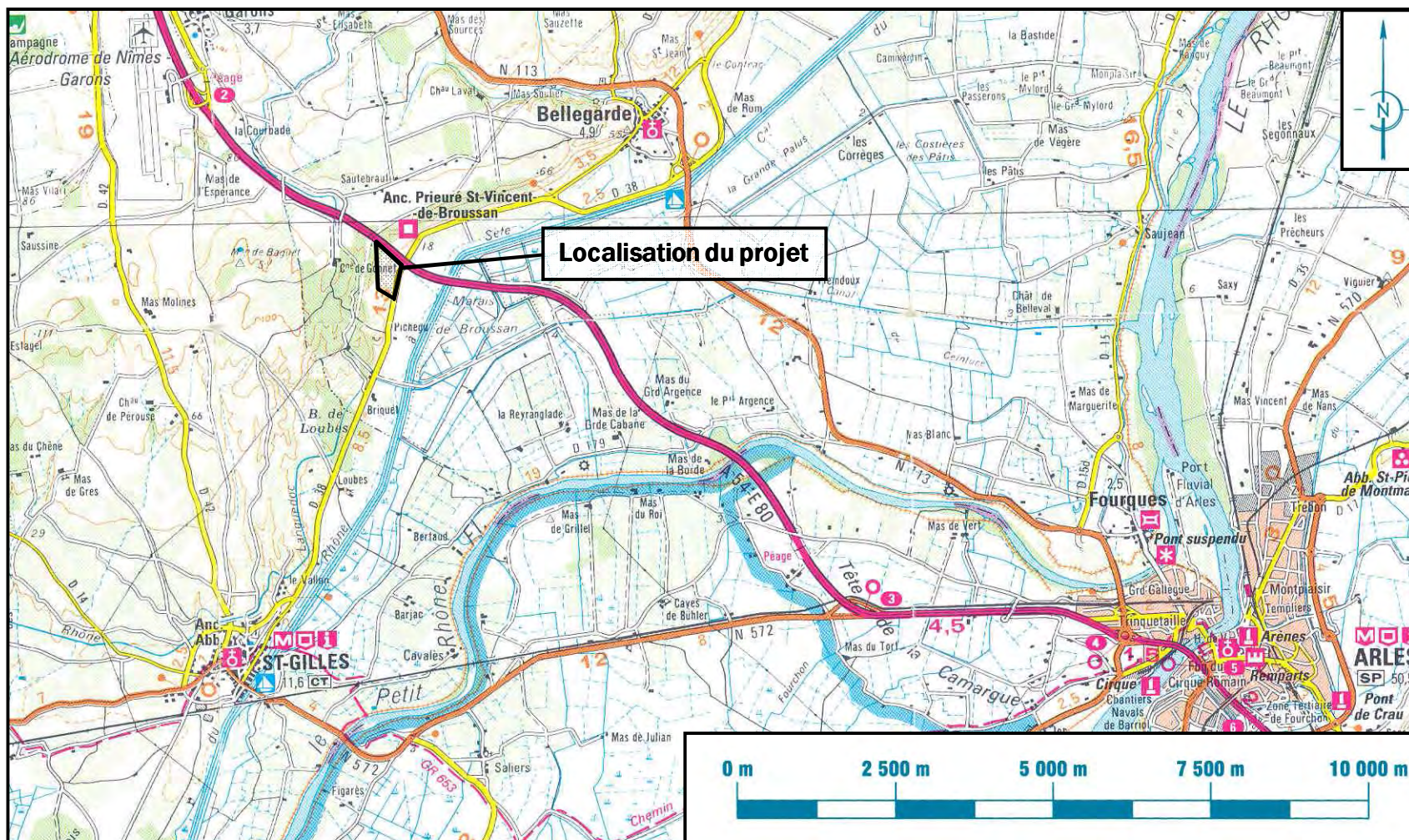
Un canal de la société BRL est situé à 200 m à l'Ouest, en amont topographique de la zone d'étude et orienté Nord-Sud.

Le Canal du Rhône à Sète, orienté également Nord-Sud, est situé à 600 mètres à l'Est du site, en aval topographique de la zone d'étude.

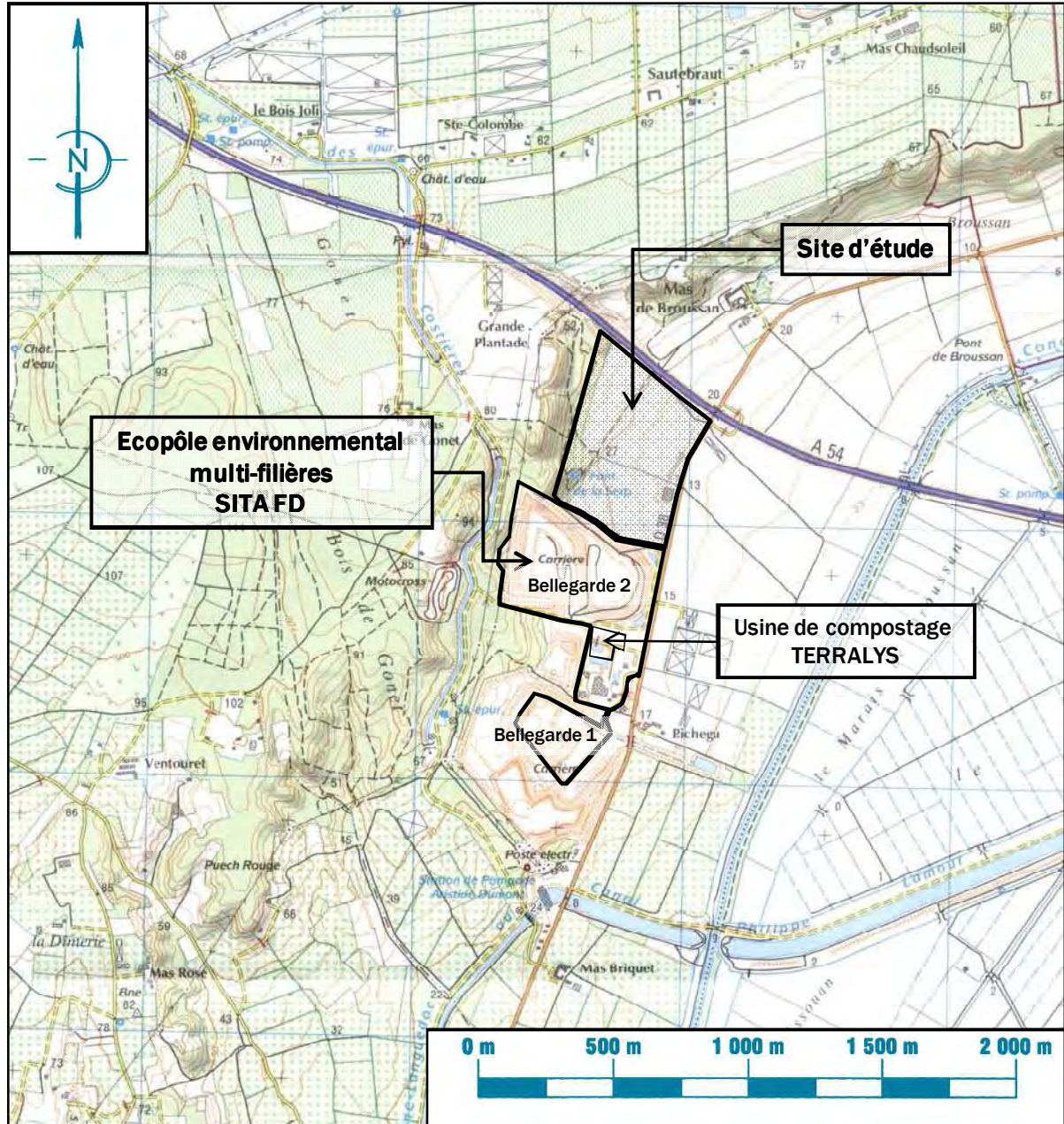
Le Petit Rhône se trouve à 3,8 km au Sud-Est du site, également en aval topographique de la zone d'étude.

Les parcelles mitoyennes concernées par le projet, sont actuellement occupées essentiellement par des terres agricoles (zone Est) ou en friche (zone Ouest).

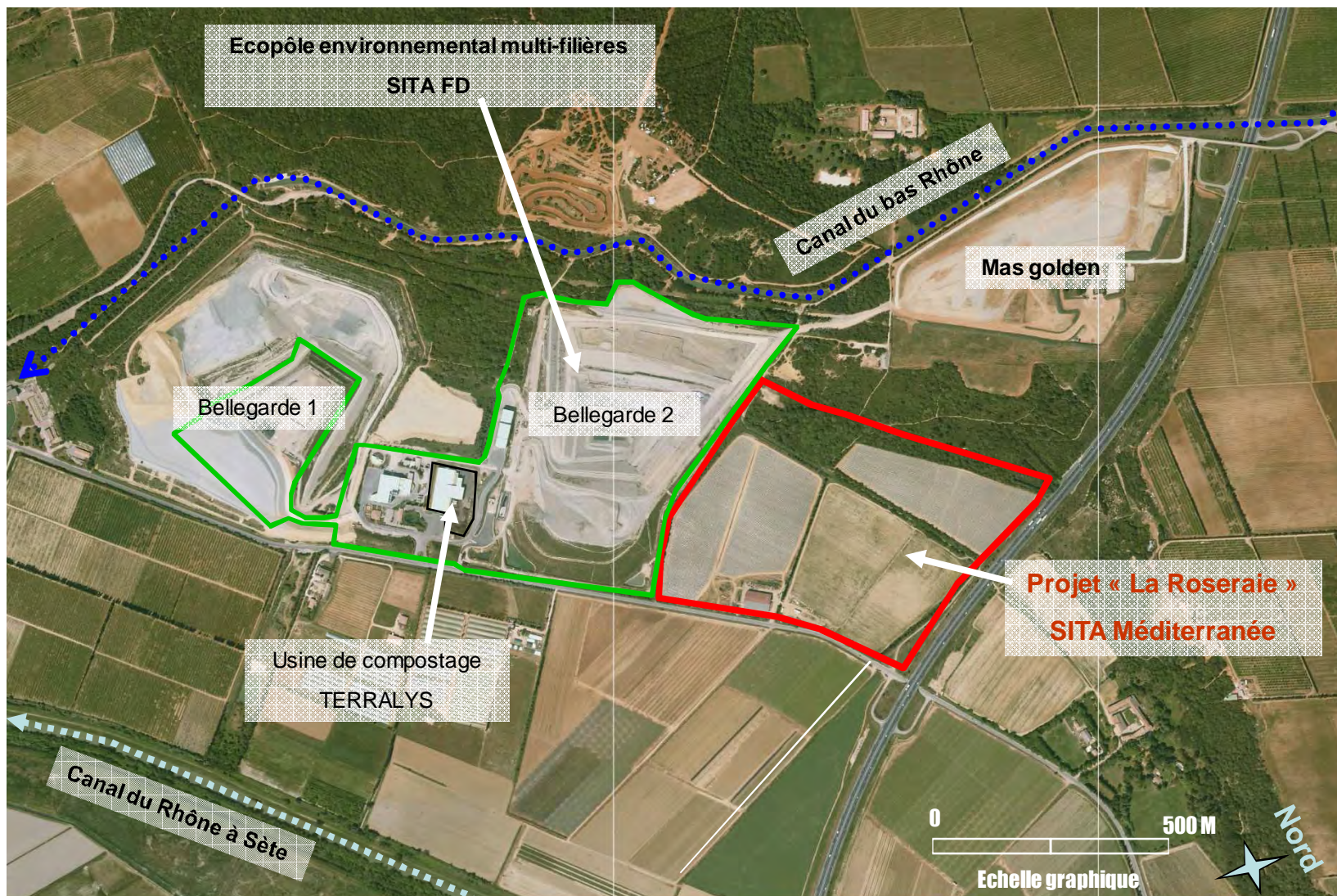
Dans un rayon de 500 m autour de la zone projetée pour la réalisation de l'ISDND, seule une bastide est présente à l'extrémité Nord du périmètre d'étude, de l'autre côté de l'autoroute A54. Aucune habitation ne se trouve dans la bande réglementaire des 200 mètres périphériques du projet.



EXTRAIT CARTE IGN TOP 100 N°66



CARTES IGN SERIE BLEUE N° 2942 O et 2943 O



SOURCE: IGN

1.2 Contexte géologique régional

Les illustrations sont présentées en **figure 4** - Carte géologique, en **figure 5** - Schéma géologique de synthèse et en **figure 6** - Schéma structural.

1.2.1 Nature des terrains à l'échelle régionale

A l'échelle régionale, la stratigraphie est caractérisée par la succession suivante, des formations les plus anciennes vers les plus récentes :

- Crétacé :
 - Calcaires et marnes d'âge hauterivien et barrémien.

- Tertiaire :
 - Sables, grès et argiles bariolés de l'Eocène inférieur ;
 - Calcaires lacustres, argiles rouges et grès du Ludien ;
 - Conglomérats et marnes du Burdigalien ;
 - Marnes bleues et grès de l'Helvétien ;
 - Marnes silteuses et argileuses du Pliocène (étage Plaisancien) ;
 - Sables de l'Astien et brèches du Pliocène supérieur.

- Quaternaire :
 - Formations détritiques des Costières (cailloutis du Villafranchien) ;
 - Alluvions récentes holocènes (limons, sables, graviers et galets).

1.2.2 Les grands ensembles géologiques régionaux

On distingue à l'affleurement à l'échelle régionale, plusieurs grands ensembles géologiques :

- Au Nord-Ouest, les Garrigues de Nîmes, collines et plateaux constitués de calcaire du Crétacé inférieur déposé en milieu marin. Plissée au Tertiaire, cette région est limitée au Sud par la faille de Nîmes, qui a une orientation générale NE-SW (N60) ;

- A l'Ouest, le plateau des Costières, dont la surface est couverte par les alluvions rhodaniennes du Quaternaire ancien. Ces formations quaternaires couronnent une importante série tertiaire. La partie occidentale déprimée des Costières est la plaine de la Vistrenque, largement occupée par l'agglomération nîmoise ;

- Au Sud-Est et à l'Est, la plaine de Camargue, constituée par les sédiments récents du delta du Rhône ;

- A l'Est d'Arles affleurent les terrains tertiaires et pliocènes de l'extrémité orientale du flanc sud des Alpilles ; ces terrains sont relayés vers le Sud par les alluvions quaternaires de la Crau.

1.2.3 Les grands événements géologiques à l'échelle régionale

Les dépôts les plus anciens visibles à l'affleurement datent donc de la période crétacée (Barrémien, Hauterivien) ; ils ont recouvert la majeure partie du secteur. Ce sont des dépôts marins de plateforme littorale. Peu étendus, les dépôts Eocènes qui ont suivi, correspondent à des dépôts continentaux (matériaux argilo-sableux et calcaires lacustres à saumâtres).

La phase pyrénéenne, localement responsable du plissement des Garrigues, est postérieure à ces dépôts. Suite à cette période, une phase tectonique cassante, distensive, responsable de la formation d'un graben, a affecté le secteur géographique des Costières. Ce fossé a été comblé par une puissante série d'évaporites et d'éléments détritiques d'âge Stampien-Aquitainien.

Au Miocène, quelques dépôts de la mer périalpine se mettent en place ainsi que des dépôts continentaux. Succède à cet épisode, la formation d'une pré-vallée du Rhône très profonde.

Suite au passage d'une phase régressive à une phase transgressive, la mer envahit cette pré-vallée et celle-ci est comblée par des argiles et marnes du Plaisancien, qui gagne aussi largement les plateaux bordant cette vallée.

Au Quaternaire ancien se déposent les formations détritiques des Costières, qui seront par la suite affectées par une importante pédogénèse (transformation des matériaux détritiques en sols). Ces matériaux proviennent du remaniement par le Rhône quaternaire des débris de quartzite du Trias Alpin et des sables du Pliocène (sables de l'Astien). Le relèvement tectonique des Costières semble avoir eu lieu à cette période.

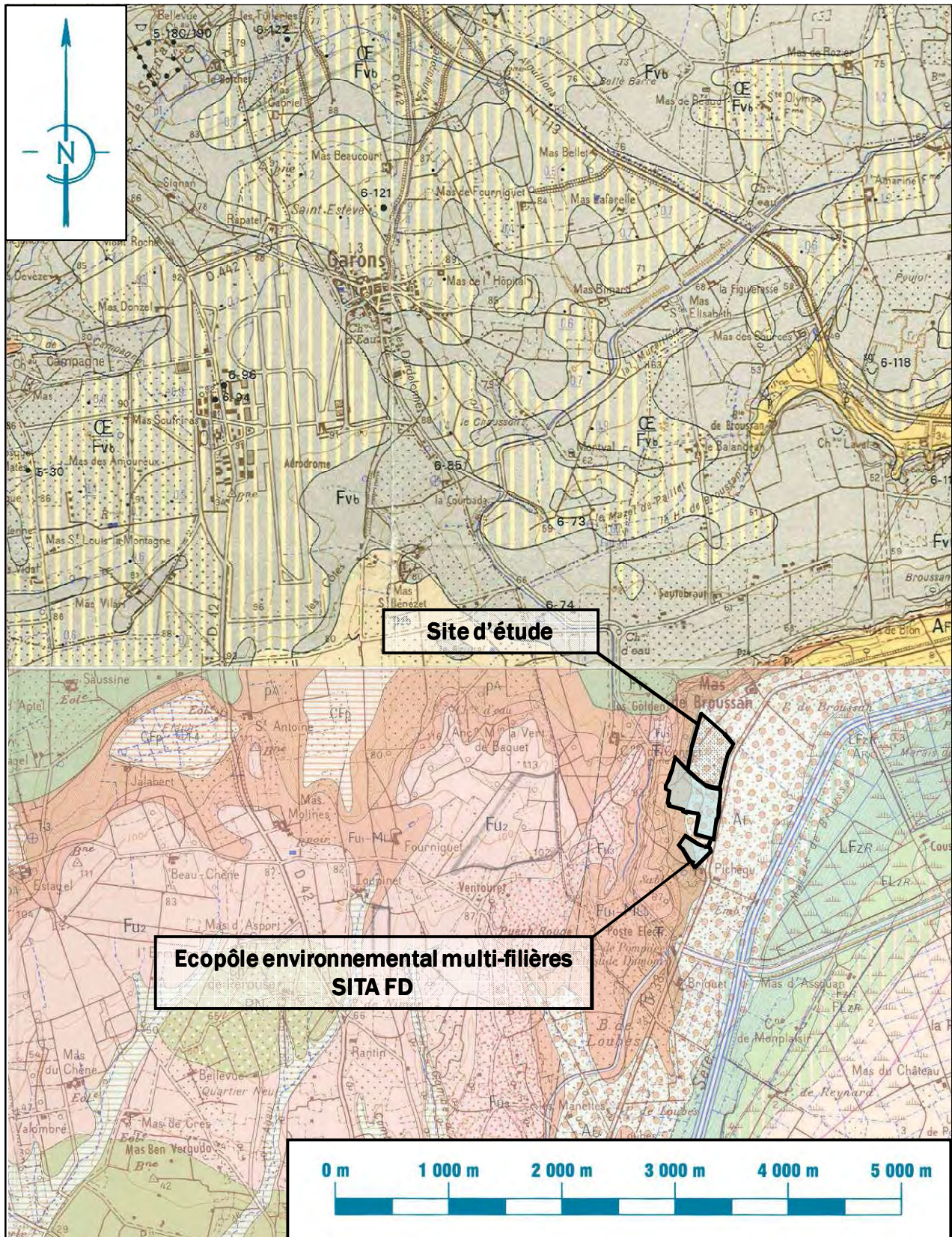
1.2.4 Les grands événements tectoniques à l'échelle régionale

Au niveau structural, plusieurs événements tectoniques ont affecté la région :

- La tectonique cassante d'âge oligocène est à l'origine de la faille de Nîmes de direction SW-NE qui sépare les terrains crétacés plissés des Garrigues, du fossé des Costières ; son rejet vertical atteint localement 800 mètres. Les sondages pétroliers réalisés au droit des Costières ont mis en évidence l'existence d'un paléo-fossé. Le haut-fond, constitué par les collines de Beaucaire, est en réalité un horst qui se prolonge, en profondeur au SW, jusque dans le secteur géographique de Bellegarde.
- Une surrection des pays du Bas-Rhône a lieu au Miocène supérieur avec un creusement ou une subsidence concomitante de la « pré-vallée du Rhône ».
- La morphologie finale des Costières est structurée par la suite grâce au jeu de la tectonique quaternaire. La partie centrale des Costières a subi des mouvements positifs tandis que la Vistrenque et la Camargue se sont affaissées de plusieurs dizaines de mètres. Le compartiment le plus élevé se situe entre Vauvert et Bellegarde et, dans cette région, les sables pliocènes (de l'Astien) viennent à l'affleurement. Les limites entre les compartiments ont été considérées comme des flexures de grand rayon de courbure.

ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

FIGURE N°4 : CONTEXTE GEOLOGIQUE

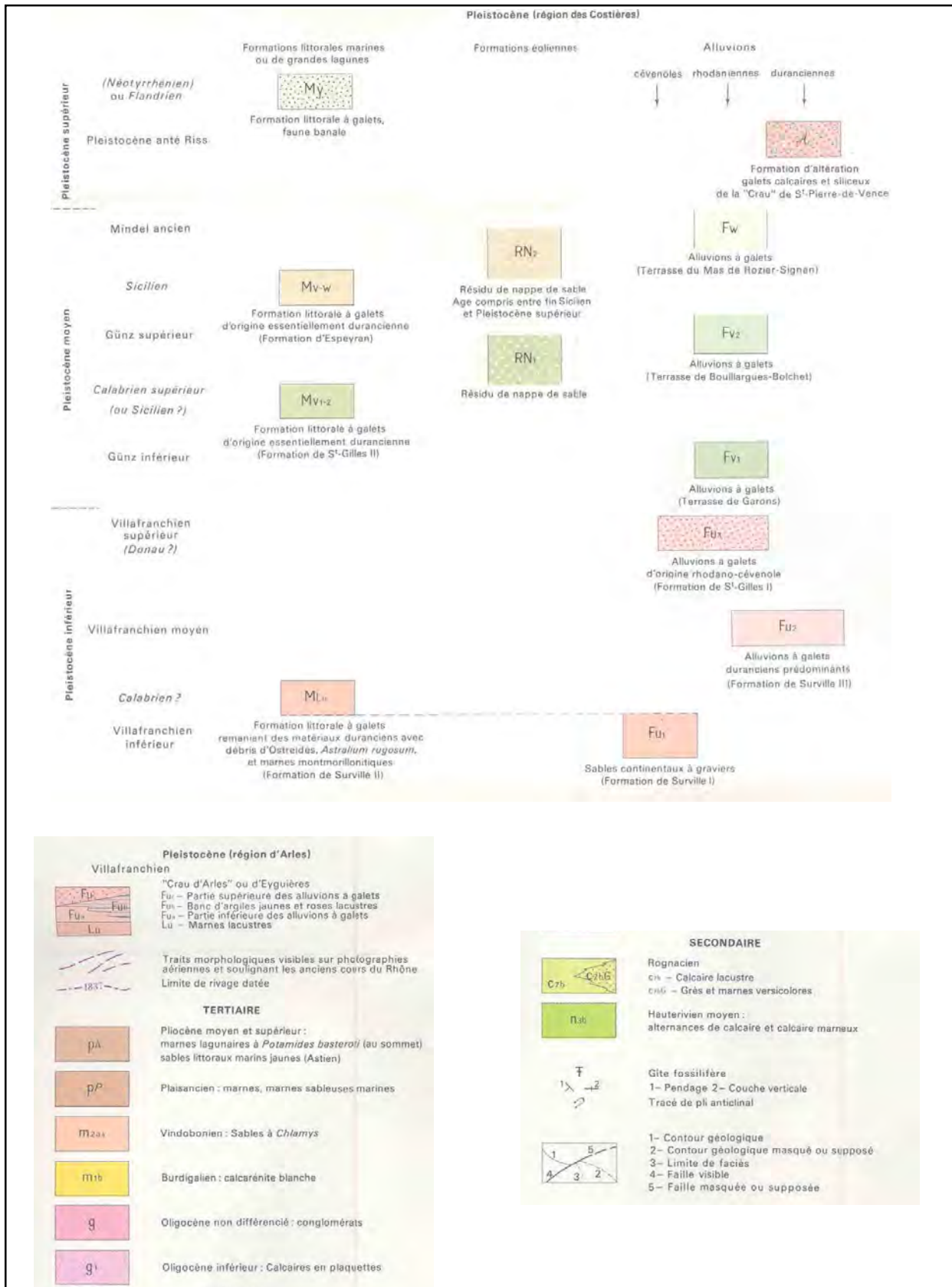


CARTE BRGM ARLES N°92
CARTE BRGM NIMES N°965

Echelle : 1/50 000ème

**ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET
HYDROGEOLOGIQUE**

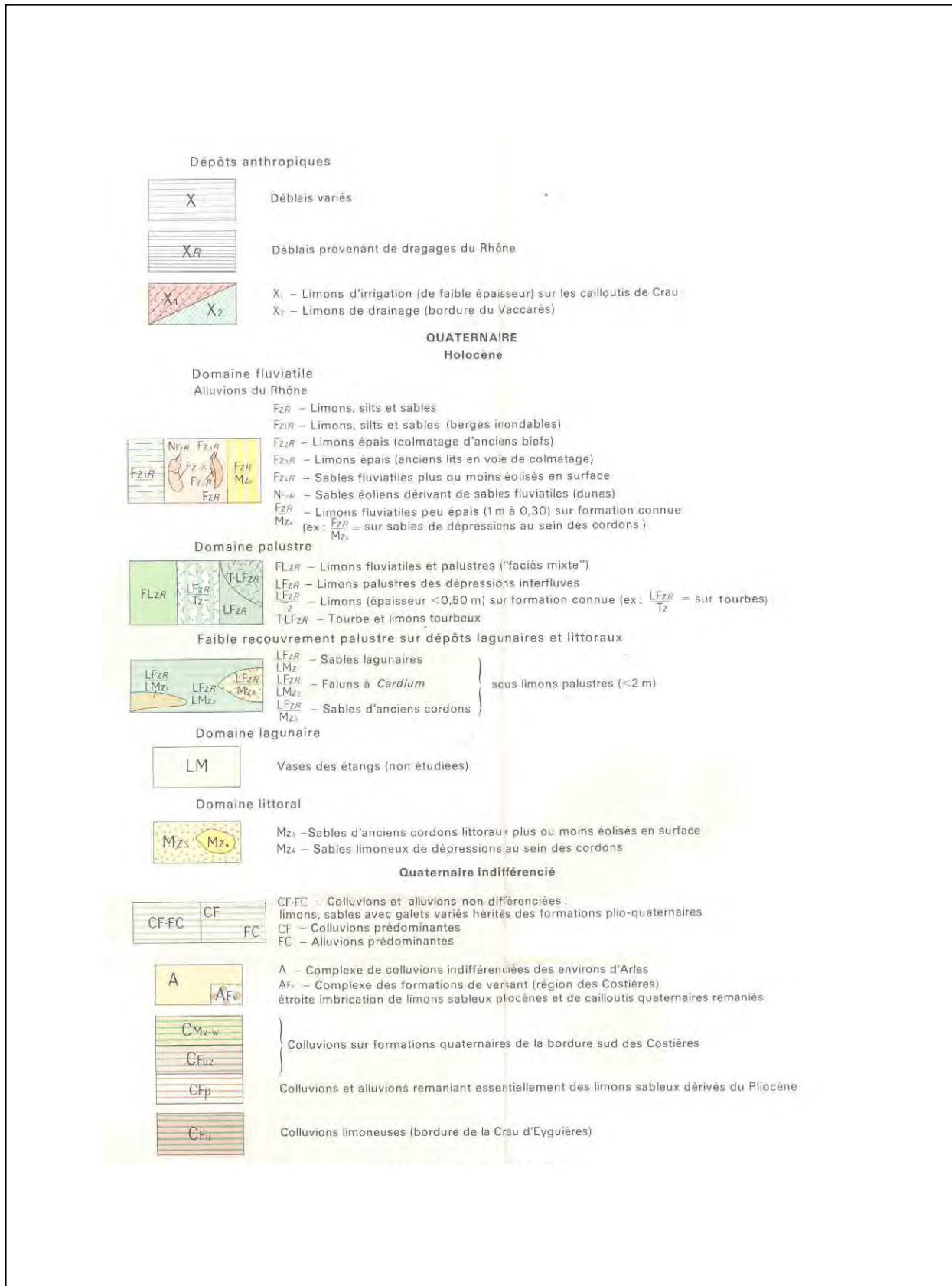
FIGURE N°4 bis : LEGENDE DE LA CARTE GEOLOGIQUE



CARTE BRGM ARLES N°992

**ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET
HYDROGEOLOGIQUE**

FIGURE N°4 ter : LEGENDE DE LA CARTE GEOLOGIQUE



CARTE BRGM ARLES N992

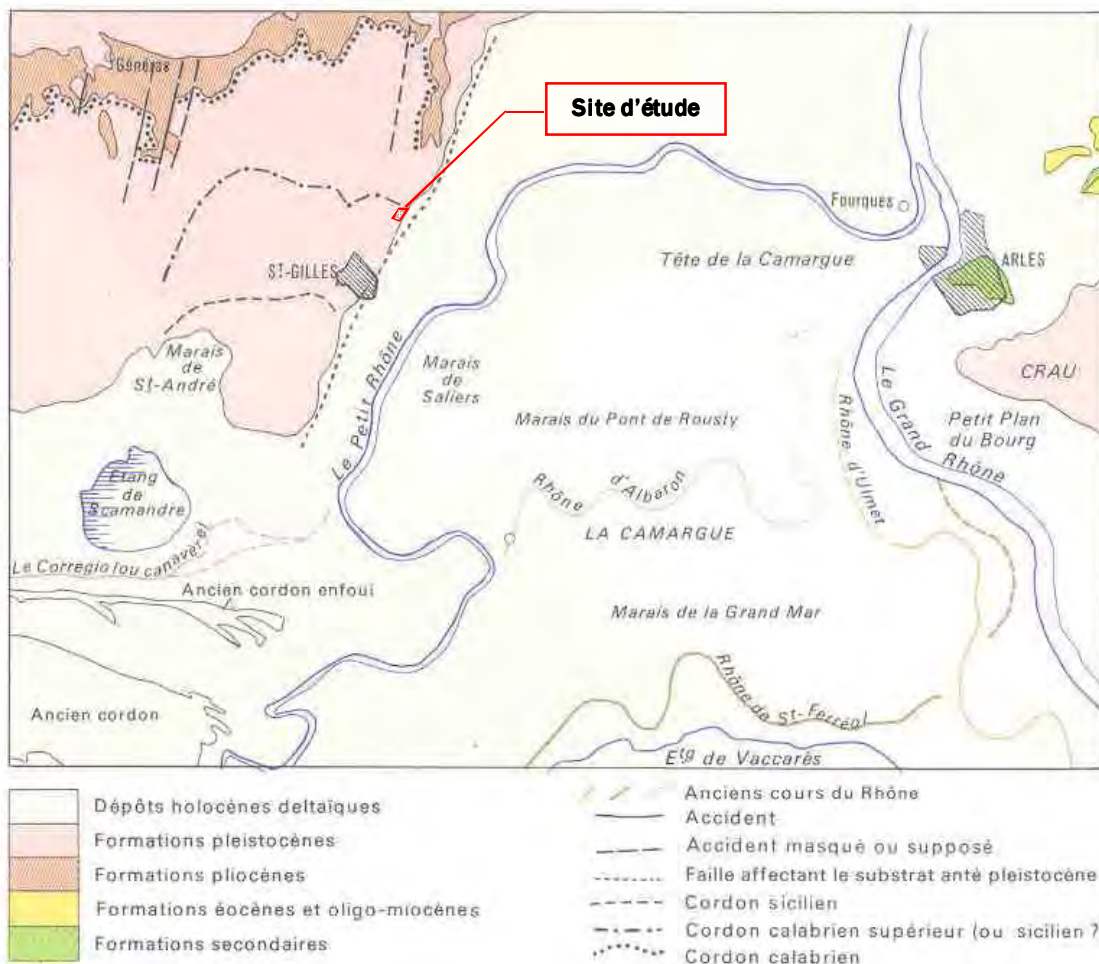
**ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET
HYDROGEOLOGIQUE**

FIGURE N°5 : SCHEMA GEOLOGIQUE DE SYNTHESE

- a Isobathes du toit des cailloutis (par rapport au 0 NGF)
- a - courbe intermédiaire
- a Isohypses de la surface plus ou moins érodée des cailloutis
- a - courbe intermédiaire
- 1 ● 2 ● 1- Sondage de reconnaissance 2- Sondage à la tarière
- ⊕ Sondage de recherche d'eau
- gaz Sondage avec indice de gaz
- 8-2 Numéro d'archivage au Service géologique national
- T Tourbe reconnue en profondeur
- 1 2 Carrières à ciel ouvert en activité 1- Isolée 2- Symbole utilisé à titre collectif

SCHEMA GÉOLOGIQUE

Sans échelle



1.3 Situation du site de « la Roseraie » par rapport aux grands ensembles géologiques régionaux

1.3.1 Le secteur de « la Roseraie »

Le site est implanté au droit du glacis reliant la bordure méridionale du plateau plio-quadernaire des Costières à la plaine de Camargue (cf. **figure 7**).

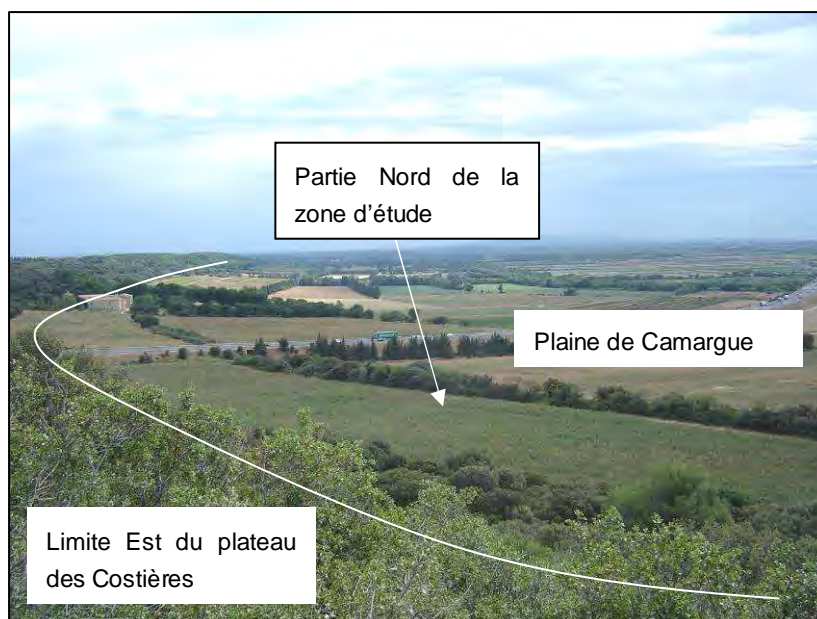


Figure 7 : Vue vers le Nord de la partie Nord du site depuis la limite Est du plateau des Costières

Le plateau se présente dans ce secteur, comme la retombée Est d'un vaste pli anticlinal d'axe Nord-Sud à faible pente qui affecte les assises du Pliocène et les dépôts quadernaires anciens sus-jacents. Il se raccorde au Nord, aux terrains crétacés de la colline de Tarascon, au Sud et à l'Est, aux terrains quadernaires de la plaine de Camargue et à l'Ouest aux terrains quadernaires abaissés du Vistrenque.

La carte schématique et le profil géologique présentés en **figures 5 et 6** illustrent cette configuration.

Le site se situe au Sud d'une faille d'orientation NW-SE, dite faille de Bellegarde, où un fossé d'effondrement a été observé, mais compliqué de gradins intermédiaires ; c'est la zone de subsidence maximale. L'épaisseur des marnes du Pliocène (étage Plaisancien) est d'environ 300 mètres dans les Costières et les sondages profonds des « Costières 1 » (2708 m) et « Générac 1 » (933 m) réalisés sur la commune de Générac, à environ 8 km à l'Ouest du site ont rencontré des épaisseurs de marnes plaisanciennes respectivement de 644 m et 620 m. La faille et les sondages profonds cités sont représentés sur le schéma structural de la figure 6.

A l'Est, se développe la Camargue constituée par les sédiments récents du Rhône sur une épaisseur variant entre 15 et 50 mètres. Ces terrains reposent sur les terrains du Pliocène puis sur un substratum calcaire et marneux miocènes et crétacés.

Plus près du site, les ouvrages géotechniques et forages d'eau répertoriés fournissent des informations sur l'épaisseur de la couverture (implantation des ouvrages et coupes présentées en **figure 8 et annexe A.1**).

Au droit du sondage 202, les marnes du Plaisancien (terrains du Pliocène) sont subaffleurantes ; elles ont été rencontrées à environ 6 m de profondeur au droit du 227.

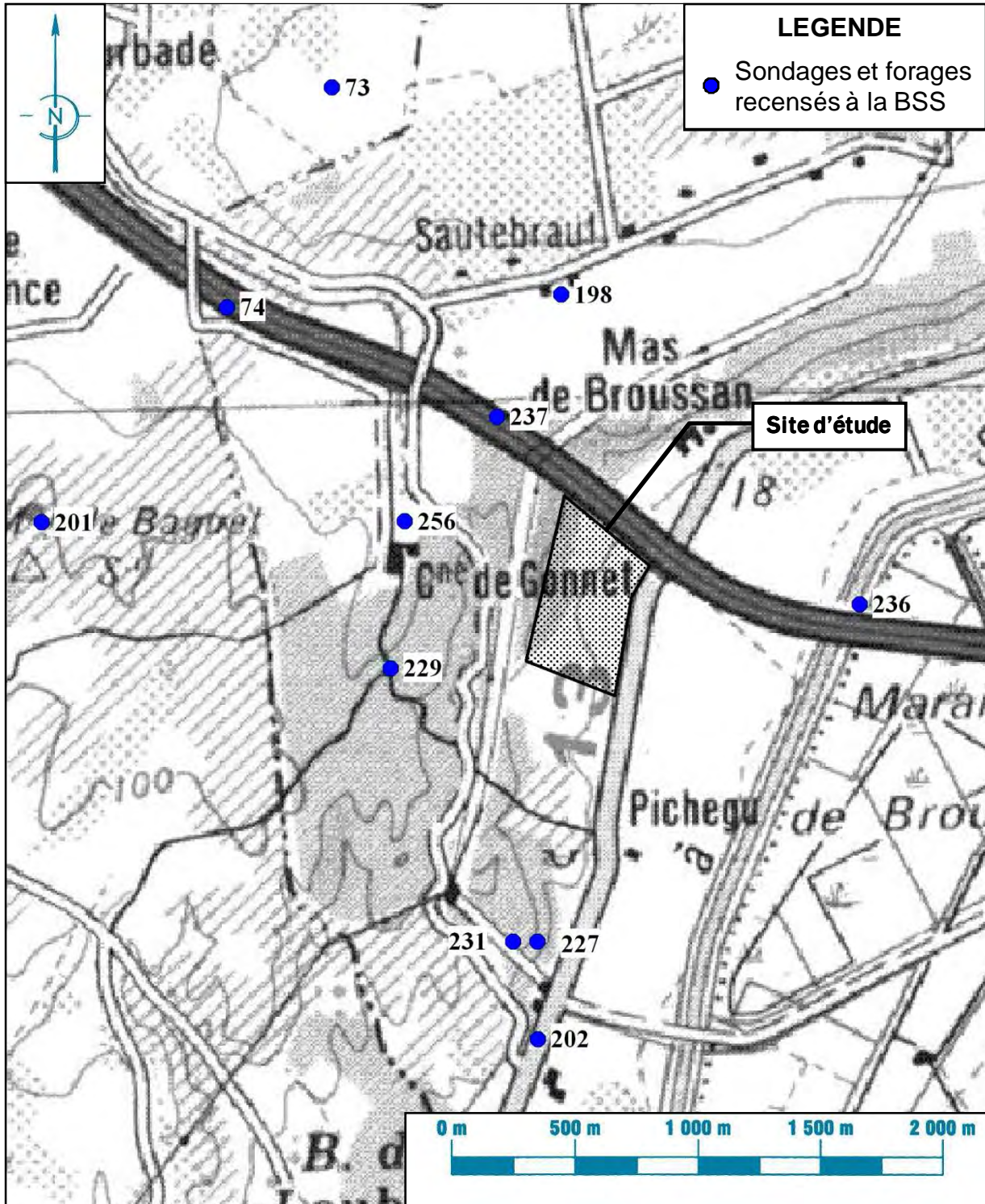
L'épaisseur des terrains de couverture atteint 12 m au droit du sondage n°229.

Les sondages 201, 236, 74 et 73, menés respectivement à 15, 9.03, 15 et 10 mètres n'ont pas atteint les marnes et mettent en évidence des épaisseurs de couverture minimales de 10 à 15 m.

C'est au droit des niveaux marneux du Plaisancien (terrains du Pliocène) que les sites de Bellegarde 1 et 2 sont implantés et ce sont ces formations qui affleurent en limite Sud du site actuel, aux abords immédiats du projet d'extension.

ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

FIGURE N°7 : CARTE DE LOCALISATION DES PRINCIPAUX SONDAGES ET FORAGES RECENSES A LA BANQUE DU SOUS-SOL (BSS)



CARTE IGN TOP 100 N°66

COUPES EN ANNEXE A.1

1.3.2 Observations géologiques de terrain

Des observations de terrain ont été réalisées au droit du secteur d'étude afin de relever l'ensemble des indices géologiques observables.

Des affleurements de taille réduite sont visibles en amont de la zone d'étude, à l'Ouest du site. Ils permettent une observation ponctuelle des terrains en place. Par ailleurs, l'étude des flancs du site actuel de Bellegarde 2 permet d'étudier la lithologie et la stratigraphie des marnes du Plaisancien (cf. **figure 9**).

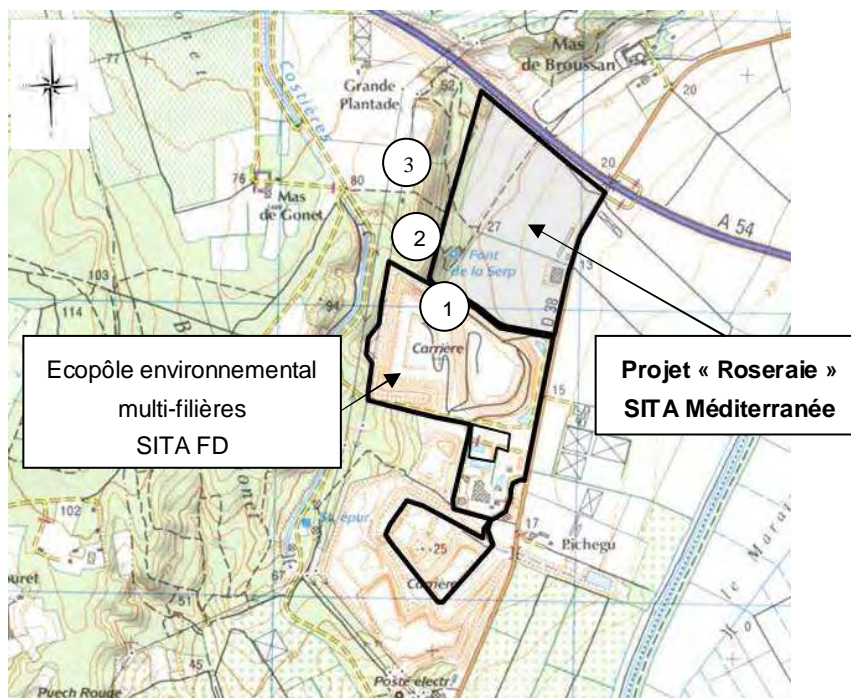


Figure 9 : Plan de localisation des points d'observation de terrain (extrait de carte IGN au 1/25000 – hors échelle)

Les terrains observés sont de plusieurs natures :

1. Au sud du site, à une cote comprise entre environ + 25 et – 8m NGF, le parement orienté Ouest-Est du fond de forme de Bellegarde 2 permet les observations suivantes :
 - Les marnes du Plaisancien sont finement litées, avec quelques interlits silteux, assez souvent entrecroisés (cf. photographies en **figures 10 et 10bis**) ;
 - On observe une modification nette dans l'orientation de la stratification (modification du pendage relatif de l'ordre de 30° au droit de l'aff leurement) ; probablement liée à un évènement tectonique rapide, ayant modifié la vergence du bassin sédimentaire ;

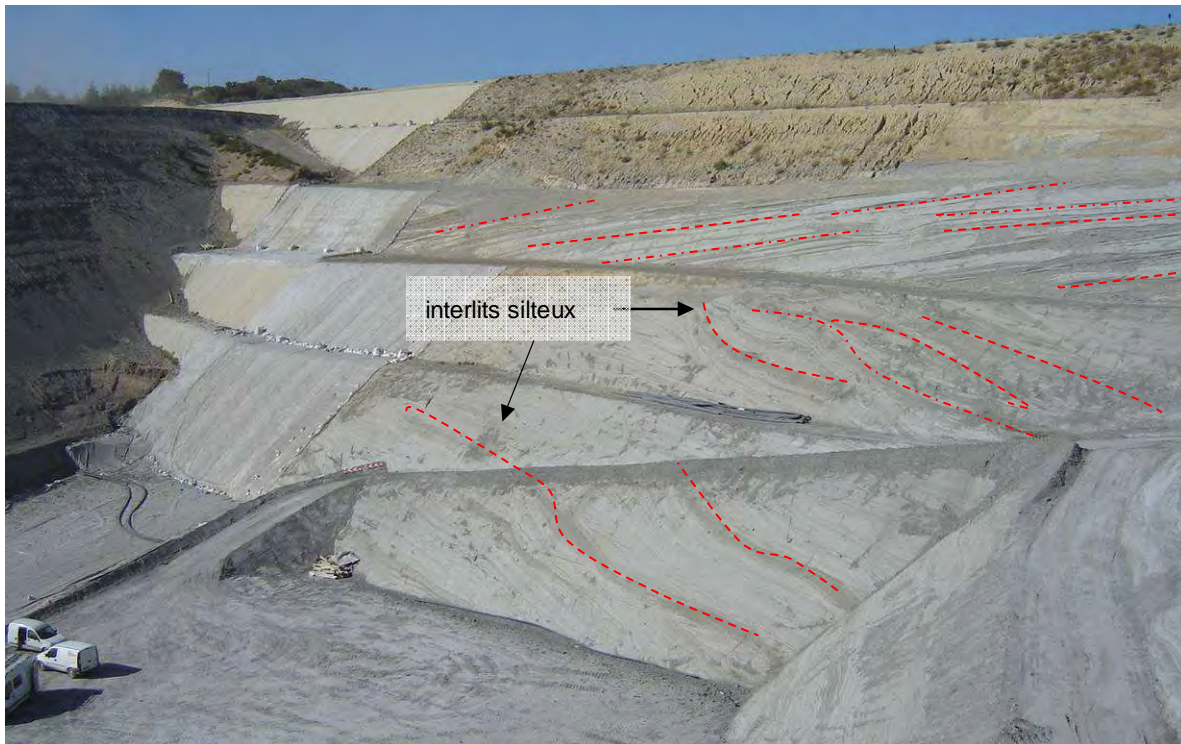


Figure 10 : Photographie prise en 2007 du flanc Nord du fond de forme de Bellegarde 2 (point d'observation n°1)

- Des « blocs » marneux gris sont observables dans les sables de l'Astien, il pourrait s'agir de blocs de type olistolithe, arrachés à leur zone de dépôt originelle par les jeux tectoniques, et qui ont été emballés dans les sédiments sableux de l'Astien en cours de dépôt.

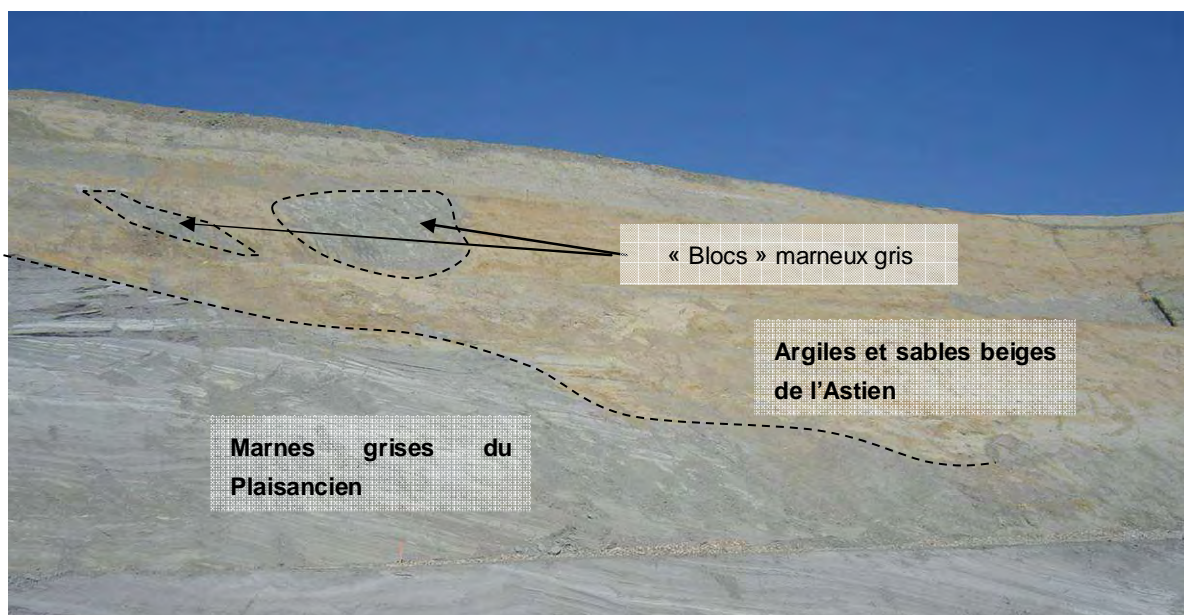


Figure 10bis : Zoom sur le flanc Nord du fond de forme – photographie de 2007

2. En amont du site, à l'Ouest, la formation sableuse beige de l'Astien affleure en plusieurs points à une côte comprise entre 50 et 80 mètres NGF. Ces terrains sont constitués de sables beiges et grès beiges avec quelques passages de calcaires blancs. Les niveaux sableux peuvent renfermer des bancs d'ostréidés. Un litage est observable au droit de ces niveaux. La dureté de cette formation est fortement variable, avec une alternance de bancs sableux tendres érosifs à de bancs gréseux indurés (cf. photographie ci-dessous) ;

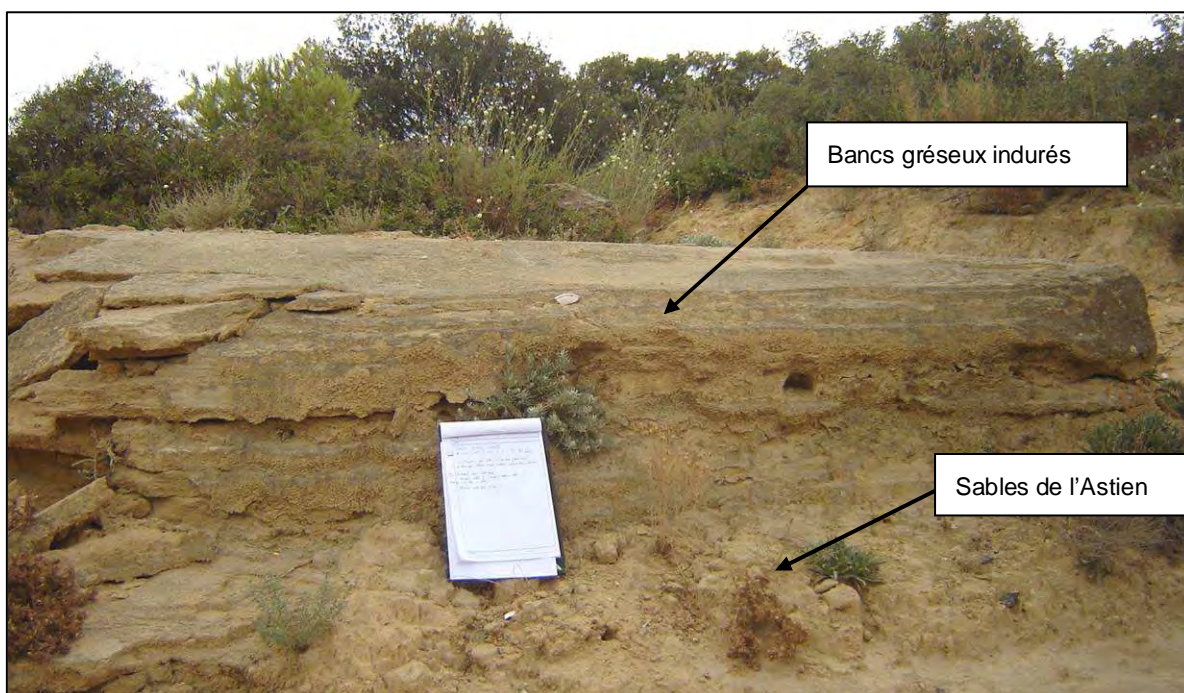
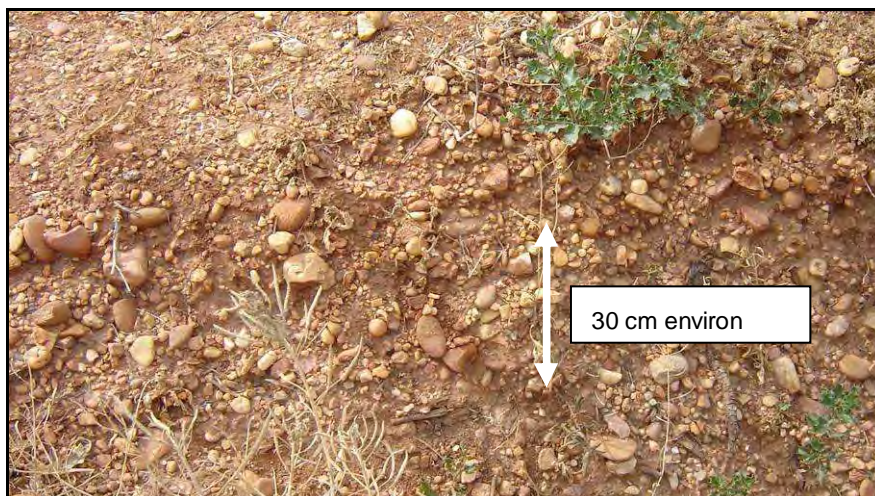


Figure 11 : Affleurement des sables et grès beiges de l'Astien (point d'observation n°2)

3. les terrains sus-jacents aux sables de l'Astien sont les terrains alluvionnaires anciens du Villafranchien, composés de cailloutis et galets arrondis silico-carbonatés, pris dans une matrice argileuse rouge. Ces terrains sont observables au droit de la butte surplombant le site de la Roseraie, à partir d'une altitude d'environ 80 mètres (cf. photographie ci-après).



**Figure 12 : Photographie des alluvions anciennes du Villafranchien (point d'observation n°3)
Butte témoin située à l'Ouest de la zone d'étude**

1.4 Contexte hydrogéologique et hydrologique

1.4.1 Les grands ensembles hydrogéologiques à l'échelle régionale

Au sud de l'ensemble aquifère des Garrigues crétacées, on recense trois ensembles aquifères, se développant tous les trois selon une direction NE-SW :

- Au Nord, la Vistrenque, étroit couloir n'excédant pas 5 km de largeur, bordant, à leur partie méridionale, les Garrigues nîmoises. Cette zone déprimée en légère déclivité du Nord-Est vers le Sud-Ouest forme l'amont d'un vaste système aquifère se déversant dans la Mer Méditerranée, en direction du Sud-Ouest.
- Au Centre, les Costières, vaste plateau de 7 à 8 km de largeur dominant quelques peu les régions périphériques. Les formations détritiques de cet ensemble constituent un système aquifère bien délimité, mais ces formations sont moins épaisses et moins perméables que celles rencontrées dans la plaine de Vistrenque. La nappe est perchée en raison de la position élevée de son mur imperméable (argiles et marnes plaisanciennes) et son alimentation est exclusivement d'origine météorique. Elle alimente quelques sources situées sur sa bordure Nord où elle se relie à la nappe de Vistrenque en contrebas. Dans sa partie Sud, la nappe circule du Nord vers le Sud, à l'Ouest de Saint-Gilles. Des résurgences existent au Nord de Saint-Gilles, au contact du substratum imperméable.
- La nappe d'accompagnement du Rhône, où l'on peut également distinguer deux unités :
 - la première, constituée :

- d'un réservoir supérieur, quaternaire, renfermant une nappe superficielle de faible épaisseur et d'assez médiocre intérêt ;
- un réservoir inférieur, villafranchien et quaternaire, renfermant la nappe principale de la région. La profondeur du toit de ce niveau aquifère augmente en allant du Nord-Ouest (bordure des Costières) au Sud-Est (val du Rhône) et son épaisseur varie entre 15 et 25 mètres ;

D'après les données du BRGM (notice de la carte géologique de Nîmes au 1/50 000), en rive droite du Rhône, on observe une alimentation des terrains par le Rhône, et, à un moindre degré par la bordure des Costières, le drainage se faisant selon un axe NE-SW, emprunté par le canal du Rhône à Sète (ce dernier ne paraît pas toutefois être à l'origine de ce drainage qui serait plutôt lié à l'existence d'un chenal souterrain de bonne perméabilité).

- La seconde constituée par les calcaires de l'Hauterivien supérieur, drainés par quelques sources dans la partie méridionale des Garrigues.

1.4.2 Situation du site de « la Roseraie » par rapport aux grands ensembles hydrogéologiques

Le site de « la Roseraie » se situe entre la nappe d'accompagnement du Rhône et la nappe perchée des Costières, sur un seuil hydrogéologique exondé. Entre ces deux ensembles, aucun véritable aquifère n'a été identifié, hormis quelques circulations d'eau à l'interface entre les cailloutis villafranchiens et les sables de l'Astien d'une part, et les marnes du Plaisancien d'autre part, qui constituent la principale formation imperméable du secteur, et jouent ici, le rôle de mur aquifère pour les circulations qui atteignent les sables de l'Astien sus-jacents.

Ces circulations peuvent être à l'origine de sources intermittentes en période de hautes eaux.

1.4.3 Observations hydrogéologiques de terrain au droit du site de Bellegarde 2 (au sein de l'Ecopôle environnemental multifilières de SITA FD)

Des zones d'humidité ponctuelles ou des lits saturés, se situant principalement dans les passages les plus sableux de l'Astien et au toit des marnes du Plaisancien (circulations probablement Ouest-Est, conditionnées par la morphologie du toit des marnes, qui a une vergence Est) ont pu être observées lors des terrassements de Bellegarde 2. Ces eaux sont piégées localement dans des interlits un peu plus silteux de la frange supérieure des marnes.

Suite à l'ouverture de fouille au droit de ces terrains, ces eaux s'essorent lentement avant de se tarir. Ce phénomène a été observé au droit des affleurements de la carrière Calcia en 1997 et du fond de forme du site de Bellegarde 2 en 2002/2003.

1.4.4 Contexte hydrologique de la zone d'étude

On recense à proximité de la zone d'étude :

- un canal de la BRL, situé à 200 m à l'Ouest, en amont topographique et hydrogéologique de la zone d'étude et orienté Nord-Sud, à une altitude d'environ 70 mètres NGF ;
- le Canal du Rhône à Sète, en aval topographique et hydrogéologique du site, orienté également Nord-Sud, est situé à 600 mètres à l'Est du site, à une altitude d'environ 2 mètres NGF ;
- le Petit Rhône, à 3,8 km au Sud-Est du site, en aval topographique et hydrogéologique du site, à une altitude inférieure à 1 mètre NGF.

Au droit du site, on note la présence d'un fossé de collecte des eaux (à sec lors de nos investigations). Une source est indiquée par la carte IGN au droit de la partie amont du site (source de la Serpe). Seule une zone en dépression présentant quelques végétaux caractéristiques de zones humides a été observée en 2011.

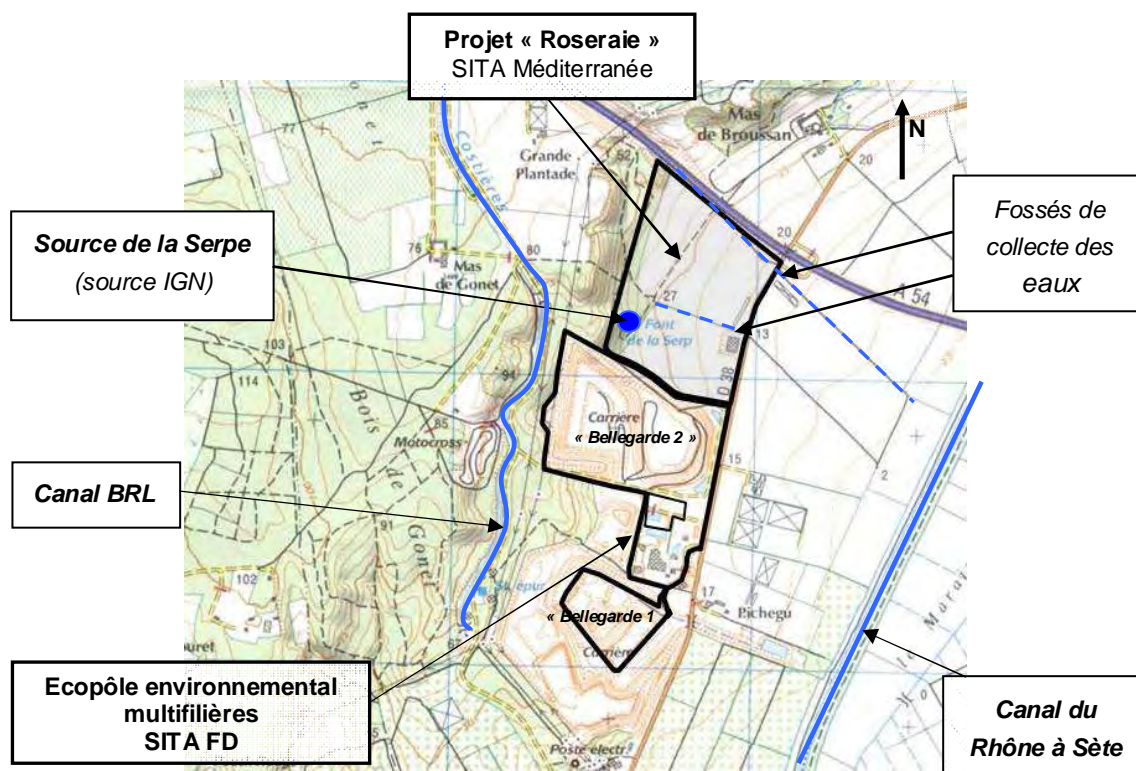


Figure 13 : Hydrologie de la zone d'étude (carte au 1/25000)

1.4.5 Captages AEP¹ de la zone d'étude

La carte des captages AEP les plus proches du site est présentée en **figure 14**.

D'après les données de l'ARS et de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, concernant l'alimentation en eau potable (cf. **annexe A.2 et figure 14**), il n'existe pas de captage AEP à proximité immédiate du site. La commune de Bellegarde est alimentée par des sources situées au Nord de l'agglomération, qui émergent des cailloutis plio-quadernaires à la faveur de l'affleurement des marnes (Mas Sauzette et Sources de la route de Redessan, à plus de 5 km au Nord-Est du site et en amont hydraulique).

L'alimentation de Saint Gilles est assurée par deux points de prélèvements : l'un au Sud-Ouest de l'agglomération (Route de Vauvert), l'autre au Nord-Est (Route de Bellegarde) à la sortie du village, à plus de 5 km du site.

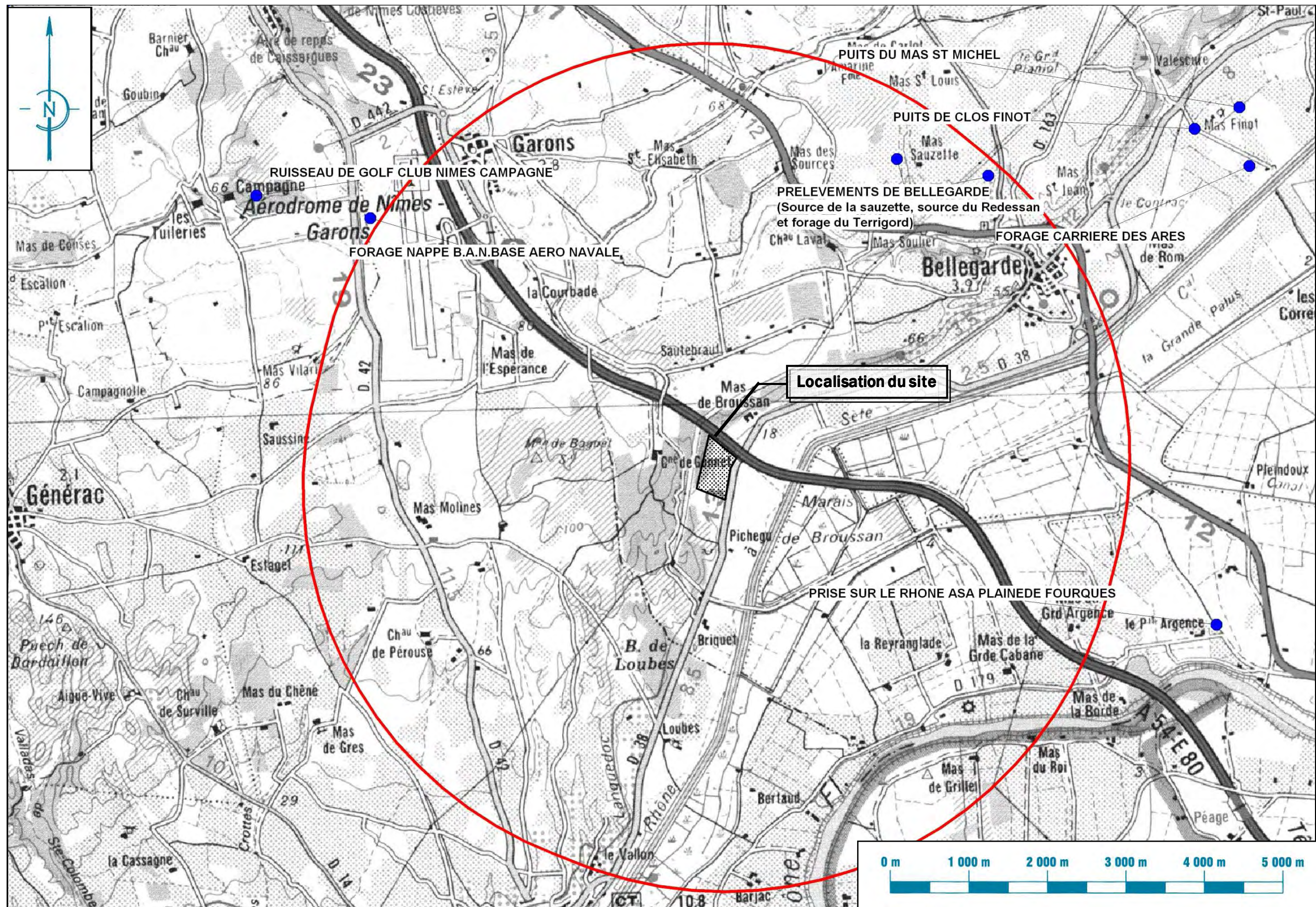
Compte tenu de l'absence de véritable aquifère au droit du site et de l'éloignement des captages AEP en présence (distances supérieures à 5 km), tout risque de contamination entre le site et ces installations est donc exclu.

Le tableau ci-dessous reprend les points d'eau recensés sur le site de l'agence de l'eau. Les données proviennent du fichier des volumes prélevés en 2009 dans le milieu naturel, déterminés dans le cadre du calcul de la redevance de prélèvement, par ouvrage de prélèvement et par usage de l'eau.

Commune	Libellé du point d'eau	Distance par rapport au site (km)
Bellegarde	Source la Sauzette	5.1
Bellegarde	Sources est et ouest – route de Redessan	5.3
Bellegarde	Prélèvement de Bellegarde	5.3
Garons	Forage nappe BAN (Base Aéro-Navale)	5.4
Saint-Gilles	Puits dans nappe Castagnottes	6

Tableau 1 : Liste des points d'eau recensés sur le site de l'AERMC dans un périmètre de 6 km autour du site

¹ AEP : Alimentation en Eau Potable



Source : Agence de l'Eau RMC – données 2009

(Données de l'ARS 2011 en annexe A.2)

CARTE IGN TOP 100 N°66
 ÉCHELLE : 1/50 000^{ème}

1.5 Connaissances actuelles au droit du site (issues de l'étude de qualification géologique et hydrogéologique de 2007)

Préambule :

En 2007, dans le cadre du projet d'extension du site de Bellegarde 2 (sur le site du projet « Roseraie » actuel), SITA FD fit appel à ARCADIS pour réaliser la qualification géologique et hydrogéologique. Le projet d'extension est aujourd'hui abandonné.

Les investigations (localisation précisée en **annexe B.1**) qui avaient été menées à l'époque en 2007 consistaient en :

1. Une cartographie de terrain afin de recueillir des informations visibles concernant la géologie, l'hydrologie et la topographie (cartographie des affleurements, identification et mesure des éléments structuraux, etc.) ;
2. 3 sondages carottés, réalisés au carottier Ø 116 mm, notés SC10, SC11, SC12 (coupes des sondages et photographies des carottes jointes en **annexe B.2**), descendus sous le fond de forme et les flancs du projet de l'époque ;
3. Analyse de 5 sondages carottés, réalisés pour le compte de société WIENERBERGER en février 2007, notés SC1 à SC5 (coupes des sondages jointes en **annexe B.3**) ;
4. 12 sondages destructifs, réalisés au tricône Ø 110 mm, notés SD20 à SD31 (coupes des sondages et enregistrement des paramètres présentés en **annexe B.2**), dont deux équipés en piézomètres (SD20 et SD27) ;
5. 1 sondage destructif, réalisé à la tarière Ø 90 mm, noté SD300 (coupe présentée en **annexe B.2**) ;
6. 40 essais d'eau de type Lugeon et 25 essais d'eau de type Lefranc afin de déterminer la perméabilité locale des terrains rencontrés (feuilles des essais d'eau fournies en **annexe B.4**),
7. 12 essais de laboratoire :
 - 6 essais de classification des matériaux selon le GTR, afin d'établir les caractéristiques granulométriques des terrains rencontrés (résultats du laboratoire en **annexe B.5**) ;
 - 9 essais de perméabilité sur bâti oedométrique afin d'estimer la perméabilité intrinsèque des matériaux et de corrélérer les valeurs obtenues sur site avec les mesures de perméabilité verticale en laboratoire (résultats des essais en **annexe B.6**).

Ces investigations ont fait l'objet du rapport ARCADIS référencé 51/03041/A01/NT/01/B - Centre de traitement et de stockage de déchets ultimes – Extension du site de Bellegarde 2 – Gard (30) – Qualification géologique et hydrogéologique de la zone « Roseraie » du 18 janvier 2008. Les synthèses et conclusions des investigations sont présentées ci-après

1.5.1 Lithologie et stratigraphie

Les sondages carottés et destructifs réalisés en 2007 au droit du fond de forme (fond et flancs) du projet d'extension ont permis de mettre en évidence les mêmes formations que celles rencontrées au droit des casiers de Bellegarde 2, à savoir de haut en bas, des sables argileux à argiles sableuses beiges de l'Astien et des marnes grises du Plaisancien sous-jacentes. Le substratum marneux a été recoupé à des profondeurs comparables à celles du site de Bellegarde 2. Avec ces résultats, le fond et une grande partie des flancs du casier retenu pour l'extension auraient été installés dans les marnes grises imperméables.

Remarque : les investigations de 2007 avaient été calées en fonction du projet d'extension défini par SITA FD (fond de forme à -20 m NGF). Le fond de forme retenu dans la présente étude 2011 est à environ -23 m NGF).

D'après les données bibliographiques collectées en 2007, l'épaisseur de l'encaissant constitué par les marnes du Plaisancien pourrait atteindre plusieurs centaines de mètres. En tout état de cause, les sondages réalisés dans le cadre de l'étude 2007 ont confirmé cette présence jusqu'à 40 mètres par endroit en dessous du fond de forme 2007.

Des alluvions sablo-graveleux, par ailleurs, ont été mises en évidence à l'Est du site, à l'extérieur de l'emprise du projet de casier retenu en 2007. Elles s'intercalent entre les sables argileux et argiles sableuses astiennes et les marnes, et se présentent sous la forme d'horizons plurimétriques qui se biseautent jusqu'à disparaître complètement en direction du projet.

1.5.2 Classification GTR des matériaux de la zone d'étude

Les résultats de 2007 ont mis en évidence la nature fine de l'ensemble des matériaux prélevés, que ce soit dans l'horizon des sables et argiles beiges de l'Astien ou dans les marnes grises du Plaisancien.

Les marnes grises sont globalement homogènes et ont une granulométrie très fine avec une fraction argileuse de l'ordre de 40%.

Cette identification GTR (classification A1 et A2 des marnes grises) a confirmé ce qui avait été établi lors des études précédentes, notamment celles préalables aux travaux du site de Bellegarde 2.

1.5.3 Perméabilité des formations

Les perméabilités in-situ, mises en évidence en 2007 au droit du site, étaient comprises :

- dans les sables et argiles beiges, entre $2.4.10^{-8}$ m/s et une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s (essais uniquement réalisés au droit du sondage SD31) ;

- dans les marnes grises, entre 9.10^{-8} m/s et une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s avec majoritairement des perméabilités inférieures à 5.10^{-9} m/s.

Ces résultats de 2007 ont permis de confirmer la très faible perméabilité à l'échelle mésoscopique, du substratum marneux constituant l'assise du casier.

Excepté quelques valeurs de perméabilité légèrement supérieures à 1.10^{-9} m/s, l'étude de 2007 a montré des résultats conformes aux études et différents essais et reconnaissances de site déjà réalisées sur le site de Bellegarde 2.

De plus, les essais in-situ réalisés ont confirmé les résultats de terrain (perméabilité de l'ordre de 5.10^{-9} m/s). Ces essais de laboratoire ont également mis en évidence le caractère gonflant des matériaux, confirmant la nature argileuse des marnes qui formeront l'encaissant du futur casier.

1.5.4 Piézométrie et écoulements souterrains

Le site d'étude se situe entre la nappe d'accompagnement du Rhône et la nappe perchée des Costières, sur un seuil hydrogéologique exondé. Lors des investigations de 2007, aucun aquifère constitué n'a été identifié dans l'emprise du projet. Seuls en limite Est, les piézomètres SD20 et SD27 ont intercepté la nappe d'accompagnement du Rhône, nappe dont le niveau piézométrique oscille entre +2.5 m NGF et -3.5 m NGF selon les saisons.

En 2007, il est donc apparu que les marnes du Plaisancien constituaient :

- un substratum imperméable présent sous l'ensemble du projet de fond de forme retenu à l'époque, à différentes profondeurs selon le niveau d'érosion anté-astienne dont il a été affecté ;
- un mur hydrogéologique pour les rares écoulements qui sont ponctuellement constatés à leur interface avec les sables de l'Astien.

Ces résultats ont confirmé et conforté les études réalisées antérieurement pour la qualification du site en cours d'exploitation par SITA FD, où seules quelques lentilles d'eau fossile, piégées dans des interlits silteux de la frange superficielle des marnes, qui s'essorent lentement avant de se tarir, ont été observées lors de l'ouverture des fouilles.

Le contexte hydrogéologique de la zone d'étude était donc très favorable à l'extension du casier de Bellegarde 2.

1.5.5 Etude de stabilité

En 2007, les calculs de stabilité pour l'ensemble des talus du projet d'extension (géométrie générale à 3H/2V avec des risbermes intermédiaires de 8 mètres de largeur situées tous les 10 mètres de hauteur) ont mis en évidence un coefficient de sécurité supérieur à 1.50, pour le talus Est et un coefficient de

sécurité supérieur à 1.50, pour le talus Ouest. Ces deux coefficients ont été considérés comme acceptables permettant d'assurer la stabilité à long terme de ces talus.

Concernant le risque de glissement superficiel (cercle de peau) au droit des bermes situées dans l'horizon des sables et argiles de l'Astien, les premiers calculs de stabilité ont mis en évidence un coefficient de sécurité pouvant être légèrement inférieur à 1,5.

Ces résultats ont confirmé les études réalisées antérieurement pour la qualification et la sécurisation des travaux du site en cours d'exploitation par SITA FD. Notons qu'en 2007, aucun désordre géotechnique n'avait été constaté depuis la création de la fouille du site de Bellegarde 2, ce qui confirmait par rétro-analyse la validité des calculs antérieurs et de fait le bien-fondé des hypothèses prises en 2007 pour les calculs associés au design de l'extension.

Ainsi, les calculs montraient là aussi que la géométrie envisagée pour ces parties d'ouvrage, permettaient d'assurer leur stabilité à long terme.

2 Description des investigations de 2011

Préambule :

Le contenu du programme d'investigations de qualification du projet de Pôle multifilières de la Roseaie, porté par SITA Méditerranée, a été défini en considérant les données issues du rapport d'avant projet technique (APT) réalisé par ARCADIS, référencé AFR-APT-FR010.01447-RPTA01-C01 du 02 août 2010. Ce rapport présentait deux hypothèses géométriques répondant à des objectifs différents :

- l'hypothèse 1 : avec comme objectif de concevoir une zone de stockage dont la majorité des déblais permettrait d'alimenter une briquetterie (projet situé de l'autre côté de la route départementale et porté par la société Wienerberger). Pour cette hypothèse, la cote de terrassement du fond de casier est située à une altitude comprise entre -20 et -23 m NGF.
- l'hypothèse 2 : avec comme objectif de concevoir un site sans le projet de briquetterie, pour lequel le bilan matériaux s'approche de la neutralité, c'est-à-dire que le volume de terrassement soit égal au volume de matériaux à utiliser dans le cadre de l'aménagement et l'exploitation du site. Pour cette hypothèse, la cote de terrassement du fond de casier est globalement située à une altitude comprise entre 4 et 10 m NGF.

Le programme des investigations avait été défini afin de qualifier les flancs et fonds de forme de ces deux hypothèses. Compte-tenu de la différence de géométrie entre les deux qui porte essentiellement sur la profondeur du fond de forme sans modifier l'emprise du projet, les investigations définies pour caractériser les fonds et flancs de l'hypothèse 1 sont toutes réutilisables pour caractériser le projet de l'hypothèse 2. Seuls 10 tests de perméabilité ont été ajoutés aux investigations pour parfaire la caractérisation de l'hypothèse 2.

Depuis le début des investigations, la réflexion s'est poursuivie au sein de l'équipe SITA Méditerranée et l'hypothèse 1 du rapport APT a finalement été retenue. Aussi, les résultats d'investigations seront utilisés dans la suite du présent rapport pour caractériser les flancs et fond de fouille associés à l'hypothèse 1 uniquement.

Le plan d'implantation des investigations réalisées est présenté en **figure 15**.

2.1 Objectifs de la mission

- *Lithologie et perméabilités*

Le contenu de cette campagne de reconnaissances a été déterminé afin de préciser la lithologie et les perméabilités des terrains qui pourront constituer l'assise potentielle de l'installation.

Les sondages ont été implantés de façon à obtenir un maillage statistique satisfaisant en fonction de la géométrie du casier et des sondages déjà réalisés en 2007.

Des essais de perméabilité à charge variable par injection, type Lefranc, ont été réalisés dans 7 ouvrages au droit des terrains situés sous les cotes du fond et des flancs du fond de forme, par tranches de sols de 1 m sur 5 m d'épaisseur.

- *Préservation des milieux*

Tous les forages situés à l'intérieur de l'emprise du projet ont été rebouchés soigneusement à l'aide d'un coulis de ciment très fluide, injecté par circulation inverse à partir du fond de forage. L'injection a été poursuivie pour chaque forage, jusqu'à remontée complète du coulis au niveau du terrain naturel, puis réinjection du même coulis fluide *per descensum*, une fois le coulis initial mis en place (léger tassement de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres dans les premières heures de séchage) permettant ainsi de s'assurer du parfait colmatage des trous de forage sur la totalité de leur longueur.

2.2 Programme des reconnaissances

Comme explicité ci-avant, le programme des investigations a été élaboré en fonction des deux hypothèses géométriques de casier étudiées dans l'APT. Il a été défini conformément à la réglementation et aux bonnes pratiques en matière d'étude d'impact géologique et hydrogéologique (guide AFNOR BP X 30-438).

Rappel : le projet d'extension de l'exploitation de SITA FD étudié en 2007 au droit du même site prenait en compte un fond de casier à une cote minimale approximative de - 20 m NGF. Autant que possible, ces données seront réutilisées pour la caractérisation des fond et flancs de l'hypothèse 1 (lorsque les profondeurs d'investigations conviennent).

Remarque : les investigations réalisées ont également pris en compte des demandes spécifiques de WIENERBERGER modifiant pour certains sondages la nature ou la profondeur initialement prévue.

2.2.1 Investigations

Les investigations réalisées sont reprises dans le **tableau 2** ci-après. Leur localisation est précisée en **figure 15**. Le de casier et les sondages réalisés en 2007 apparaissent également sur ce plan des investigations.

Les investigations se sont déroulées du 30 mai au 29 juillet 2011, elles ont été les suivantes :

- 7 sondages destructifs, au tricône $\varnothing 82.5$ mm, avec enregistrement de paramètres de foration, menés entre 14 et 51 m de profondeur ;

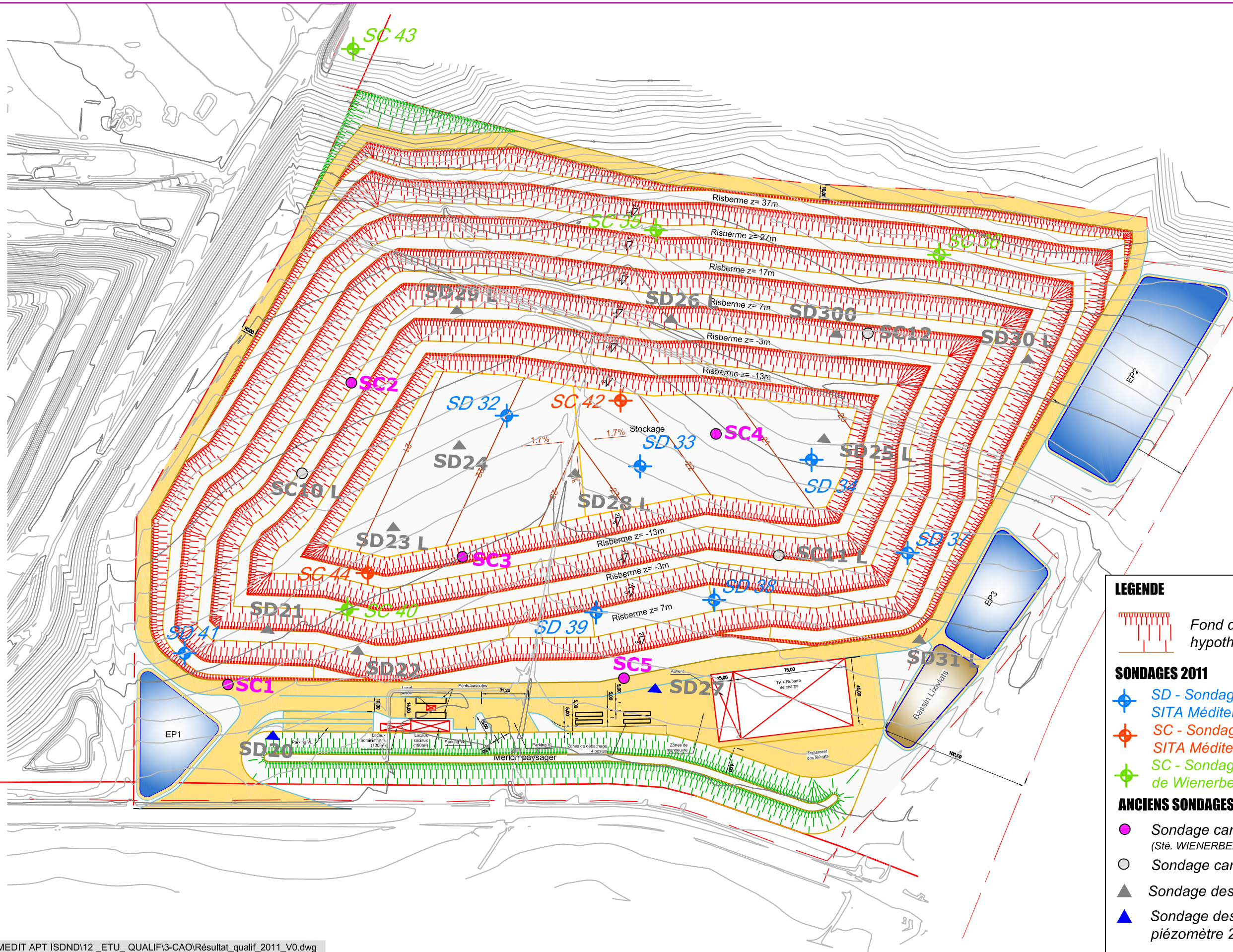
- 5 sondages carottés, ø 116 mm, menés entre 33 m et 60 m de profondeur. SC35, SC36 et SC40, initialement prévus en destructifs, ont été réalisés en carotté à la demande de Wienerberger.
- Par ailleurs, un 13^{ième} sondage (SC44) a été rajouté au cours des investigations afin de compléter les informations. Il a été réalisé en forage mort puis en carotté.

Les coupes des sondages sont présentées en **annexe C.1**.

Les pourcentages de récupération des carottes ont été mesurés et reportés sur les coupes afin de rechercher les éléments de corrélation géologique et stratigraphique éventuellement présents dans les formations traversées.

Des photographies des carottes sont également jointes en **annexe C.2**.

Pour les sondages destructifs, les coupes et enregistrements de paramètres sont présentés en **annexe C.1**.



LEGENDE

Fond de forme hypothèse 1 APT 2010

SONDAGES 2011

- SD - Sondages destructifs SITA Méditerranée
- SC - Sondage carotté SITA Méditerranée
- SC - Sondages carottés à la demande de Wienerberger

ANCIENS SONDAGES

- Sondage carotté janvier 2007 (Sté. WIENERBERGER)
- Sondage carotté 2007 (Sté SITA FD)
- Sondage destructif 2007 (Sté SITA FD)
- Sondage destructif équipé de piézomètre 2007 (Sté Sita FD)

J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg

Nom du sondage	Type	Diamètre de foration (mm)	Altitude du TN au droit de l'ouvrage (m NGF)	Profondeur de l'ouvrage / TN (m)	Cote (m NGF) du fond de l'ouvrage	Altitude potentielle du projet (m NGF)	Objectif de caractérisation	Profondeur (m) du fond de l'ouvrage / projet	Nombre d'essais réalisés	Remarque
SD32	destructif	82.5	23	50	-27	-22	/ fond de forme	5	5	
SD33	destructif	82.5	22	50	-28	-23	/ fond de forme	5	5	
SD34	destructif	140	25	51	-26	-21	/ fond de forme	5	5	
SC35	carotté	116	34	54	-20	27	/ flanc	47	5	Carotté et prolongé à la demande de Wienerberger
SC36	carotté	116	37	60	-23	27	/ flanc	50		Carotté et prolongé à la demande de Wienerberger
SD37	destructif	82.5	22	25	-3	7	/ flanc	10		
SD38	destructif	82.5	19	29	-10	7	/ flanc	17	5	
SD39	destructif	82.5	18	26	-8	7	/ flanc	15		
SC40	carotté	116	20	33	-13	-3	/ flanc	10	5	Carotté à la demande de Wienerberger
SD41	destructif	140	21	14	7	17	/ flanc	10		
SC42	carotté	116	23.5	55	-31.5	-22	/ fond de forme	9.5	5	
SC43	carotté	116	66	60	6	-	En dehors du projet	-		Réalisé exclusivement pour Wienerberger
SC44	Destructif + carotté	82.5 116	20.5	20 + 25	-24.5	-13	/ flanc	11.5		Ajouté au vu des constats de terrain

Tableau 2 : Tableau des investigations réalisées lors de la campagne de 2011 et leurs principales caractéristiques

2.2.2 Objectif des investigations

Le projet prend en compte un fond de casier localisé à une cote approximative de -23 m NGF.

Les investigations réalisées permettent une caractérisation du fond et des flancs de forme de la façon suivante :

- **3 sondages destructifs pour la caractérisation du fond de forme : SD32, SD33 et SD34**

Ces sondages atteignent 5 m de profondeur sous la cote d'exploitation prévisionnelle, et permettent d'établir la coupe lithologique des terrains au droit du fond de forme potentiel de l'installation, à partir des paramètres de foration enregistrés et des échantillons récupérés.

- **4 sondages destructifs pour la caractérisation des flancs : SD37, SD38, SD39 et SD41**

Ces sondages de 10 m minimum de profondeur sous la cote d'exploitation prévisionnelle, permettent d'établir la coupe lithologique des terrains au droit des flancs potentiels de l'installation, à partir des paramètres de foration enregistrés et des échantillons récupérés.

- **1 sondage carotté pour une caractérisation détaillée des terrains traversés au droit du fond de forme : SC42**

Le sondage atteint 10 m de profondeur sous la cote prévisionnelle du fond de forme.

- **4 sondages carottés pour une caractérisation détaillée des terrains traversés au droit des flancs : SC35, SC36, SC40 et SC44**

Les sondages atteignent au moins 10 m de profondeur sous la cote prévisionnelle (certains ont été prolongés à la demande de Wienerberger).

Le sondage SC44 a été réalisé suite aux observations de terrain faites notamment au droit de SC40. Ce sondage a été réalisé en destructif sur 20 m (forage mort) et en carotté sur 25 m.

2.2.3 Rappel des données de 2007 et réutilisation possible

Le tableau suivant rappelle les investigations antérieures qui apporteront des éléments complémentaires pour l'interprétation du nouveau projet au vu de leur profondeur et de leur localisation.

Nom du sondage	Altitude du TN au droit de l'ouvrage (m NGF)	Profondeur de l'ouvrage / TN (m)	Cote (m NGF) du fond de l'ouvrage	Altitude potentielle du projet (m NGF)	Profondeur du fond de l'ouvrage / projet (m)	Réutilisation possible
SC1	19.3	50.2	-30.9	+17	47.9	flanc
SC3	19.8	91	-71.2	-13	58.2	géologie au droit du fond de forme
SC4	24.5	54	-29.5	-21.5	8	géologie au droit du fond de forme
SC5	16.7	50	-33.3	-	-	flanc
SC11	20.8	70.5	-49.7	-3	46.7	géologie au droit d'un flanc tests de perméabilité
SC10	24	74	-50	-3	47	géologie au droit d'un flanc tests de perméabilité
SC12	31.9	16.7	15.2	5	-	géologie dans le casier
SD20	16.7	30	-13.3	-	-	flanc
SD22	18.9	35	-16.1	+7	23.1	géologie au droit d'un flanc biseau graveleux
SD24	22.7	51.3	-28.6	-22	6.6	géologie au droit du fond de forme
SD25	26.2	46	-19.8	-20.3	0.5	géologie dans le casier au droit du fond de forme
SD27	16.5	30.5	-13.6	-	-	flanc
SD28	21	51.5	-30.5	-23	7.5	géologie au droit du fond de forme tests de perméabilité
SD29	27.2	17	10.2	-3	13.2	terrains excavés
SD300	31.8	30.3	+1.5	+2	-	géologie dans le casier au droit d'un flanc tests de perméabilité

Tableau 3 : Investigations antérieures réutilisables

3 Résultats des investigations 2011

3.1 Sondages

3.1.1 Levé des cuttings de sondages destructifs

Les cuttings issus de la foration des sondages destructifs ont été récupérés par passes de 5 mètres dans les horizons homogènes, et à chaque changement de faciès. Ces échantillons de sols ont permis d'identifier la nature et la couleur des matériaux (beige ou grise selon les terrains) et d'avoir un aperçu de la granulométrie de ces derniers.

A noter que l'usage de l'eau comme fluide de foration n'a permis de récupérer que des échantillons partiels, les particules les plus fines ayant été « lavées » lors de la foration. Par conséquent, il a été difficile d'estimer avec précision la proportion de sables et d'argiles dans les échantillons prélevés en sondages destructifs, particulièrement dans les terrains sus-jacents de l'Astien.

3.1.2 Interprétation des paramètres d'enregistrement des sondages destructifs

Les paramètres d'enregistrement des sondages destructifs ont été les suivants :

- Vitesse instantanée d'avancement ;
- Pression d'injection ;
- Couple de rotation.

Les vitesses instantanées d'avancement, corrélées avec la nature lithologique des terrains et les caractéristiques des cuttings, a permis de mettre en évidence les différents horizons suivants :

- **Sables argileux et argiles sableuses beiges de l'Astien** : la vitesse minimale observée dans ces terrains est de 30 m/h, des pics à 400 m/h ont également été mis en évidence dans les passages les plus sableux ;
- **Sables et graves alluvionnaires** : seul le sondage carotté SC40 ayant recoupé cette formation, elle n'a pas fait l'objet d'enregistrement de paramètres ;
- **Marnes grises** : la vitesse d'avancement de ces terrains est comprise entre 40 et 60 m/h.

Remarque : Les vitesses d'avancement observées lors des investigations de 2011 sont légèrement supérieures à celles de 2007, essentiellement dû au type de foreuse utilisée, à l'outil, à l'enregistreur de paramètres, ainsi qu'aux incertitudes associées à ces mesures.

3.1.3 Coupes interprétatives des sondages

Pour les sondages carottés, les coupes ont été réalisées à partir du levé des carottes.

Pour les sondages destructifs, les coupes ont été réalisées à partir des informations collectées par les sondeurs lors de la foration, des observations de terrains, des échantillons de cuttings et de l'enregistrement des paramètres de sondages.

L'ensemble des coupes des sondages ainsi que les photographies des sondages carottés et l'enregistrement des paramètres de sondages destructifs sont présentés en **annexes C.1 et C.2**.

3.1.4 Synthèse

Les sondages carottés et destructifs ont permis de mettre en évidence la présence des terrains suivants de haut en bas :

- des sables argileux et argiles sableuses beiges attribués à l'Astien ;
- des alluvions de la plaine de Camargue composées de sables et graves (au droit du sondage SC40) ;
- des marnes grises attribuées au Plaisancien.

Les profondeurs et cotes NGF des différents niveaux géologiques sont présentées dans le tableau ci-après :

Nom du sondage	Altitude du TN au droit de l'ouvrage m NGF	Sables et argiles de l'Astien (m)	Profondeur des sables et graves (m)	Profondeur des marnes (m)	Altitude du toit des marnes (m NGF)	Profondeur de l'ouvrage /TN
SD32	23	De 0 à 9	nr	9	14	50
SD33	22	De 0 à 15	nr	15	7	50
SD34	25	De 0 à 15	nr	15	10	51
SC35	34	De 0 à 7	nr	7	27	54
SC36	37	De 0 à 6.3	nr	6.3	30.7	60
SD37	22	De 0 à 10.8	nr	10.8	11.2	25
SD38	19	De 0 à 27.1	nr	27.1	-8.1	29
SD39	18	De 0 à 22.6	nr	22.6	-4.6	26
SC40	20	De 0 à 17.3	De 25.7 à 33	De 17.3 à 25.7 (bloc marneux ?)	nr	33
SD41	21	De 0 à 16.3	nr	16.3	4.7	17
SC42	23.5	De 0 à 5.6	nr	5.6	17.9	55
SC44	20.5	De 0 à 21	nr	21	-0.5	45

nr : non rencontré

Tableau 4 : Synthèse des profondeurs des horizons rencontrés

3.1.4.1 Les sables argileux et argiles sableuses beiges de l'Astien

Cette formation représente l'ensemble des terrains de couverture du site, sur une épaisseur variant entre 10 et 27 m à l'Est et d'environ 7 m à l'Ouest (cf. plan d'implantation des sondages présenté **figures 15**).

Les matériaux constitutifs de ce niveau géologique sont des sables et silts beiges associés à une matrice limono-argileuse. On retrouve localement des cailloutis calcaires bréchiqes dans cette formation remaniée de piémont.

La proportion d'argile de ces matériaux est variable, fonction de la granulométrie des matériaux constitutifs qui varient des argiles aux sables grossiers et localement aux graviers.

Les niveaux plus sableux sont mis en évidence lors de la foration par des vitesses d'avancement plus importantes.

3.1.4.2 Les sables et graves

Des terrains initialement attribués au Quaternaire ont été mis en évidence au Sud-Est du site au droit du sondage SC40 exclusivement à partir de 25.7 m de profondeur, à la cote de -5.7 m NGF. Ces terrains sont constitués de sables et de galets.

Lors des investigations de 2007, cette formation avait été observée à des cotes comprises entre 3 m NGF et -15 m NGF au droit de SD20 et entre 0 et -20 m NGF au droit de SD27. Ce niveau avait également été identifié au droit du sondage SD22 à une cote comprise entre 0 et -3 m NGF.

Alors qu'en 2007, l'interprétation plaçait cette formation entre les sables et les marnes, elle a été observée cette fois-ci au sein des marnes grises au droit du SC40. Au vu de cette observation, un sondage complémentaire SC44 a été réalisé. Elle n'a pas été recoupée au droit de ce dernier. Il semble donc qu'on soit ici en présence d'un paléorelief de marne le long duquel les sédimentations aptiennes sont venues buter et générer des biseaux sédimentaires d'orientation N/S. De tels reliefs marins peuvent vraisemblablement expliquer la présence d'un bloc marneux gris au dessus du toit des marnes plaisanciennes, au sein de la formation quaternaire.

3.1.4.3 Les marnes grises du Plaisancien

Cette formation est constituée de marnes grises indurées, peu plastiques lorsqu'elles sont hors d'eau et se présentant comme une alternance de lits argileux et de lits plus silteux centimétriques à décimétriques, témoignage d'une sédimentation rythmique. Localement, le sommet de la formation est caractérisé par des marnes beiges surmontant ces marnes grises.

Enfin, sur des épaisseurs pluricentimétriques, des niveaux argileux imprégnés d'eau par les forages, apparaissent plus plastiques.

Concernant la géométrie du toit des marnes, importante dans le travail de conception du casier notamment le calage vertical et la profondeur à atteindre pour que les conditions d'assise du projet soient à minima conformes aux prescriptions de l'arrêté ministériel de septembre 1997 modifié, on notera que le substratum marneux d'âge Pliocène plonge vers l'Est au droit du site, avec une pente moyenne de l'ordre

de 14%. Le plongement de ces terrains apparaît plus important au Nord du site, avec toujours une vergence Est, pentée de 22%.

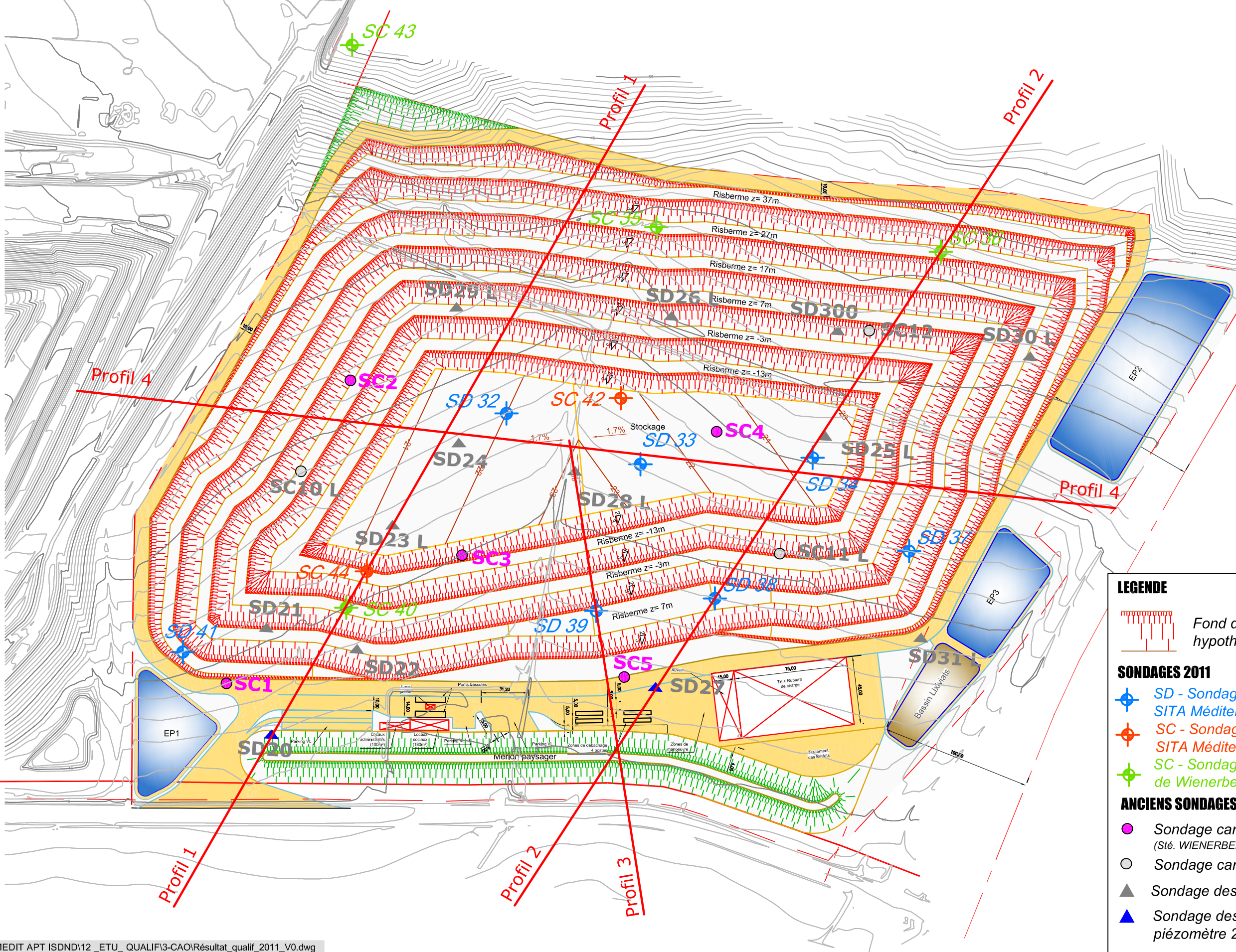
Les sondages carottés et destructifs réalisés en 2011 complètent et confirment les observations faites lors des investigations de 2007 ; l'ensemble de ces investigations met en évidence les mêmes formations que celles rencontrées au droit des casiers de Bellegarde 2, à savoir, de haut en bas, des sables argileux à argiles sableuses beiges de l'Astien et des marnes grises du Plaisancien sous-jacentes. Ces reconnaissances détaillées et de forte densité ont permis de caler le projet tant verticalement qu'horizontalement de telle sorte que le fond de casier et une grande partie des flancs soient installés au sein de la formation des marnes grises du Plaisancien, formation qui a déjà démontré son caractère imperméable remarquable, et qui a été à nouveau mesuré et reconnu ici.

On note, qu'aux vu des sondages de grande profondeur recensés à la banque du sous-sol (BSS) dans le secteur d'étude, l'épaisseur de cet encaissant au droit du site pourrait atteindre plusieurs centaines de mètres (plus de 600 mètres au droit de la commune de Générac – cf. chapitre 1.3.1), ce qui constitue un élément de protection de l'environnement de très grande qualité pour un casier de stockage de déchets.

Enfin, pour le flanc sud-est, le biseau graveleux mis en évidence lors des investigations de 2007 à l'Est, a été délimité plus précisément en 2011 grâce aux nouvelles investigations. Compte tenu de sa position en flanc de casier, et malgré la forte pente des flancs, il paraît judicieux d'envisager la réalisation de mesures correctives permettant d'obtenir lorsqu'il sera en position proche du casier, une sécurité accrue du point de vue des perméabilités de cet horizon.

Quatre coupes géologiques interprétatives de la zone d'étude (localisées sur la **figure 16**) sont présentées en **figures 17, 18, 19 et 20**.

Une carte interprétative du toit des marnes grises est présentée en **figure 21**.



LEGENDE

Fond de forme hypothèse 1 APT 2010

SONDAGES 2011

- SD - Sondages destructifs SITA Méditerranée
- SC - Sondage carotté SITA Méditerranée
- SC - Sondages carottés à la demande de Wienerberger

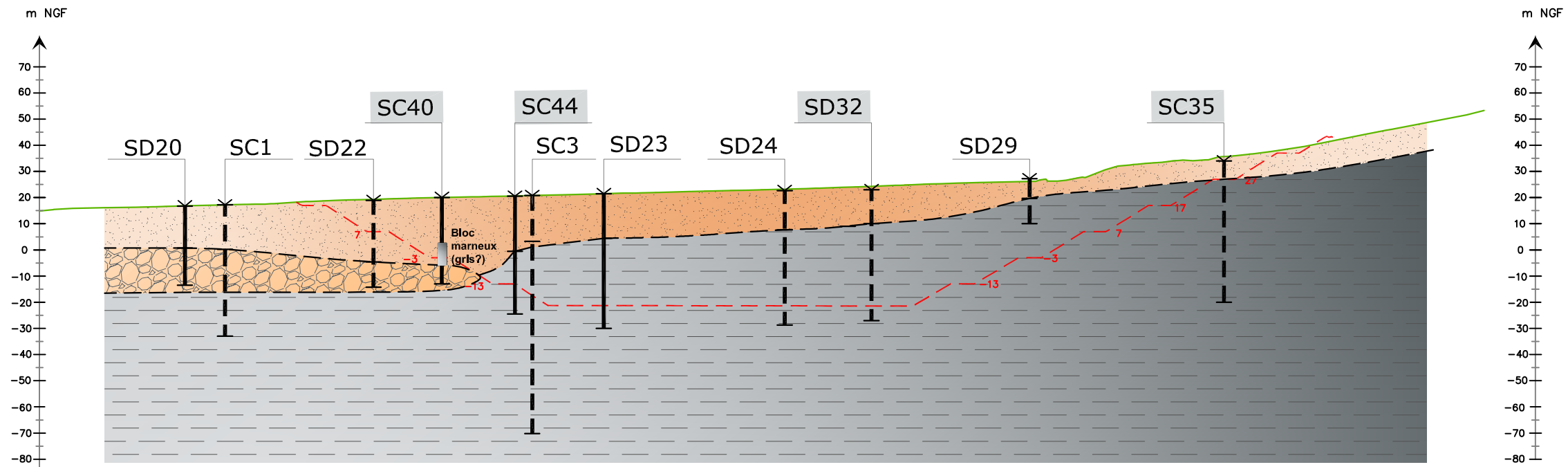
ANCIENS SONDAGES

- Sondage carotté janvier 2007 (Sté. WIENERBERGER)
- Sondage carotté 2007 (Sté SITA FD)
- Sondage destructif 2007 (Sté SITA FD)
- Sondage destructif équipé de piézomètre 2007 (Sté Sita FD)

J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg

SE

NW



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011		Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges		Sondage projeté
	Sables et gravés		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)

J:\5151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

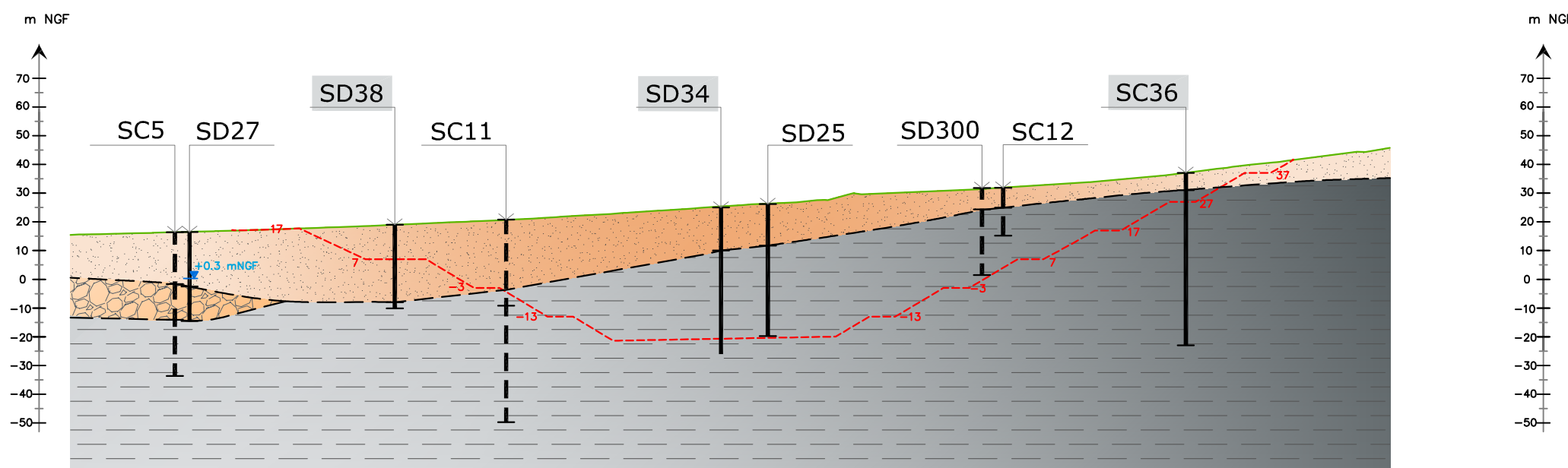
Figure 17 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 1

Echelle: 1/2000



SE

NW



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011		Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges		Sondage projeté
	Sables et graves		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)
	Niveau piézométrique		

J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

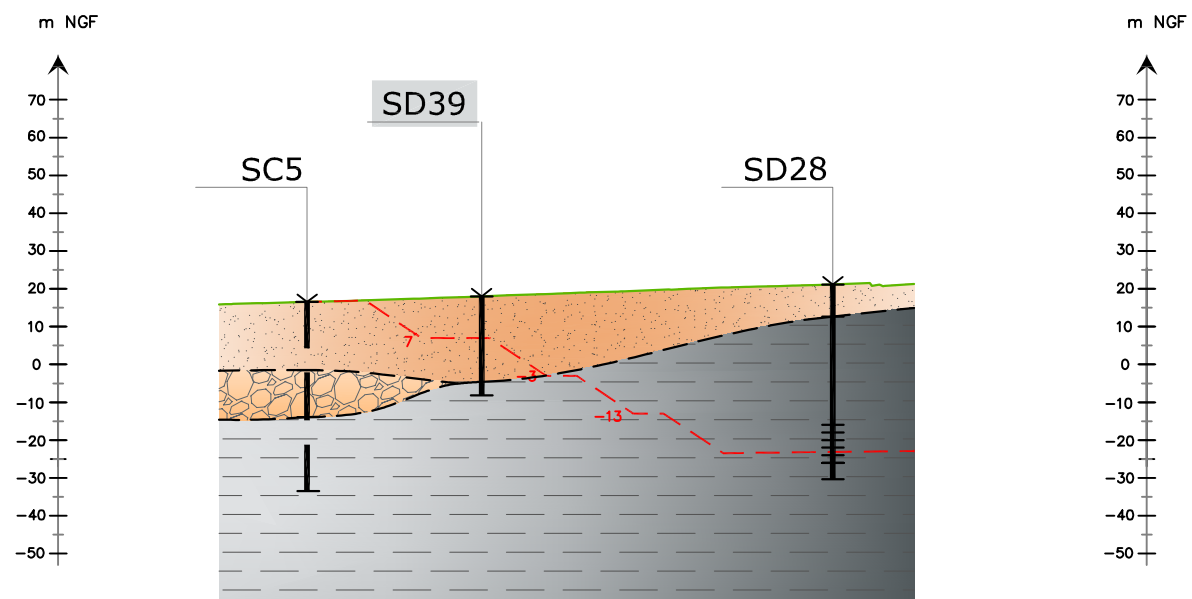
Figure 18 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 2

Echelle: 1/2000



NE

SW



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011		Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges		Sondage projeté
	Sables et graves		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)

J:\5151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

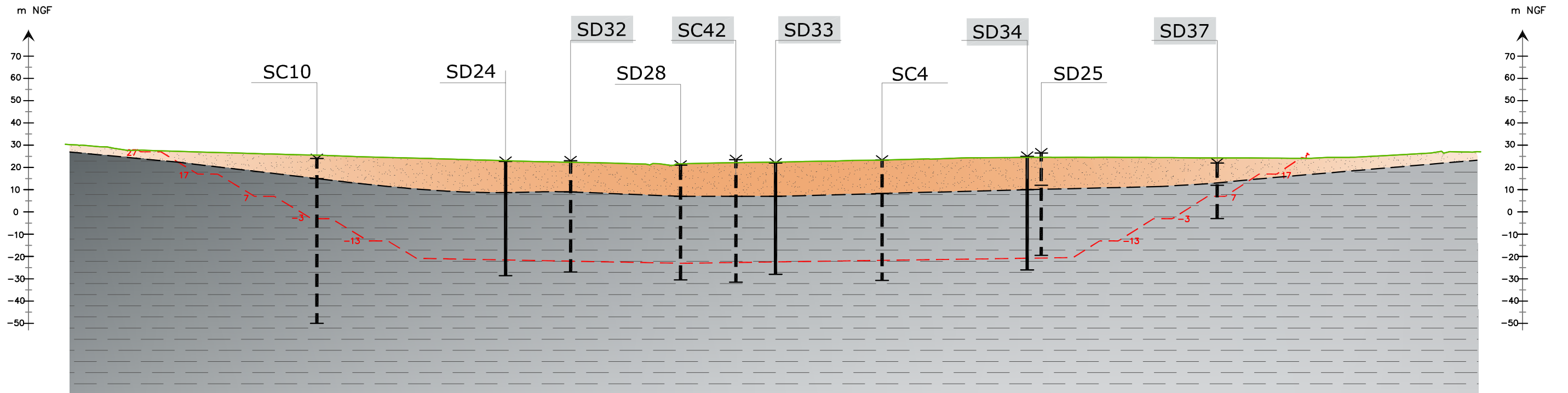
Figure 19 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 3

Echelle: 1/2000



S

N



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011		Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges		Sondage projeté
	Sables et gravés		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)

J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAOI\Résultat_qualif_2011_V0.dwg

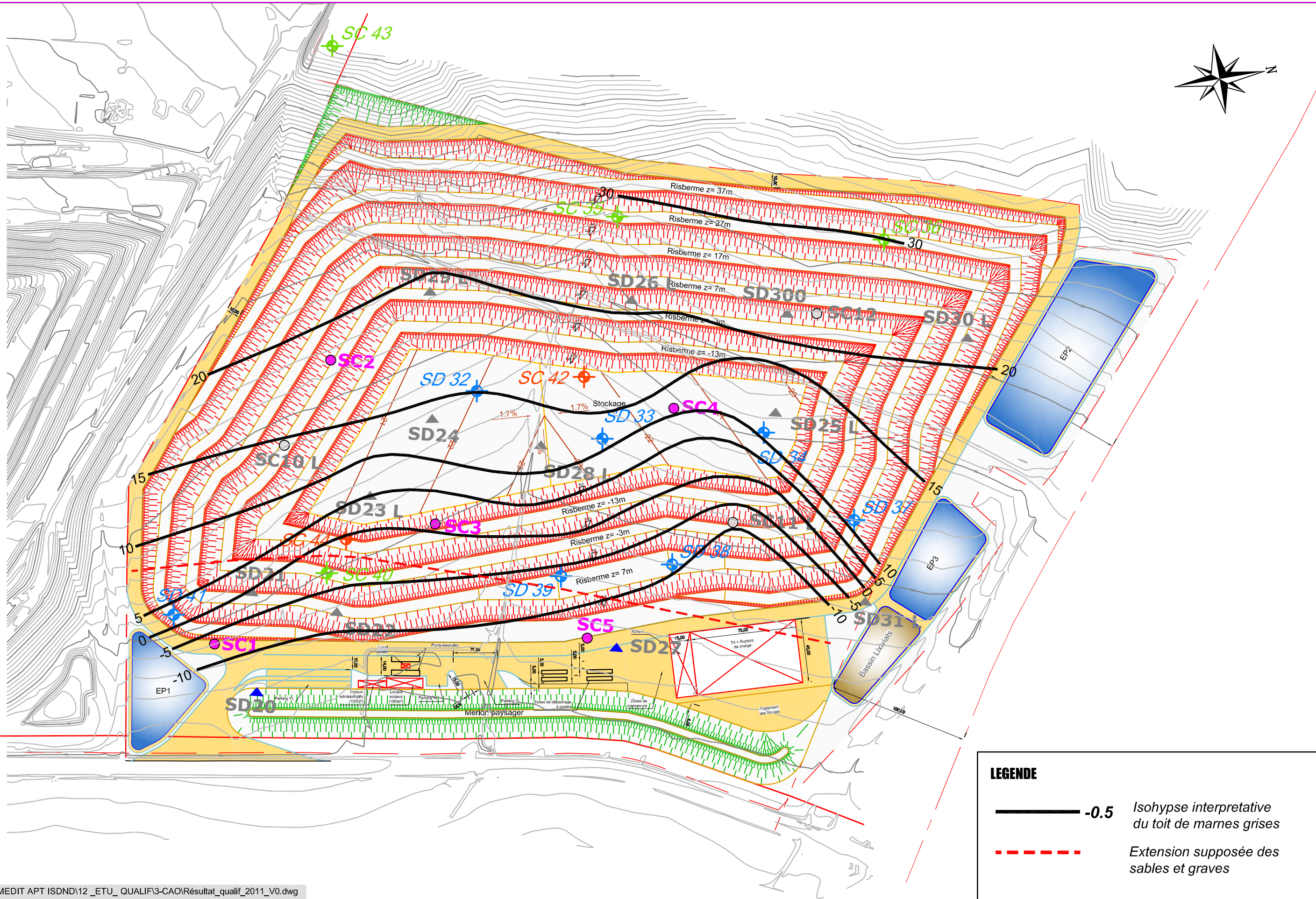


DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Figure 20 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 4

Echelle: 1/2000





J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Figure 21:
CARTE INTERPRETATIVE
DE TOIT DES MARNES GRISES

Echelle: 1/2500

3.2 Détermination de la perméabilité des terrains

Dans le contexte à la fois sédimentaire (alluvions astiennes) et rocheux ou semi-rocheux (marnes plaisanciennes), le choix du type d'essais à mettre en œuvre était délicat. Des essais à charge variable par injection ont finalement été réalisés.

La méthodologie suivie pour la réalisation de ces essais a été la suivante :

- Création de la cavité de l'essai via un packer à l'avancement du forage
- Saturation pendant au moins une heure des terrains
- Suivi de la descente via un tube de mesure gradué pendant une heure.

Remarque : du fait, entre autres, de la durée de saturation et de la durée de l'essai, cette méthodologie diffère de celle de la norme NF X 30-423 (détermination du coefficient de perméabilité d'un terrain par essai à charge variable en forage ouvert). La méthodologie et l'interprétation des résultats qui en découlent s'apparentent plus à un essai de type Lefranc à charge variable par injection dans des sols secs (communément appelé essai Nasberg).

Les feuilles de calcul des essais d'eau sont jointes en **annexe C.3**.

Les essais ont été réalisés à l'avancement, en testant des tranches de terrain de 1 mètre de hauteur. Le programme d'essais d'eau a été défini en considérant l'implantation prévisionnelle du fond de forme pour chacune des hypothèses¹ afin de caractériser les terrains situés 5 mètres en dessous du fond de forme.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des essais d'eau réalisés au droit du site :

Nom du sondage	Altitude du TN au droit de l'ouvrage (m NGF)	Altitude potentielle du projet (m NGF) (hypothèse 1)	Nombre d'essais	Cotes (m NFG)		Profondeurs (m/TN)	
				de	à	de	à
SD32	23	-22	5	-22	-27	45	50
				6	1	17	22
SD33	22	-23	5	-23	-28	45	50
SD34	25	-21	5	-21	-26	46	51
SC35	34	27	5	27	22	7	12
SD38	19	7	5	7	2	12	17
SC40	20	-3	5	-3	-8	23	28
				7	2	13	18
SC42	23	-22	5	-22	-27	45	50

Surlignés en gris, les essais initialement prévus pour la caractérisation du projet de l'hypothèse 2

Tableau 5 : Cote des essais d'eau réalisés au droit du site en 2011

¹ Hypothèses 1 et 2 – cf. chapitre 2

Les essais ont été réalisés à charge variable. La vitesse de descente du niveau d'eau enregistré lors de ces essais était très faible, mettant en évidence des perméabilités, dans la plupart des cas, inférieures à 1.10^{-9} m/s.

Nom du sondage	Altitude du TN au droit de l'ouvrage (m NGF)	Altitude potentielle du projet (m NGF)	Profondeur de la poche testée (m/TN)		Cote altimétrique de la poche testée en m NGF		Nature lithologique du terrain testé	Perméabilité équivalente déterminée (m/s)
			de	à	de	à		
SD32	23	-22	17	18	6	5	Marnes grises	<10 ⁻⁹
			18	19	5	4		<10 ⁻⁹
			19	20	4	3		<10 ⁻⁹
			20	21	3	2		<10 ⁻⁹
			21	22	2	1		<10 ⁻⁹
			45	46	-22	-23		<10 ⁻⁹
			46	47	-23	-24		<10 ⁻⁹
			47	48	-24	-25		<10 ⁻⁹
			48	49	-25	-26		<10 ⁻⁹
			49	50	-26	-27		<10 ⁻⁹
SD33	22	-23	45	46	-23	-24	Marnes grises	<10 ⁻⁹
			46	47	-24	-25		<10 ⁻⁹
			47	48	-25	-26		<10 ⁻⁹
			48	49	-26	-27		<10 ⁻⁹
			49	50	-27	-28		<10 ⁻⁹
SD34	25	-21	46	47	-21	-22	Marnes grises	<10 ⁻⁹
			47	48	-22	-23		<10 ⁻⁹
			48	49	-23	-24		<10 ⁻⁹
			49	50	-24	-25		<10 ⁻⁹
			50	51	-25	-26		<10 ⁻⁹
SC35	34	27	7	8	27	26	Marnes grises argilo-silteuses	<10 ⁻⁹
			8	9	26	25		<10 ⁻⁹
			9	10	25	24		<10 ⁻⁹
			10	11	24	23		<10 ⁻⁹
			11	12	23	22		<10 ⁻⁹
SD38	19	7	12	13	7	6	Alternance d'argile sableuse et de passées sableuses	4. 10 ⁻⁸
			13	14	6	5		3. 10 ⁻⁸
			14	15	5	4		3. 10 ⁻⁸
			15	16	4	3		4. 10 ⁻⁸
			16	17	3	2		2. 10 ⁻⁸

Nom du sondage	Altitude du TN au droit de l'ouvrage (m NGF)	Altitude potentielle du projet (m NGF)	Profondeur de la poche testée (m/TN)		Cote altimétrique de la poche testée en m NGF		Nature lithologique du terrain testé	Perméabilité équivalente déterminée (m/s)	
			de	à	de	à			
SC40	20	-3	13	14	7	6	Marnes beiges jaunâtres à passées sableuses	<10 ⁻⁹	
			14	15	6	5		<10 ⁻⁹	
			15	16	5	4		<10 ⁻⁹	
			16	17	4	3		<10 ⁻⁹	
			17	18	3	2		<10 ⁻⁹	
			23	24	-3	-4	Marnes grises argilo-silteuses	<10 ⁻⁹	
			24	25	-4	-5		<10 ⁻⁹	
			25	26	-5	-6		<10 ⁻⁹	
				26	27	-6	-7	Passage des marnes grises argilo-silteuses aux sables	3. 10 ⁻⁹
				27	28	-7	-8	Sables fins et galets	5. 10 ⁻⁹
SC42	23	-22	45	46	-22	-23	Marnes grises argilo-silteuses	<10 ⁻⁹	
			46	47	-23	-24		<10 ⁻⁹	
			47	48	-24	-25		<10 ⁻⁹	
			48	49	-25	-26		<10 ⁻⁹	
			49	50	-26	-27		<10 ⁻⁹	

Surligné en gris, les essais initialement prévus pour la caractérisation du projet de l'hypothèse 2

Tableau 6 : Synthèse des résultats des essais de perméabilité in-situ 2011

Perméabilité des terrains par rapport au projet de fond de forme :

Les coupes synthétiques présentées en **figures 22, 23, 24 et 25** présentent la localisation des essais d'eau réalisés lors de la campagne de sondages par rapport au plan de projet ainsi que les résultats de perméabilité.

Les perméabilités in-situ, dans les terrains testés, sont :

- dans les sables et argiles beiges, comprises entre 2 et 4.10⁻⁸ m/s ;
- dans les marnes grises, inférieures à 1.10⁻⁹ m/s ;
- légèrement supérieures à 1.10⁻⁹ m/s à l'interface des marnes grises et des sables et galets (du Quaternaire) observés au droit de SC40.

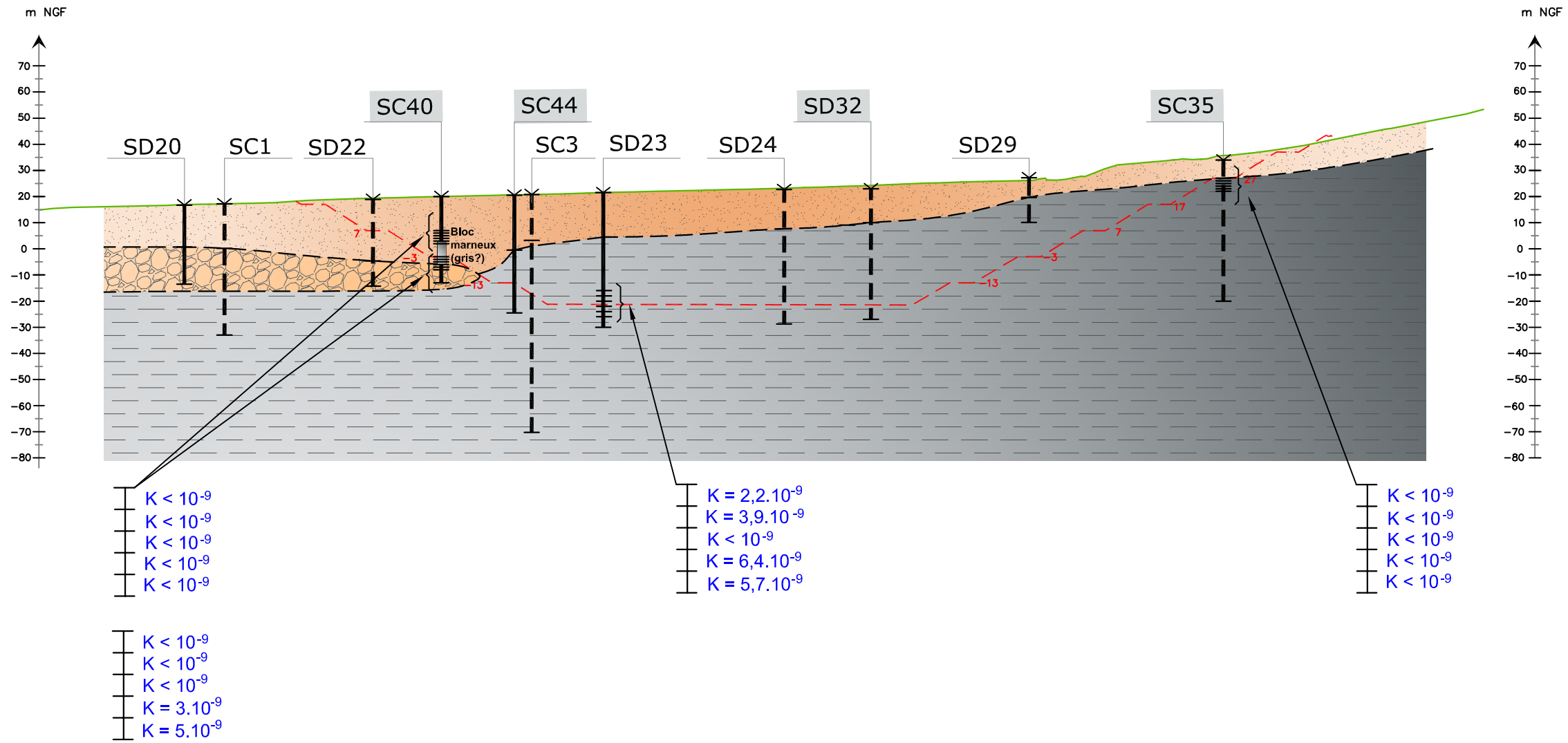
Ces valeurs sont comparables aux perméabilités qui avaient été mesurées en 2007. Il ressort de ces campagnes de mesures in situ, que les assises marneuses du site présentent une très faible perméabilité à l'échelle mésoscopique, à l'image de l'assise des casiers de Bellegarde 1 et 2, confirmant ainsi le caractère confinant et de fait sécurisant de cet encaissant, vis-à-vis du projet, puisqu'il en constituera l'assise du fond de forme, et d'une grande partie des flancs.

Au droit du sondage SC40 dans la formation de sables et galets rencontrée à partir de 25.8 m de profondeur dont le mur n'a pas été recoupé, les perméabilités mises en évidence sont légèrement supérieures à 1.10^{-9} m/s. compte-tenu de la nature de cette formation, des perméabilités plus élevées peuvent être attendues. Aussi, localement (flanc Sud-Est), des aménagements complémentaires pourraient se révéler nécessaires par reconstitution très localisée de la barrière passive par exemple.

Dans tous les cas, ces mesures seront complétées au moment de l'ouverture des terrassements de pleine masse, par des essais de perméabilité, dont le type normalisé et le maillage seront définis. Ces essais seront réalisés en fond de forme et sur les risbermes, une fois l'excavation réalisée. Si les essais mettaient en évidence des zones de plus forte perméabilité, des aménagements complémentaires seraient alors réalisés, par reconstitution localisée de la barrière passive, et/ou traitement de matériaux au moyen de liant bentonitique ou de matériaux de mêmes propriétés imperméabilisantes.

SE

NW



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011	T	Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges	:	Sondage projeté
	Sables et graves		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)
			Perméabilité équivalente en m/s (Interprétation type Lefranc)

J:\5151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

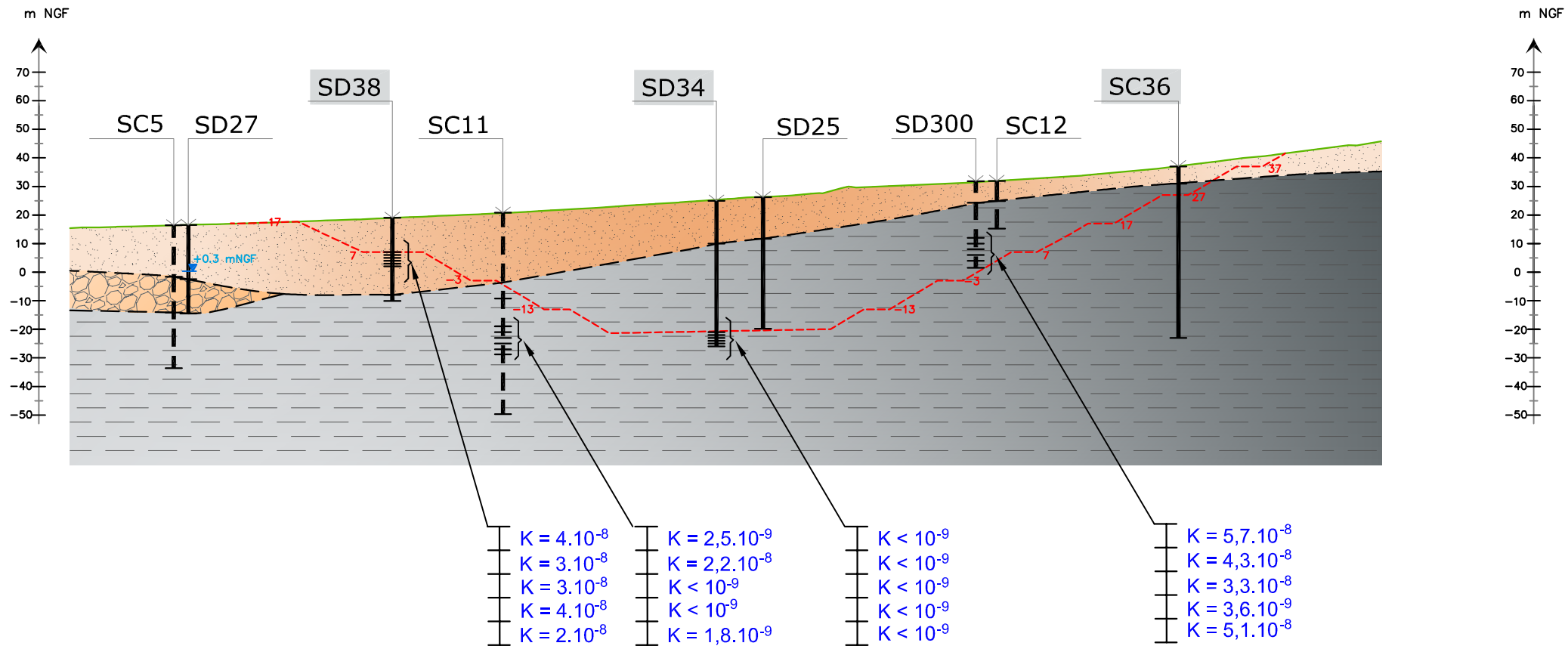
Figure 22 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 1
AVEC ESSAIS D'EAU

Echelle: 1/2000



SE

NW



SD32	Sondages réalisés en 2011		Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges		Sondage projeté
	Sables et graviers		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)
	Niveau piézométrique		Perméabilité équivalente en m/s (Interprétation type Lefranc)

J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



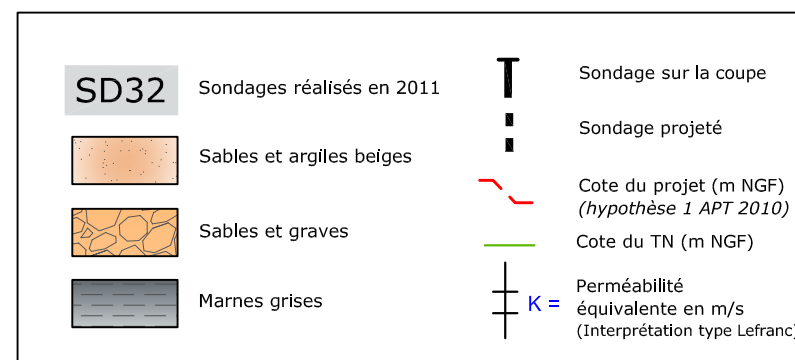
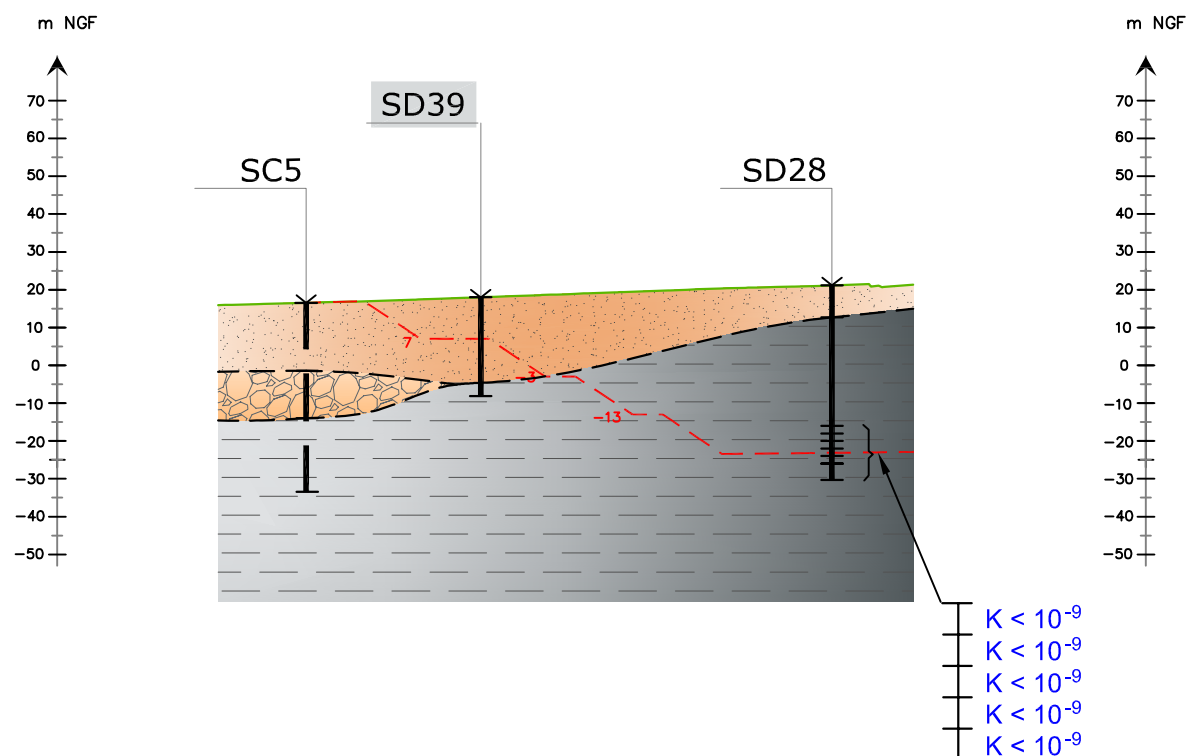
DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Figure 23 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 2
AVEC ESSAIS D'EAU

Echelle: 1/2000

NE

SW



J:\151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAOI\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

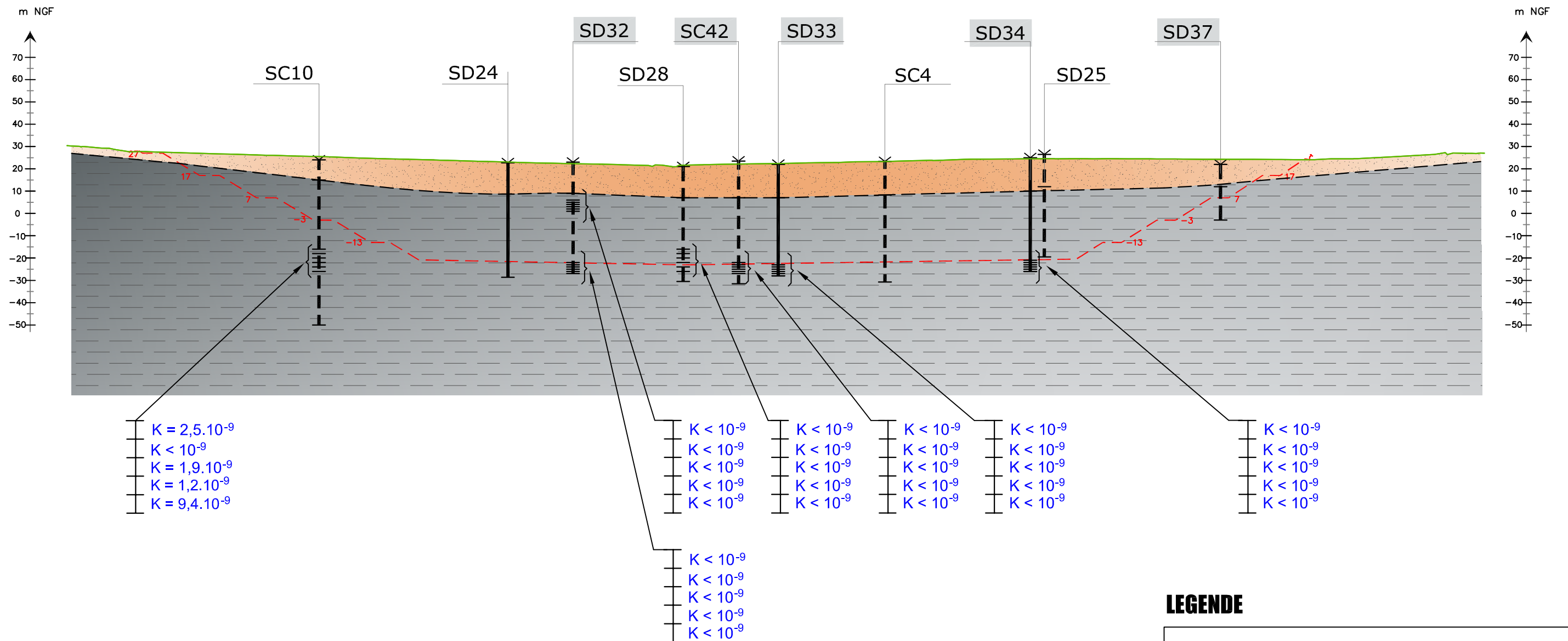
Figure 24 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 3
AVEC ESSAIS D'EAU

Echelle: 1/2000



S

N



LEGENDE

SD32	Sondages réalisés en 2011	T	Sondage sur la coupe
	Sables et argiles beiges	:	Sondage projeté
	Sables et gravés		Cote du projet (m NGF) (hypothèse 1 APT 2010)
	Marnes grises		Cote du TN (m NGF)
			$K =$ Perméabilité équivalente en m/s (Interprétation type Lefranc)

J:\5151515-10-0024_SITA MEDIT APT ISDND\12_ETU_QUALIF\3-CAO\Résultat_qualif_2011_V0.dwg



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie - Bellegarde (30)
 SITA MEDITERRANEE
ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Figure 25 :
COUPE INTERPRETATIVE PROFIL 4
AVEC ESSAIS D'EAU

Echelle: 1/2000

3.3 Description et analyse de la piézométrie

3.3.1 Piézométrie à l'échelle locale

3.3.1.1 Campagne piézométrique au droit du site

Lors de la campagne de sondages de 2007 au droit de la zone Roseraie (projet d'extension du site exploité par SITA FD), deux sondages avaient été équipés en piézomètres (SD20 et SD27). Les niveaux d'eau mesurés au droit de ces ouvrages le 4 septembre 2007 étaient de :

- -0,20 m NGF au droit de l'ouvrage SD27 ;
- -0,25 m NGF au droit de l'ouvrage SD20.

Le niveau d'eau était de 0,00 m NGF au droit de SD27 le 02 août 2007 (après purge de l'ouvrage et stabilisation du niveau piézométrique).

Lors des investigations de 2011, il est apparu que seul le piézomètre SD27 était encore en état (le piézomètre SD20 situé dans une zone cultivée pour le blé a probablement été détruit). Le 23 juin 2011, la profondeur de l'eau a été mesurée au droit du piézomètre SD27 à 16,6 m par rapport au repère (charnière capot à la cote 16.9 m NGF), soit à la cote + 0,30 m NGF.

Au vu des coupes géologiques des ouvrages SD20 et SD27 (cf. **annexe B.2**), les niveaux d'eau enregistrés se situent au niveau du toit de l'horizon sablo-graveleux (observé à l'Est entre les sables et argiles de l'Astien et les marnes grises plaisanciennes). Le niveau graveleux n'apparaît pas en charge, ce qui est une situation favorable par rapport à l'environnement hydraulique sous-terrain du site.

3.3.1.2 Campagne piézométrique au droit du site de Bellegarde 2

Des campagnes piézométriques trimestrielles sont réalisées depuis 2003 sur 8 ouvrages piézométriques situés en amont et en aval du site de Bellegarde 2.

Un plan d'implantation des ouvrages du site de Bellegarde 2 et leurs caractéristiques (altitudes des ouvrages, profondeur) sont présentés **en figures 26 et 26bis**.

Deux graphiques présentant les variations piézométriques 2003 et 2009 sont présentés **en figures 27 et 27bis**.

Le niveau varie globalement entre -3.5 m NGF et 2.5 m NGF.

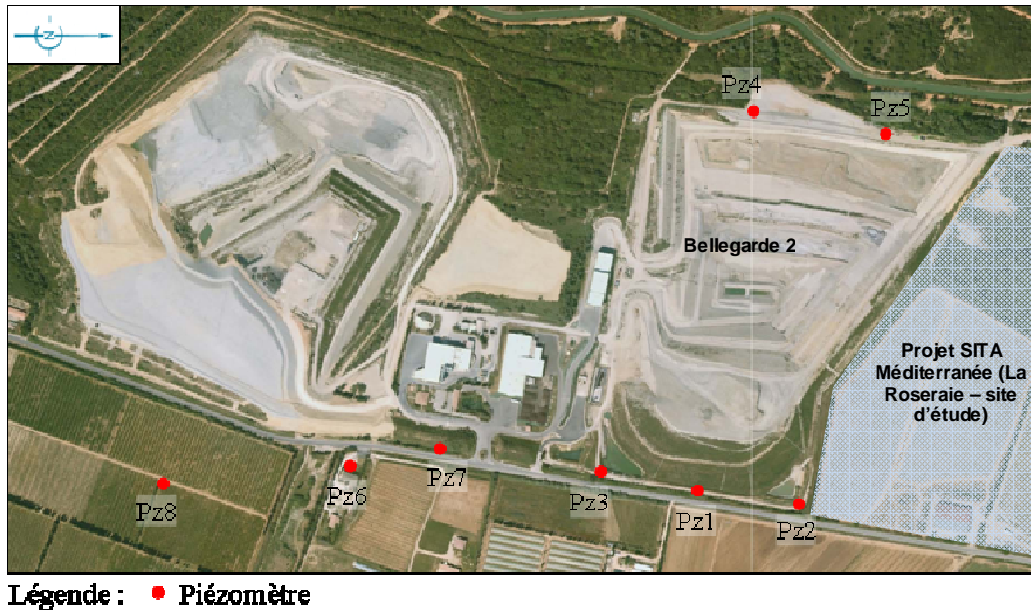


Figure 26 : Localisation des piézomètres de Bellegarde 2 (extrait du rapport de bilan décennal du site SITA FD - sans échelle)

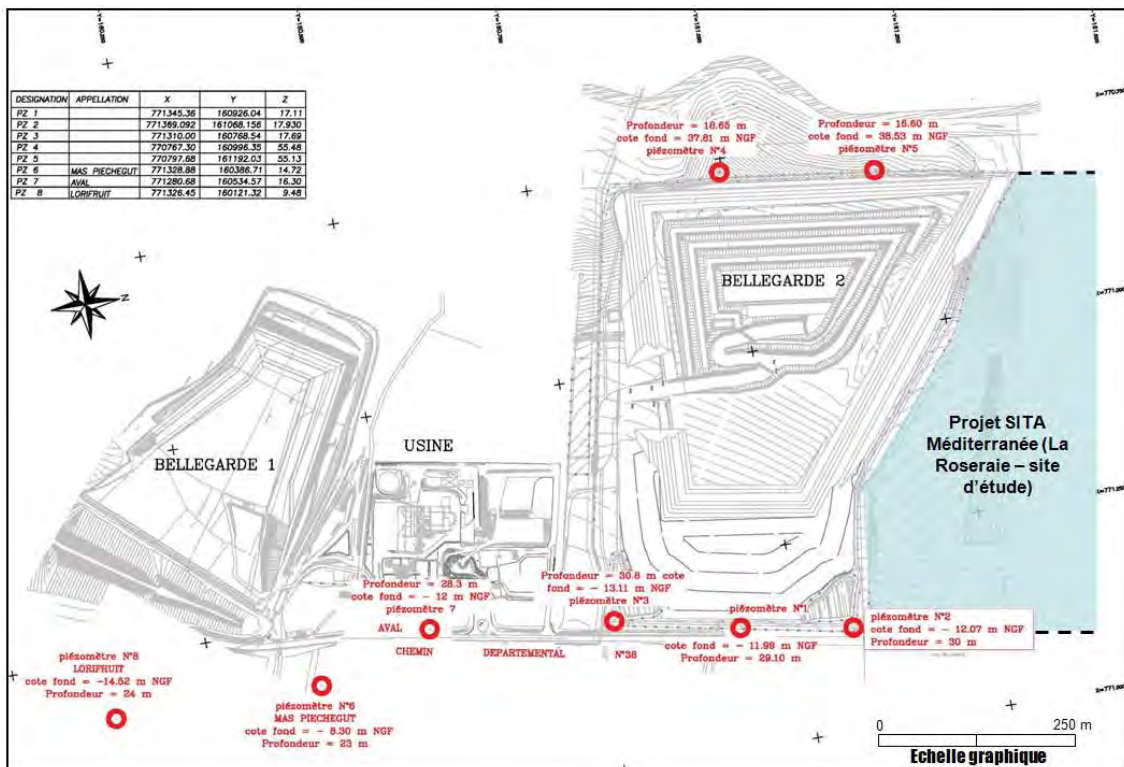


Figure 26bis : Localisation des piézomètres de Bellegarde 2 et leurs principales caractéristiques sur fond de plan topographique

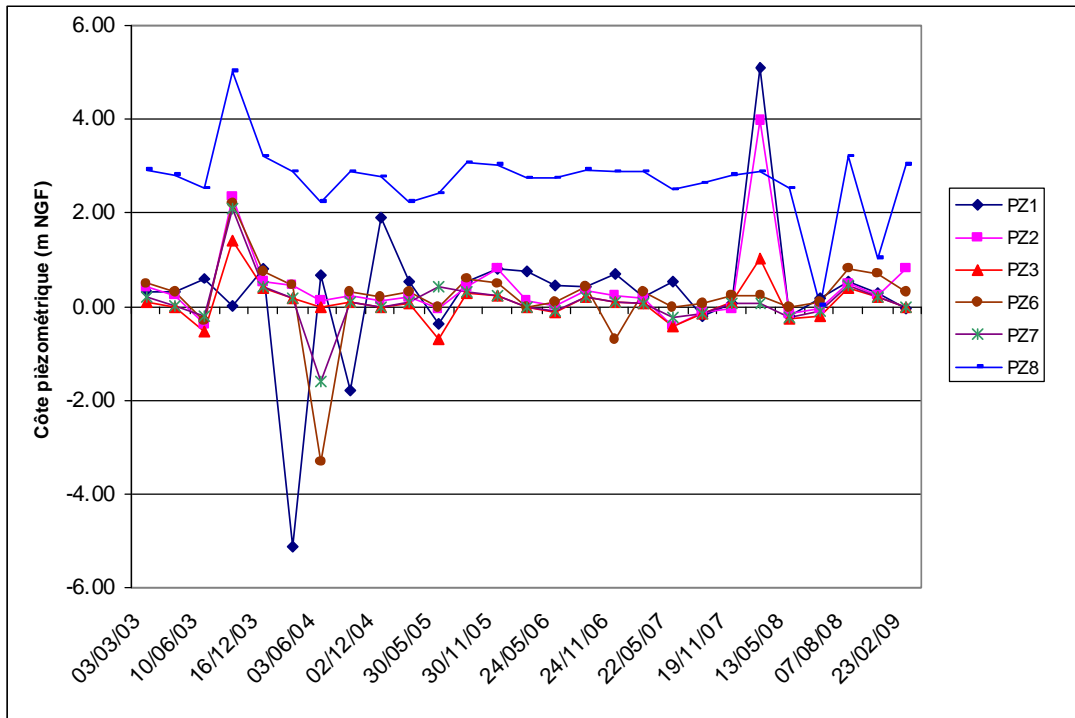


Figure 27 : Suivi piézométrique du site entre 2003 et 2009 –piézomètres 1 -2 -3 -6-7 et 8

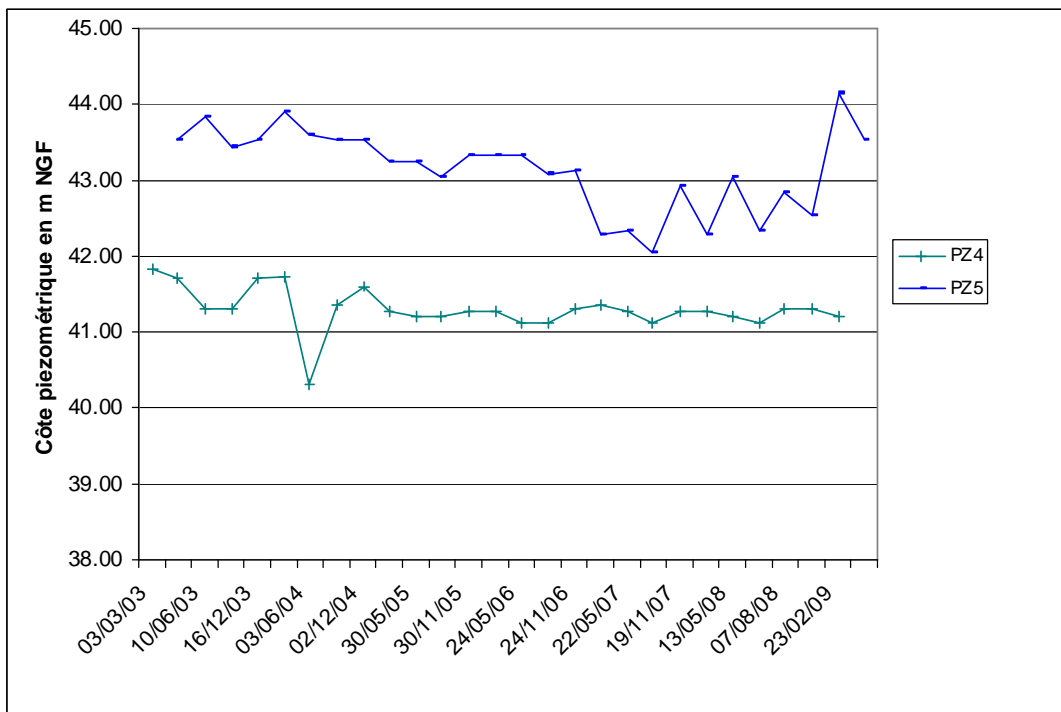


Figure 27bis : Suivi piézométrique du site entre 2003 et 2009 –piézomètres 4 et 5

3.3.1.3 Interprétation des données piézométriques

1. Nappe d'accompagnement du Rhône

Les piézomètres situés à l'Est du site de Bellegarde 2 et de la zone « Roseraie » (Pz1, Pz2, Pz3, Pz6, Pz7, Pz8, SD20 et SD27) interceptent les terrains alluvionnaires sablo-graveleux, terrains aquifères de la nappe d'accompagnement du Rhône qui parcourt les plaines de Camargue notamment. L'altitude piézométrique de ce niveau oscille autour de 0 m NGF avec un battement de la nappe de l'ordre de 5 mètres.

D'après les données du BRGM (notice de la carte géologique de Nîmes au 1/50 000), en rive droite du Rhône, on observe une alimentation des terrains par le Rhône, et, à un moindre degré par la bordure des Costières, le drainage se faisant selon un axe NE-SW, emprunté par le canal du Rhône à Sète (ce dernier ne paraît pas toutefois être à l'origine de ce drainage qui serait plutôt lié à l'existence d'un chenal souterrain de forte perméabilité).

Le sens d'écoulement en bordure Est de la zone d'étude serait donc globalement NW-SE.

2. Circulations d'eau ponctuelles au droit des terrains sablo-argileux de l'Astien

Des circulations d'eau ponctuelles ont été mises en évidence (plus particulièrement en 2007) au droit des terrains sablo-argileux de l'Astien. Ces terrains, localement perméables au droit des passées à dominante sableuses, sont en relation en amont avec les terrains alluvionnaires du Villafranchien (cailloutis silico-carbonatés), ensemble perméable. Ce complexe est alimenté par les eaux météoriques. Des résurgences apparaissent à l'interface entre ces terrains et les marnes du Plaisancien. La morphologie du toit des marnes conditionne les écoulements de ce niveau. Ces eaux ne sont pas exploitables du fait de leur circulation aléatoire dans les formations, de la très faible capacité du réservoir qui les abrite, et ne constituent donc pas une nappe.

Lors des investigations de 2011, aucun aquifère constitué n'a été identifié au droit du futur casier. Le projet se trouve installé au droit d'un seuil hydrogéologique, calé entre la nappe des Costières à l'Ouest et la nappe d'accompagnement du Rhône à l'Est. Cette dernière est interceptée par le piézomètre SD27 en limite Est du site, son niveau piézométrique moyen se trouve à environ +0.3 m NGF.

Ces résultats confirment les principales conclusions des études antérieures réalisées pour la qualification du site de Bellegarde 2, où seuls quelques lentilles d'eau fossile, piégées dans des interlits silteux de la frange superficielle des marnes, et s'essorant lentement avant de se tarir, ont été observées lors de l'ouverture des fouilles. Ils confirment également les observations faites en 2007 lors du projet d'extension de Bellegarde 2 sur le site La Roseraie : les niveaux d'eau observés au droit de SD27 et SD20 étaient alors de -0.2 et -0.25 m NGF respectivement.

Le contexte hydrogéologique de la zone d'étude est donc très favorable à la réalisation du projet.

4 Synthèse et conclusion

4.1 Lithologie et stratigraphie

Les sondages carottés et destructifs réalisés ont permis de mettre en évidence les mêmes formations que celles rencontrées au droit des casiers du site de « Bellegarde 2 » et lors de la précédente qualification de 2007 sur le site de « La Roseraie », à savoir de haut en bas :

- des sables argileux à argiles sableuses beiges de l'Astien,
- des marnes grises du Plaisancien sous-jacentes.

Le substratum marneux a été recoupé à des profondeurs comparables à celles du site de « Bellegarde 2 » exploité par SITA FD. Le fond de casier et une grande partie des flancs du projet seront installés dans les marnes grises imperméables, présentes sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur au droit du site.

Les sondages réalisés dans le cadre des investigations de 2011 confirment bien cette présence jusqu'à 50 mètres en dessous du fond de forme (au droit de SC36).

Des alluvions sablo-graveleux, par ailleurs, ont été mises en évidence à l'Est du site, au droit du sondage SC40 au sein des marnes grises. Elles n'ont pas été recoupées au droit du sondage SC44 réalisé au vu de ces observations. Leur présence peut s'expliquer par l'existence d'un paléorelief comme en témoigne les stratifications entrecroisées d'angles importants de l'ordre de 30° de banc à banc ; de fait, la présence d'un bloc marneux dans les formations astiennes sus-jacentes n'est pas surprenante. A noter que de tels blocs avaient été observés lors de l'ouverture de la fouille sur le site de Bellegarde 2.

En 2007, des alluvions avaient également été observées à l'extérieur de l'emprise du projet de casier et s'intercalaient entre les sables argileux et argiles sableuses astiennes et les marnes grises.

4.2 Perméabilité des formations

Les perméabilités in-situ mises en évidence lors des investigations de 2011 sont :

- dans les sables et argiles beiges, comprises entre 2 et $4 \cdot 10^{-8}$ m/s ;
- dans les marnes grises, inférieures à $1 \cdot 10^{-9}$ m/s ;
- légèrement supérieures à $1 \cdot 10^{-9}$ m/s à l'interface des marnes grises et des sables et galets (du Quaternaire) observés au droit de SC40.

Ces résultats sont homogènes avec ceux obtenus lors des différents essais et reconnaissances réalisées lors d'études antérieures sur les sites La Roseraie (en 2007) et Bellegarde 1 et 2.

Ces résultats confirment la très faible perméabilité à l'échelle mésoscopique du substratum marneux constituant l'assise du futur casier.

4.3 Piézométrie et écoulements souterrains

Le site d'étude se situe entre la nappe d'accompagnement du Rhône et la nappe perchée des Costières, sur un seuil hydrogéologique exondé. Aucun aquifère constitué n'a été identifié dans l'emprise du projet.

Seuls en limite Est, le piézomètre SD27 intercepte la nappe d'accompagnement du Rhône, nappe dont le niveau piézométrique oscille entre +2.5 m NGF et -3.5 m NGF selon les saisons.

Les marnes du Plaisancien constituent un substratum imperméable présent sous l'ensemble du projet de fond de forme et sous une grande partie des flancs. Il constitue un mur hydrogéologique pour les rares écoulements qui sont ponctuellement constatés à leur interface avec les sables de l'Astien.

Ces résultats confirment les principales conclusions des études antérieures réalisées pour la qualification du site de Bellegarde 2, où seuls quelques lentilles d'eau fossile, piégées dans des interlits silteux de la frange superficielle des marnes, et s'essorant lentement avant de se tarir, ont été observées lors de l'ouverture des fouilles. Ils confirment également les observations faites en 2007 lors du projet d'extension de Bellegarde 2 sur le site La Roseraie : les niveaux d'eau observés au droit de SD27 et SD20 étaient alors de -0.2 et -0.25 m NGF respectivement.

Le contexte hydrogéologique de la zone d'étude est donc très favorable à la réalisation du projet.

4.4 Conclusion

La présente étude de qualification géologique et hydrogéologique a été réalisée dans le cadre du projet de réalisation d'une ISDND sur le site de la Roseraie.

Elle fait suite à une précédente qualification réalisée par ARCADIS en 2007 au droit du même site pour un projet d'extension du centre de traitement et de stockage de Bellegarde 2 (exploité par SITA FD), projet abandonné aujourd'hui.

Le projet d'extension étudié en 2007 était différent de l'actuel projet de création d'une ISDND par SITA Méditerranée. En effet, l'emprise et plus particulièrement la profondeur des projets sont différents. Aussi les investigations réalisées en 2007 ont été complétées dans le cadre de la présente étude afin de qualifier les flancs et le fond de forme du nouveau projet à l'étude. A noter que certaines investigations de 2007 ont pu être réutilisées dans l'interprétation.

Cette nouvelle campagne de mesures confirme la présence d'un encaissant géologique marneux très imperméable, favorable à l'implantation d'une ISDND. Au vu de la qualité de ce substratum et de son épaisseur (plusieurs centaines de mètres), le confinement géologique du projet de fond de forme est excellent.

De plus, les perméabilités mesurées dans les marnes grises sont inférieures à 1.10^{-9} m/s ; ces valeurs sont conformes à ce qui avait été mesuré et observé lors de la qualification du site de Bellegarde 2 en 1997 et de l'étude de 2007.

Ces mesures seront complétées au moment de l'ouverture des terrassements de pleine masse, par des observations visuelles de fond de fouille et des essais de perméabilité, dont le type normalisé et le maillage seront définis. Ces essais seront réalisés en fond de forme et sur les risbermes, une fois l'excavation réalisée. Si les essais mettaient en évidence des zones de plus forte perméabilité, des aménagements complémentaires seraient réalisés, par reconstitution localisée de la barrière passive, et/ou traitement de matériaux au moyen de liant bentonitique par exemple.



Annexe A : Données bibliographiques

Annexe A.1 : Coupe des sondages répertoriés à la Banque du Sous-Sol (BSS)



DDAE du Pôle multi-filières de la Roseraie -
Bellegarde (30) - SITA MEDITERRANEE
**ETUDE DE QUALIFICATION
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE**

N° D'AFFAIRE :
FR0110.001447

**ANNEXE A.1 : COUPES DES SONDAGES
REPERTORIES A LA BSS**

N° DOSSIER :
51 3041

201 CNABRL

X 768,97

Sondage Battage dans le Pliocène

Y 161,72

Z EPD 115 m

0 – 0,8

Terre végétale

0,8 – 5,3

Galets enrobés d'argile légèrement sableuse

5,3 – 6,0

Sable fin gris compact

6,0 – 13,0

Sable gréseux très compact fin

13,0 – 15,0

Sable gréseux très compact légèrement argileux

202 CNABRL

X 771,00

Station de Pichégu

Y 159,60

10 sondages sur 30 m au total

Z 7,00 m

0 – 0,32

Béton

0,32 – 2,50

Marne jaune

2,50 – 3,25

Marne jaune + Marne bleue

3,25 – 7,30

Marne bleue

73 CNABRL

X 770,16

Sondage

Y 163,50

Z 51,629

0 – 1,60

Terre végétale

1,60 – 3,10

Graviers et sables argileux

3,10 – 10,00

Sable et gros galets

74 CNABRL

X 769,73

Sondage dans la terrasse de

Y 162,60

55 à 60 m au Trou de la Vieille

Z 70 m (EPD)

0 – 5,30

Argile rouge + Gros galets

5,30 – 7,10

Conglomérat (Galets - Sable)

7,10 – 9,00

Argile + Sablet et Galet

9,00 – 11,80

Argile + Couches sableuses par intermittence

11,80 – 15,00

Sable et graviers très compacts

236 CETE

X 772,320

Carottage pour l'autoroute

Y 161,380

Z ~ 3,65

0 – 1,25	Limon argileux brun graveleux
1,25 – 3,50	Limon tourbeux noir à passée coquillère
3,50 – 4,30	Limon argileux noir
4,30 – 9,30	Cailloutis silico-calcaire à liant sableux gris clair

NS = 1,05

231 Carrière Ciments Français

0,00	(Z – 44,28) Banc de grés avec <i>Gryphea et Potamides basteroti</i> Epaisseur = 2,60 m
2,60	Sable fin passant vers le bas graduellement (granoclassement très net) à un sable argileux. E = 1,20 m
3,80	Grés noduleux : E = 0,10 m
3,90	Marne jaune avec quelques empreintes de débris végétaux (au sommet 0,30 m d'argile sableuse) : E = 1,00 m
4,90	Banc de grés assez constant mais avec relais lenticulaires : E = 0,45 m
5,35	Argile sableuse avec quelques empreintes de débris végétaux : E = 0,10 m
5,45	Grés assez grossier : E = 0,10 m
5,55	Argile sableuse avec quelques empreintes de débris végétaux abondants : E = 0,30 m
5,85	Niveau lenticulaire de grés fins : E = 0,20 m
6,05	Argile à empreintes de débris végétaux : E = 0,40 m
6,45	Sable plus ou moins grésifié à galets d'argile : E = 0,60 m
7,05	Argile finement sableuse à empreintes de feuilles : E = 1,00 m
8,05	Banc de grés jaune : E = 0,50 m
8,55	(Z = 37,73 m) - Limite entre Astien et Plaisancien- Alternance d'argile grise avec quelques lits (10 à 20 cm d'épaisseur) jaunâtres : E = 13,30 cm
21,85	(Z = 22,43 m) - Plate-forme d'exploitation intermédiaire dominant une masse d'argile grise contenant plusieurs niveaux de thanatocénoses coquillères sur une épaisseur de 6,43 m en ce point.
28,28	(Z = 16,00 m) - Plate-forme d'exploitation sur laquelle est établie une dragueline exploitant les argiles grises plaisanciennes sur une épaisseur de 18 m soit jusqu'à la cote NGF = -2 m.

198 Avelan

X 771333,00 (Lambert 3)

Y 1862559,80 (Lambert 3)

Z 63,00 m

0 – 3,52	Limons argilo-caillouteux rougeâtres
3,50 – 7,50	Argiles limoneuses rougeâtres
7,50 – 21,50	Graviers et galets dans une matrice sableuse jaune
21,50 – 23,50	Argiles jaunes à graviers

256 Gonet

X 770690,00 (Lambert 3)
Y 1861630,00 (Lambert 3)
Z 73,00 m

0 – 6,00	Terre végétale et galets (Quaternaire)
6,00 – 30,00	Argile (Pliocène)
30,00 – 45,00	Marne rocheuse (Astien)

227 Carrière de Broussan

X 771000 (Lambert 3)
Y 160000 (Lambert 3)
Z 30,00 m

De nombreux sondages ont été réalisés sur ce site. On retiendra la coupe lithologique simplifiée suivante correspondant au sondage 25 :

0 – 4.6	Graviers
4.6 – 9	Argile Jaunes
A partir de 9m	Marnes bleues

229

X 770400 (Lambert 3)
Y 162150 (Lambert 3)
Z 82 m

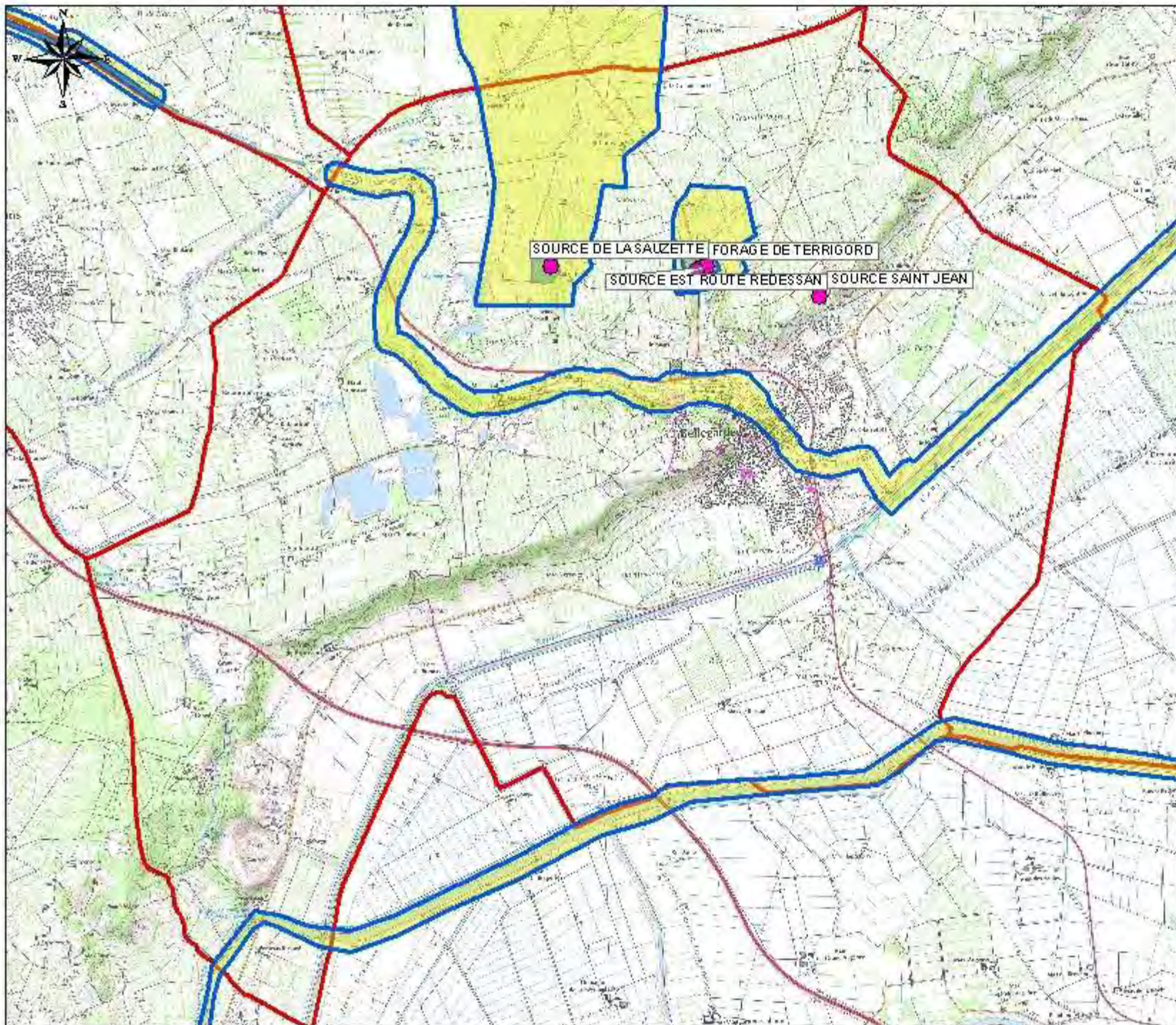
0 – 2.7	Argile, graviers (Villafranchien)
2,7 – 20,00	Sable jaune, grès (Astien)

237

X 770835 (Lambert 3)
Y 162150 (Lambert 3)
Z 72,5 m

0 – 6,20	Marnes silteuses jaunes à rousses tendres
6,20 – 18,00	Marnes silteuses jaunes à rousses compactes
18,00 – 20,50	Marnes silteuses tendres

Annexe A.2 : Captage d'alimentation en eau potable – données ARS de 2011



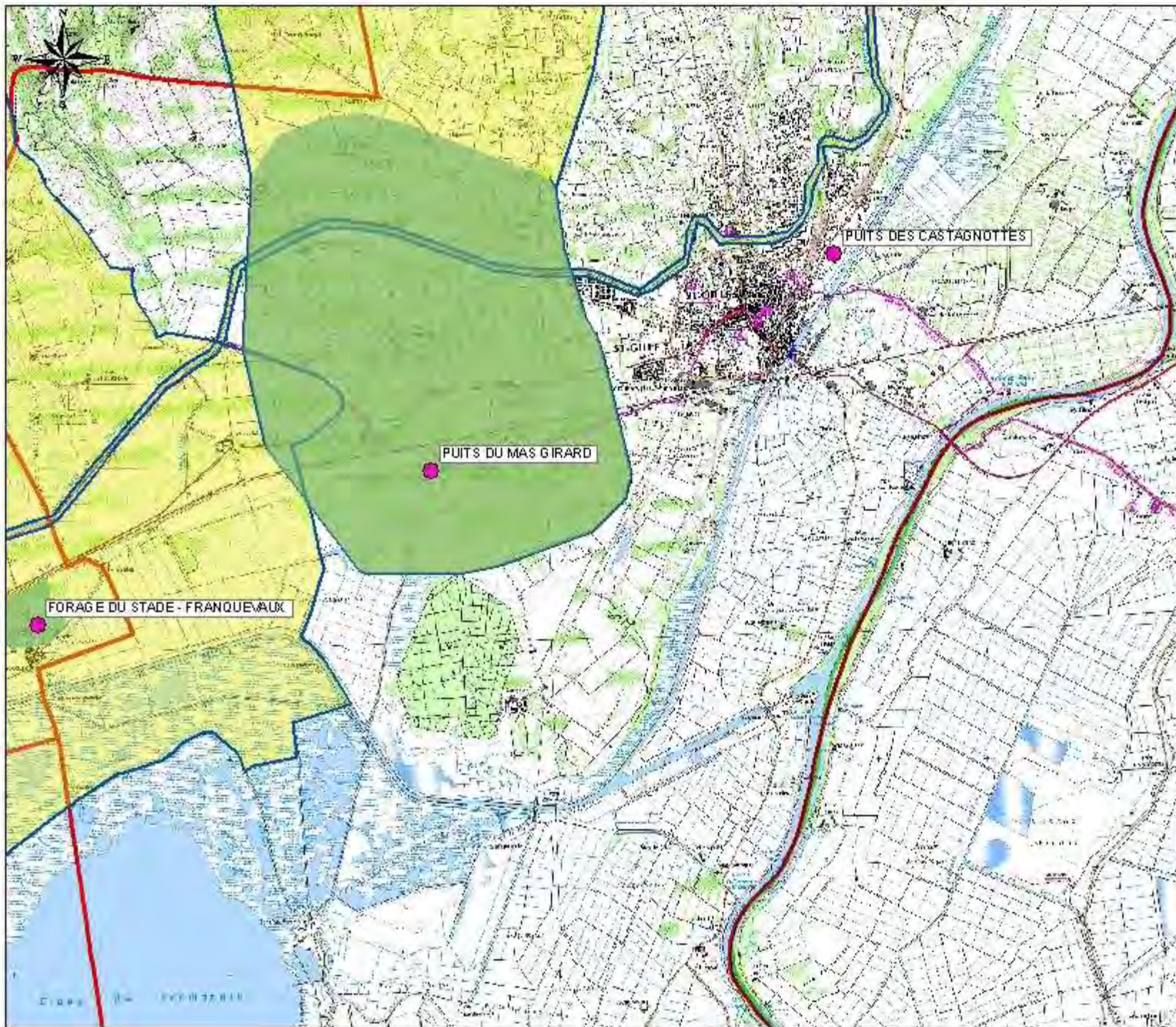
Périmètres de protection
de captage AEP
Commune de
BELLEGARDE

Légende

Captages

-  SOUTERRAINE
-  SUPERFICIELLE
-  Périmètre de Protection Immédiate
-  Périmètre de Protection Rapprochée
-  PPE
-  Périmètre de Protection Eloignée
-  Limites communales
-  Limites départementales





Périmètres de protection
de captage AEP
Commune de
ST GILLES

Légende

Captages

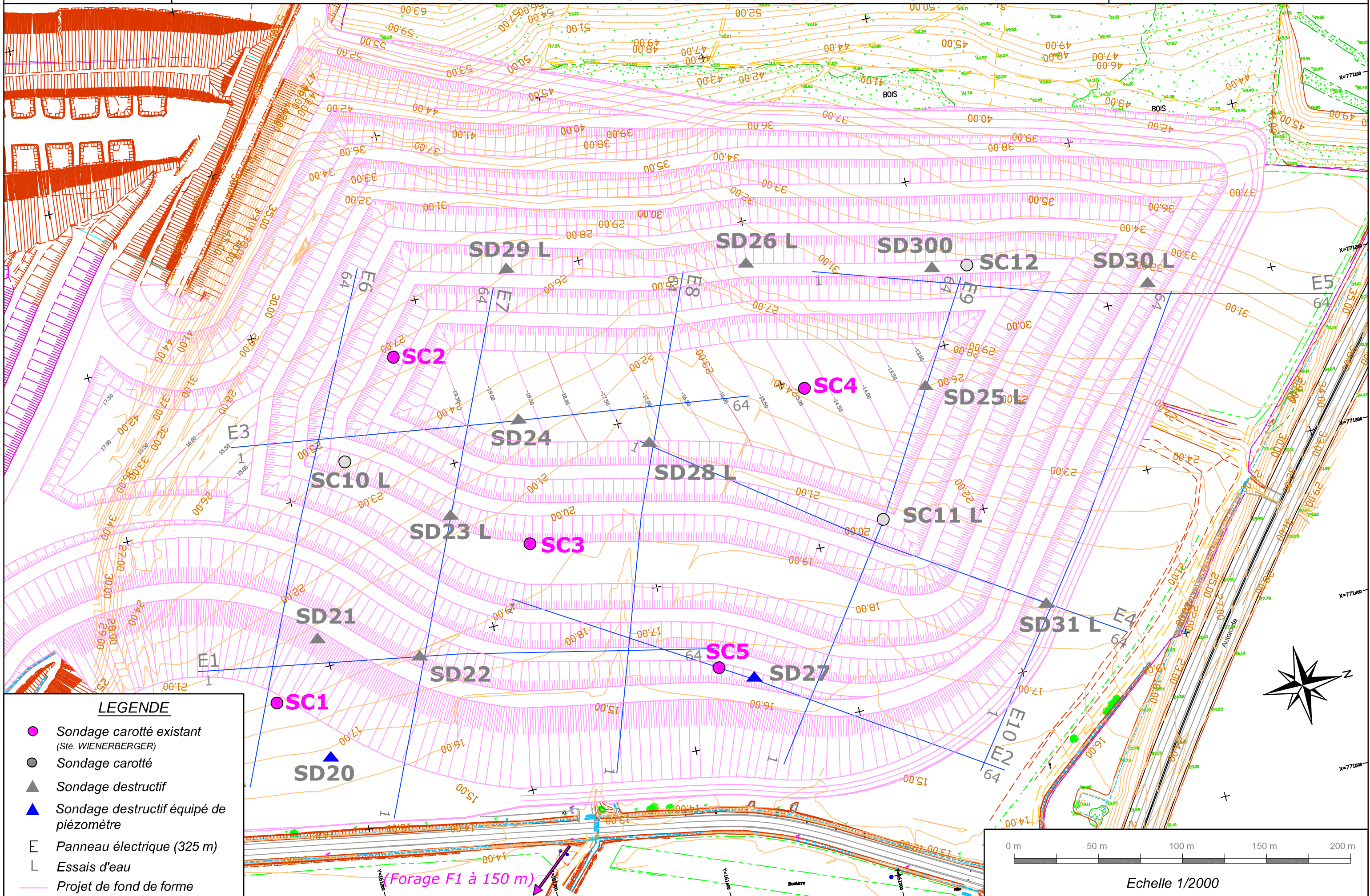
- SOUTERRAINE
- ▲ SUPERFICIELLE
- Périmètre de Protection Immédiate
- Périmètre de Protection Rapprochée
- Périmètre de Protection Eloignée
- Limites communales
- Limites départementales



Annexe B : Données de 2007 – Extraits du rapport ARCADIS référencé 51/03041/A01/NT/01/B du 18 janvier 2008 pour SITA FD

Annexe B.1 : Plan de localisation des investigations antérieures sur projet 2007

FIGURE N° 16 : CARTE D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS PAR RAPPORT AU PROJET



LEGENDE

- Sondage carotté existant
(Sté. WIENERBERGER)
- Sondage carotté
- ▲ Sondage destructif
- ▲ Sondage destructif équipé de piézomètre
- E Panneau électrique (325 m)
- L Essais d'eau
- Projet de fond de forme

(Forage F1 à 150 m)

Echelle 1/2000

Annexe B.2 : Résultats des sondages carottés et destructifs réalisés par SOBESOL en 2007

- Coupes lithologiques,
- Enregistrements de paramètres,
- Et photographies des carottes.

Chantier: SITA FD - SITE DE BELLEGARDE (30)

SONDAGE CAROTTE SC10

Date: 01 au 09/08/2007

X: Y: Z: env. 24.0 NGF

Echelle: 1/100

Profondeur (m)	Coupe des terrains	Description des terrains	ETAGE	FORATION				Niveau d'eau ou Piezomètre	Echantillon	Essais in situ	Avancement	% de Carottage				
				MODE	OUTIL	TUBAGE	FLUIDE					0	20	40	60	80
0.3		Limons sableux beiges clairs à orangés	CAROTTÉ CAROTTIER Ø 116 mm NEANT EAU								100					
		Sables limoneux beiges														
1.25 1.45		Conglomérats gréseux														
		Sables fins beiges argileux avec argiles blanches tachetés									3					
											4.2					
8.1		Sables indurés gréseux beiges														
8.5		Sable fins beiges														
8.9		Sables indurés gréseux beiges														
9.1		Grès beiges très clairs avec quelques cailloutis														
9.8		Marnes silteuses grises Passages de débris coquillés calcaires pluricentimétriques à 23.50 m, 43.30 m, 43.00 m, 45.70 m, 46.00 m, 49.20 m, 49.40 m, 50.10 m, 56.35 m, 57.70 m, 58.55 m. Passages argileux plastiques avec éléments centimétriques de 47.0 m à 47.20 m, de 51.90 m à 52.00 m, de 55.00 m à 55.20 m, de 56.50 m à 56.70 m, de 67.15 à 67.35 m.										11.4				
											12.5					

Commentaire: Le: essai d'eau de type Lefranc
Lu: essai d'eau de type Lugeon

Date: 01 au 09/08/2007

X: Y: Z: env. 24.0 NGF

Echelle: 1/100

Profondeur (m)	Coupe des terrains	Description des terrains	ETAGE	FORATION				Niveau d'eau ou Piezomètre	Echantillon	Essais in situ	Avancement	% de Carottage				
				MODE	OUTIL	TUBAGE	FLUIDE					0	20	40	60	80
		<p>Marnes silteuses grises</p> <p>Passages de débris coquillés calcaires pluricentimétriques à 23.50 m, 43.30 m, 43.00 m, 45.70 m, 46.00 m, 49.20 m, 49.40 m, 50.10 m, 56.35 m, 57.70 m, 58.55 m.</p> <p>Passages argileux plastiques avec éléments centimétriques de 47.0 m à 47.20 m, de 51.90 m à 52.00 m, de 55.00 m à 55.20 m, de 56.50 m à 56.70 m, de 67.15 à 67.35 m.</p>		CAROTTÉ												
					CAROTTIER Ø 116 mm											
					NEANT											
					EAU											
									39.3							

Commentaire: Le: essai d'eau de type Lefranc
Lu: essai d'eau de type Lugeon

Chantier: SITA FD - SITE DE BELLEGARDE (30)

SONDAGE CAROTTE SC10

Date: 01 au 09/08/2007

X: Y: Z: env. 24.0 NGF

Echelle: 1/100

Profondeur (m)	Coupe des terrains	Description des terrains	ETAGE	FORATION				Niveau d'eau ou Piezomètre	Echantillon	Essais in situ	Avancement	% de Carottage	% de RQD
				MODE	OUTIL	TUBAGE	FLUIDE						
		<p>Marnes silteuses grises</p> <p>Passages de débris coquillés calcaires pluricentimétriques à 23.50 m, 43.30 m, 43.00 m, 45.70 m, 46.00 m, 49.20 m, 49.40 m, 50.10 m, 56.35 m, 57.70 m, 58.55 m.</p> <p>Passages argileux plastiques avec éléments centimétriques de 47.0 m à 47.20 m, de 51.90 m à 52.00 m, de 55.00 m à 55.20 m, de 56.50 m à 56.70 m, de 67.15 à 67.35 m.</p>											
				CAROTTÉ					40.6	40			
										42.05			
									44	44			
										45.5			
										46			
										48			
										49.2			
										50			

Commentaire: Le: essai d'eau de type Lefranc
Lu: essai d'eau de type Lugeon