

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative

Cadre réservé à l'autorité environnementale		
Date de réception :	Dossier complet le :	N° d'enregistrement :
29/05/2020	29/05/2020	2020-9812
1. Intitulé du projet		
<p>Mise en place d'un pompage provisoire en phase chantier pour la réalisation des ouvrages enterrés à construire dans le cadre du chantier de réhabilitation du poste de relevage et des prétraitements de la station d'épuration de SAINTES.</p>		
2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)		
2.1 Personne physique		
Nom	Prénom	
2.2 Personne morale		
Dénomination ou raison sociale	EAU17	
Nom, prénom et qualité de la personne habilitée à représenter la personne morale	Michel DOUBLET, Président	
RCS / SIRET	2 5 1 7 0 1 8 1 9 0 0 0 2 0	Forme juridique EPIC
Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1		
3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet		
N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))	
17 d) Dispositifs de captage des eaux souterraines en zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées ont prévu l'abaissement des seuils, lorsque la capacité totale est supérieure ou égale à 8 m3/h.	<p>La commune de SAINTES se trouve en ZRE au titre du bassin de la Charente pour les eaux superficielles comme pour les eaux souterraines (cf arrêté n° 03-3757 du 02 décembre 2003). Le pompage provisoire aura un débit de 50 m3/h donc > 8 m3/h.</p> <p>Ce pompage est également soumis aux rubriques de la nomenclature IOTA 1.3.1.0, 1.1.2.0 et 2.2.3.0 (si rejet au milieu naturel). Le régime est celui de l'autorisation au titre de la rubrique 1.3.1.0.</p>	
4. Caractéristiques générales du projet		
Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire		
4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition		
<p>Mise en place d'un pompage provisoire en phase chantier pour la réalisation du génie civil des ouvrages enterrés à construire dans le cadre du chantier de réhabilitation du poste de relevage et des prétraitements de la station d'épuration de SAINTES.</p> <p>La période de pompage envisagée est septembre à novembre 2020.</p>		

4.2 Objectifs du projet

L'objectif de ce pompage provisoire est de permettre la réalisation hors d'eau des terrassements et du génie civil des ouvrages enterrés nécessaires au bon fonctionnement de la station d'épuration. Il s'agit notamment de réaliser un poste de relevage à forte profondeur.

Le rapport géotechnique G2PRO est joint en annexe au présent CERFA.

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

La réalisation du poste de relevage nécessite la mise en place d'une pompe d'épuisement d'un débit d'environ 50 m³/h qui sera placée dans une fouille de forte profondeur protégée par une paroi de pieux sécants.

Les eaux pompées transiteront par un ouvrage de décantation et seront comptées.

A ce stade du projet, il est prévu de rejeter les eaux pompées et décantées dans le réseau pluvial présent à proximité de la station d'épuration. Ce réseau pluvial se compose d'un fossé et de buses béton, il débouche ensuite dans un fossé pluvial favorisant l'infiltration avant de rejoindre la Charente.

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

Le pompage provisoire ne concerne que la phase travaux du chantier. Il n'y a pas de maintien du pompage une fois le génie civil de l'ouvrage suffisamment avancé.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

Ce pompage sera soumis à une demande d'autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau (rubriques de la nomenclature IOTA 1.3.1.0, 1.1.2.0 et potentiellement 2.2.3.0. suivant mode de rejet retenu). Le régime est celui de l'autorisation. Cette demande d'autorisation sera déposée après retour de cette demande d'examen au cas par cas (dépôt prévu fin juin 2020).

A noter que ce pompage provisoire concerne un chantier sur un site soumis à autorisation environnementale au titre de la rubrique IOTA 2.1.1.0. puisqu'il s'agit d'une station d'épuration. Une demande de permis de construire a également été déposée pour ce chantier. Un porter à connaissance avec évaluation des incidences NATURA 2000 a également été déposé auprès de la DDTM qui a conclu que ces modifications n'étaient ni substantielles, ni notables et allaient améliorer le traitement des eaux et le fonctionnement de la station (cf annexe).

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
Débit de pompage	environ 50 m3/h
Volume total prélevé	autour de 100 000 m3
Durée du pompage	2 à 3 mois
Emprise du poste de relevage	environ 40 m ²

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s) d'implantation

Rue de Taillebourg
17100 SAINTES

Références cadastrales : 000 CL 156

Coordonnées géographiques¹

Long. 4 5° 4 5' 27 " 9 Lat. 0 ° 3 7' 0 8 " 1

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. ___ ° ___ ' ___ " ___ Lat. ___ ° ___ ' ___ " ___

Point d'arrivée :

Long. ___ ° ___ ' ___ " ___ Lat. ___ ° ___ ' ___ " ___

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui

Non

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

A noter toutefois que le site de la station d'épuration (lieu du chantier) a déjà fait l'objet d'une précédente évaluation environnementale au titre de la demande d'autorisation du système d'assainissement en 2010 (arrêté préfectoral 19EB1243 du 28 juin 2019 modifiant l'arrêté 10EB0331 du 22 juillet 2010)

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se situe en bordure de 2 ZNIEFF : - ZNIEFF de type 1 n°540003324 - LA PREE PRAIRIE DE COURBIAC - ZNIEFF de type 2 n°540007612 - VALLEE DE LA CHARENTE MOYENNE ET SEUGNE.
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La ville de Saintes est couverte par un arrêté sur le bruit, datant de 2007.
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se trouve dans le périmètre du site patrimonial remarquable (ex ZPPAUP) de la ville de Saintes zone Z1a « Vallée de la Charente ».
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La commune de Saintes est couverte par un Plan de Prévention des Risques Inondation approuvé le 21 décembre 2011 et par un Plan de Prévention des Risques Naturels mouvements de terrain approuvé le 8 mars 2012. Plans approuvés les 21/12/2011 et 08/03/2012.
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Une partie du site a été remblayée par des ordures ménagères. Toutefois, l'emplacement du poste de relevage (ouvrage le plus profond dont la réalisation nécessite un pompage) ne se trouve pas dans la zone de remblais d'ordures ménagères mais dans une zone de remblais argileux. Préalablement au chantier, un diagnostic de pollution des sols a été réalisé (joint en annexe).
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La commune de SAINTES se trouve en ZRE au titre du bassin de la Charente pour les eaux superficielles comme pour les eaux souterraines (cf arrêté n° 03-3757 du 02 décembre 2003).
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le site est situé dans le périmètre de protection rapproché de l'usine de Coulonge (prise d'eau en Charente).
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En bordures des sites FR 5412005 « Vallée de la Charente moyenne et Seignes » et FR 5400472 « Moyenne Vallée de la Charente et Seignes et Coran »
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veuillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ce pompage provisoire engendre un prélèvement d'eau de l'ordre de 100 000 m ³ pour la durée du chantier à hauteur de 50 m ³ /h. A titre de comparaison, le QMNA5 de la Charente au droit du chantier est de 13 m ³ /s et le débit moyen en septembre est de 22 m ³ /s (statistiques 2004 à 2017).
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	L'action de ce pompage restera localisée.
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sans objet pour un pompage
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sans objet pour un pompage
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le prélèvement ne devrait pas affecter le milieu naturel. Toutes les dispositions sont prises pour que le rejet n'affecte pas non plus le milieu naturel.
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le prélèvement ne devrait pas affecter le milieu naturel. Toutes les dispositions sont prises pour que le rejet n'affecte pas non plus le milieu naturel.

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Dans le PPRI, la station d'épuration donc le chantier est hors d'eau.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Il est prévu la réalisation d'une analyse complète de la qualité de l'eau préalablement à la mise en oeuvre du pompage grâce au piézomètre actuellement en place sur la future zone de travaux.
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A ce stade du projet, il est prévu de rejeter les eaux pompées et décantées dans le réseau pluvial présent à proximité de la station d'épuration. Ce réseau pluvial se compose d'un fossé et de buse béton, il débouche ensuite dans un fossé pluvial favorisant l'infiltration. Il n'y aurait donc pas de rejet direct en Charente.
	Engendre-t-il des effluents ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

Le pompage sera limité au débit nécessaire pour la réalisation des travaux de génie civil avec pour objectif un maintien du niveau d'eau sous le radier de l'ouvrage à construire.
 Le pompage aura lieu pendant la période de basses eaux de façon à minimiser le débit à pomper mais en dehors de la période estivale de forte consommation d'eau (en dehors des mois de juillet et août).
 La durée de pompage sera limitée aux stricts besoins du génie civil du chantier.
 Les eaux pompées seront décantées préalablement à leur rejet. Un contrôle de la qualité des eaux décantées sera réalisé en début et en cours de chantier.
 A ce stade du projet, il est prévu de rejeter les eaux pompées et décantées dans le réseau pluvial présent à proximité de la station d'épuration. Ce réseau pluvial débouche ensuite dans un fossé pluvial favorisant l'infiltration avant de rejoindre la Charente, il n'y aurait donc pas de rejet direct dans le milieu naturel.

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

Au regard des informations communiquées dans ce formulaire, il ne nous apparaît pas nécessaire que ce pompage provisoire fasse l'objet d'une évaluation environnementale compte tenu des raisons suivantes :

- pas d'impact environnemental majeur
- caractère temporaire de ce pompage
- débit très limité par rapport à la Charente
- période de pompage en dehors de la période estivale juillet/août
- chantier destiné à améliorer le traitement des eaux usées de Saintes et le fonctionnement de la station.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6°a), b) et c), 7°a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6°a), b) et c), 7° a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet
- Rapport géotechnique G2 PRO pour justification des études préalables réalisées (§ 4 et notamment 4.2) - Rapport diagnostic de pollution des sols (mission A200) (§ 5) - Porter à connaissance "Réhabilitation du poste de relèvement et des prétraitements de la station d'épuration de SAINTES) (§ 4.4, 5 et 7) - Avis DDTM du 14/04/2020 sur Porter à connaissance (§ 7)

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



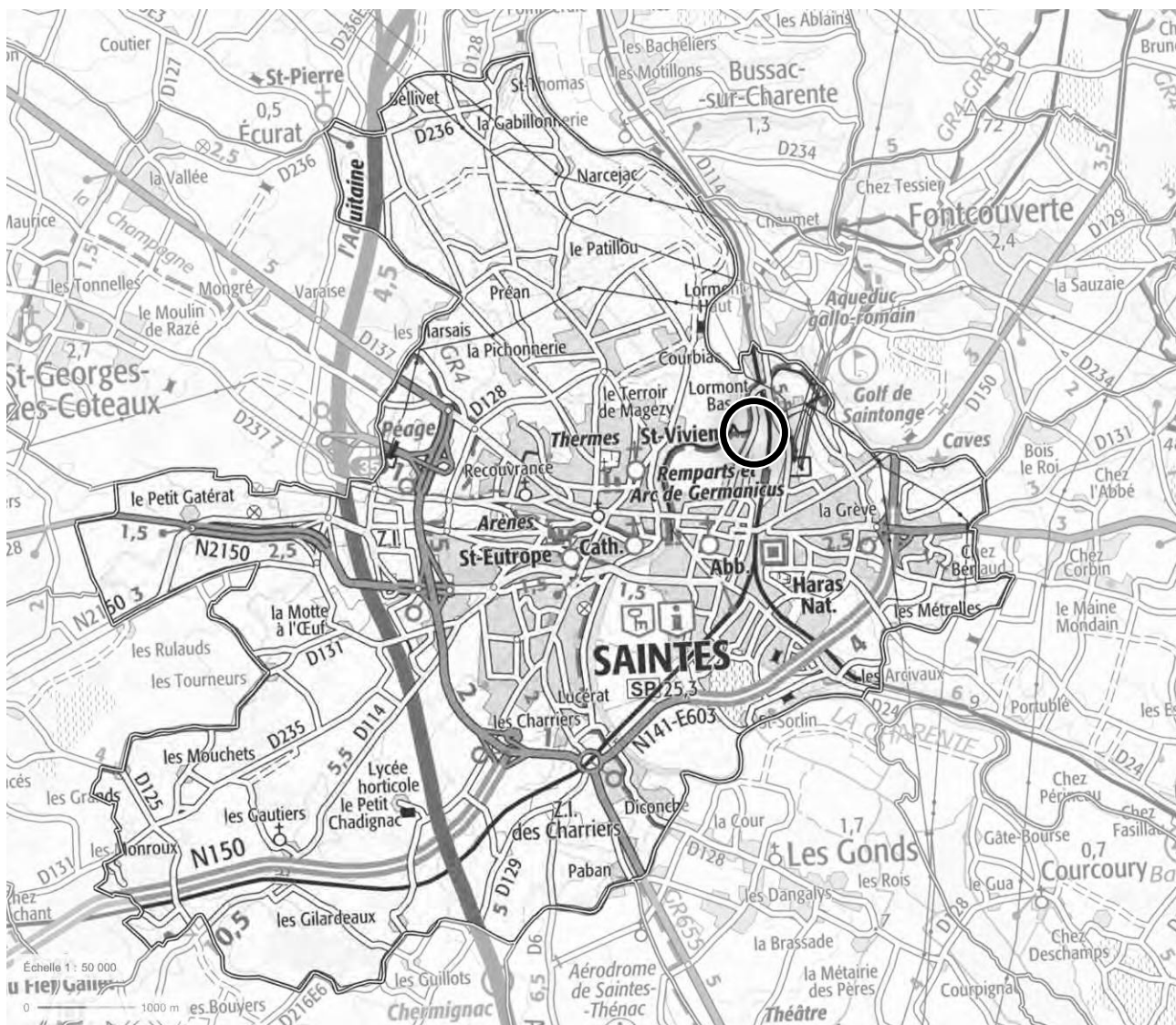
Fait à Saintes

le,

28 MAI 2020

Signature

Pour le Président par délégation
LE DIRECTEUR GÉNÉRAL
Denis MINOT



**RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET
DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION
DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE**

Maîtrise d'Ouvrage: EAU 17
131 cours Genêt - CS 50517. 17119 Saintes cedex
05.46.92.72.72
secretariat@eau17.fr



Architecte: Bruno JACQ architecte d.p.l.g.
4, rue de Blois, 33600 Pessac
05.56.80.79.38
brunojacq-archi@orange.fr



Désignation du plan:

**ÉTAT DES LIEUX
PLAN DE SITUATION**

N°:

PC1

Dessiné par: B.J.

Phase: PC

Echelle: ± 1/50 000°

Date: Février 2020





depuis le sud



depuis le nord



depuis les collines à l'est (site non visible)

			
RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE			
Maîtrise d'Ouvrage: EAU 17 131 cours Genêt - CS 50517. 17119 Saintes cedex 05.46.92.72.72 secretariat@eau17.fr			
Architecte: Bruno JACQ architecte d.p.l.g. 4, rue de Blois, 33600 Pessac 05.56.80.79.38 brunojacq-archi@orange.fr			
Désignation du plan:			N°:
ETAT DES LIEUX PHOTOGRAPHIES ENVIRONNEMENT LOINTAIN			PC8
Dessiné par: B.J.	Phase: PC	Echelle:	Date: Février 2020



**RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET
DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION
DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE**

Maitrise d'Ouvrage: EAU 17
131 cours Genêt - CS 50517. 17119 Saintes cedex
05.46.92.72.72
secretariat@eau17.fr



Architecte: Bruno JACQ architecte d.p.l.g.
4, rue de Blois, 33600 Pessac
05.56.80.79.38
brunojacq-archi@orange.fr



Désignation du plan: **ETAT DES LIEUX
PHOTOGRAPHIES ENVIRONNEMENT PROCHE**

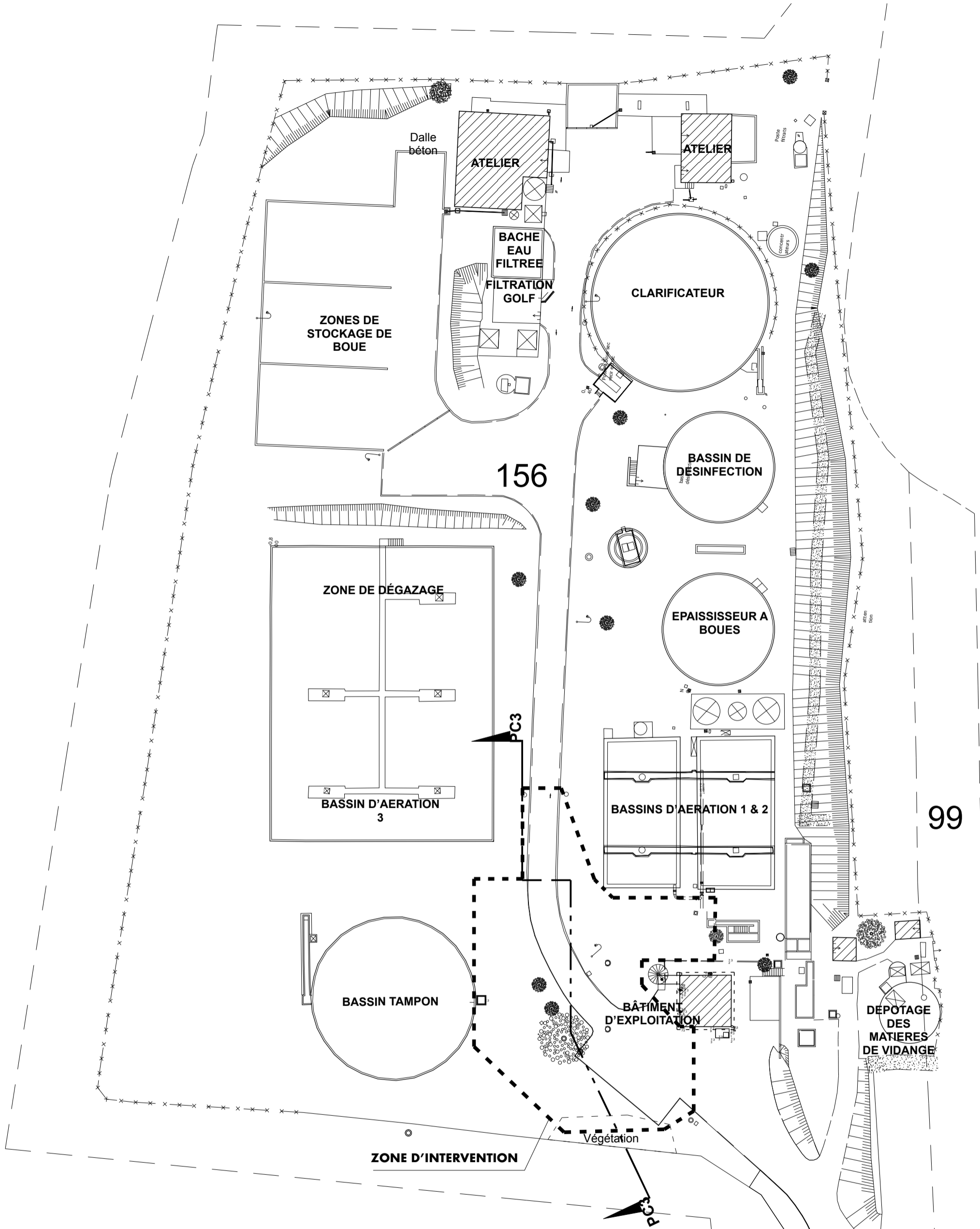
N°: **PC7**

Dessiné par: B.J.

Phase: PC

Echelle:

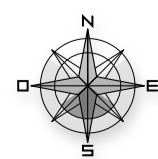
Date: Février 2020



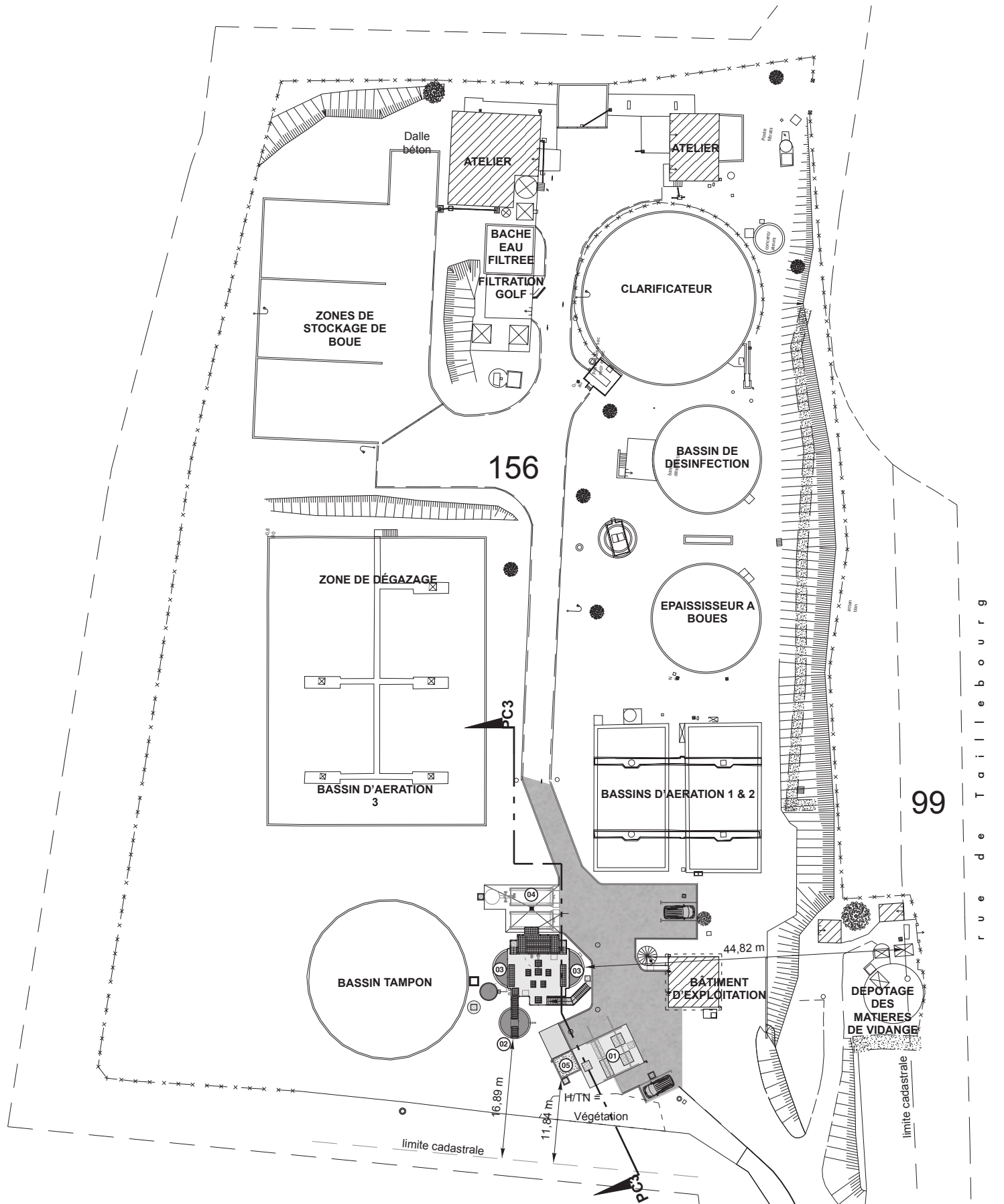
156

99

rue de Taillebourg



 RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE			
Maîtrise d'Ouvrage: EAU 17 131 cours Genêt - CS 50517. 17119 Saintes cedex 05.46.92.72.72 secretariat@eau17.fr			
Architecte: Bruno JACQ architecte d.p.l.g. 4, rue de Blois. 33600 Pessac 05.56.80.79.38 brunojacq-archi@orange.fr			
Désignation du plan: ETAT DES LIEUX PLAN DE MASSE GLOBAL			N°: PC2-1
Dessiné par: B.J.	Phase: PC	Echelle: 1/500 ^e	Date: Février 2020

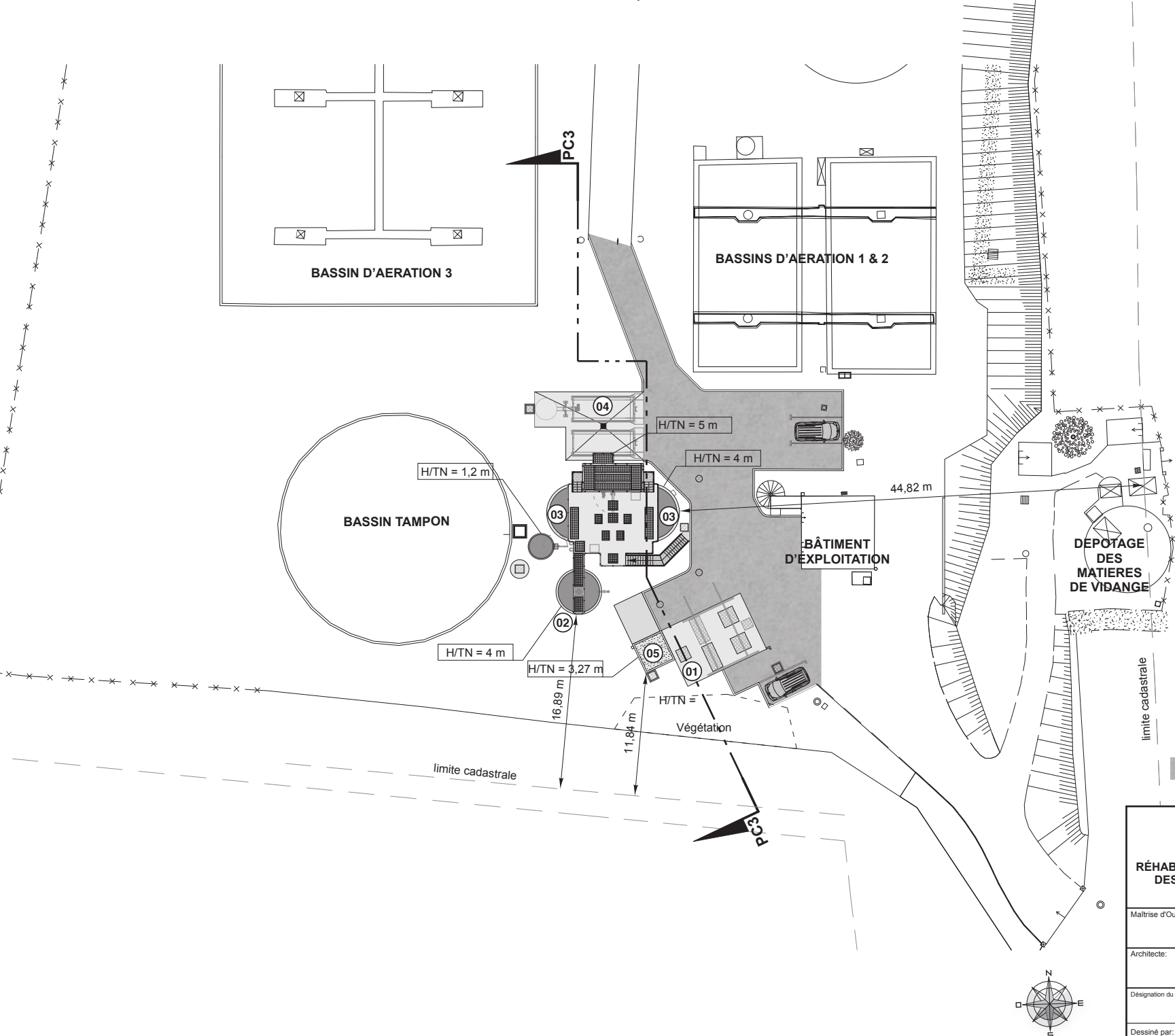


- ① POSTE DE RELEVAGE
- ② REACTEUR A GRAISSES
- ③ DEGRAISSEUR/DESSABLEUR
- ④ AIRE A BENNES
- ⑤ LOCAL ELECTRIQUE




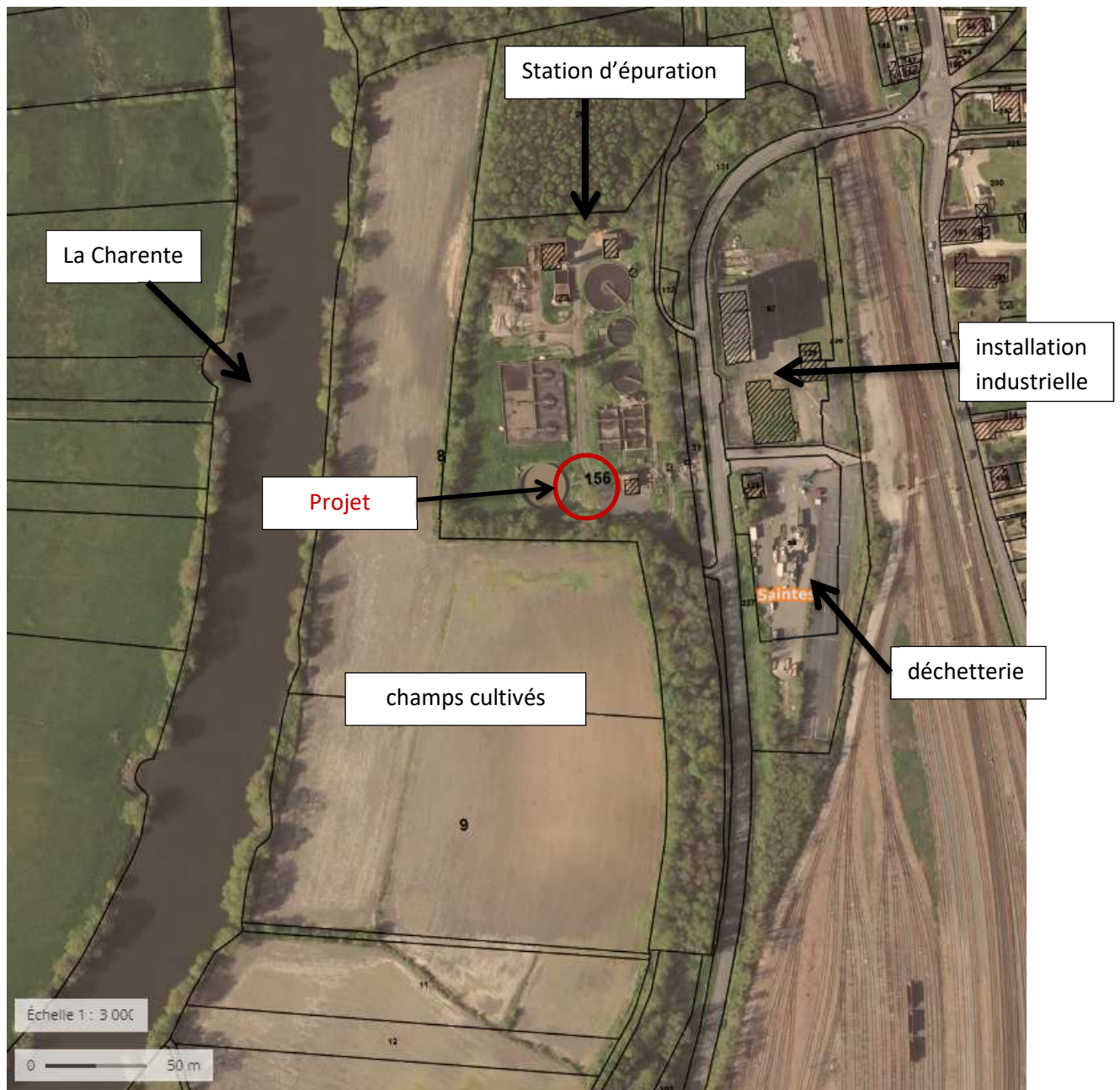
 Saintes	
RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	
Maîtrise d'Ouvrage: EAU 17 131 cours Genêt - CS 50517, 17119 Saintes cedex 05.46.92.72.72 secretariat@eau17.fr	
Architecte: Bruno JACQ architecte d.p.l.g. 4, rue de Blois, 33600 Pessac 05.56.80.79.38 brunojacq-archi@orange.fr	
Désignation du plan: PROJET PLAN DE MASSE GLOBAL N°: PC2-2	
Dessiné par: B.J.	Phase: PC
Echelle: 1/500°	Date: Février 2020

- 01 POSTE DE RELEVAGE
- 02 REACTEUR A GRAISSES
- 03 DEGRAISSEUR/DESSABLEUR
- 04 AIRE A BENNES
- 05 LOCAL ELECTRIQUE



r u e d e T a i l l e b o u r g

 SAINTES	
RÉHABILITATION DU POSTE DE RELÈVEMENT PRINCIPAL ET DES PRÉTRAITEMENTS DE LA STATION D'ÉPURATION DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	
Maîtrise d'Ouvrage: EAU 17 131 cours Genêt - CS 50517, 17119 Saintes cedex 05.46.92.72.72 secretariat@eau17.fr	
Architecte: Bruno JACO architecte d.p.l.g. 4, rue de Blois, 33600 Pessac 05.56.80.79.99 brunojacq-archi@orange.fr	
Désignation du plan: PROJET PLAN DE MASSE ZONE CONCERNÉE N°: PC2-3	
Dessiné par: B.J.	Phase: PC
Echelle: 1/350'	Date: Février 2020



PLAN DES ABORDS DU PROJET

(photo aérienne Géoportail - prise de vue de 2018)

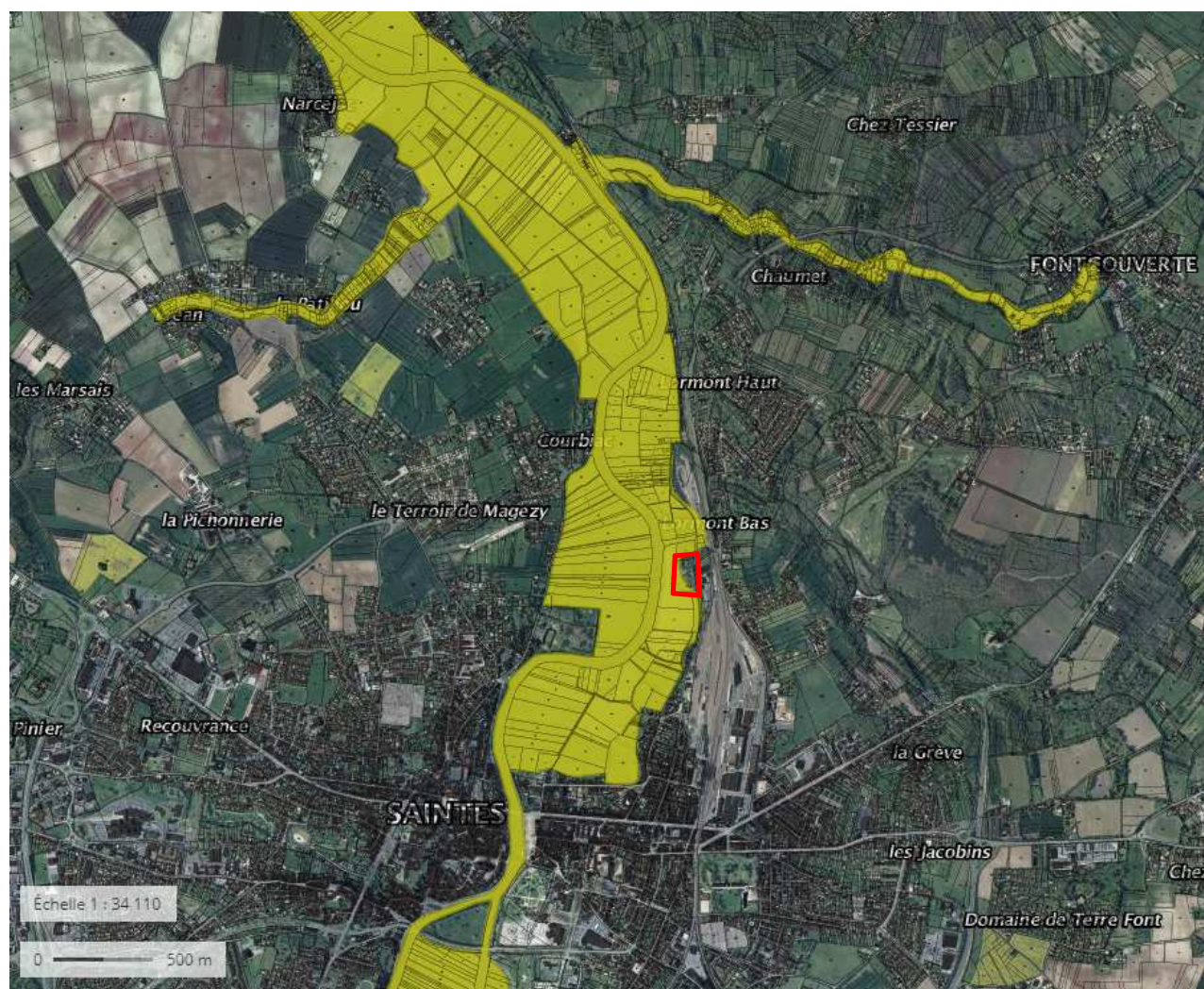
CARTE DE LOCALISATION

La cartographie de localisation du site du projet est présentée page suivante.

La station d'épuration existante se trouve pour partie dans l'emprise et en bordure de deux sites NATURA 2000.

De fait, la zone de projet se trouve concernée par les deux sites suivants :

- ✓ ZPS (Zone de Protection Spéciale) de la Directive Oiseaux FR5412005 « Vallée de la Charente moyenne et Seignes »,
- ✓ SIC (Site d'Importance Communautaire) et ZPS (Zone de Protection Spéciale) de la Directive Habitats FR5400472 « Moyenne Vallée de la Charente et Seignes et Coran ».



Carte de localisation du projet par rapport aux sites NATURA 2000

SITUATION DETAILLEE PAR RAPPORT AUX SITES NATURA 2000

Comme le montre les plans ci-après, **la zone du projet se trouve pour partie dans et en bordure des deux sites NATURA 2000 suivants :**

- ✓ ZPS Directive Oiseaux FR 5412005 « Vallée de la Charente moyenne et Seugnes »,
- ✓ SIC/ZPS Directive Habitats FR 5400472 « Moyenne Vallée de la Charente et Seugnes et Coran ».



Situation du projet par rapport à la zone NATURA 2000 FR5412005



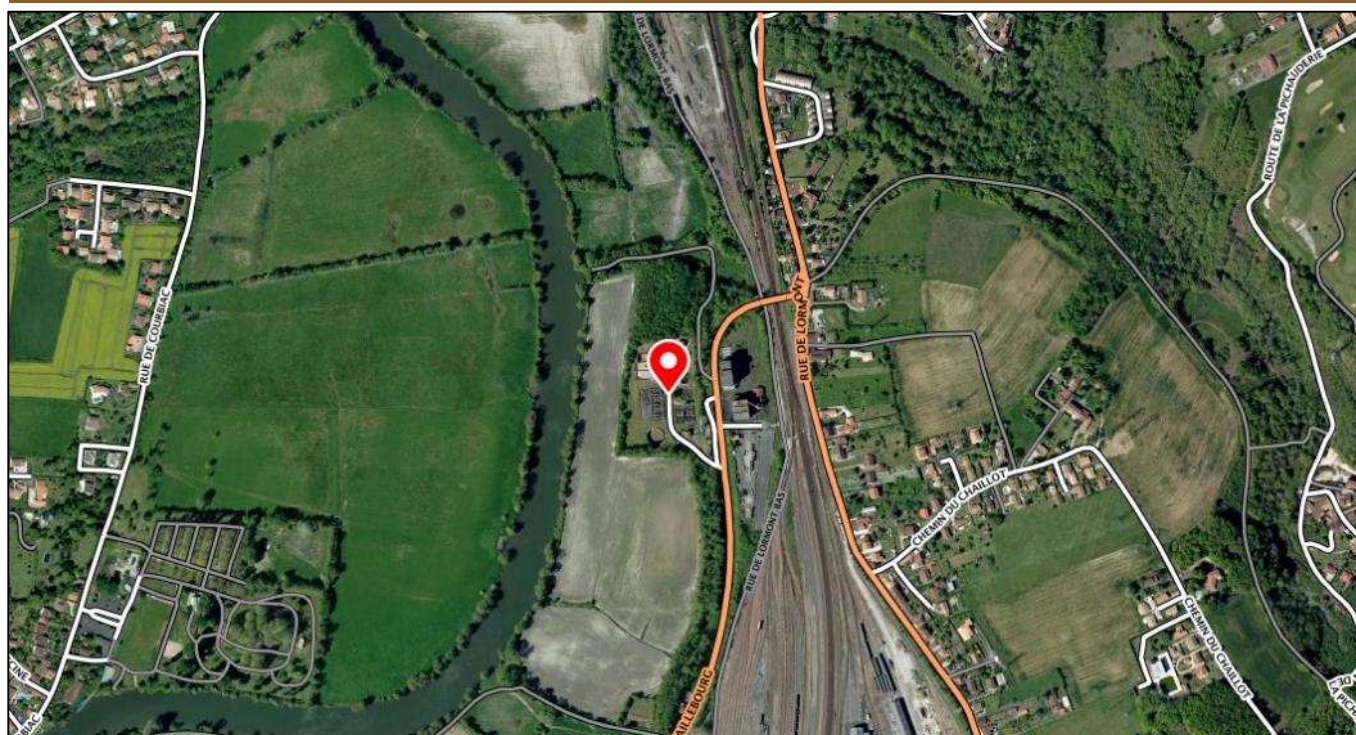
Situation du projet par rapport à la zone NATURA 2000 FR5400472



Réhabilitation du poste de prélèvement principal et des prétraitements de la station d'épuration

ÉTUDE GEOTECHNIQUE G2-PRO

Rue Taillebourg
Lieu-dit « Lormont »
17100 SAINTES



Dossier n° 3304764 - Étude géotechnique G2-PRO - Juillet 2019



Ville de SAINTES
Hôtel de Ville
Square André Maudet - BP 20319
17107 SAINTES Cedex

CLIENT

NOM	Ville de SAINTES
ADRESSE	Hôtel de Ville Square André Maudet – BP 20319 17107 SAINTES Cedex
INTERLOCUTEUR	Mme Mathilde ROUSSEAU (MO - Cabinet Merlin)

ECR ENVIRONNEMENT

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
26/11/2019	01	Étude G2-AVP : Édition initiale	M. VANDEKERCKHOVE	H. SYLLA
06/12/2018	02	Étude G2-AVP : Complément analyses d'agressivité béton	M. VANDEKERCKHOVE	H. SYLLA
15/07/2019	01	Étude G2-PRO : Édition initiale	C. MILLET	H. SYLLA

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
1.1. OBJET DE LA MISSION	4
1.2. DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE	4
1.3. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU SITE ET DU PROJET	5
1.3.1. Cadre du projet.....	5
1.3.2. Présentation du projet	6
1.4. RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE, GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	12
1.4.1. Investigations réalisées.....	12
1.4.2. Caractéristiques lithologiques	14
1.4.3. Sismicité.....	15
1.4.4. Hydrogéologie / Niveaux d'eau / Suivi piézométrique	15
1.4.5. Caractéristiques géomécaniques	19
1.4.6. Résultat de l'essai de pompage / Perméabilité des terrains.....	19
1.4.7. Résultats des analyses en laboratoire : identifications GTR et analyses d'agressivité.....	21
1.5. SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	21
2. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES / PRINCIPES GENERAUX DE MISE EN ŒUVRE.....	23
2.1. TERRASSEMENTS GENERAUX.....	23
2.2. TALUTAGES	24
2.3. SOUTENEMENTS	26
2.4. DISPOSITIONS VIS-A-VIS DE L'EAU EN PHASE TRAVAUX	26
2.5. PROTECTION CONTRE LES EAUX EN PHASE DEFINITIVE.....	27
2.6. SOLUTIONS DE FONDATIONS	29
3. RABATTEMENT DE NAPPE	31
3.1. PRINCIPE DES DISPOSITIFS DE RABATTEMENT.....	31
3.2. EVALUATION DES DEBITS D'EXHAURES.....	31
4. PARAMETRES DE JUSTIFICATION EN FONDATION SUPERFICIELLE PAR RADIER	34
4.1. CONTRAINTES DE CALCULS	34
4.2. PARAMETRES DE SOLS.....	34
4.3. ESTIMATION DES TASSEMENTS PREVISIBLES	35
4.4. VERIFICATION VIS-A-VIS DU RISQUE DE SOULEVEMENT GLOBAL	36



5.	PARAMETRES DE JUSTIFICATIONS DES FONDATIONS PROFONDES	37
5.1.	HYPOTHESES GENERALES DE CONCEPTION	37
5.2.	CAS DE CHARGES A REPENDRE	39
5.3.	MAQUETTE GEOTECHNIQUE	43
5.4.	CALCULS DES EFFORTS MOBILISABLES ET ÉBAUCHES DIMENSIONNELLES	44
5.4.1.	Charges admissibles en compression	44
5.4.2.	Charges admissibles en traction	45
5.4.3.	Ebauches dimensionnelles	45
5.5.	REMARQUES IMPORTANTES	47
6.	JUSTIFICATION DES SOUTÈNEMENTS	48
6.1.	PREAMBULE	48
6.2.	HYPOTHESES GENERALES	49
6.3.	CAS DU POSTE DE RELEVAGE 1A	51
6.3.1.	Ébauche dimensionnelle	51
6.3.2.	Vérification de portance et reprise des efforts ascendants	55
6.3.3.	Vérification de fiche hydraulique	55
6.3.4.	Vérification du phénomène de renard solide	56
6.4.	CAS DU POSTE DE REPRISE BASSIN 9A	57
6.4.1.	Ébauche dimensionnelle	57
6.4.2.	Vérification de portance et reprise des efforts ascendants	59
6.4.3.	Vérification de fiche hydraulique	60
6.4.4.	Vérification du phénomène de renard solide	60
7.	RAPPEL DES PRECONISATION POUR LES VOIRIES	62
7.1.	SOL SUPPORT / TRAVAUX PREPARATOIRES	62
7.2.	PLATEFORME SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS	62
7.3.	COUCHES DE FORME	63
7.4.	EXEMPLE DE STRUCTURES DE CHAUSSEE	63
	ANNEXES	62



1. INTRODUCTION

1.1. Objet de la mission

A la demande du Cabinet MERLIN [5, rue Louise Michel – 33240 SAINT-ANDRÉ-DE-CUBZAC], et pour le compte de la Ville de SAINTES [Hôtel de Ville – Square André Maudet – BP 20319 – 17107 SAINTES Cedex], la société ECR Environnement a réalisé une étude géotechnique dans le cadre du projet d'extension de la station d'épuration de la commune de SAINTES (17100).

L'étude répond à la notification d'attribution du marché « Réhabilitation du poste de refoulement principal et des prétraitements de la station d'épuration : mission géotechnique et environnementale » en date du 15 octobre 2018. Elle fait suite au mail du 14 mai 2019 valant ordre de service pour la réalisation de la phase G2-PRO.

Les reconnaissances sur site ont été effectuées entre le 15 et le 22 octobre 2018, dans le cadre de l'étude G2-AVP.

Le présent rapport rend compte des résultats de cette étude et a pour objectif de :

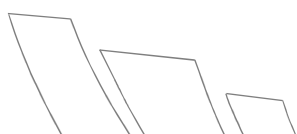
- confirmer les solutions de mise en œuvre et les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement des ouvrages ;
- fournir une ébauche dimensionnelle des solutions de fondations et ouvrages de soutènements ;
- préciser les modalités de mise en œuvre et terrassements en masse ;
- confirmer les données de conception et les dispositions à adopter vis-à-vis de l'eau (niveaux d'eau de référence, modalités de rabattement de nappe, estimation du débit d'exhaure) ;
- préciser les sujétions particulières relatives au contexte géotechnique et aux avoisinants.

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » (Norme NFP 94-500), la présente étude est de type G2-PRO [Étude géotechnique de conception phase projet], et voit de ce fait son étendue limitée aux prestations correspondantes.

1.2. Documents remis pour l'étude

Dans le cadre de la mission G2-AVP réalisée en février 2019, il nous avait été fourni les documents suivants :

- Cahier des charges de la consultation – Indice A du 31/08/2018 – Cabinet MERLIN.
- Plan de masse du projet du Cabinet MERLIN – Avant-projet, ind. A d'avril 2018 ;
- Arrêté d'autorisation de création d'un dépôt communal provisoire d'ordures ménagères en décharge contrôlée à SAINTES – 15 juin 1973 - Préfecture de la Charente-Maritime ;
- Evolution du site – photos aériennes de 1937 à 2000 – Cabinet MERLIN ;
- Photos de la STEP lors du terrassement du bassin d'orage – 1992 ;
- Rapport d'expertise à propos de l'établissement d'une décharge contrôlée d'ordures ménagères à côté de la station d'épuration de la ville de SAINTES (17) – 13 novembre 1972 – Jean Vouve ;
- Sondages pour l'extension de la station de traitement – 10 juin 1990 – DDE/SEC/COMEA ;
- Etude de sol complémentaire pour le projet de bassin de stockage des huiles usagées et complément des études géotechnique + Plan de localisation des sondages – Avril 1999 – SIMECSOL.



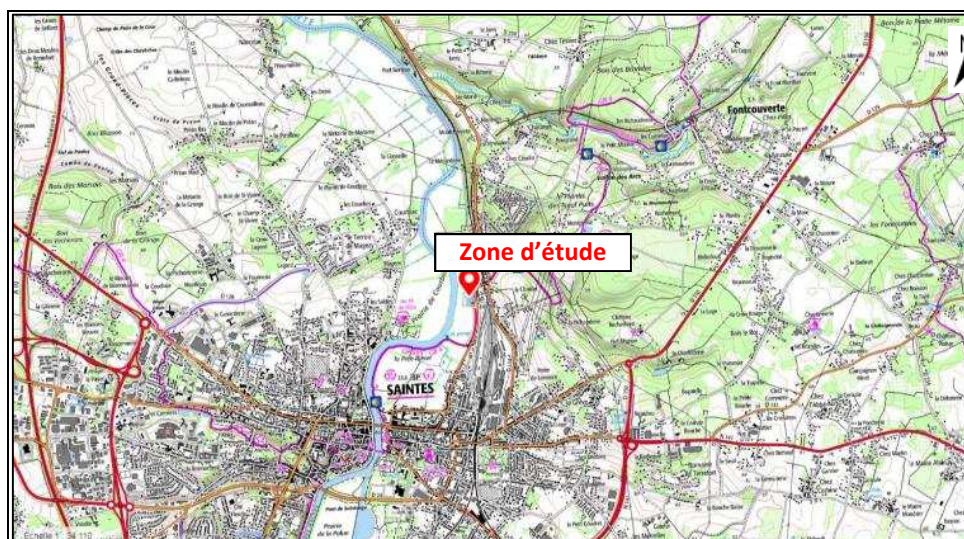
En complément, pour la réalisation de cette mission G2-PRO, nous avons disposé des éléments suivants :

- mail du 14 mai 2019, valant ordre de service pour le lancement de la G2-PRO ;
- dossier PRO indice A (mars 2019), qui contient le plan de localisation des projets, et vues en coupes de chaque ouvrage ;
- mail du 22 mai 2019 indiquant les charges globales réparties par ouvrages.

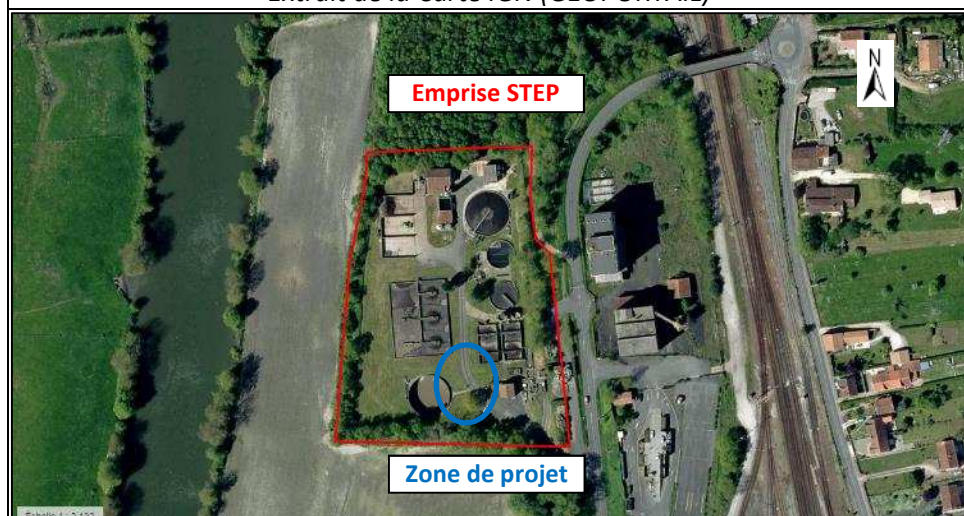
1.3. Rappel des caractéristiques du site et du projet

1.3.1. Cadre du projet

Le projet est situé rue Taillebourg, dans l'enceinte de la station d'épuration principale de la commune de SAINTES (17100), à environ 1,9 km au nord du centre-ville, et occupe une partie de la parcelle CL-156.



Extrait de la Carte IGN (GEOPORTAIL)



Vue aérienne du site (GEOPORTAIL)

La STEP se trouve sur une zone fortement remblayée (épaisseur \approx 3 à 4 m) par rapport aux terrains agricoles environnants. L'altitude moyenne du site est comprise entre +7,0 et +8,0 m NGF, tandis que l'altimétrie de la plaine alluviale (terrain initial) se place vers +3,4 à +3,9 m NGF.

D'après les données disponibles, les remblais existants sont de deux natures :

- remblais argileux, pour la partie ancienne (côté Est de la voirie principale d'exploitation) ;
- remblais de décharge contrôlée, pour la partie la plus récente (côté Ouest de la voirie principale d'exploitation).

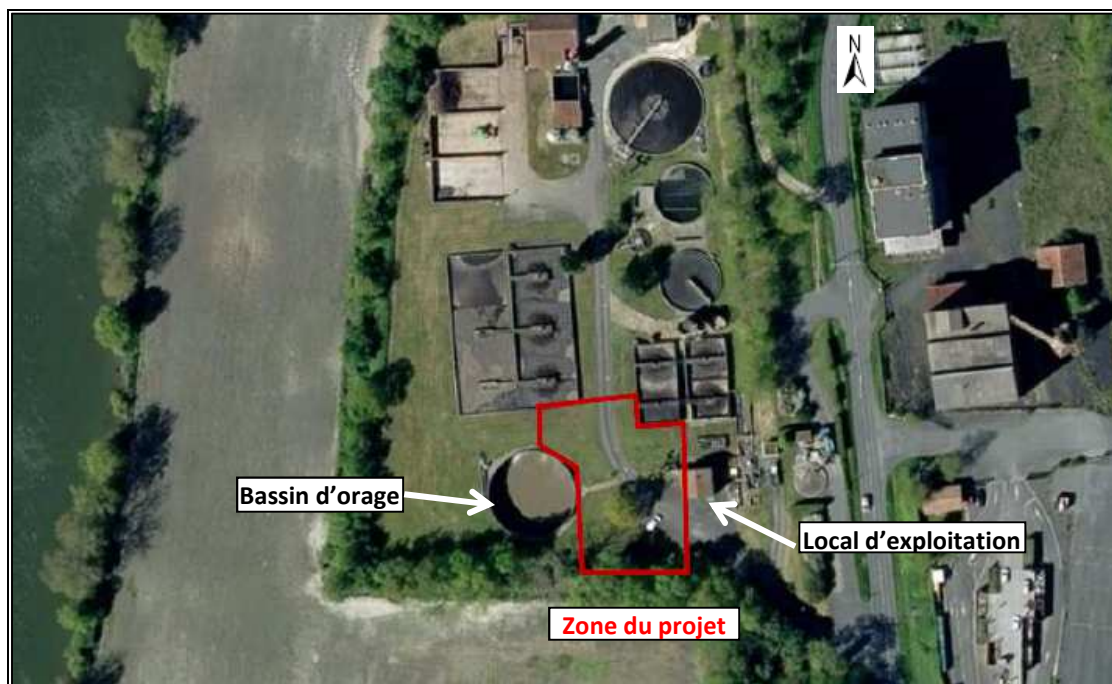
Sous ces remblais, se trouve un horizon argilo-calcaire, puis des bancs de calcaires durs à partir de 2,5 m NGF environ.

Les ouvrages et aménagements existants sur la zone de projet sont constitués par une voie de circulation interne, de places de parking, un bassin d'orage (\varnothing 24 m enterré à 3,80 m), une canalisation DN 700 enterrée vers 7,0 à 7,5 m de profondeur, et d'un local d'exploitation.

1.3.2. Présentation du projet

D'après les informations communiquées, le projet prévoit l'extension de la station d'épuration avec la réhabilitation du poste de relèvement principal et des prétraitements de la station d'épuration.

Le projet est localisé en partie sud de la STEP, entre le bassin d'orage et le local d'exploitation.



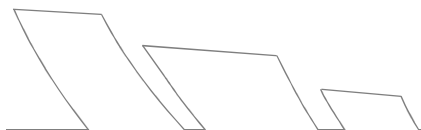
Localisation de la zone des travaux projetés

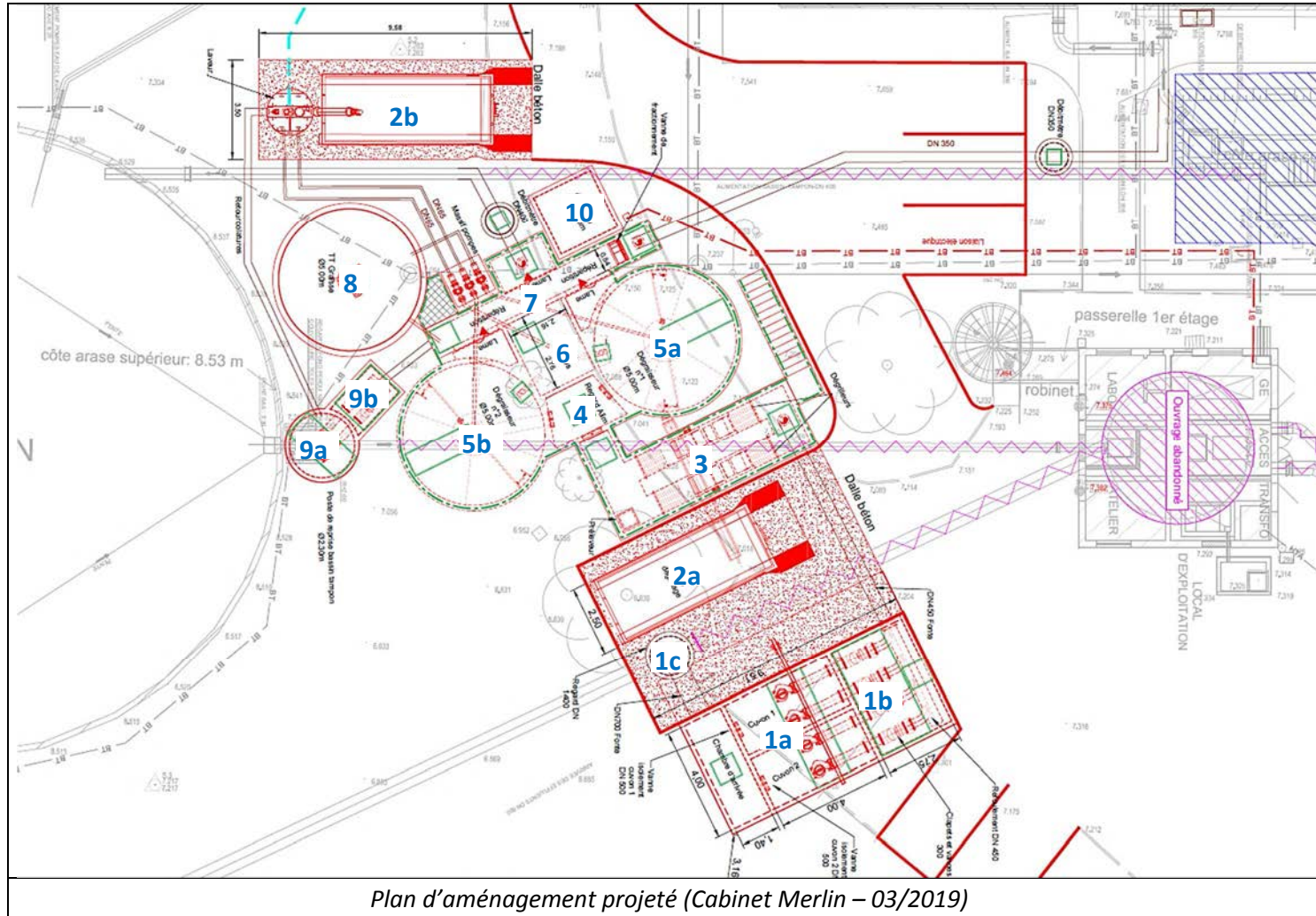
Le plan de masse projet avec localisation des différents ouvrages, les coupes, ainsi que les caractéristiques des ouvrages (dimensions, positions niveaux bas, charges globales réparties G-Q indiquées par le Cabinet Merlin au stade PRO) sont reportés dans les pages suivantes.

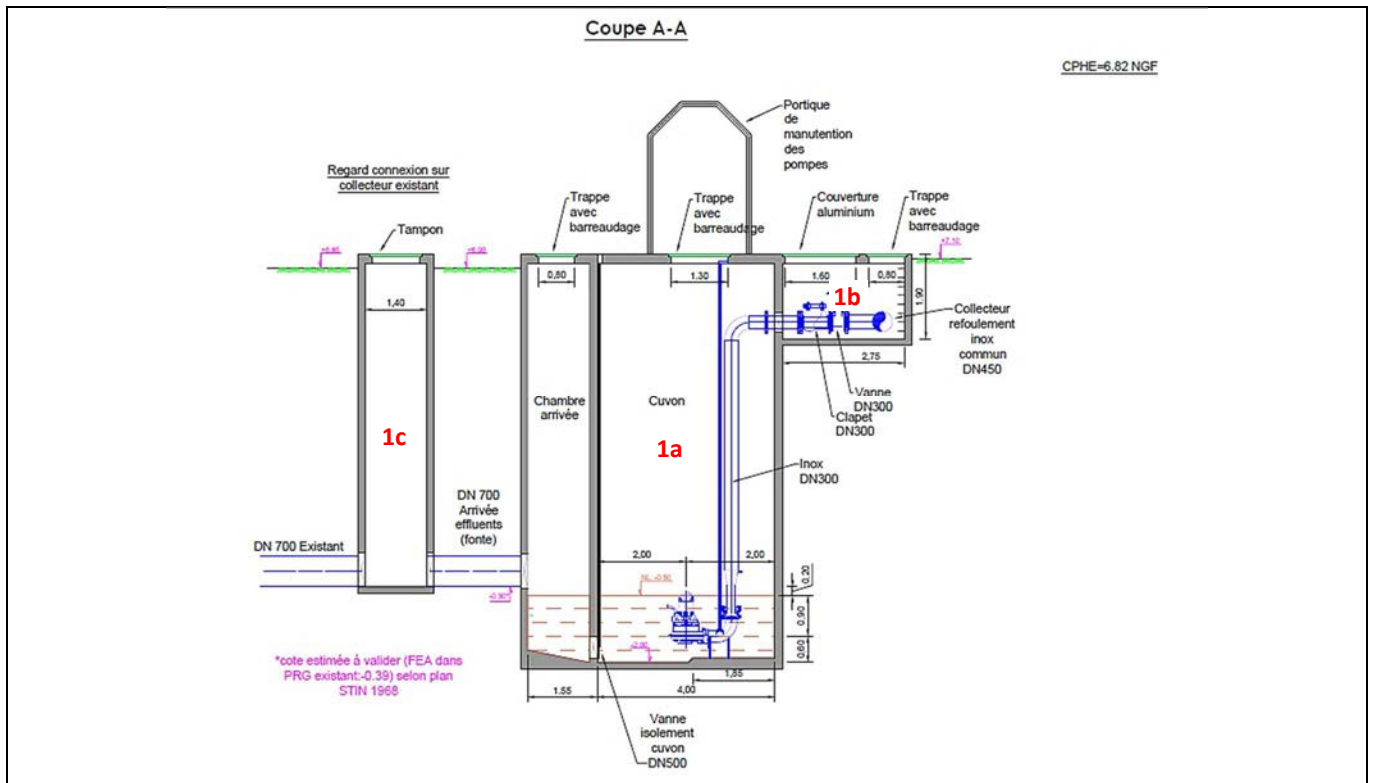
Les profondeurs sont données pour un niveau moyen du terrain actuel (TA) pris à +7,0 NGF.



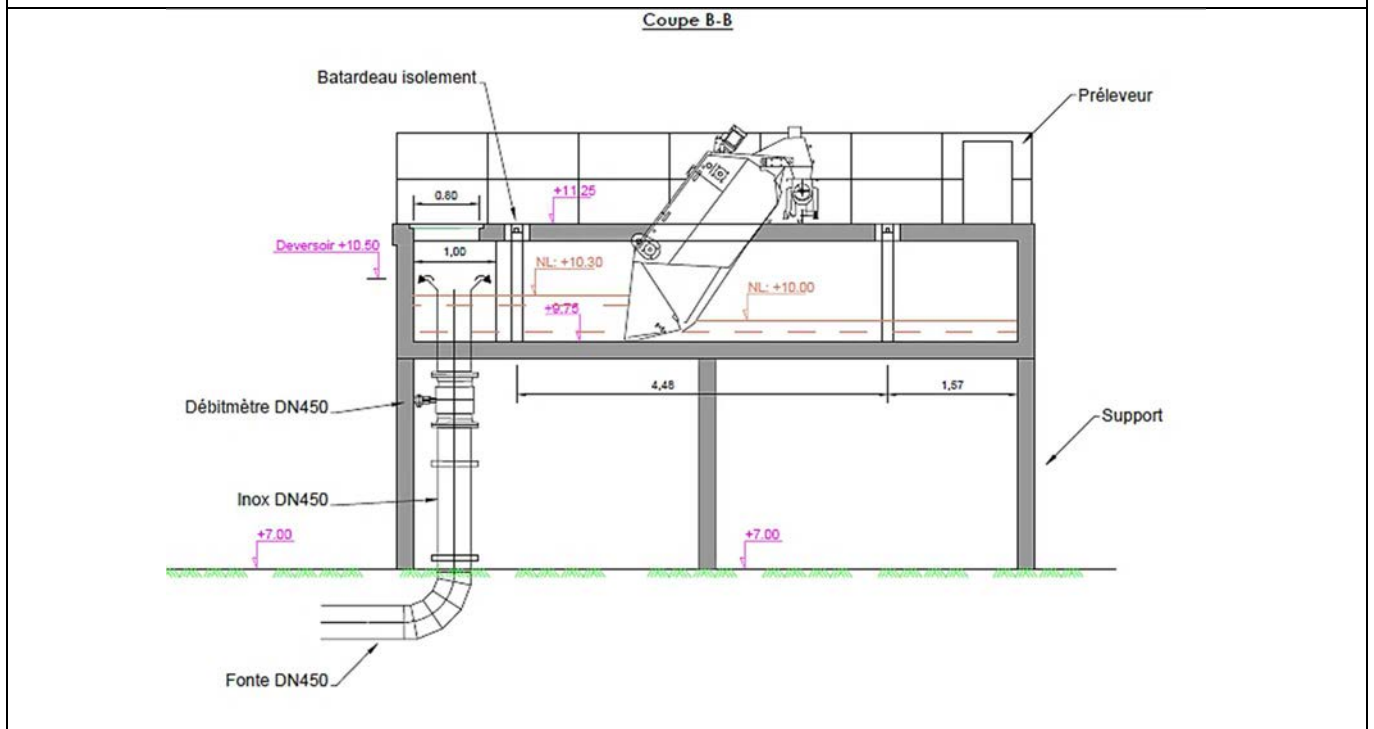
Ouvrage		Caractéristiques définies	Niveau bas fini	Emprise approximative	Charges globales réparties	
					G	Q
1a	Poste de relevage : partie profonde chambre d'arrivée + cuvons	Ouvrage rectangulaire totalement enterré jusqu'à 9,0 m/TA	-2,0 NGF (9,0 m/TA)	4,40 x 5,90 ≈ 26,0 m ²	7,0 t/m ²	10,0 t/m ²
1b	Poste de relevage : partie regard vannes attenant	Ouvrage annexe rectangulaire enterré, attenant en encorbellement au poste de relevage 1a	+5,2 NGF (1,8 m/TA)	2,90 x 4,40 ≈ 12,8 m ²	1,0 t/m ²	0,5 t/m ²
1c	Regard de connexion sur collecteur DN 700 mm existant	Ouvrage circulaire annexe Ø 1,7 m connecté au poste de relevage 1a , écarté d'environ 2 m par rapport à ce dernier	-0,3 à -0,4 NGF (7,4 m/TA)	$\pi \times 0,85^2 \approx 2,3 \text{ m}^2$	<i>Non indiqué (a priori négligeable)</i>	
2a 2b	Aires à bennes	Dalles en béton armé destinées à recevoir des bennes, positionnées au TA, avec laveur de 1t sur 3 appuis en bout de dalle	+7,0 NGF (±0,0 m/TA)	3,50 x 9,50 ≈ 33,3 m ²	1,0 t/m ²	3,5 t/m ²
3	Canaux de dégrillage	Structure sur poteaux surélevée par rapport au TA		2,20 x 7,70 ≈ 17,0 m ²	10,0 t/appui	0,1 t/appui
4	Regard d'alimentation	Ouvrage trapézoïdal positionnées au TA, connecté avec les ouvrages 5a-5b-6		1,75 x 1,90 à 2,80 ≈ 4,0 m ²	6,0 t/m ²	3,5 t/m ²
5a 5b	Ouvrages de dégraissage / dessablage	Ouvrages circulaires Ø 5,4 m semi-enterrés, d'une hauteur totale d'environ 6,5 m, connectés avec les ouvrages 4-6	+4,8 NGF (2,2 m/TA)	$\pi \times 2,70^2 \approx 22,9 \text{ m}^2$	4,0 t/m ²	6,0 t/m ²
6	Fosse de stockage des graisses	Ouvrage carré semi-enterré connecté avec les ouvrages 4-5a-5b		2,50 x 3,00 ≈ 7,5 m ²	8,0 t/m ²	5,0 t/m ²
7	Canal de répartition	Ouvrage rectangulaire positionné au TA, attenant aux ouvrages 6-10	+7,0 NGF (±0,0 m/TA)	1,0 x 8,70 ≈ 8,7 m ²	7,0 t/m ²	3,5 t/m ²
8	Réacteur de traitement des graisses	Ouvrage circulaire Ø 5,4 m semi-enterré, d'une hauteur totale d'environ 5,7 m	+6,0 NGF (1,0 m/TA)	$\pi \times 2,70^2 \approx 22,9 \text{ m}^2$	2,5 t/m ²	5,0 t/m ²
9a	Poste de reprise bassin tampon : partie poste	Ouvrage circulaire Ø 2,7 m presque totalement enterré, d'une hauteur totale d'environ 5,3 m, attenant au bassin tampon	+3,5 NGF (3,5 m/TA)	$\pi \times 1,15^2 \approx 4,2 \text{ m}^2$	1,0 t/m ²	5,5 t/m ²
9b	Poste de reprise bassin tampon : partie regard vannes attenant	Ouvrage annexe rectangulaire enterré, attenant en encorbellement au poste de reprise 9a	+6,2 NGF (0,8 m/TA)	1,65 x 2,10 ≈ 3,5 m ²	0,4 t/m ²	0,5 t/m ²
10	Local électrique	Ouvrage carré positionné au TA, attenant à l'ouvrage 7	+7,0 NGF (±0,0 m/TA)	2,50 x 2,50 ≈ 6,3 m ²	5,5 t/m ²	0,5 t/m ²





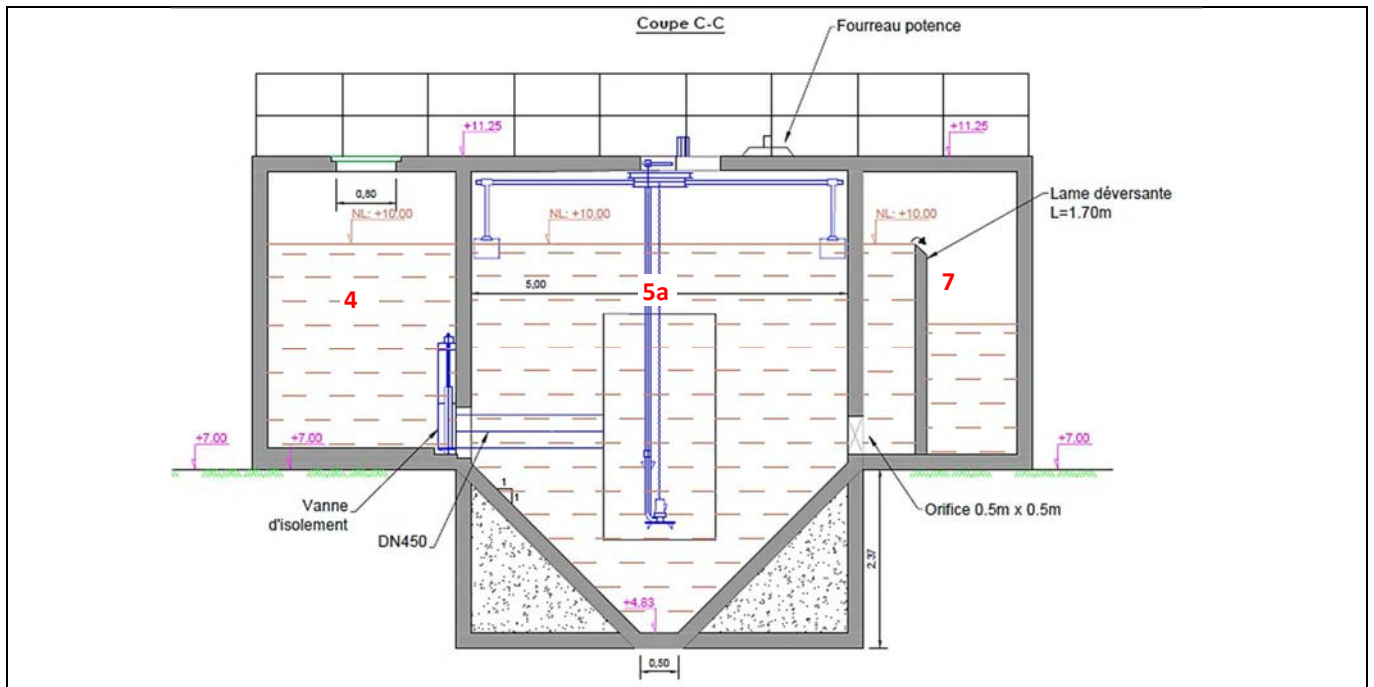


- 1 – Poste de relevage :**
- a** – partie profonde chambre d’arrivée + cuvons ;
 - b** – partie regard et vannes attenant
 - c** – regard de connexion sur collecteur DN 700 existant

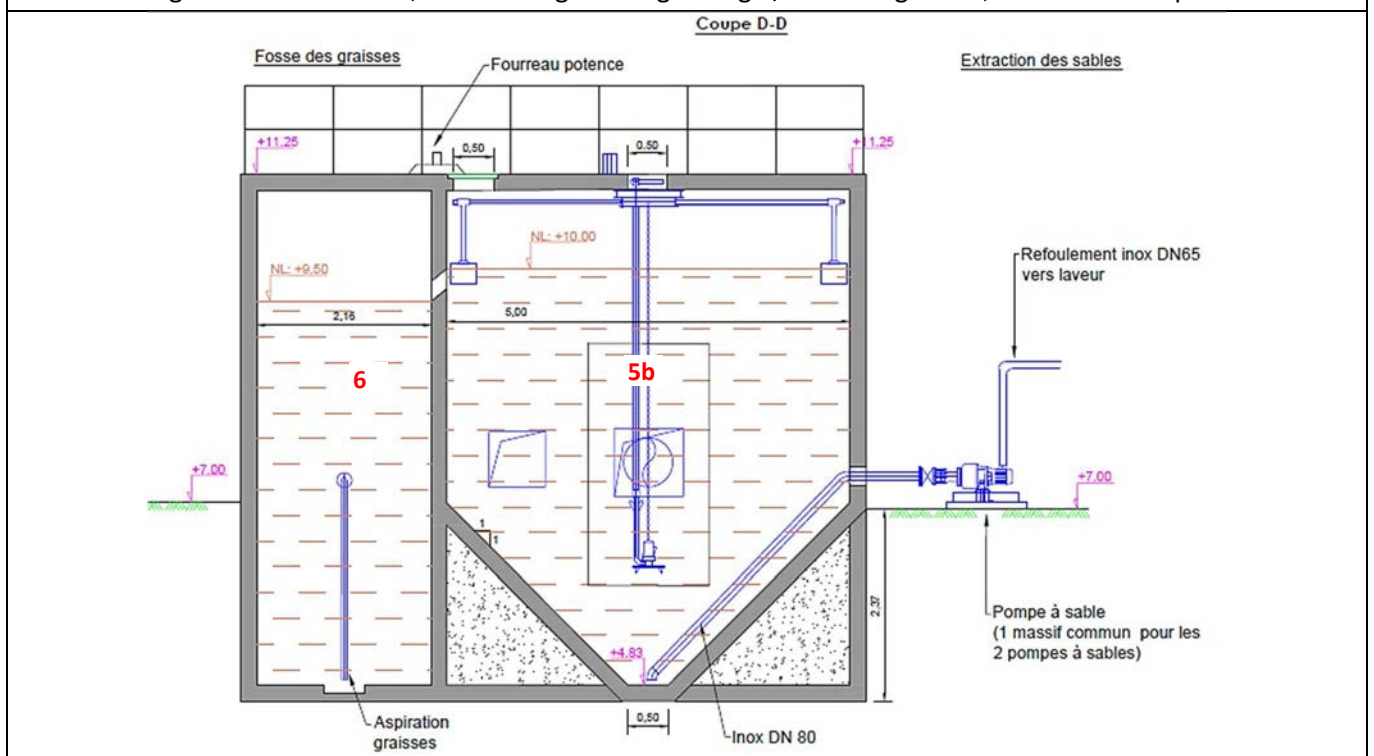


3 – Canaux de dégrillage



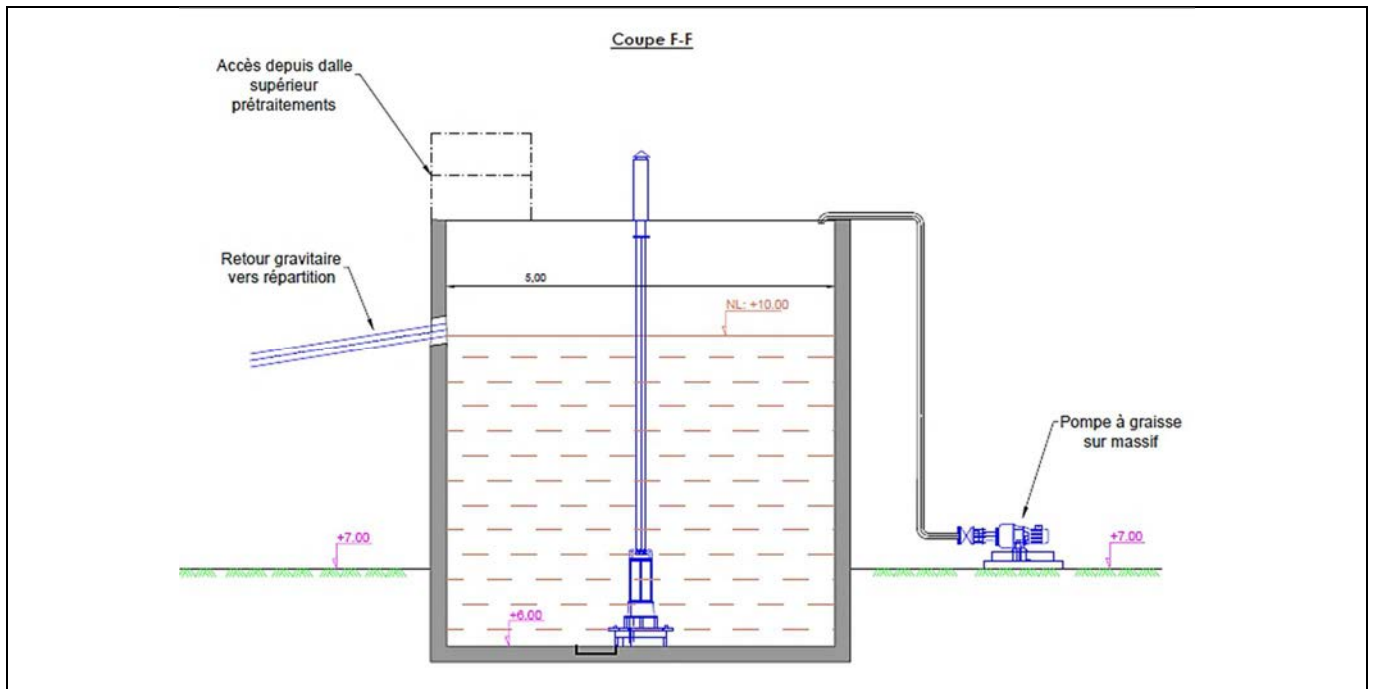


4 – Regard d’alimentation ; **5a** – Ouvrage de dégraisage / dessablage n° 1 ; **7** – Canal de répartition

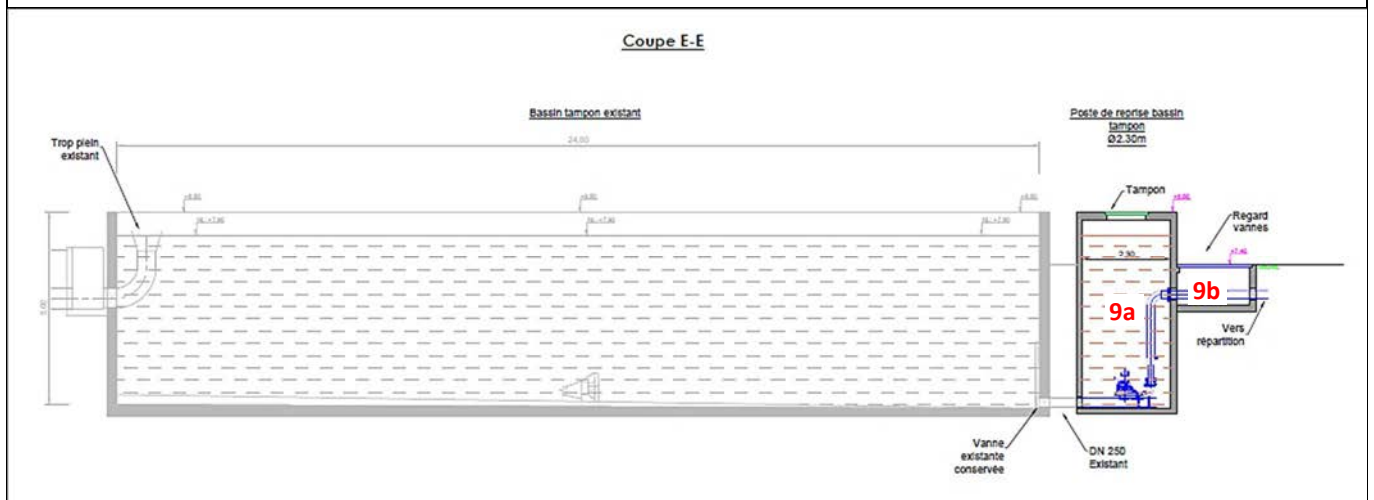


5b – Ouvrage de dégraisage / dessablage n° 2 ; **6** – Fosse de stockage des graisse

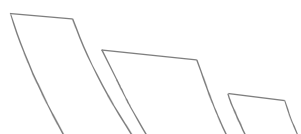




8 – Réacteur de traitement des graisses



**9 – Poste de reprise bassin tampon : a – partie poste ;
b – partie regards et vannes attenant**



Selon les informations données dans le CCTP de la consultation, au sens de l'Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les ouvrages sont :

- de catégorie d'importance I pour les bassins extérieurs isolés (non accolés à un bâtiment), non couverts et non intégrés dans un bâtiment ;
- de catégorie d'importance II pour tous les bâtiments, qu'ils reçoivent des locaux d'exploitation, des locaux techniques ou couvrant des ouvrages de contenance.

Remarque : pour toutes différences importantes par rapport à ces hypothèses, il conviendra au responsable du projet de nous informer, afin que nous puissions reconsidérer ou adapter selon nécessité les conclusions de l'étude.

1.4. Rappel du contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique

Le détail des informations recueillies sur le contexte géotechnique et des résultats des investigations réalisées sur le site est consigné dans le rapport d'étude géotechnique G2-AVP n° 3304764-V2 du 6 décembre 2018.

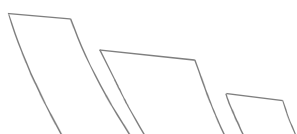
Ils ne sont pas intégralement repris dans le présent rapport, et devront au besoin être consultés dans le document précité.

Nous en rappelons ci-après les principaux éléments et joignons en annexes le plan d'implantation ainsi que les résultats des principaux sondages géotechniques.

1.4.1. Investigations réalisées

Les investigations sur site ont été réalisées en phase d'étude G2-AVP, en octobre et novembre 2018. Les reconnaissances ont consisté en :

- 2 forages destructifs avec enregistrement des paramètres de forage – **SD1 et SD2** – descendus respectivement à 9,2 et 8,5 m de profondeur par rapport au terrain actuel (TA) ;
- 3 sondages pressiométriques – **SP1 à SP3** – réalisés en tarière Ø 63 mm et descendus à 15,0 m (SP1) et 10,5 m (SP2 et SP3) ;
- l'équipement de 2 sondages en piézomètres – **PZ1 et PZ2** – respectivement jusqu'à 12,0 et 4,5 m environ (tubes PVC Ø 51/60 mm crépinés à partir de 1,3 et 3,0 m, protégés par un capot hors sol).
Un troisième piézomètre **PZ3** a été réalisé à environ 80 m au nord de la zone d'étude – entre le clarificateur et le bassin de désinfection – jusqu'à une profondeur d'environ 7,5 m (tubes PVC Ø 51/60 mm crépinés à partir de 2,0 m, protégé par un capot hors sol).
Un suivi en continu des niveaux d'eau été effectué sur 8 mois à l'aide de sondes automatiques d'acquisition ;



- 1 **Puits** pour essai de pompage réalisé dans un forage Ø114mm de 14,0 m et équipé jusqu'à une profondeur d'environ 11,0 m (tubes PVC Ø 80/90 mm crépinés à partir de 2,0 m, protégé par un capot hors sol) ;
- 1 essai de perméabilité de type PORCHET – **K1** ;
- 4 fouilles à la pelle mécanique – **PM1 à PM4** – réalisées dans le cadre de l'étude environnementale jusqu'à une profondeur de 1,05 à 4,1 m environ ;
- 4 identifications GTR en laboratoire ;
- le prélèvement de 2 échantillons d'eau et 2 échantillons de sol pour analyses d'agressivité chimique vis-à-vis du béton suivant la norme NF-EN-206-1.

Les sondages ont été implantés conformément au plan joint en annexes.

L'altimétrie des têtes de sondages a été rattachée au NGF à partir des levés topographiques effectués en septembre 2018 par la cellule topographie d'ECR Environnement. Les altitudes déduites s'établissent comme suit :

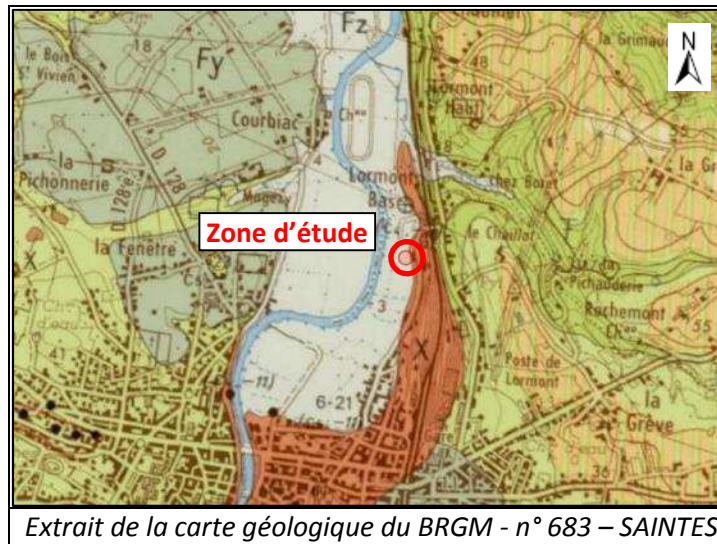
Sondages	Cote NGF (m)
SP1 / PZ1 / puits	≈ +6,7
SP2 / PZ2	≈ +7,0
SP3	≈ +7,2
SD1	≈ +6,9
SD2	≈ +7,3
PM1	≈ +7,3
PM2	≈ +7,2
PM3	≈ +7,4
PM4	≈ +7,0
PZ3	≈ +7,2

Nous rappelons que ces cotes sont données à titre indicatif et sont à considérer avec toute la réserve de précision qui s'impose. Elles sont reportées sur les coupes de sondages, et devront être vérifiées et corrigées si nécessaire par le géomètre désigné avant commencement des travaux.



1.4.2. Caractéristiques lithologiques

Au regard de l'extrait de la carte géologique de SAINTES (n° 683) éditée par le BRGM, la zone d'étude se situe au droit d'Alluvions modernes (Fz) recouverts de remblais issus de l'ancienne décharge ou de dépôts artificiels (X) comme décrits dans le §1.3.1. Ces formations reposent sur le substratum calcaire du Coniacien (C₅).



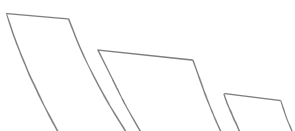
Les investigations réalisées phase d'étude G2-AVP ont permis de distinguer :

- un remblai minéral limono-argileux marron à beige avec des graviers et des gros blocs de calcaire, reconnu jusque 1,5 à 3,0 m de profondeur environ ;
- un remblai constitué de déchets divers dans une matrice limono-argileuse noirâtre, reconnu jusque 3 à 4 m de profondeur environ ;
- un horizon argileux vasard gris-bleuté mis en évidence à partir des cotes +3,3 à +5,0 m NGF environ, et recoupé jusque 4,5 à 5,5 m de profondeur environ, correspondant aux Alluvions modernes de *la Charente* ;
- puis le substratum calcaire du Coniacien identifié à partir des cotes +1,2 à +2,9 m NGF environ, et recoupé jusqu'à la fin des sondages arrêtés entre 10,0 et 15,0 m /TA, constitué d'un calcaire relativement dur avec des passages plus tendres en tête et en profondeur (entre 10,0 et 11,5 m en SP1 et entre 8,0 et 9,0 m en SD1).

Rappel : les descriptions susmentionnées se basent sur des remontées partielles de cuttings issus de forages destructifs en petit diamètre ($\varnothing 63$ mm). La précision des interfaces pour ce type d'investigation est au mieux d'une vingtaine de centimètres. Les coupes établies doivent donc être considérées comme schématiques et sont à corréliser avec les données géomécaniques obtenues.

Les remblais sont susceptibles de présenter des variations d'épaisseur et d'hétérogénéité très marquées. Les Alluvions et le toit du substratum peuvent également présenter des variations sensibles d'épaisseur / profondeur.

Le substratum calcaire est susceptible de contenir des poches d'altération ou de fracturation avec de fortes décompressions, comme décelé au droit des sondages SP1 et SD1. Nous attirons également l'attention sur le caractère très compact / induré des calcaires sains.



1.4.3. Sismicité

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français et entré en vigueur depuis le 01 mai 2011, le projet se situe en **zone de sismicité 2** (niveau d'aléa faible). Les ouvrages considérés sont de **catégorie d'importance I et II**, et ne seront donc pas soumis aux exigences de conception parasismique.

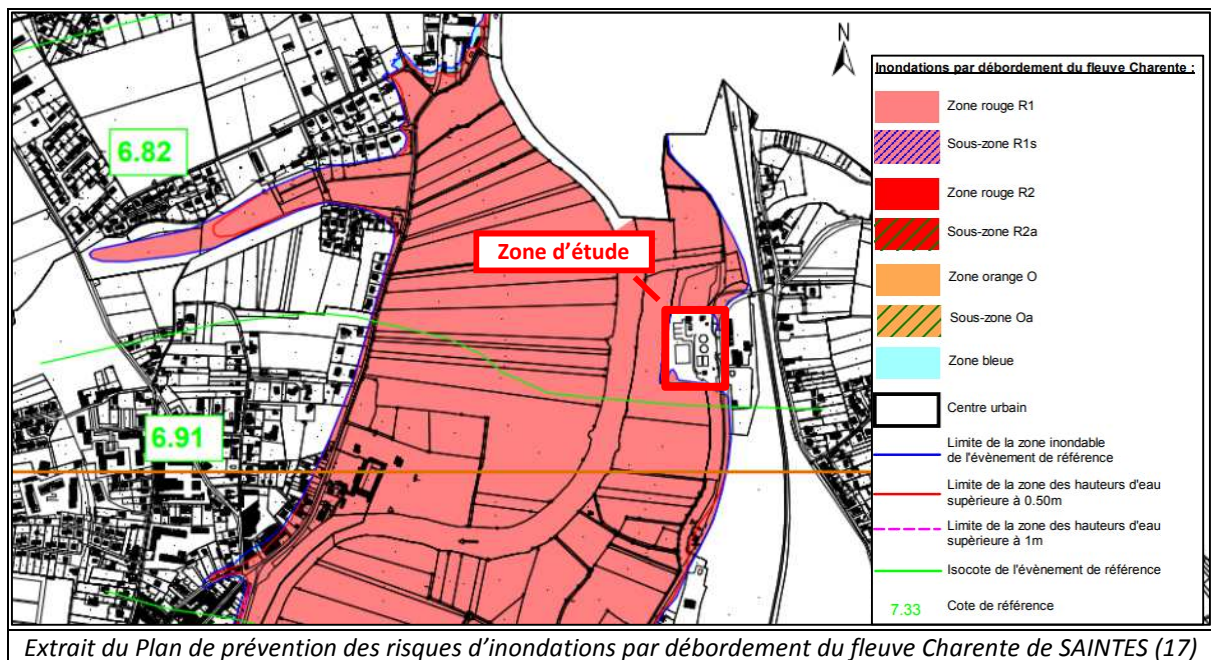
Remarque : En zone de sismicité 1 et 2, l'étude de risque de liquéfaction des sols n'est pas requise.

1.4.4. Hydrogéologie / Niveaux d'eau / Suivi piézométrique

Le site se trouve dans le lit majeur de *la Charente*. Il est répertorié par le BRGM en zone de **sensibilité élevée – nappe sub-affleurante** vis-à-vis du risque de remontée de nappe et **en limite de zone inondable** d'après le PPRi approuvé par la commune (zone réglementaire rouge R2).

Le niveau des plus hautes eaux référencé par le PPRi se place à **+6,82 NGF**, soit entre -0,2 et -1,2 m/TA. La plateforme remblayée à une altitude de l'ordre de +7,0 à +8,0 NGF permet de placer la station hors eau.

A titre indicatif, les berges de *la Charente* se situent vers les cotes +2,5 à +3,0 m NGF, et peuvent être considérées comme le niveau de nappe courant.



Les niveaux d'eau relevés en cours de chantier (octobre et novembre 2018) étaient placés vers 3,5 à 4,0 m de profondeur en Pz1-Pz3-Puits (vers les cotes approximatives +3,0 à +3,5 NGF), et vers 3,0 m de profondeur en Pz2 (vers les cotes approximatives +3,5 à +4,0 NGF).

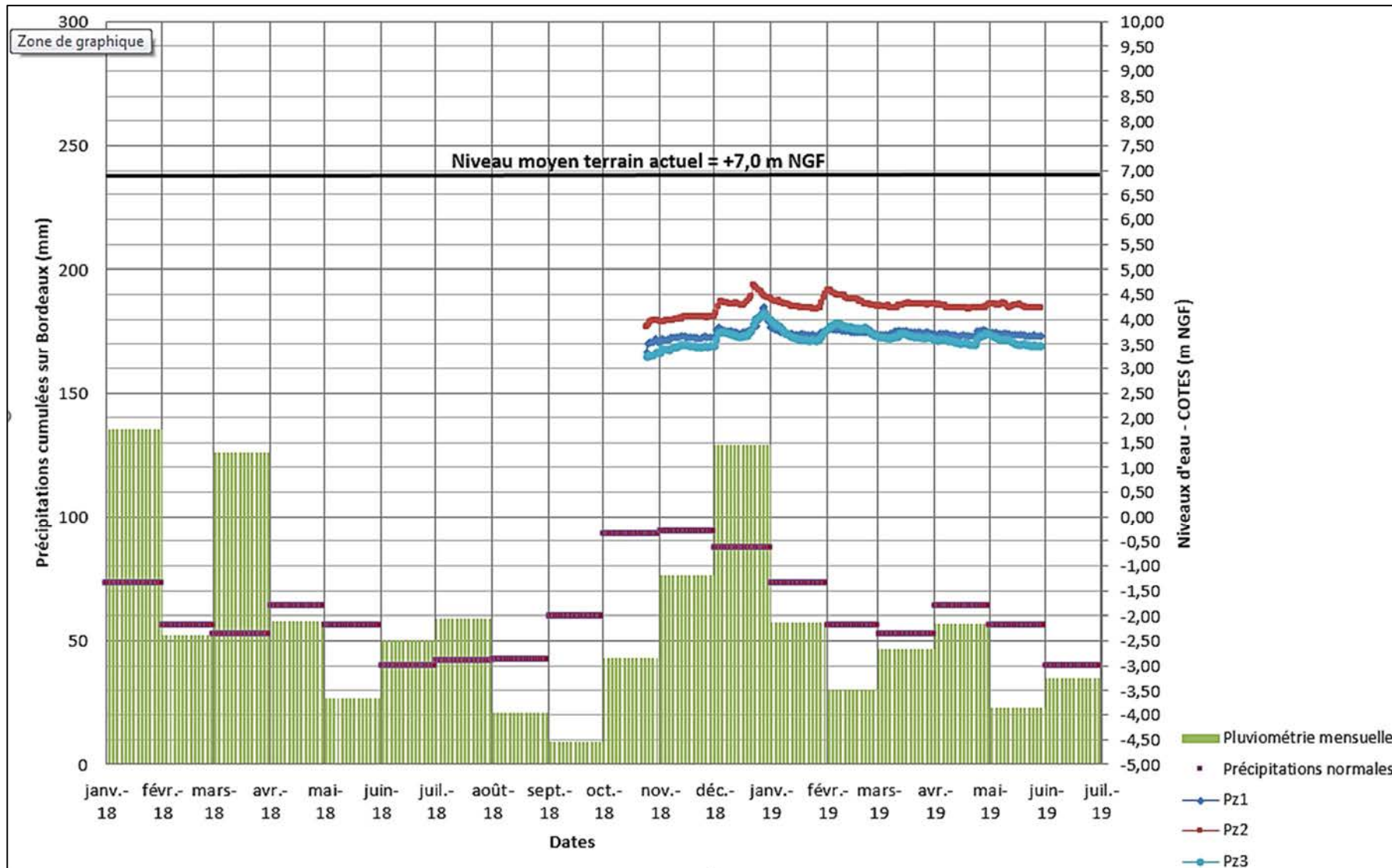
Les piézomètres Pz1-Pz2-Pz3 ont été équipés de sondes d'acquisition automatique pour effectuer un suivi en continu des niveaux d'eau sur une durée de 8 mois, entre octobre 2018 et mai 2019.

Les tableaux et le graphique suivants synthétisent les résultats obtenus :

Mois	Valeurs	Piézomètre Pz1		Piézomètre Pz2		Piézomètre Pz3	
		Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)	Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)	Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)
Oct-18	Max	3,66	≈ +3,30	3,17	≈ +3,97	3,97	≈ +3,33
	Min	3,40	≈ +3,04	3,03	≈ +3,83	3,87	≈ +3,23
	Variation max	0,26	0,26	0,14	0,14	0,10	0,10
	Moyenne	3,48	≈ +3,22	3,07	≈ +3,93	3,93	≈ +3,27
Nov-18	Max	3,45	≈ +3,38	3,07	≈ +4,05	3,88	≈ +3,50
	Min	3,32	≈ +3,25	2,95	≈ +3,93	3,70	≈ +3,32
	Variation max	0,13	0,13	0,12	0,12	0,18	0,18
	Moyenne	3,38	≈ +3,32	2,99	≈ +4,01	3,77	≈ +3,43
Déc-18	Max	3,38	≈ +3,96	2,96	≈ +4,69	3,75	≈ +4,12
	Min	2,74	≈ +3,32	2,31	≈ +4,04	3,08	≈ +3,45
	Variation max	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,67
	Moyenne	3,16	≈ +3,54	2,63	≈ +4,37	3,41	≈ +3,79
Janv-19	Max	3,33	≈ +3,52	2,81	≈ +4,50	3,65	≈ +3,96
	Min	3,18	≈ +3,37	2,50	≈ +4,19	3,24	≈ +3,55
	Variation max	0,15	0,15	0,31	0,31	0,41	0,41
	Moyenne	3,28	≈ +3,42	2,72	≈ +4,28	3,52	≈ +3,68
Févr-19	Max	3,30	≈ +3,50	2,75	≈ +4,58	3,54	≈ +3,91
	Min	3,20	≈ +3,40	2,42	≈ +4,25	3,29	≈ +3,66
	Variation max	0,10	0,10	0,33	0,33	0,25	0,25
	Moyenne	3,25	≈ +3,45	2,60	≈ +4,40	3,38	≈ +3,82
Mars-19	Max	3,30	≈ +3,47	2,80	≈ +4,33	3,61	≈ +3,72
	Min	3,23	≈ +3,40	2,67	≈ +4,20	3,48	≈ +3,59
	Variation max	0,07	0,07	0,13	0,13	0,13	0,13
	Moyenne	3,27	≈ +3,43	2,72	≈ +4,28	3,56	≈ +3,64
Avr-19	Max	3,33	≈ +3,48	2,82	≈ +4,29	3,71	≈ +3,71
	Min	3,22	≈ +3,37	2,71	≈ +4,18	3,49	≈ +3,49
	Variation max	0,11	0,11	0,11	0,11	0,22	0,22
	Moyenne	3,29	≈ +3,41	2,77	≈ +4,23	3,63	≈ +3,57
Mai-19	Max	3,33	≈ +3,44	2,80	≈ +4,32	≈ +3,75	≈ +3,69
	Min	3,26	≈ +3,37	2,68	≈ +4,20	≈ +3,51	≈ +3,45
	Variation max	0,07	0,07	0,12	0,12	0,24	0,24
	Moyenne	3,30	≈ +3,40	2,74	≈ +4,26	≈ +3,66	≈ +3,54

Mois	Valeurs	Piézomètre Pz1		Piézomètre Pz2		Piézomètre Pz3	
		Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)	Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)	Prof. eau (m/TA)	Cote NGF (m)
Oct-18 à Mai-19	Max	3,66	≈ +3,98	3,17	≈ +4,69	3,97	≈ +4,12
	Min	2,72	≈ +3,04	2,31	≈ +3,83	3,08	≈ +3,23
	Variation max	0,94	0,94	0,86	0,86	0,89	0,89
	Moyenne	3,28	≈ +3,42	2,75	≈ +4,25	3,57	≈ +3,63





Ces relevés confirment la présence d'une nappe pérenne à faible / moyenne profondeur avec un niveau statique moyen sur la période d'observation placé vers les cotes approximatives **+3,4 à +3,6 NGF en Pz1-Pz3** (vers 3,3 à 3,6 m/TA), et vers **+4,3 m NGF en Pz2** (vers 2,7 m/TA).

Nous pourrions noter que les précipitations mensuelles enregistrées sur la station de LA ROCHELLE sont globalement déficitaires par rapport aux normales depuis juillet 2018, avec une période estivale particulièrement sèche. Des précipitations significativement excédentaires ont été relevées en décembre 2018 (niveaux équivalent aux mois de janvier et mars 2018 – printemps très pluvieux).

Nous pourrions aussi noter que les variations de niveaux d'eau sont synchrones et globalement du même ordre de grandeur pour les trois ouvrages suivis, et mettent en évidence une relation directe avec la pluviométrie ainsi qu'une réaction rapide de la nappe aux apports d'eau.

Les niveaux maximums mesurés en décembre 2018 se placent à environ **+4,0 / +4,1 m NGF en Pz1-Pz3** (vers 2,7 et 3,1 m/TA), et à environ **+4,7 m NGF en Pz2** (vers 2,3 m/TA). Les niveaux les plus bas ont été mesurés au moment de l'intervention en octobre 2018, à l'issue d'une saison estivale très sèche.

L'amplitude maximale de battement du niveau de nappe atteint 0,9 m environ sur la période d'observation. En dehors des épisodes pluvieux les plus importants (début / fin décembre 2018 et fin janvier / début février 2018), l'amplitude des variations du niveau de nappe reste assez limitée, de l'ordre de 10 à 30 cm. Le maintien des niveaux d'eau même en période de faibles précipitations suggère une alimentation continue de la nappe, probablement par des écoulements souterrains provenant du relief à l'Est du secteur.

Le suivi piézométrique confirme une différence de niveau persistante d'environ 0,7 m de hauteur entre les ouvrages Pz1-Pz3 et Pz2. Tenant compte du comportement similaire des niveaux d'eau au droit des 3 ouvrages, nous sommes amenés à considérer qu'il s'agit d'une seule et même nappe. Nous attribuons la différence altimétrique du niveau d'eau en Pz2 à la présence du bassin tampon immédiatement à l'aval hydraulique du piézomètre, faisant barrage à l'écoulement de la nappe vers *la Charente* à l'Ouest (bassin Ø 24 m enterré à 3,8 m).

Sur la base des données recueillies dans le cadre de cette étude et des résultats actuels du suivi piézométrique, nous proposons à ce stade de retenir pour hypothèses de travail, les niveaux caractéristiques suivants :

- EB : +3,0 NGF – soit vers 4 m/TA (berges de la Charente) ;
- EF : +4,0 NGF – soit vers 3 m/TA ;
- EH : +5,0 NGF – soit vers 2 m/TA ;
- EE : +6,82 NGF – soit vers 0,2 à 1,2 m/TA (NPHE du PPRI).



1.4.5. Caractéristiques géomécaniques

Les valeurs pressiométriques mesurées au droit des sondages SP1-SP2-SP3 sont telles que :

Unité litho.	Profondeur (m/TA)	Cote NGF	Nb val.	E _M (MPa)			PI* (MPa)		
				Min	Max	Moy.h	Min	Max	Moy.h
Remblai minéral	0,0 à 1,1/3,0	+6,7/7,3 à +3,7/6,1	5	7,7	39,0	15	0,52	2,24	1,1
Remblais de décharge	1,1/1,7 à 3,1/3,6	+5,3/6,1 à +3,3 à 5,0	2 ^(*)	1,1	2,9	1	0,11	0,32	0,1
Alluvions modernes argilo-vasardes	2,3/3,6 à 4,4/5,6	+3,3/5,0 à +1,2/2,9	4	2,5	6,2	3	0,14	0,56	0,2
Substratum calcaire du Coniacien	4,4/5,6 à ≥ 15,0	+1,2/2,9 à ≤ -8,3	14	9,7	206,0	119 ^(**)	1,06	>4,00	2,8

^(*) Deux essais inexploitable n'ont pas été pris en compte (essais à 3 m/TA en SP2 et SP3).

^(**) Deux valeurs non prises en compte dans la statistique (E_M = 9,7 MPa à 11 m/TA en SP1 ; et E_M = 15,5 MPa à 5 m/TA en SP3), car considérés non représentatifs pour la formation (horizon ponctuel altéré / fracturé dans le substratum calcaire vers 10 à 11,5 m en SP1 ; frange d'altération ponctuelle au sommet du substratum en SP3), et impactant significativement le calcul de la moyenne harmonique.

Au sens de l'Eurocode 7, nous sommes en présence :

- d'un remblai minéral correspondant à des argiles et limons très hétérogènes fermes à très raides ;
- de remblais de décharge assimilables à des argiles très molles à molles,
- d'alluvions modernes correspondant à des argiles molles ;
- d'un substratum calcaire raide à très raide avec des horizons rocheux indurés, admettant ponctuellement des horizons altérés / fracturés en tête et en profondeur (décelés notamment vers 10 à 11,5 m/TA en SP1 et vers 8 à 9 m/TA en SD1).

1.4.6. Résultat de l'essai de pompage / Perméabilité des terrains

Un pompage a été effectué en continu dans le cadre de l'essai de pompage, avec un débit d'environ 3 m³/h pendant 30 minutes. Le pompage a été complété par un suivi de la remontée pendant 1h environ.

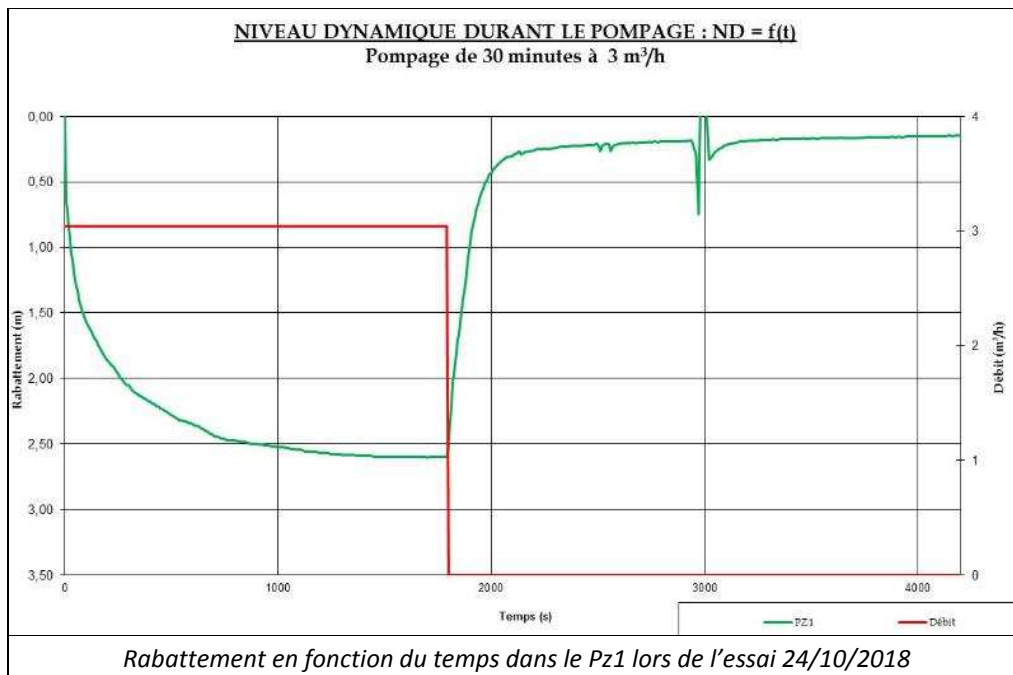
Lors de l'essai dans le **PUITS**, un rabattement de l'ordre de 2,60 m a été observé au bout d'environ 1 heure de pompage (niveau d'eau en début de pompage : 3,73 m/TA / en fin de pompage : 6,29 m/TA → pompage effectué essentiellement dans le calcaire). La stabilisation du niveau d'eau a été atteinte au bout de 20 min environ.

Dans le **Pz1**, situé à 1 m du PUIITS, un rabattement de la nappe identique à celui du puits a été observé, soit un rabattement de l'ordre de 2,60 m. Le suivi automatique en continu a été réalisé dans le piézomètre PZ1.

Le niveau de rabattement pour le projet n'a pas été atteint lors de l'essai de pompage.

Les courbes de débits et variation des niveaux d'eau obtenues lors de l'essai en **Pz1** (en descente et en remontée) sont présentées sur la figure suivante. Elles montrent notamment un retour très rapide du niveau d'eau pratiquement à l'initial (en moins de 5 minutes).





Le tableau ci-après récapitule les niveaux d'eau lors de l'essai :

	Durée essai de pompage (min)	Avant pompage (niveau initial)	Arrêt du pompage
PUITS	60	3,73 m/TA	6,29 m/TA
Pz1		3,73 m/TA	6,29 m/TA

L'importance du débit de pompage, les valeurs moyennes de rabattement (2,60 m de rabattement dans le PUIITS et Pz1 avec un pompage de 3 m³/h), et le très court délai de remontée du niveau d'eau indiquent une transmissivité relativement importante des terrains.

Avec les données acquises à la descente et à la remontée en Pz1, les transmissivités T déterminées sont **1,5.10⁻⁴ m²/s** (en descente) et **2,8.10⁻⁴ m²/s** (en remontée).

En considérant une épaisseur saturée « b » de 6 m (nappe à 4 m et pompe à 10 m) et pour une transmissivité T évaluée entre 1,5.10⁻⁴ m/s et 2,8.10⁻⁴ m/s, les perméabilités K déterminées sont **2,5.10⁻⁵ m/s** et **4,7.10⁻⁵ m/s**.

Nous attirons l'attention sur le fait que le calcaire peut contenir des passages très fracturés et donc des horizons localement très productifs (perméabilité de fissures) pouvant amener à nuancer la perméabilité mesurée. A titre d'exemple, pour un horizon très fracturé de 1 m d'épaisseur, les perméabilités K calculées sont **1,5.10⁻⁴ m/s** et **2,8.10⁻⁴ m/s**.

La perméabilité ponctuelle mesurée dans les terrains de surface avec l'essai Porchet K1 est estimée à $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Nous rappelons que les perméabilités locales peuvent varier sensiblement sur l'emprise de la zone d'étude.



1.4.7. Résultats des analyses en laboratoire : identifications GTR et analyses d'agressivité

4 échantillons de sol ont été prélevés au droit des fouilles PM1 à PM4 pour identifications au laboratoire.

Selon le GTR, nous sommes en présence de sols de catégorie **A₂ / A₃** : « **Limons argileux et argiles peu plastiques à très plastiques** ». La présence de nombreux blocs en tête des remblais peut amener à reclasser les matériaux en classes C1A2 à C2A2.

Il s'agit de sols sensibles à l'eau pouvant changer de consistance, et présentant un potentiel de retrait-gonflement moyen à fort.

2 échantillons d'eau ont été prélevés dans les piézomètres PZ1 et PZ2, ainsi que 2 échantillons de sols en SP2 et en PM3, et ont fait l'objet d'analyses chimiques permettant de déterminer les classes d'agressivité vis-à-vis du béton selon la norme NF EN-206-1. Il en ressort que :

- l'eau analysée en PZ1 (crépiné dans les Alluvions et le substratum calcaire) est non agressive vis-à-vis du béton (classe < XA₁) ;
- l'eau analysée en PZ2 (crépiné dans les remblais et en tête des Alluvions) est modérément agressive vis-à-vis du béton (classe XA₂ vis-à-vis du paramètre ammonium NH₄⁺) ;
- les sols analysés en SP2 (échantillon dans les Alluvions) sont non agressifs vis-à-vis du béton (classe < XA₁) ;
- les sols analysés en PM3 (échantillon dans les Remblais) sont agressifs vis-à-vis du béton (classe XA₂ vis-à-vis du paramètre sulfates SO₄²⁻).

1.5. Synthèse géotechnique

Les investigations réalisées ont permis de mettre en évidence les principales caractéristiques et contraintes géotechniques suivantes :

- un remblai minéral limono-argileux marron à beige avec des graviers et des gros blocs calcaires, de compacité assez hétérogène, fermes à très raides, reconnu jusque 1,5 à 3,0 m de profondeur environ ;
- les remblais de décharge constitués de déchets divers dans une matrice limono-argileuse noirâtre de faible compacité, reconnus jusque 3 à 4 m environ ;
- les alluvions modernes argileuses molles à vasardes gris-bleuté, rencontrées jusque 4,4 à 5,6 m de profondeur environ, soit jusque +1,2 à +2,9 m NGF ;
- au-delà se place le substratum calcaire raide à très raide du Coniacien, admettant des passages altérés / fracturés plus tendres en tête et en profondeur (notamment entre 10,0 et 11,5 m/TA en SP1 et entre 8,0 et 9,0 m/TA en SD1), identifié jusqu'à la fin des sondages arrêtés entre 10,0 et 15,0 m/TA ;



- la présence d'une nappe pérenne à faible / moyenne profondeur avec un niveau statique moyen sur la période d'observation placé vers les cotes approximatives +3,4 à +3,6 NGF en Pz1-Pz3 (vers 3,3 à 3,6 m/TA), et vers +4,3 m NGF en Pz2 (vers 2,7 m/TA), et la situation du projet en limite de zone inondable (PHE à +6,82 NGF d'après le PPRI).

Les niveaux maximums mesurés en décembre 2018 se placent à environ +4,0 / +4,1 m NGF en Pz1-Pz3 (vers 2,7 et 3,1 m/TA), et à environ +4,7 m NGF en Pz2 (vers 2,3 m/TA).

La nappe interférera avec tous les ouvrages enterrés du projet en phase définitive, et avec les ouvrages les plus profonds en phase travaux.

A ce stade, nous proposons de retenir les niveaux d'eau caractéristiques suivants pour la conception du projet :

- EB : +3,0 NGF – soit vers 4 m/TA (berges de la Charente) ;
 - EF : +4,0 NGF – soit vers 3 m/TA ;
 - EH : +5,0 NGF – soit vers 2 m/TA ;
 - EE : +6,82 NGF – soit vers 0,2 à 1,2 m/TA (NPHE du PPRI).
- les valeurs de perméabilité globales déterminées à l'issu de l'essai de pompage sont de l'ordre de $2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (mesures à la descente) et $4,7 \cdot 10^{-5}$ m/s (mesures à la remontée).

Les essais ont mis en évidence un retour très rapide des niveaux d'eau à l'initial (en moins de 5 minutes), après un rabattement 2,6 m du niveau de nappe.

Le pompage ayant rapidement et principalement concerné les horizons du substratum calcaire, au sein duquel des horizons ponctuellement altérés / fracturés ont été décelés, il y a lieu de tenir compte de la possibilité d'horizons localement très productifs dans ces terrains (perméabilité de fissures).

Avec l'hypothèse d'un horizon altéré / fracturé fortement productif d'1 m d'épaisseur dans le calcaire, les valeurs de perméabilité à considérer seraient portées à 1,5 et $2,8 \cdot 10^{-4}$ m/s.

La perméabilité déterminée avec l'essai Porchet K1 au niveau des terrains de surface est estimée à $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ m/s ;

- les sols superficiels (remblais et les Alluvions) sont de catégorie GTR A2 / A3, voire C1A2 à C2A2 en tête des remblais compte-tenu de la présence de nombreux blocs. Il s'agit de « limons argileux et argiles peu à très plastiques », sensibles à l'eau et présentent un potentiel de retrait-gonflement moyen à fort.

La portance des remblais superficiels apparaît relativement bonne, alors qu'elle est plutôt faible pour les alluvions ;

- les conditions du site sont modérément agressives vis-à-vis du béton (classe XA₂), au sein des remblais ;
- le projet prévoit la réalisation de plusieurs ouvrages interconnectés / contigus dans une emprise réduite, avec des niveaux bas finis placés à différentes profondeurs dans des terrains de qualité médiocre à très bonne, ce qui peut induire des interactions et comportements différentiels néfastes.

Il convient de souligner qu'une canalisation DN 700 enterrée vers 7,0 à 7,5 m de profondeur est présente au droit du projet.



2. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES / PRINCIPES GENERAUX DE MISE EN ŒUVRE

2.1. Terrassements généraux

Le projet prévoit la réalisation d'ouvrages semi-enterrés à enterrés avec niveaux bas finis des profondeurs comprises entre +6,0 NGF (1,0 m/TA) et -2,0 NGF (9,0 m/TA).

En première approche, nous considérerons les niveaux de fonds de fouilles FF suivants pour les ouvrages enterrés et semi-enterrés :

Ouvrage		Niveau FF
1a	Poste de relevage	-2,5 NGF (9,5 m/TA)
1b	Regard vannes attendant au poste de relevage	+4,9 NGF (2,1 m/TA)
1c	Regard de connexion sur collecteur DN 700	-0,7 NGF (7,7 m/TA)
5a-5b	Ouvrages de dégraissage / dessablage	+4,3 NGF (2,7 m/TA)
6	Fosse de stockage des graisses	
8	Réacteur de traitement des graisses	+5,5 NGF (1,5 m/TA)
9a	Poste de reprise bassin tampon	+3,0 NGF (4,0 m/TA)
9b	Regard vannes attendant au poste de reprise	+5,9 NGF (1,1 m/TA)

Les terrassements seront effectués dans le remblai minéral limono-argileux de compacité hétérogène pouvant contenir des gros blocs de calcaire en tête sur une épaisseur de 1,5 à 3,0 m environ, puis dans les remblais de décharge de faible compacité jusque 3,0 à 4,0 m/TA.

La base du poste de reprise **9a** se positionnera dans les alluvions modernes vasarde de faible compacité, sous nappe.

Les excavations pour le poste de relevage **1a** et le regard de connexion sur collecteur **1c** atteindront le substratum calcaire raide à très raide, sous nappe, et pouvant contenir des niveaux plus tendres altérés ou fracturés et potentiellement très productifs.

Compte tenu des éléments exposés précédemment, les terrassements en déblais des matériaux pourront être effectués avec des moyens classiques. Il conviendra néanmoins de prévoir des moyens puissants et adaptés pour pouvoir terrasser les blocs calcaires dans les remblais et les bancs calcaires durs dans le substratum du Coniacien (BRH).

La gestion des terres excavées (possibilité de réutilisation / filières d'évacuation...) devra tenir compte des résultats et recommandations du diagnostic de pollution réalisé en parallèle.

Bien que les terrains de superficiels présentent visiblement une bonne tenue en excavation lors des travaux de construction du bassin d'orage en 1992 et lors de la réalisation des fouilles à la pelle mécanique pour cette étude, la présence de nombreux déchets dans les remblais de décharge peut constituer des conditions d'exécution particulières et des instabilités lors des terrassements.



Il est recommandé de prévoir la réalisation des travaux de terrassements en période favorable (période sèche, basses eaux).

Par ailleurs, les travaux de terrassements étant tributaires des conditions météorologiques rencontrées en période d'exécution, une organisation des travaux permettant de réduire la durée de la situation provisoire est toujours un facteur de sécurité.

Tout chargement ou stockage de matériaux en crête de paroi devra être prohibé pendant la phase travaux.

Nous rappelons enfin que les terrains à excaver sont sensibles à l'eau, potentiellement de faible portance à partir de 2 à 3,5 m de profondeur (remblais et alluvions modernes), et peuvent s'avérer difficilement traficables. Il pourra s'avérer nécessaire de mettre en place une plateforme de travail en matériaux d'apport granulaires.

Le risque de dégradation / altération des talus et parois de fouille, ainsi que du fond de fouille, est à prendre en compte. Les dispositions adaptées devront être prévues pour protéger les talus, parois de fouilles et fonds de fouilles contre les intempéries (mise en place de polyane, coulis de ciment / béton projeté, traitement du fond de fouille à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, ...).

2.2. Talutages

Avec le recul nécessaire disponible, les terrassements pour la réalisation des ouvrages semi-enterrés ou faiblement enterrés (hors poste de relevage **1a**, regard sur collecteur **1c**, poste reprise bassin **9a**) pourront s'effectuer à l'abri de talus dont la pente n'excèdera pas $1(v)/1(h)$ dans les remblais et pour des profondeurs d'excavation inférieures à 3 m.

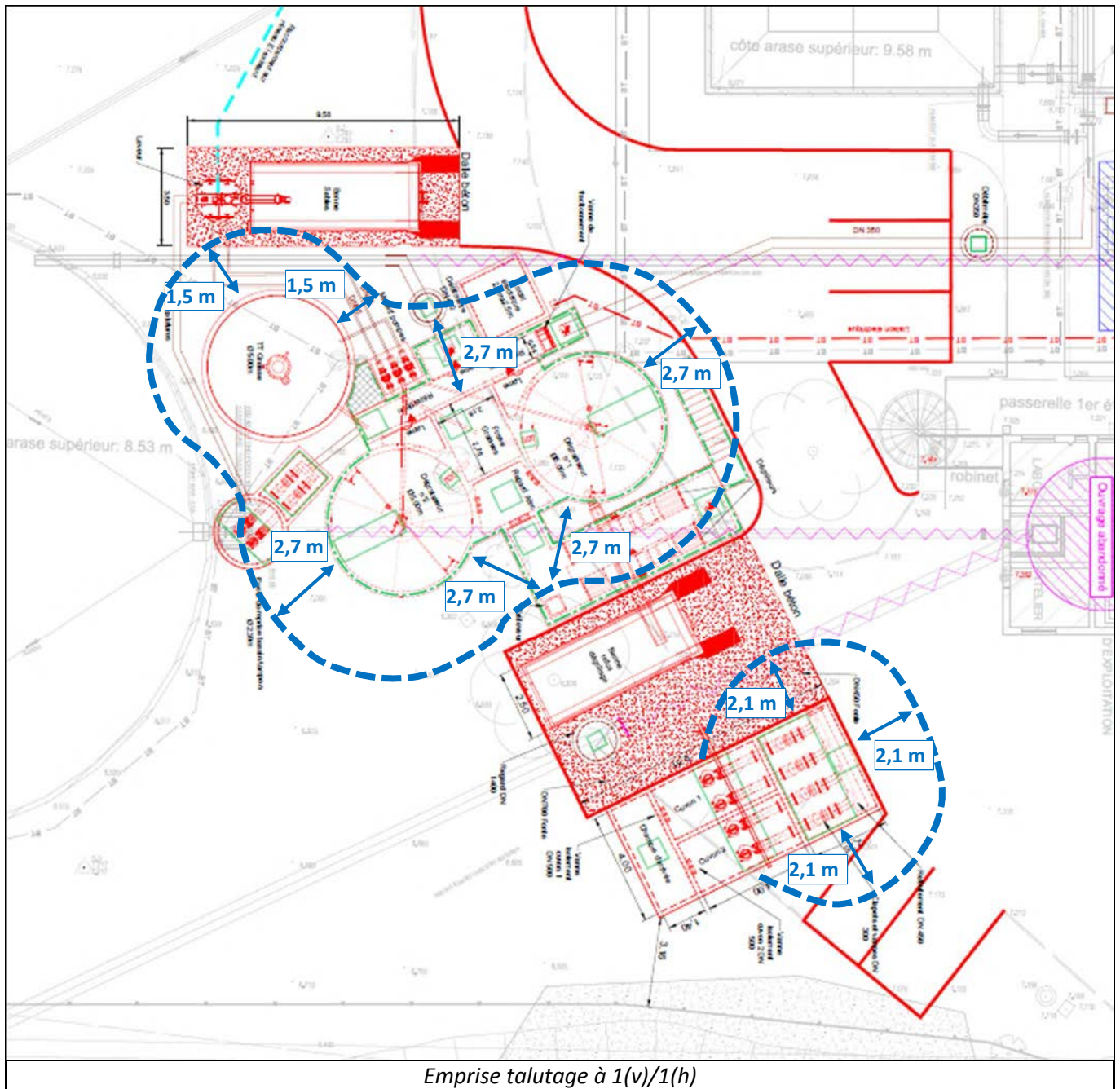
Ce principe de mise en œuvre est a priori applicable pour les ouvrages regards vannes sur poste de relevage **1b**, dégraisseurs **5a-5b**, fosse de stockage graisses **6**, réacteur de traitement des graisses **8**, regard sur poste de reprise bassin tampon **9b** (fonds de fouilles prévisionnels FF entre 1,5 et 2,7 m/TA).

Avec des hauteurs d'excavation à atteindre de 1,5 à 2,7 m, les reculs nécessaires pour le talutage seront respectivement de 1,5 m à 2,7 m (pente à $1v/1h$).

Nous rappelons que les talus devront impérativement être protégés des intempéries (par exemple à l'aide de polyane ou de coulis de ciment / béton de propreté).

L'emprise des terrassements avec talutage pour les ouvrages précités est illustrée à titre indicatif ci-après :





Une réflexion particulière devra également être menée vis-à-vis des complements / compactages à prévoir en périphérie et sous les ouvrages hors sol (canaux de dégrillage **3**, regard d'alimentation **4**, canal de répartition **7**, et local électrique **10**) après terrassement et réalisation des infrastructures.



2.3. Soutènements

Pour la réalisation du poste de relevage **1a** (FF à -2,5 NGF soit 9,5 m/TA), du regard sur collecteur **1c** (FF à -0,7 NGF soit 7,7 m/TA), et du poste de reprise bassin tampon **9a** (FF à +3,0 NGF soit 4,0 m/TA), les excavations devront être réalisées à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs.

Compte tenu des grandes profondeurs et faibles emprises projetées, de la présence d'eau à moyenne profondeur (niveau EF pris à 3,0 m/TA), et du substratum calcaire très compact reconnu à partir de +2,0 NGF (5,0 m/TA) pouvant induire des difficultés notoires de mise en œuvre dans le cas de techniques par battage / fonçage, il nous paraît opportun de prévoir des dispositifs de soutènement définitif et « étanche » précédant l'excavation du type **pieux sécants**, fichés dans le substratum calcaire.

Notons par ailleurs que pour les ouvrages semi-enterrés à faiblement enterrés (profondeurs d'excavations < 3,0 m) et pouvant être réalisés après talutage, les excavations pourront aussi être réalisées à l'abri de soutènements provisoires de type parois berlinoises, si l'on souhaite réduire les emprises de terrassement / éviter les remaniements des terrains de surface, et éviter problématiques de comblement / compactage après talutage.

Nous proposons de retenir les paramètres de sol suivants comme hypothèses de sols pour le dimensionnement des soutènements :

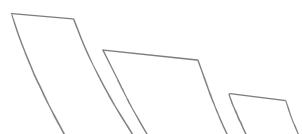
Unité litho.	Prof. moy (m/TA)	Cotes. moy (m NGF)	Mas. vol. γ (kN/m ³)	Mas vol. déjaugée γ' (kN/m ³)	PI* moyen (MPa)	E_M moyen (MPa)	Angle φ' (°)	Cohésion C' (kPa)	Coef. α
Remblai minéral	0,0 à 1,5	+7,0 à +5,5	18	8	1,1	15	25	2	2/3
Remblai de décharge	1,5 à 3,5	+5,5 à +3,5	18	8	0,1	1	25	2	2/3
Alluvions argileuses	3,5 à 5,0	+3,5 à +2,0	19	9	0,2	3	25	5	2/3
Substratum calcaire	5,0 à > 15,0	+2,0 à < -8,0	20	10	2,8	119	30	20	1/2

En fonction de la géométrie et de la profondeur des ouvrages, des renforcements par butons (ou éventuellement tirants – mais faisabilité contrainte par les ouvrages enterrés projetés) seront sans doute nécessaires pour assurer la stabilité ou limiter les déplacements prévisibles des soutènements.

2.4. Dispositions vis-à-vis de l'eau en phase travaux

La nappe est présente à faible / moyenne profondeur de manière pérenne (niveau eaux fréquentes EF pris à +4,0 NGF et niveau hautes eaux EH à +5,0 NGF) et interfèrera avec les terrassements pour la réalisation du poste de relevage **1a** (FF à -2,5 NGF soit 9,5 m/TA), du regard sur collecteur **1c** (FF à -0,7 NGF soit 7,7 m/TA), et du poste de reprise bassin tampon **9a** (FF à +3,0 NGF soit 4,0 m/TA).

La nappe est également susceptible d'interférer avec les fouilles des autres ouvrages enterrés en fonction de la période de réalisation des travaux et des conditions météorologiques (notamment ouvrages semi-enterrés **1b-5a-5b-6** avec FF vers 2,0 à 2,7 m/TA).



D'une manière générale, il est recommandé de réaliser l'ensemble des opérations en période favorable (sans pluie et niveau de basses eaux) et de mettre en place, avant travaux, un système de drainage périphérique pérenne (entretenu pendant et après travaux) afin de récolter et d'évacuer toutes les eaux superficielles hors de la zone de travaux.

Un dispositif de pompage devra être prévu pour la réalisation des ouvrages semi-enterrés et enterrés afin de garantir le maintien du niveau de nappe sous les fonds de fouille, avec un objectif de rabattement minimum à -1,0 m/FF.

Pour les ouvrages semi-enterrés (**1b-5a-5b-6**), il pourra s'agir d'un pompage en fond de fouille à l'avancement des terrassements avec réseau de tranchées drainantes (en pieds de talus) et puits de décharge.

Pour les ouvrages enterrés à grande profondeur (**1a-1c-9a**) et avec des terrassements à l'abri de soutènements type pieux sécants fichés dans le substratum calcaire compact, il s'agira de rabattements par pompage à l'intérieur, ou éventuellement à l'extérieur, des enceintes réalisées en parois de soutènements « étanches » par pieux sécants.

Pour les ouvrages 1a-1c l'objectifs de rabattement minimum sera à -3,5 NGF soit 10,5 m/TA (ouvrages écartés de 2 m), et +2,0 NGF soit 5,0 m/TA pour l'ouvrage 9a.

Les pompages devront être modérés et contrôlés pour éviter l'entraînement des particules fines (tranchées et puits de décharge avec pompes immergées munies de crépines et chaussettes géotextiles, utilisation de pointes filtrantes, ...).

La possibilité d'une forte réalimentation en eau du dispositif par le fond de fouille et un fort gradient hydraulique susceptible d'engendrer un entraînement des particules sont à prendre en compte (possibilité de développement de phénomènes de renard hydraulique et renard solide / déstructuration du fond de fouille).

Soulignons en outre que ce volet du projet nécessitera potentiellement la constitution d'un dossier loi sur l'eau (déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau : rubriques 1.1.1.0 et 1.1.2.0 – Article R214-1 du code de l'environnement), soumis à la DDTM pour instruction (à la charge du Maître d'ouvrage).

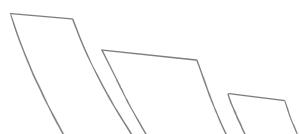
Une étude hydrogéologique spécifique sera à réaliser dans le cadre de l'étude d'exécution G3, afin de confirmer les conditions hydrauliques du site pour le rabattement, dimensionner les dispositifs de pompages (nombre, profondeurs, rayon d'action), et confirmer les débits / volumes d'exhaure estimés.

2.5. Protection contre les eaux en phase définitive

La nappe est présente à faible / moyenne profondeur de manière pérenne (niveau eaux fréquentes EF pris à +4,0 NGF, niveau hautes eaux EH à +5,0 NGF) et interférera en phase définitive avec tous les ouvrages enterrés du projet en situation exceptionnelle (niveau EE pris à +6,8 m NGF).

En conséquence et compte tenu de la destination des ouvrages à réaliser, il conviendra de prévoir la réalisation d'une étanchéité en phase définitive (cuvelage selon DTU 14.1 de mai 2000 « Travaux de cuvelage »), au moins jusqu'au TA (+7,0 m NGF), pour tous les ouvrages enterrés et semi-enterrés à faiblement enterrés.

Rappelons que le type de cuvelage adopté devra être compatible avec le mode de réalisation de la structure enterrée. La mise en œuvre d'un soutènement définitif « étanche » de type pieux sécants pourra directement constituer le cuvelage périmétrique, mais pourra néanmoins nécessiter un revêtement d'imperméabilisation interne en supplément.



La réalisation des niveaux enterrés à partir de soutènements provisoires permet un cuvelage externe, moyennant la réalisation d'une structure à l'intérieur de l'enceinte.

Les planchers bas / radiers devront être dimensionnés pour supporter les poussées dues à la pression hydrostatique, et il conviendra de vérifier la stabilité générale vis-à-vis du risque de soulèvement global des structures.

Avec un niveau EE considéré à la cote +6,8 NGF et pour les arases de niveaux bas finis considérés, les pressions hydrostatiques à reprendre atteindront en première approche :

Ouvrage		Niveau bas fini	Pression hydrostatique
1a	Poste de relevage	-2,0 NGF (9,0 m/TA)	-88 kPa
1b	Regard vannes sur poste de relevage	+5,2 NGF (1,8 m/TA)	-16 kPa
1c	Regard de connexion sur collecteur	-0,4 NGF (7,4 m/TA)	-72 kPa
5a-5b	Ouvrages de dégraissage 1 et 2	+4,8 NGF (2,2 m/TA)	-20 kPa
6	Fosse de stockage des graisses		
8	Réacteur de traitement des graisses	+6,0 NGF (1,0 m/TA)	-8 kPa
9a	Poste de reprise bassin tampon	+3,5 NGF (3,5 m/TA)	-33 kPa
9b	Regard vannes sur poste de reprise	+6,2 NGF (0,8 m/TA)	-6 kPa

Afin d'évaluer le risque de soulèvement global, nous déterminons :

Ouvrage	Pression hydrostatique (kPa)	Charge répartie permanente G (kPa)	Contrainte stabilisatrice $0,9 \times G$ (kPa)	Sous-pression à reprendre (kPa)	Emprise ouvrage (m ²)	Sous-pression à reprendre (kN)
1a	-88	70	63	-25	26	-650
1b	-16	10	9	-7	12,8	-90
1c	-72	0 ^(*)	0	-72	2,3	-166
5a-5b	-20	40	36	0	22,9	0
6	-20	80	72	0	7,5	0
8	-8	25	22,5	0	22,9	0
9a	-33	10	9	-24	4,2	-101
9b	-6	4	3,6	-2,4	3,5	-9

() Caractéristiques non indiquées – charges apportées considérées négligeables.*

Il en ressort que :

- la pression hydrostatique est compensée par les charges permanentes pour les dégraisseurs **5a-5b**, la fosse de stockage des graisses **6**, et le réacteur de traitement des graisses **8** ;
- la pression hydrostatique est légèrement excédentaire pour les regards vannes sur postes **1b** et **9b**, et pourra aisément être compensée par un épaississement des niveaux bas (lestage).
 En première approche et en considérant $\gamma_{\text{béton}} = 25 \text{ kN/m}^3 \times 0,9$, la surépaisseur à apporter aux niveaux bas pour compenser les sous-pressions devrait être d'environ 30 cm pour le regard vannes sur poste de relevage **1b**, et d'environ 10 cm pour le regard vannes sur poste de reprise **9b** ;



- la pression hydrostatique est significativement excédentaire pour le poste de relevage **1a** et le poste de reprise du bassin tampon **9a**, et très élevée pour le regard sur collecteur existant **1c**.
En première approche, compte tenu des emprises assez réduites pour ces ouvrages (notamment 1c-9a) et des dispositions considérées pour la réalisation des terrassements (soutènements définitifs en pieux sécants fichés dans le substratum calcaire), nous considérons que les sous-pressions pourront directement être reprises par les efforts mobilisables traction des rideaux de pieux sécants (cf. *ébauches dimensionnelles et vérifications de portance § 6.3.2 – p 55 et § 6.4.2 – p 59*).

Rappelons que dans tous les cas, il conviendra de s'assurer que le dimensionnement / ferrailage des radiers / niveaux bas devra permettre de reprendre les poussées dues à la pression hydrostatique entre les appuis de structure.

2.6. Solutions de fondations

➤ Fondations par radier (Poste de relevage enterré à 9 m/TA)

Au regard des caractéristiques du projet et des terrains, une solution de fondation par radier pour le poste de relevage enterré **1a** est envisageable.

Le radier sera **exécuté depuis le fond de fouille de terrassement** (en première approche vers 9,5 m/TA – cote approximative -2,5 m NGF), et devra reposer sur les terrains d'assise en place.

Il conviendra de limiter les remaniements lors des terrassements / travaux préparatoires et de s'assurer de l'homogénéité du fond de forme. Toute poche de terrain paraissant lâche / remaniée ainsi que les éventuels blocs devront être purgés et substitués, afin qu'il ne subsiste aucune faiblesse ou point dur sous le futur radier.

Le radier pourra reposer directement sur le substratum calcaire compact après éventuel réglage et compactage du fond de forme.

Pour le regard vannes sur poste de relevage **1b** attenant en encorbellement à l'ouvrage **1a**, compte tenu de la géométrie (emprise $\approx 2,9$ m x 4,4 m ; prof. $\approx 1,8$ m/TA) et des faibles charges apportées ($G+Q = 1,5$ t/m²), il pourra éventuellement aussi être envisagé la mise en œuvre d'une fondation par radier pour l'ouvrage **1b**, avec liaisonnement en console sur la structure du poste de relevage **1a** (paroi de soutènement périmétrique en pieux sécants). La faisabilité de cette solution radier en console devra être préalablement être validée par le BET structure et le cas échéant les dimensionnent effectués en conséquence.

Ce principe pourra également être étudié pour le regard vannes **9b** (emprise $\approx 1,65$ m x 2,1 m ; prof. $\approx 0,8$ m/TA ; $G+Q = 0,9$ t/m²), attenant en encorbellement au poste de reprise du bassin tampon **9a**, celui-ci devant cependant disposer d'un dispositif de fondations profondes.

S'agissant des aires à bennes **2a-2b** en surface et compte tenu des charges importantes considérées ($G+Q = 4,5$ t/m²), l'étude d'une solution de fondation par radier sur les remblais hétérogènes et alluvions compressibles conduit à des tassements théoriques prévisibles de l'ordre de 5 à 7 cm (suivant les résultats des sondages SP2-SP3), qui seront difficilement maîtrisables dans la réalité et pourront se manifester par des comportements différentiels excessifs compte tenu de la nature des terrains superficiels.



Par ailleurs, l'application de contraintes importantes en surface par les aires à bennes est de nature à impacter significativement les ouvrages enterrés et infrastructures environnantes (écartements limités de l'ordre de 1 à 2 m => contraintes et tassements supplémentaires sur avoisinants, génération de frottements négatifs).

De ce fait, nous recommandons d'éviter la mise en œuvre de fondations superficielles par radiers pour les aires à bennes **2a-2b**.

➤ **Fondations profondes pour les ouvrages hors-sol, semi-enterrés ou faiblement enterrés :**

Les caractéristiques des terrains de couverture (remblais minéraux hétérogènes et remblais de décharge potentiellement évolutifs), ainsi que des caractéristiques du projet (nombreux ouvrages interconnectés / contigus avec niveaux bas à différentes profondeurs), induisent des risques d'interactions / comportements différentiels néfastes non maîtrisables (*par exemple, la réalisation des aires à bennes surface risque d'induire des contraintes importantes sur les ouvrages avoisinants enterrés – notamment aire à benne **2a***).

De ce fait, nous recommandons pour l'ensemble des ouvrages hors-sol (aires à bennes **2a-2b**, canal de dégrillage **3**, regard d'alimentation **4**, canal de répartition **7**, local électrique **10**) et semi-enterrés ou faiblement enterrés (regards sur postes **1b et 9b**, dégraisseurs **5a-5b**, fosse de stockage graisses **6**, réacteur de traitement des graisses **8**, poste de reprise sur bassin tampon **9a**) la mise en œuvre de **fondations profondes de type pieux (ou micropieux)** ancrés dans le substratum calcaire compact reconnu à partir de 4,4 à 5,6 m de profondeur environ (+1,2 à +2,9 m NGF), et liaisonnés en tête par des longrines de répartition des charges.

En première approche, la mise en œuvre de fondations sur pieux nous paraît plus adapté que la mise en œuvre de micropieux, tenant compte de la nécessité de prévoir des dispositifs de soutènement en pieux sécants et de la présence du substratum calcaire résistant qui permettra de bénéficier rapidement d'efforts mobilisables très intéressants en pointe (négligés dans le cas de micropieux et induisant potentiellement des fiches importantes dans le calcaire pour reprendre les charges).

Toutefois, des micropieux pourront éventuellement s'avérer nécessaires en complément des solutions de fondations pieux / radiers pour ancrer les niveaux bas enterrés et reprendre les sous-pressions entre les appuis de structure.



3. RABATTEMENT DE NAPPE

3.1. Principe des dispositifs de rabattement

Des dispositifs de pompage devront être prévus pour la réalisation des travaux afin de garantir le maintien du niveau de nappe sous les fonds de fouilles (objectifs de rabattement à -1 m /FF), jusqu'à la finalisation des travaux d'infrastructure.

Pour les ouvrages semi-enterrés (1b-5a-5b-6), il pourra s'agir d'un pompage en fond de fouille à l'avancement des terrassements avec réseau de tranchées drainantes (en pieds de talus) et puits de décharge.

Pour les ouvrages enterrés à grande profondeur (1a-1c-9a) et avec des terrassements à l'abri de soutènements type pieux sécants fichés dans le substratum calcaire compact, il s'agira de rabattements à partir de puits pompage à l'intérieur, ou éventuellement à l'extérieur, des enceintes réalisées en parois de soutènements « étanches » par pieux sécants.

Les pompages devront être modérés et contrôlés pour éviter l'entraînement des particules fines (tranchées et puits de décharge avec pompes immergées munies de crépines et chaussettes géotextiles, utilisation de pointes filtrantes, ...).

Les entreprises retenues pour la réalisation des travaux devront statuer sur la nature du dispositif qui leur paraît le plus adapté au contexte, sur la base des caractéristiques de terrains décrites dans le cadre des études géotechniques G2-AVP/PRO, et de leur expérience.

Les études de phase EXE du lot pompage devront comprendre une modélisation hydraulique permettant de justifier le nombre et la profondeur des puits de pompage (rayon d'action, cône de rabattement, stabilité des fonds de fouilles, gradients hydrauliques, ...).

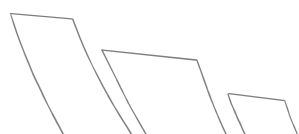
3.2. Evaluation des débits d'exhaures

Les valeurs de perméabilité globales déterminées à l'issu de l'essai de pompage sont de l'ordre de $2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (mesures à la descente) et $4,7 \cdot 10^{-5}$ m/s (mesures à la remontée).

Avec l'hypothèse d'un horizon altéré / fracturé fortement productif d'1 m d'épaisseur dans le calcaire, les valeurs de perméabilité à considérer seraient portées à 1,5 et $2,8 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Pour l'estimation des débits de pompage à considérer, nous retenons 2 hypothèses de calculs à $5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s (perméabilité globale) et $3,0 \cdot 10^{-4}$ m/s (perméabilité de fissure dans le calcaire).

Les calculs estimatifs de débits d'exhaures ont été effectués suivant la formule de SCHEENEBELLI s'agissant des ouvrages semi-enterrés **5a-5b-6** avec terrassements en talutage (nappe susceptible d'être rencontrée en haute eaux pour les fonds de fouilles ≤ 2 m/TA), et suivant la méthode DAVIDENKOFF pour un batardeau fini avec fouille concernant les ouvrages enterrés **1a** et **9a**.



Nous soulignons qu'il s'agit de calculs estimatifs simplifiés et que les débits de pointe en cours de chantier peuvent être plus importants. Il devra nécessairement être prévu une capacité de pompage plus élevée au cas où les venues d'eau seraient plus importantes que prévu. Au besoin, la création de bouchons injectés aux fonds de fouilles permettra de réduire sensiblement les débits et volumes de pompage.

➤ **Ouvrages semi enterrés 5a-5b-6 :**

Le débit d'exhaure pour une fouille nue est estimé par la relation de SCHEENEBELLI :

$$q = \sqrt{2\pi} \cdot k \cdot H \cdot \sqrt{S}$$

En considérant :

- niveau hautes eaux EH à +5,0 NGF (2,0 m/TA) ;
- fond de fouille FF vers +4,3 NGF (2,7 m/TA) ;
- objectif de rabattement minimum à +3,3 NGF (-1 m/FF) => H = 1,7 m ;
- surface mouillée S estimée à 14 m x 7 m = 98 m² ;

Dans l'éventualité d'un pompage nécessaire pour la réalisation des ouvrages semi-enterrés en situation hautes eaux, nous en déduisons un débit d'exhaure **de l'ordre de 8 m³/h** avec une perméabilité K de 5,0 .10⁻⁵ m/s.

➤ **Poste de relevage 1a :**

Le débit d'exhaure pour un batardeau carré fini avec fouille est estimé par la relation de DAVIDENKOFF :

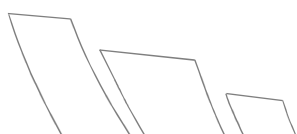
$$q = 0,7 \frac{k \cdot H}{\Phi_1 + \Phi_2} \cdot 8B$$

En considérant :

- niveau d'eau fréquent EF à +4,0 NGF (3,0 m/TA) ;
- fond de fouille FF vers -2,5 NGF (9,5 m/TA) ;
- objectif de rabattement minimum à -3,5 NGF (-1 m/FF) => H = 7,5 m ;
- batardeau carré de largeur 2B ≈ 5,5 m (emprise ≈ 30 m²) => demi-largeur B = 2,75 m ;
- fiche de paroi à -6,5 NGF (-13,5 m/TA et -4,0 m /niv. FF) ;
- abaque : $\Phi_1 = 2,1$ et $\Phi_2 = 1,2$ pour un substratum imperméable considéré à -40,0 m/TA ;

Sans disposition particulière pour « étanchéifier » le fond de fouille (bouchon injecté), nous en déduisons les débits d'exhaure nécessaires de l'ordre de :

- **6,5 m³/h** avec une perméabilité K de 5,0 .10⁻⁵ m/s ;
- **38 m³/h** avec une perméabilité K de 3,0 .10⁻⁴ m/s.



NOTA : la conception travaux pour la réalisation du poste de relevage **1a** pourra éventuellement intégrer la réalisation du regard sur collecteur **1c** proche enterré à 7,4 m/TA, avec une seule enceinte commune en pieux sécants pour les 2 ouvrages.

Dans ce cas, nous considérons en première approche une emprise de terrassement supplémentaire d'environ 8 m², ce qui porterait le débit d'exhaure à environ **7,5 m³/h** avec une perméabilité de 5,0 .10⁻⁵ m/s, et environ **43 m³/h** avec une perméabilité de 3,0 .10⁻⁴ m/s.

➤ **Poste de reprise de bassin tampon 9a :**

Le débit d'exhaure pour un batardeau circulaire fini avec fouille est estimé par la relation de DAVIDENKOFF :

$$q = 0,8 \frac{k.H}{\Phi_1 + \Phi_2} \cdot 2\pi \cdot B$$

En considérant :

- niveau d'eau fréquent EF à +4,0 NGF (3,0 m/TA) ;
- fond de fouille FF vers +3,0 m NGF (4,0 m/TA) ;
- objectif de rabattement minimum à +2,0 NGF (-1 m/FF) => ΔH = 2,0 m ;
- batardeau circulaire de diamètre 2B ≈ 2,5 m => rayon B = 1,25 m ;
- fiche de paroi à +1,0 NGF (soit 6,0 m/TA et -2,0 m /niv. FF) ;
- abaque : Φ1 = 0,9 et Φ2 = 0,8 pour un substratum imperméable considéré à -40,0 m/TA ;

Sans disposition particulière pour « étanchéfier » le fond de fouille (bouchon injecté), nous en déduisons les débits d'exhaure nécessaires **de l'ordre de :**

- **1,5 m³/h** pour une perméabilité K de 5,0 .10⁻⁵ m/s ;
- **8,0 m³/h** pour une perméabilité K de 3,0 .10⁻⁴ m/s (*ouvrage toutefois arrêté dans les alluvions*).



4. PARAMETRES DE JUSTIFICATION EN FONDATION SUPERFICIELLE PAR RADIER

Le poste de relevage **1a** sera fondé sur radier exécuté depuis le fond de fouille de terrassement (en première approche vers 9,5 m/TA – cote approximative -2,5 m NGF), reposant sur le substratum calcaire compact après réglage et compactage éventuel du fond de forme.

Il pourra éventuellement aussi être envisagé la mise en œuvre d'une fondation par radier pour les ouvrages **1b-9b**, avec liaisons en consoles sur les structures des postes de relevage / reprise bassin **1a-9a** (faisabilité à valider par le BET structure).

En ce sens et en première approche, les charges retenues pour la justification du radier de l'ouvrage **1a** sont :

- $G_{1a} + G_{1b} = 7 + 1 = 8 \text{ t/m}^2$;
- $Q_{1a} + Q_{1b} = 10 + 0,5 = 10,5 \text{ t/m}^2$.

Les méthodes de calcul utilisées seront celles décrites par la norme française d'application de l'Eurocode 7 relative aux calculs des fondations superficielles (norme NF P 94-261).

4.1. Contraintes de calculs

Dans le cas d'une solution de fondations par radier exécuté à partir du fond de fouille à -2,5 NGF et reposant sur le substratum calcaire, nous retiendrons les valeurs de contraintes limites suivantes :

États limites	Contrainte de calcul (MPa)
ELU durable – transitoire – accidentelle	0,50 (50 t/m ²)
ELS quasi-permanent/caractéristique	0,30 (30 t/m ²)

La contrainte admissible retenue n'est pas entièrement mobilisée par les charges apportées ($G_{1a1b} + Q_{1a1b} = 18,5 \text{ t/m}^2$).

4.2. Paramètres de sols

Pour l'étude de ferrailage du radier, et suivant les résultats moyennés des sondages SP1 à SP3, nous proposons de retenir le module d'élasticité E_s suivant :

Couche	Prof. moy. (m/TA)	Cote moy. (NGF)	Module E_m (MPa)	Coefficient rhéologique α	Module E_s (MPa)
Substratum calcaire	5,0 à > 15,0	+2,0 à < -8,0	119	1/2	238



4.3. Estimation des tassements prévisibles

Le calcul théorique du tassement absolu moyen sous radier, suivant les règles de mécanique des sols, s'établit par la relation :

$$w = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot p}{E} \cdot h$$

- avec
- p = surcharge verticale appliquée ;
 - E = module pressiométrique ;
 - α = coefficient rhéologique ;
 - $\beta = 1$: coefficient fonction du facteur de sécurité (F=3) ;
 - h = hauteur de la couche considérée.

Les hypothèses et résultats des calculs estimatifs de tassements sont repris dans le tableau suivant :

Charge moyenne répartie apportée		$G_{1a1b} + Q_{1a1b} = 18,5 \text{ t/m}^2$
Profondeur d'assise du radier de l'ouvrage 1a		à partir de -2,0 NGF (9,0 m/TA)
Prof. nappe considérée		+4,0 NGF (3,0 m/TA)
Poids des terres excavées	Remblais (0 – 3,5 m/TA) ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$)	5,8 t/m ²
	Alluvions (3,5 – 5,0 m/TA) ($\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$)	1,3 t/m ²
	Calcaire (5,0 – 9,0 m/TA) ($\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$)	4,0 t/m ²
	Total poids des terres excavées	11,1 t/m ²
Surcharge au sol p		7,4 t/m²
Tassement W		nul à $\leq 0,1 \text{ cm}$

Les tassements prévisibles calculés suivant les règles de mécanique des sols et pour les charges considérées sont négligeables, même en prenant compte du passage tendre décelé en SP1 dans le substratum calcaire.

NOTA : Nous vérifions également que les tassements prévisibles sont négligeables avec une hypothèse de fondation par radier pour les regards vannes **1b-9b** assis respectivement vers 2,1 et 1,1 m/TA et apportant respectivement des charges G+Q de 1,5 et 0,9 t/m² (charges apportées inférieures aux poids des terres excavées).

Les fiches de calculs de tassements prévisibles sous radiers pour les ouvrages 1a-1b, établies à l'aide du logiciel GEOFOND®, sont présentées en annexes.



4.4. Vérification vis-à-vis du risque de soulèvement global

La pression hydrostatique est légèrement excédentaire pour les regards vannes sur postes **1b-9b** (respectivement -7 et -2,4 kPa), et pourra aisément être compensée par un lestage du niveau bas (sur-épaissement respectifs d'environ 30 et 10 cm à envisager en première approche pour augmenter la charge permanente stabilisatrice).

La pression hydrostatique est significativement excédentaire (-25 kPa ; soit -65,0 t sur une emprise de 26 m²) pour le poste de relevage **1a**.

Avec la réalisation des terrassements via un soutènement définitif en pieux sécants fichés à -6,5 m NGF (13,5 m/TA) dans le substratum calcaire, les sous-pressions pourront directement être reprises par les efforts mobilisables traction du rideau de pieux sécants, calculés aux ELU à -43,3 t/ml soit -844 t au total pour 19,5 ml de paroi (cf. *ébauche dimensionnelle et vérification efforts mobilisables § 6.3 – p 51 à 55*).



5. PARAMETRES DE JUSTIFICATIONS DES FONDATIONS PROFONDES

Pour l'ensemble des ouvrages hors-sol (**2a-2b, 3, 4, 7, 10**) et semi-enterrés ou faiblement enterrés (**1b et 5a-5b, 6, 8, 9a-9b**), il sera prévu des **fondations profondes de type pieux (ou micropieux)** ancrés dans le substratum calcaire compact reconnu à partir de 4,4 à 5,6 m de profondeur environ (+1,2 à +2,9 m NGF), et liaisonnés en tête par des longrines de répartition des charges.

En première approche, la mise en œuvre de fondations sur pieux nous paraît plus adapté que la mise en œuvre de micropieux, tenant compte de la nécessité de prévoir des dispositifs de soutènement en pieux sécants et de la présence du substratum calcaire résistant qui permettra de bénéficier rapidement d'efforts mobilisables très intéressants en pointe (négligés dans le cas de micropieux et induisant potentiellement des fiches importantes dans le calcaire pour reprendre les charges).

Notons qu'avec la réalisation poste de reprise 9a à partir d'un dispositif de soutènement pieux sécants et compte tenu de l'emprise de l'ouvrage ($\varnothing = 2,3$ m), le dispositif de fondations de cet ouvrage sera directement constitué par le rideau de pieux sécants.

5.1. Hypothèses générales de conception

La justification des fondations fait référence à l'Eurocode 7 et sa norme d'application nationale NF P 94-262 Fondations profondes (juillet 2012 + Amendement A1 de juillet 2018) en utilisant l'approche « modèle de terrain », et en considérant une condition de site simple et un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

Dans le cadre des prédimensionnements, nous retiendrons comme hypothèses de calculs et principes de conception :

- un niveau de plateforme de travail PF pris au terrain actuel à +7,0 NGF (exécution avant terrassements, et recépages jusqu'aux fonds de fouilles respectifs) ;
- une coupe géotechnique synthétique, établie à partir des valeurs moyennées de nos sondages SP1 à SP3 ;
- des **pieux forés simples (FS – Classe 1 et catégorie 1, suivant l'EC7) couplés à un enregistrement des paramètres de forage** avec un cas de charges verticales centrées et dans le cadre d'une exécution soignée ;
- le frottement latéral sera négligé (Mort terrain) sur toute la hauteur des remblais hétérogènes et des alluvions argilo-vasardes, jusqu'au toit du substratum calcaire considéré à partir de +2,0 NGF (5,0 m/TA) ;
- les contraintes en tête des pieux devront être compatibles avec la résistance des bétons.
Dans le cadre de nos pré-dimensionnements et avec des pieux forés simple FS, nous considérons une contrainte limite de 5,0 MPa à l'ELS_{Q-P}, et donc les charges admissibles maximales suivantes pour les différents diamètres de pieux envisagés :



\varnothing pieu (mm)	Charge max à l'ELS _{Q-P} (t) pour $\sigma_{\text{béton}} = 5,0$ MPa
300	35,3
400	62,8

- les pieux devront nécessairement être ancrés dans la formation porteuse avec un ancrage effectif $D_e/B \geq 5$ dans l'horizon défini. Autrement, le facteur de portance en pointe k_p sera recalculé. Par ailleurs, nous recommandons de prévoir dans tous les cas une hauteur d'encastrement réel minimale de 3 diamètres dans le substratum calcaire, soit d'au moins 0,9 m pour les pieux 300 mm et d'au moins 1,2 m pour les pieux 400 mm (=> ancrage minimal vers la cote +1 m NGF).

A l'avancement des travaux et s'il apparaissait un horizon lâche / décomprimé au niveau de la base du pieu, non intégré initialement au calcul de charge admissible, la profondeur des pieux devra obligatoirement être adaptée en cours d'exécution et approfondie autant que nécessaire pour obtenir l'encastrement minimum dans la couche porteuse définie en conception.

Les enregistrements de paramètres de forages devront systématiquement être vérifiés à l'avancement par l'opérateur et le conducteur de travaux de l'entreprise désignée ;

- les pieux / micropieux seront écartés d'au moins 3 diamètres. Dans le cas contraire, les effets de groupe lié au rapprochement des pieux et affectant le frottement axial R_s devront être pris en compte.

En pratique, il reviendra à l'entreprise de choisir la méthode de mise en œuvre la plus appropriée afin de traverser l'ensemble des terrains identifiés précédemment. Les fiches et les diamètres des fondations pourront éventuellement être optimisés en phase d'étude d'exécution, selon les techniques choisies par l'entreprise de travaux.

Les coefficients partiels de modèle, adaptés au type de pieux et au modèle de terrain, à considérer sont les suivants :

	$\gamma_{R ; d1}$		$\gamma_{R ; d2}$
	Compression	Traction	
Pieux forés simples FS Classe 1 – Catégorie 1	1,15	1,40	1,10

Nous considérerons les coefficients partiels suivants pour la justification aux combinaisons ELU durable/transitoire et ELU Accidentel (sismique) :

	Symbole	ELU durables et transitoires	ELU accidentels
Résistance en pointe	γ_b	1,10	1,00
Frottement en compression	γ_s	1,10	1,00
Frottement en traction	$\gamma_{s;t}$	1,15	1,05

Et les coefficients partiels suivants pour la justification aux combinaisons ELS quasi-permanents et caractéristiques :

	Symbole	ELS caractéristiques	ELS quasi-permanentes
Compression	γ_{cr}	0,90	1,10
Traction	$\gamma_{s;cr}$	1,10	1,50



5.2. Cas de charges à reprendre

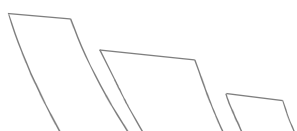
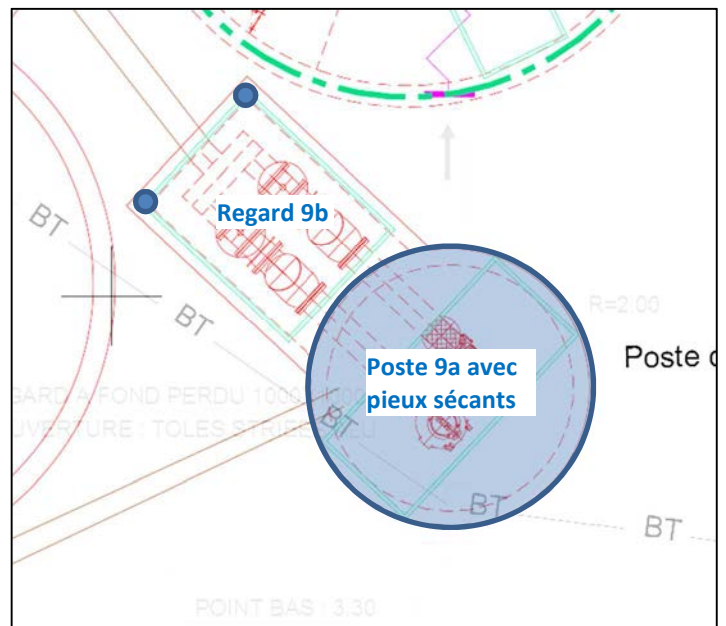
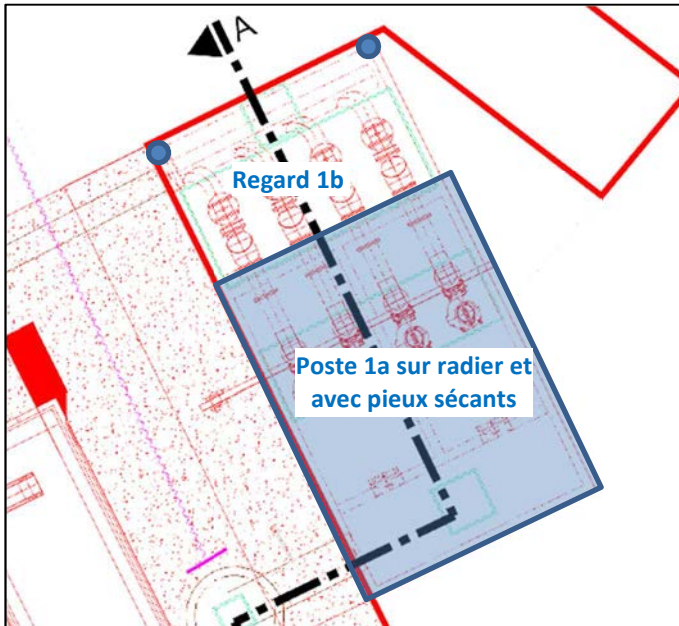
A ce stade, seules les hypothèses de charges moyennes réparties G+Q nous ont été transmises. Les charges ponctuelles par appuis ne nous ont pas été précisées (sauf pour canaux de dégrillage **3** surélevés sur poteaux).

Pour les besoins de l'étude et en première approche, nous avons établi des hypothèses de cas charges ponctuelles par appuis en considérant :

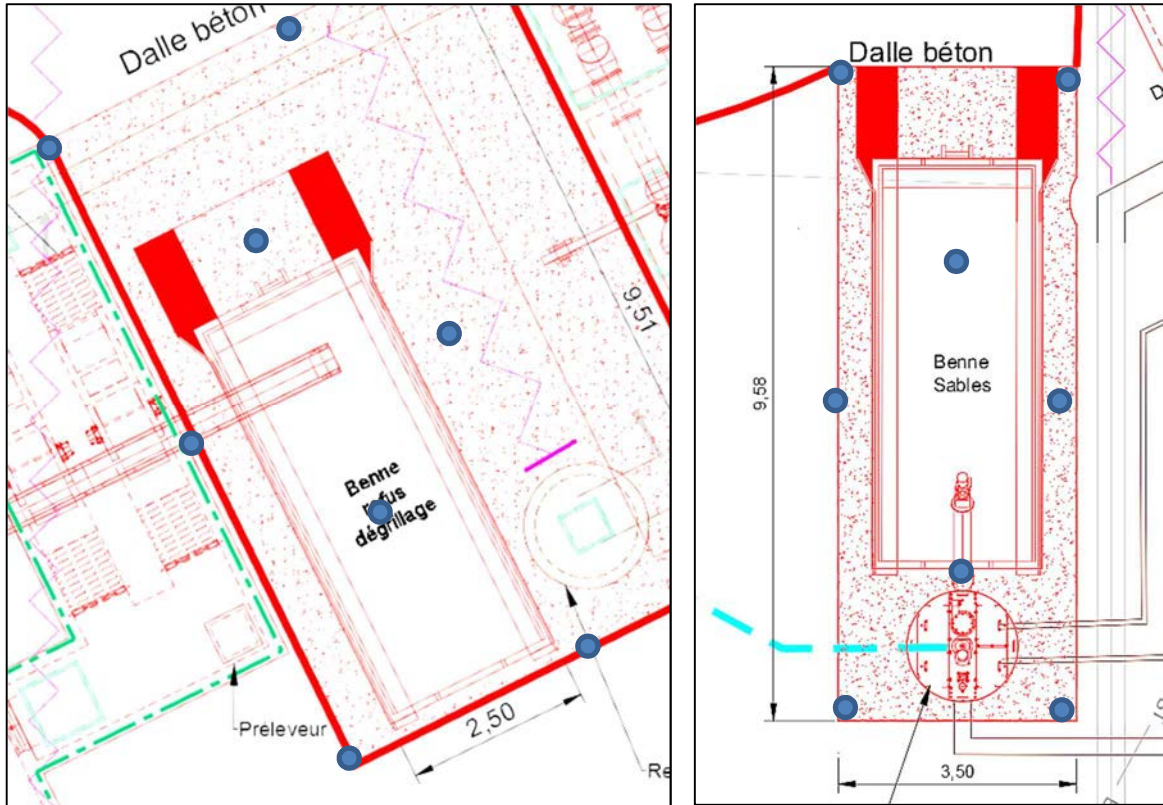
- un écartement des pieux de l'ordre de 3 à 5 m pour les ouvrages les plus importants en emprises ;
- 4 pieux par ouvrages pour ceux dont l'emprise reste limitée ($\approx 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ à $3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ – ex. regard d'alimentation **4**, fosse stockage **6**, local électrique **10**) ;
- un minimum de 2 pieux pour les regards vannes **1b-9b** attenants en encorbellement aux postes pompage / reprise bassin (structures regards vannes en console avec 2 pieux aux extrémités de porte-à-faux – ces ouvrages peuvent aussi éventuellement être fondés par radiers en console liaisonnés aux postes **1a-9a**).

A titre illustratif, la répartition des appuis sous les ouvrages les plus importants en emprises est considérée comme suit (à redéfinir par un BET structure spécialisé) :

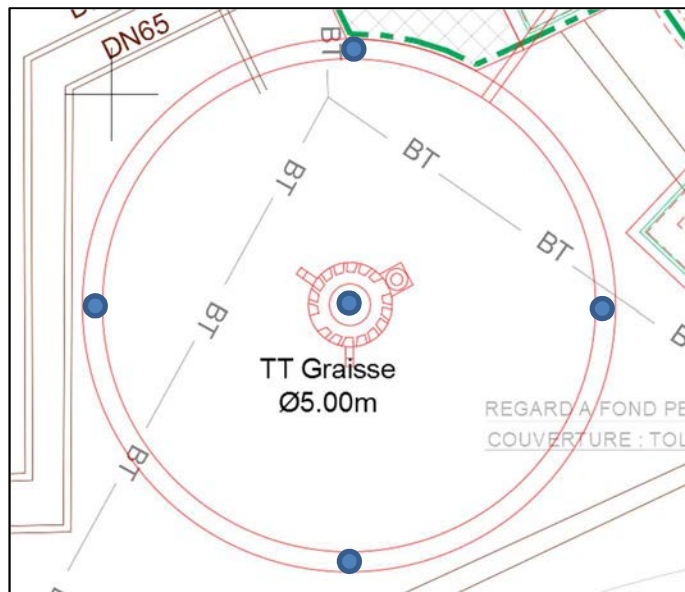
- **Regard vannes 1b et 9b** : 2 pieux par ouvrage



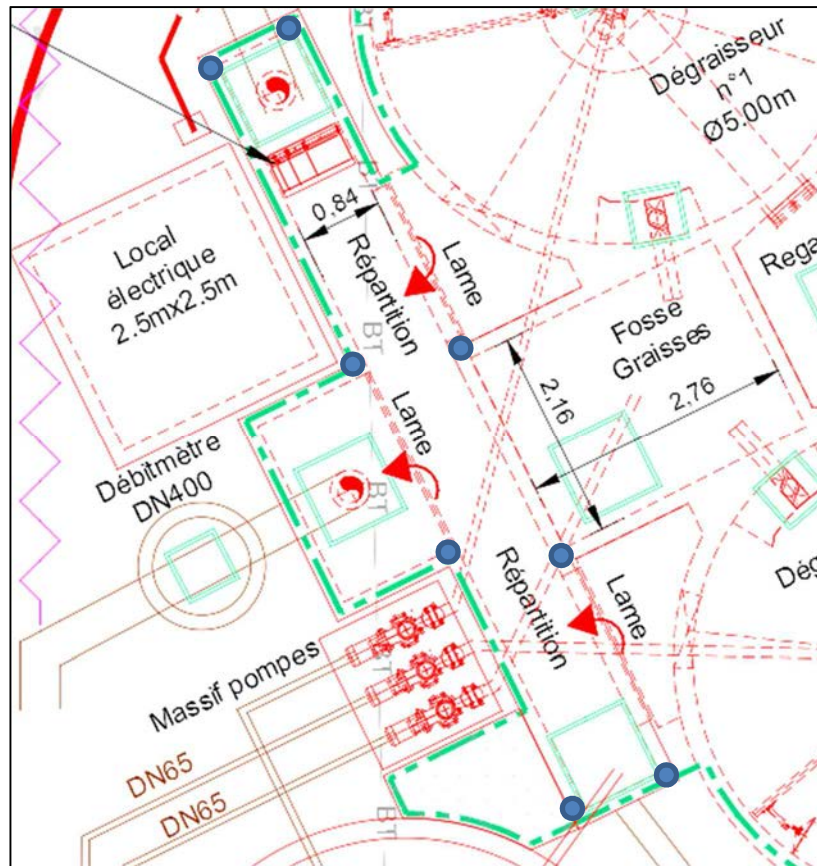
- **Aire à bennes 2a et 2b** : 8 pieux par ouvrage



- **Dégraisseurs 5a-5b et Réacteur traitement graisses 8** : 5 pieux par ouvrage



➤ **Canal de répartition 7** : 8 pieux



Les cas de charge ponctuels par appuis déduits sont reportés dans le tableau suivant :



Ouvrage		Plateforme travail PF (NGF)	Niveau bas fini (NGF)	Charges surfaciques		Surface approx. (m ²)	Charge totale ELS	Charge totale ELU	Nbr appuis	Charge ELS par appui	Charge ELU par appui	Sous-pression hydrostatique ELU (kN)
				G (kPa)	Q (kPa)		G+Q (kN)	1,35G+1,5Q (kN)		G+Q (kN)	1,35G+1,5Q (kN)	
1b	Regard vannes sur poste 1a	7,0 (TA)	5,2	10	5	13	195	273	2	98	137	0 ^(*)
2a-2b	Aires à bennes	7,0 (TA)	7,0 (TA)	10	35	34	1530	2244	8	191	281	0
3	Canaux de dégrillage	7,0 (TA)	7,0 (TA)	Ouvrage surélevé avec appuis sur poteaux					non indiqué	110	150	0
4	Regard d'alimentation	7,0 (TA)	7,0 (TA)	60	35	4	380	534	4	95	134	0
5a-5b	Dégraisseurs 1 et 2	7,0 (TA)	4,8	40	60	23	2300	3312	5	460	662	0 ^(**)
6	Fosse de stockage des graisses	7,0 (TA)	4,8	80	50	8	1040	1464	4	260	366	0 ^(**)
7	Canal de répartition	7,0 (TA)	7,0 (TA)	70	35	9	945	1323	8	118	165	0
8	Réacteur traitement graisses	7,0 (TA)	6,0	25	50	23	1725	2501	7	246	357	0 ^(**)
9a	Poste de reprise bassin	7,0 (TA)	3,5	10	55	5	325	480	Charges reprises par rideau de pieux sécants			
9b	Regard vannes sur poste 9a	7,0 (TA)	6,2	4	5	4	36	52	2	18	26	0 ^(*)
10	Local électrique	7,0 (TA)	7,0 (TA)	55	5	7	420	572	4	105	143	0

^(*) Sous-pression compensée avec une augmentation de la charge permanente, par le biais d'un épaissement des niveaux bas ($\approx +30$ cm pour l'ouvrage 1b et $\approx +10$ cm pour l'ouvrage 9b).

^(*) Sous-pression déjà compensée avec la charge permanente de l'ouvrage.



De ces premières estimations, il ressort que les charges à reprendre par appui aux ELS s'échelonnent globalement entre 10,0 t et 26,0 t, avec des extrema à 1,8 t pour le regard vanne 1a (pouvant aussi éventuellement être fondé sur radier) et à 46,0 t pour les dégraisseurs 5a-5b.

En première approche, il n'y aura pas d'efforts en traction à considérer pour la justification des pieux, liés à la reprise des sous-pressions (*compensées par les charges permanentes*).

Soulignons que la prise en compte de la répartition des pieux et du maillage des surfaces reprises conduira à augmenter la charge pour les pieux en cœur de structure, et à la réduire pour les appuis aux extrémités. A titre indicatif, nous estimons que la charge ELS maximale à reprendre sera potentiellement portée à 49,0 t pour les dégraisseurs 5a-5b, 15,0 t pour le canal de répartition 7, et 37,0 t pour le réacteur de traitement graisses 8.

Le dispositif de fondations du poste de reprise bassin 9a sera directement constitué par le rideau de pieux sécants ancrés dans le substratum calcaire. Les charges totales ELS (325 kN) et ELU (480 kN) rapportées au périmètre de l'ouvrage ($\approx 7,2$ m pour $\varnothing 2,30$ m) amènent à considérer les efforts à reprendre en pied de soutènement de l'ordre de 45 kN/ml aux ELS et 67 kN aux ELU (cf. vérification portance rideau § 6.4.2 - p 59).

5.3. Maquette géotechnique

Pour le dimensionnement des **fondations profondes type pieux Forés Simple (FS – Classe 1, catégorie 1)**, nous retenons le modèle géotechnique suivant :

Couche	Prof. moy. (m/TN)	Cote approx. (NGF)	PI* moy. (MPa)	Em moy. (MPa)	kp _{max} (pieux FS)	Coéf. rhéo. α	Classe de sol	Courbes EC7	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	F _{sol} (kPa)	q _s (kPa)
Remblai minéral	0,0 à 1,5	+7,0 à +5,5	1,1	15	-	2/3	Sols intermédiaires limono-argileux	Q1	1,1	42	0 ^(*)
Remblai de décharge	1,5 à 3,5	+5,5 à +3,5	0,1	1	-	2/3	Argile molle	Q1	1,1	12	0 ^(*)
Alluvions modernes argileuses	3,5 à 5,0	+3,5 à +2,0	0,2	3	-	2/3	Argile molle	Q1	1,1	20	0 ^(*)
Substratum calcaire compact	5,0 à >15,0	+2,0 à <-8,0	2,8	119	1,45	1/2	Marnes et calcaire raides	Q4	1,5	102	154

^(*) Mort terrain considéré jusqu'à +2,0 NGF.



5.4. Calculs des efforts mobilisables et Ébauches dimensionnelles

A titre d'exemple, suivant les hypothèses de conceptions retenues et à l'aide du logiciel de calcul FOXTA-v3®, nous déterminons les dimensionnements et efforts mobilisables (compression / traction aux ELS et ELU) récapitulés dans les tableaux suivants (fiches de calculs détaillés en annexes).

5.4.1. Charges admissibles en compression

➤ Pieux FS Ø 300 mm

Ø Pieu (mm)	Cote fiche (m NGF)	Prof. fiche (m/TA)	Couche ancrage	Ancrage D (m)	Facteur de pointe kp	Q _{ELS-QP adm.} compression (kN)	σ _{béton ELS} (MPa)	Q _{ELU-DT adm.} compression (kN)
300	+1,0	6,0	Substr.	1,0	1,338	168,0	2,38	294,2
300	+0,8	6,2	Substr.	1,2	1,395	186,7	2,64	323,3
300	+0,6	6,4	Substr.	1,4	1,45	205,1	2,90	351,8
300	+0,4	6,6	Substr.	1,6	1,45	219,7	3,11	372,6
300	+0,2	6,8	Substr.	1,8	1,45	234,2	3,31	393,4
300	0,0	7,0	Substr.	2,0	1,45	248,8	3,52	414,2
300	-0,2	7,2	Substr.	2,2	1,45	263,3	3,73	435,0
300	-0,4	7,4	Substr.	2,4	1,45	277,9	3,93	455,8
300	-0,6	7,6	Substr.	2,6	1,45	292,4	4,14	476,6
300	-0,8	7,8	Substr.	2,8	1,45	307,0	4,34	497,4
300	-1,0	8,0	Substr.	3,0	1,45	321,5	4,55	518,2
300	-1,2	8,2	Substr.	3,2	1,45	336,1	4,75	539,0
300	-1,4	8,4	Substr.	3,4	1,45	350,6	4,96	559,8
300	-1,43	8,43	Substr.	3,4	1,45	353,0	4,99	563,2

➤ Pieux FS Ø 400 mm

Ø Pieu (mm)	Cote fiche (m NGF)	Prof. fiche (m/TA)	Couche ancrage	Ancrage D (m)	Facteur de pointe kp	Q _{ELS-QP adm.} compression (kN)	σ _{béton ELS} (MPa)	Q _{ELU-DT adm.} compression (kN)
400	+0,8	6,2	Substr.	1,2	1,305	356,1	2,83	627,8
400	+0,6	6,4	Substr.	1,4	1,348	387,6	3,08	676,7
400	+0,4	6,6	Substr.	1,6	1,391	419,1	3,34	725,7
400	+0,2	6,8	Substr.	1,8	1,435	450,6	3,59	774,7
400	0,0	7,0	Substr.	2,0	1,45	477,6	3,80	814,6
400	-0,2	7,2	Substr.	2,2	1,45	502,2	4,00	849,7
400	-0,4	7,4	Substr.	2,4	1,45	526,7	4,19	884,8
400	-0,6	7,6	Substr.	2,6	1,45	551,3	4,39	919,9
400	-0,8	7,8	Substr.	2,8	1,45	575,8	4,58	955,0
400	-1,0	8,0	Substr.	3,0	1,45	600,4	4,78	990,0
400	-1,2	8,2	Substr.	3,2	1,45	624,9	4,97	1025,1
400	-1,23	8,2	Substr.	3,2	1,45	628,0	5,00	1029,6



5.4.2. Charges admissibles en traction

➤ Pieux FS Ø 300 mm

Ø Pieu (mm)	Cote fiche (m NGF)	Prof. fiche (m/TA)	Couche ancrage	Ancrage D (m)	Q _{ELS-QP} adm. traction (kN)	Q _{ELU-DT} adm. traction (kN)
300	+1,0	6,0	Substr.	1,0	-21,7	-81,8
300	+0,8	6,2	Substr.	1,2	-26,1	-98,1
300	+0,6	6,4	Substr.	1,4	-30,4	-114,5
300	+0,4	6,6	Substr.	1,6	-34,7	-130,8
300	+0,2	6,8	Substr.	1,8	-39,1	-147,2
300	0,0	7,0	Substr.	2,0	-43,4	-163,5
300	-0,2	7,2	Substr.	2,2	-47,8	-179,9
300	-0,4	7,4	Substr.	2,4	-52,1	-196,2
300	-0,6	7,6	Substr.	2,6	-56,4	-212,6
300	-0,8	7,8	Substr.	2,8	-60,8	-229,0
300	-1,0	8,0	Substr.	3,0	-65,1	-245,3
300	-1,2	8,2	Substr.	3,2	-69,5	-261,7
300	-1,4	8,4	Substr.	3,4	-73,8	-278,0

➤ Pieux FS Ø 400 mm

Ø Pieu (mm)	Cote fiche (m NGF)	Prof. fiche (m/TA)	Couche ancrage	Ancrage D (m)	Q _{ELS-QP} adm. traction (kN)	Q _{ELU-DT} adm. traction (kN)
400	+0,8	6,2	Substr.	1,2	-34,7	-130,8
400	+0,6	6,4	Substr.	1,4	-40,5	-152,6
400	+0,4	6,6	Substr.	1,6	-46,3	-174,4
400	+0,2	6,8	Substr.	1,8	-52,1	-196,2
400	0,0	7,0	Substr.	2,0	-57,9	-218,1
400	-0,2	7,2	Substr.	2,2	-63,7	-239,9
400	-0,4	7,4	Substr.	2,4	-69,5	-261,7
400	-0,6	7,6	Substr.	2,6	-75,3	-283,5
400	-0,8	7,8	Substr.	2,8	-81,1	-305,3
400	-1,0	8,0	Substr.	3,0	-86,8	-327,1
400	-1,2	8,2	Substr.	3,2	-92,6	-348,9

5.4.3. Ebauches dimensionnelles

Pour les différents ouvrages et sur la base des cas de charges par appuis considérés précédemment, nous établissons les ébauches dimensionnelles présentées dans le tableau suivant.

Rappelons qu'il s'agit d'ébauches dimensionnelles préliminaires sur la base des hypothèses de charges par appuis définies par nos soins et considérées dans cette étude.

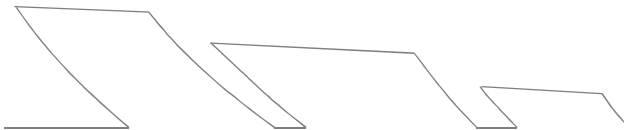
Le cas échéant, les fiches et les diamètres des pieux devront être ajustés vis-à-vis des charges réelles définitives (bilan des efforts à reprendre en tête de pieux) et des calages altimétriques définitifs. Ils seront optimisés pour travailler en limite de la combinaison la plus défavorable (ELS / ELU / ELU-Acc) :



Ouvrage		Plateforme travail PF (NGF)	Niveau bas fini (NGF)	Nbr appuis	Charge ELS par appui	Charge ELU par appui	∅ Pieu (mm)	Cote fiche (m NGF)	Prof. fiche (m/TA)	Ancrage D (m)	Q _{ELS-QP adm. traction} (kN)	Vérif	Effort mobilisé (%)	Q _{ELU-DT adm. traction} (kN)	Vérif	Effort mobilisé (%)
1b	Regard vannes sur poste 1a	+7,0 (TA)	+5,2	2	98	137	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	58%	294	OK	47%
2a-2b	Aires à bennes	+7,0 (TA)	+7,0 (TA)	8	191	281	300	+0,6	6,4	4,4	205	OK	93%	351	OK	80%
3	Canaux de dégrillage	+7,0 (TA)	+7,0 (TA)	<i>non indiqué</i>	110	150	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	65%	294	OK	51%
4	Regard d'alimentation	+7,0 (TA)	+7,0 (TA)	4	95	134	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	57%	294	OK	46%
5a-5b	Dégrossisseurs 1 et 2	+7,0 (TA)	+4,8	5	460	662	400	0,0	7,0	5,0	477	OK	96%	814	OK	81%
6	Fosse de stockage des graisses	+7,0 (TA)	+4,8	4	260	366	300	-0,2	7,2	5,2	263	OK	99%	435	OK	84%
7	Canal de répartition	+7,0 (TA)	+7,0 (TA)	8	118	165	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	70%	294	OK	56%
8	Réacteur traitement graisses	+7,0 (TA)	+6	7	246	357	300	0,0	7,0	5,0	248	OK	99%	414	OK	86%
9a	Poste de reprise bassin	+7,0 (TA)	+3,5	<i>Charges reprises par rideau de pieux sécants</i>												
9b	Regard vannes sur poste 9a	+7,0 (TA)	+6,2	2	18	26	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	11%	294	OK	9%
10	Local électrique	+7,0 (TA)	+7,0 (TA)	4	105	143	300	+1,0	6,0	4,0	168	OK	63%	294	OK	49%

Des ébauches dimensionnelles établies, il ressort que dans la majorité des cas les charges ELS / ELU considérées pourront être reprises par la mise en œuvre de pieux forés simples **FS ∅ 300 mm** ancrés **entre +1,0 NGF** (ancrage minimum) **et -0,2 NGF**, soit **entre 6,0 et 7,2 m /TA**.

Des pieux forés simples **FS ∅ 400 mm** descendus à des profondeurs équivalentes seront ponctuellement nécessaires **pour reprendre les charges plus importantes avec G+Q > 35 t** (considérant $\sigma_{\text{béton}} = 5,0 \text{ MPa}$ à l'ELS).



5.5. Remarques importantes

A ce stade de notre analyse, nous soulignons que :

- le type de fondations pris en compte dans cette étude est donné à titre indicatif. L'entreprise de fondation retenue s'engagera au vu de son expérience sur le choix des fondations en respectant l'ancrage suffisant dans horizons définis à l'issue du dimensionnement ;
- le type de fondations choisi dans ce rapport (pieux FS) nous paraît compatible avec les unités lithologiques, les valeurs pressiométriques relevées, et la méthode de formation utilisée au droit de nos sondages.
Nous attirons l'attention sur la présence de niveaux à blocs au sein des remblais et de niveaux de calcaires francs très compacts à indurés, pouvant induire des difficultés de forage ($E_m > 80$ MPa). Par conséquent, il conviendra de prévoir des méthodes de forage adaptées. Dans tous les cas, l'entreprise sera considérée comme ayant connaissance de ces difficultés éventuelles et mettant en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre les profondeurs données et les ancrages nécessaires ;
- Afin d'éviter la perte de consistance des fondations par lessivage du béton rendu possible par les circulations d'eau, l'entreprise en charges des travaux devra s'assurer de la compatibilité de la technique mise en œuvre avec un éventuel gradient hydraulique local. De même, la présence d'horizons lâches au sein des remblais / alluvions ou très altérés et éventuellement de vides francs dans le calcaire induisant un risque notoire de surconsommation de béton sera à prendre en compte. La technologie mise en œuvre devra permettre d'assurer le maintien des parois avant bétonnage (utilisation de tubages provisoires ou perdus si nécessaire) ;
- En raison de la maille de répartition de nos investigations, il convient d'être prudent quant à l'extrapolation, entre les points de sondages, des différentes interfaces lithologiques et géomécaniques reconnues. Des variations d'épaisseur / de profondeurs / et de caractéristiques mécaniques sont possibles (frange d'altération / passages altérés au sein des assises calcaires). La fiche des pieux sera donc à adapter à l'avancement en tout point. En cas d'incertitude, des sondages destructifs avec enregistrement de paramètres permettront de définir au plus juste les positions de couches ;
- le ferrailage des pieux (ou micropieux) sera étudié par un bureau d'étude structure spécialisé en regard des éventuels efforts horizontaux, efforts de traction, et flexions à reprendre. La technique de forage utilisée devra permettre de descendre les longueurs d'armatures nécessaires en conservant leur intégrité et leur verticalité (descente gravitaire, fluide de forage,...) ;
- le remodelage éventuel de la plateforme et la surcharge des terrains de surface sera potentiellement de nature à engendrer des efforts parasites (frottements négatifs), qu'il conviendra de prendre en compte le cas échéant dans le dimensionnement des fondations profondes ;
- selon les préconisations en vigueur, les essais suivants seront à prévoir avant réception des travaux : mesures par impédance, enregistrement des paramètres de forage, contrôle sur les bétons.



6. JUSTIFICATION DES SOUTÈNEMENTS

Pour la réalisation du poste de relevage **1a** (FF à -2,5 NGF soit 9,5 m/TA), du regard sur collecteur **1c** (FF à -0,7 NGF soit 7,7 m/TA), et du poste de reprise bassin tampon **9a** (FF à +3,0 NGF soit 4,0 m/TA), les excavations devront être réalisées à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs.

Compte tenu des grandes profondeurs et faibles emprises projetées, de la présence d'eau à moyenne profondeur (niveau EF pris à 3,0 m/TA), et du substratum calcaire très compact reconnu à partir de +2,0 NGF (5,0 m/TA) pouvant induire des difficultés notoires de mise en œuvre dans le cas de techniques par battage / fonçage, il nous paraît opportun de prévoir des dispositifs de soutènement définitif et « étanche » précédant l'excavation du type **pieux sécants**, fichés dans le substratum calcaire.

Le dispositif de fondations du poste de reprise **9a** sera directement constitué par le rideau de pieux sécants compte tenu de l'emprise de l'ouvrage ($\varnothing = 2,3$ m).

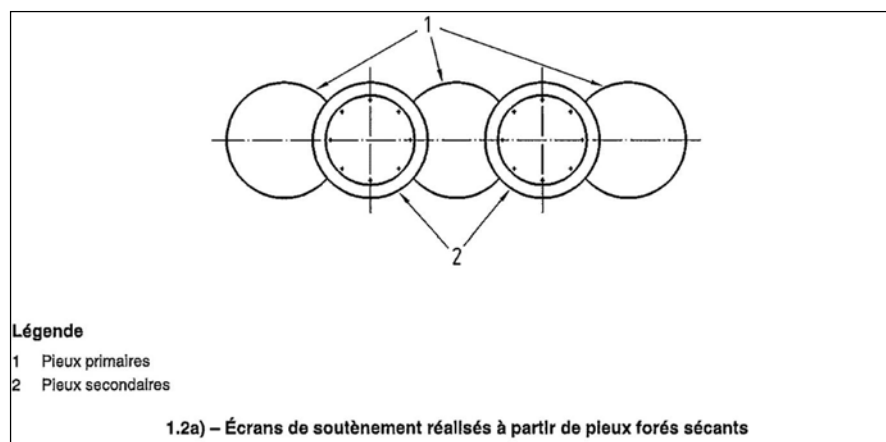
De même, nous considérons que les sous-pressions considérées en phase définitive pour les ouvrages **1a-1c-9a** pourront directement être reprises par les efforts mobilisables traction des rideaux de pieux sécants.

Les conditions de réalisation des terrassements et des soutènements s'avérant relativement délicates, le recours à des entreprises spécialisées et qualifiées, sous le contrôle d'une maîtrise d'œuvre général, est souhaitable.

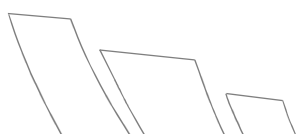
Par ailleurs, les travaux de terrassements étant tributaires des conditions météorologiques rencontrées en période d'exécution, une organisation des travaux permettant de réduire la durée de la situation provisoire est toujours un facteur de sécurité.

6.1. Préambule

Le rideau de pieux sécant est réalisé par 2 séries forages alternés, avec des pieux primaires non armés et des pieux secondaires ferrailés recoupant les pieux primaires.



Le comportement de ce dispositif peut être apparenté à celui d'un écran continu plan lorsque la distance d'axe en axe des pieux contigus et/ou sécants est inférieure à 1,3 B.



Pour des questions d'aisance d'exécution (entre autres écartement des pieux) et en vue d'obtenir la meilleure « étanchéité » possible, il convient de prévoir un diamètre des pieux assez grand de manière à assurer un recouplement correct des pieux primaires et limiter l'incidence des déviations / écarts possibles entre les pieux (notamment dans le cas de pieux de grande longueur).

De ce fait, nous considérons en première approche des rideaux de soutènement constitués à partir de **pieux forés simple FS Ø 500 mm**, avec un **entraxe e de 384 mm**.

Nous soulignons qu'il est vivement recommandé de prévoir la réalisation de murets guides avant exécution des pieux parois pour assurer leur implantation et leur alignement correct, ainsi que pour limiter le risque de déviations.

La conception et les dimensionnements des parois en pieux sécants seront notamment établis en référence aux normes :

- NF P 94-262 « Fondations profondes »,
- NF P 94-282 « Ouvrages de soutènement – Ecrans »,
- NF EN 1536 « Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Pieux forés ».

Des ébauches dimensionnelles en phase chantier sont présentées à titre d'exemple dans le cadre de cette étude, pour permettre en première approche une évaluation qualitative et quantitative des contraintes de réalisation.

Des solutions alternatives justifiées pourront être envisagées et proposées par les entreprises de travaux en phase d'étude d'exécution. Les calculs justificatifs devront être menés en étude d'exécution G3 pour toutes les situations (provisoires et définitives), en tenant compte du phasage de réalisation des terrassements et des ouvrages.

La vérification et le dimensionnement des éléments de structures (ferraillages / profilés, poutre de liaison / liernes, butons), seront effectués par un bureau d'étude structure spécialisé.

6.2. Hypothèses générales

➤ Niveau de nappe :

Le niveau de nappe initial pris en considération pour les calculs est le niveau fréquent EF pris à **-3,0 m/TA**, soit à la cote **+4,0 NGF**.

➤ Surcharges :

Nous considérons une surcharge répartie type Caquot de **10 kPa (1,0 t/m²)** appliquée au niveau du terrain actuel (solllicitations phase chantier, circulation d'engins).

➤ Hypothèses de sols :

Les paramètres de sols suivants sont retenus comme hypothèses pour le dimensionnement des soutènements :



Unité litho.	Prof. moy (m/TA)	Cotes. moy (m NGF)	Mas. vol. γ (kN/m ³)	Mas vol. déjàugée γ' (kN/m ³)	Pl* moyen (MPa)	Em moyen (MPa)	Angle φ' (°)	Cohésion C' (kPa)	Coef. α
Remblai minéral	0,0 à 1,5	+7,0 à +5,5	18	8	1,1	15	25	2	2/3
Remblai de décharge	1,5 à 3,5	+5,5 à +3,5	18	8	0,1	1	25	2	2/3
Alluvions argileuses	3,5 à 5,0	+3,5 à +2,0	19	9	0,2	3	25	5	2/3
Substratum calcaire	5,0 à > 15,0	+2,0 à < -8,0	20	10	2,8	119	30	20	1/2

➤ **Obliquité des contraintes :**

Pour le calcul des efforts de poussée et de butée sur l'écran (surface rugueuse), nous avons considéré une inclinaison de la poussée $\delta/\varphi = 1/3$ et une inclinaison de la butée $\delta/\varphi = -2/3$.

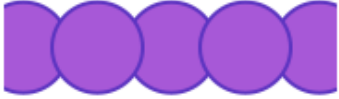
➤ **Caractéristiques des écrans :**

L'écran de soutènement sera constitué par des pieux forés sécants. Le comportement de ce dispositif peut être apparenté à celui d'un écran continu plan lorsque la distance d'axe en axe des pieux contigus et/ou sécants est inférieure à 1,3 B.

Les caractéristiques retenues pour les écrans de soutènements sont les suivants :

- **Pieux forés simples** (FS - classe 1 – type 1 selon la norme NF P 94-262),
- Diamètre des pieux **B = 500 mm**, entre-axe **e = 384 mm** (=> recouvrement pieux primaires / pieux secondaires = 58 mm) ;
- Module d'élasticité du béton **E_{béton} = 10 GPa** (long terme), rigidité **EI = 80 736 kN.m²/ml** ;

Pieux circulaires, section pleine
 Profilés métalliques
 Pieux mixtes



[1] Pieux principaux

Caractéristiques des pieux principaux : Béton à long terme (10 GPa)

Module d'Young E : 1E+007 kN/m²

Espacement des pieux eh : 0,38 m

Diamètre d : 500,00 mm

Pieux de même longueur

Inertie des pieux principaux : 306796,16 cm⁴

Inertie équivalente : 807358,31 cm⁴

Produit EI : 80736 kNm²/m



Nous déterminons alors les modules de réaction suivants en regard des différentes unités lithologiques, par la relation de SCHMITT :

Horizon	Module de réaction kh (kN/m ² /ml)
Remblai minéral	29 374
Remblai de décharge	794
Alluvions argileuses	3 436
Substratum calcaire	682 512

6.3. Cas du poste de relevage 1a

6.3.1. Ébauche dimensionnelle

Les caractéristiques géotechniques et hypothèses particulières prises en compte pour l'ébauche dimensionnelle sont présentées ci-après :

➤ **Géométrie :**

Le niveau altimétrique de la tête d'écran est considéré au niveau du terrain actuel, pris à la cote **+7,0 NGF** et le niveau de fond de fouille à **-2,5 NGF**, soit une hauteur de soutènement de 9,5 m.

Le calcul mené pour cette ébauche dimensionnelle considère une **fiche minimale de l'écran f à -6,5 NGF** soit 13,5 m/TA et 4,0 m/FF.

➤ **Renforcements (butons) :**

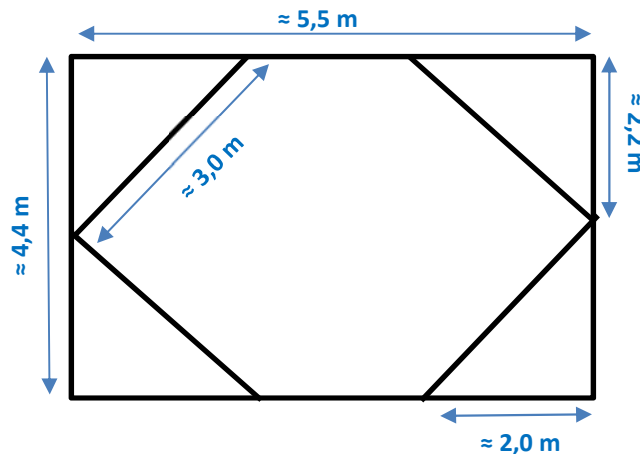
Compte tenu de la hauteur de terres soutenues et de la surcharge de tête, il s'avère nécessaire de prévoir un dispositif de renforcement pour limiter les déplacements prévisibles à des valeurs acceptables, et limiter la profondeur fiche requise pour assurer la stabilité du dispositif.

A titre indicatif, les calculs menés avec un dispositif de soutènement auto-stable en pieux sécants FS Ø 500 mm amène à prévoir une fiche importante dans le substratum calcaire – descendue au moins à **-13,0 NGF** soit **20,0 m /TA**, avec des déplacements prévisibles en tête de l'ordre de **14 cm**, et des valeurs très importantes de moments ($\approx 155,5 \text{ t.m/ml ELS}$) et efforts tranchants ($\approx -73 \text{ t/m ELS}$) à reprendre par la structure de l'écran.

Il est donc prévu **1 lit de renforcement par des butons** dont le positionnement et les caractéristiques sont les suivantes :



- schéma de butonnage considéré (indicatif) :



- positions $z_{\text{buton}} = +4,0$ NGF ;
- inclinaison $\alpha = 0^\circ$; longueur utile $L_u = 1,5$ m ; espacement $e_{\text{butons}} \approx 2,0$ m ;
- butonnage avec profilés métalliques type **HE 140 B**, avec surface de la section d'acier $S = 4\,300$ mm² ;
- élasticité de l'acier $E_{\text{acier}} = 210\,000$ MPa ; raideur $K_{\text{butons}} = 301\,000$ kN/ml.

Des poutres de liaison horizontales (liernes en béton armé ou métalliques) seront prévues afin de favoriser la solidarité et la continuité des éléments constitutifs de l'écran, la répartition des contraintes, et un comportement le plus homogène possible pour le dispositif de soutènement.

➤ **Phasage :**

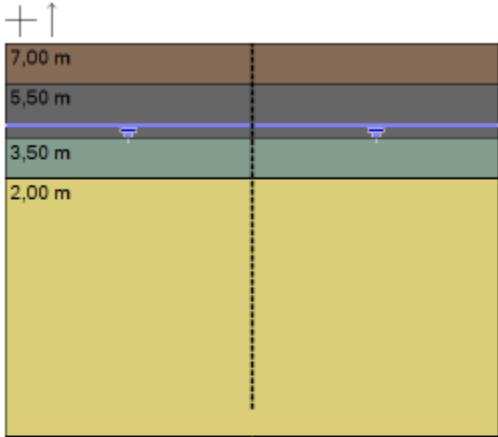
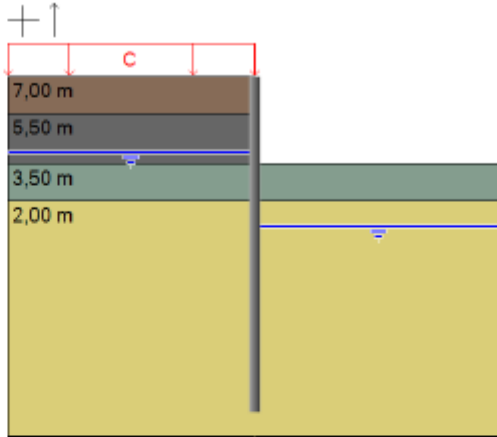
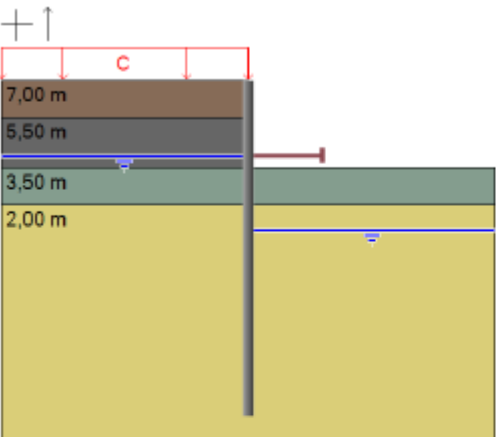
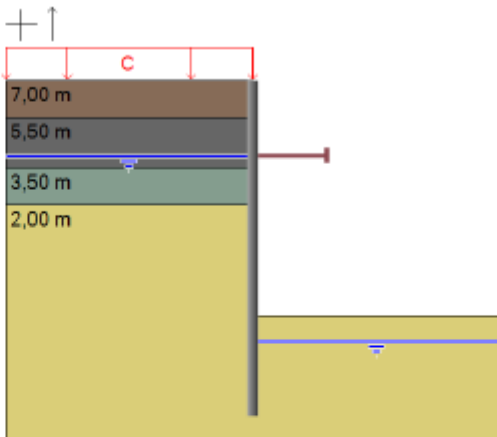
Le phasage de mise en œuvre considéré pour le cas calculé est le suivant :

- Réalisation du muret guide ;
- Forage et exécution des pieux sécants FS \varnothing 500 mm jusqu'à -6,5 NGF, soit 13,5 m/TA ;
- Mise en place du dispositif de pompage / rabattement de nappe ;
- Rabattement minimal jusqu'à +2,5 NGF (4,5 m/TA) et 1^{ère} phase de terrassements jusqu'à +3,5 NGF (3,5 m/TA) ;
- Mise en place de poutres de liaison et du lit de butons à +4,0 NGF (3,0 m/TA) ;
- Rabattement minimal jusqu'à -3,5 NGF (10,5 m/TA) et 2^{ème} phase de terrassements jusqu'au fond de fouille à -2,5 NGF (9,5 m/TA) ;
- Exécution du poste de relevage et butonnage définitif par radier et dalle de couverture,
- Retrait des butons provisoires.

➤ **Résultats du calcul :**

Les résultats de calculs de stabilité à l'ELS et à l'ELU pour le dispositif de soutènement présenté sont joints en annexes. Le schéma de calcul est illustré ci-après :



<p>Phase initiale</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>	<p>Phase 1 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Action hydraulique : (droite) zw [m] = 1,00 - Excavation (côté droit) : zh [m] = 3,50 - Surcharge de Caquot : (côté gauche) : q [kN/m/m] = 10,00
<p>Phase 2 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>	<p>Phase 3 : Phase durable</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>
<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place du buton (côté droit) : n°1 za [m] = 4,00 K [kN/m/m] = 301000 α [°] = 0,00 P [kN/m] = 0,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Action hydraulique : (droite) zw [m] = -3,50 - Excavation (côté droit) : zh [m] = -2,50



Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tête de l'écran	+7,0 NGF (0,0 m/TA)
Fond de fouille FF	-2,5 NGF (9,5 m/TA)
Épaisseur paroi (diamètre pieux)	FS Ø 500 mm
Base des pieux	-6,5 NGF (13,5 m/TA)
Profondeur fiche /FF	4,0 m/FF
Déplacement maximal	≈ 2,5 cm en tête en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) ≈ 2,2 cm en tête en phase 3 (<i>finale</i>)
Moment maximal ELS	172 kN.m/ml en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) 242 kN.m/ml en phase 3 (<i>finale</i>)
Moment maximal ELU	158 kN.m/ml en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) 329 kN.m/ml en phase 3 (<i>finale</i>)
Effort tranchant ELS	-140 kN/ml en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) -160 kN/ml en phase 3 (<i>finale</i>)
Effort tranchant ELU	-66 kN/ml en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) -216 kN/ml en phase 3 (<i>finale</i>)
Rapport de butées	6,1 > 1,89 en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) 1,9 > 1,89 en phase 3 (<i>finale</i>)
Rapport des fiches	3,8 > 1,2 en phase 1 (<i>intermédiaire</i>)
Effort dans les butons ELS	291 kN/ml, soit 582 kN pour $e_{\text{butons}} = 2,0$ m
Effort dans les butons ELU	392 kN/ml, soit 784 kN pour $e_{\text{butons}} = 2,0$ m
Résultante des actions ELU	Effort vertical descendant de 162 kN/ml en phase 1 (<i>intermédiaire</i>) Effort vertical ascendant de -55 kN/ml en phase 3 (<i>finale</i>)

La stabilité du soutènement est justifiée avec les paramètres considérés.

Les efforts restent assez élevés dans les butons (58,2 t ELS), ainsi que les moments (24,2 t.m/ml ELS) et efforts tranchants (-16,0 t/ml ELS) dans l'écran avec 1 seul lit de butons en renforcement.

Dans tous les cas, le BET structure ou l'entreprise désignée vérifiera les résistances structurelles et adaptera si nécessaire le dimensionnement des éléments constitutifs du soutènement dans le cadre des études EXE. Au besoin, il pourra être prévu 2 lits de butons ou plus pour réduire les efforts / moments à reprendre par les butons et l'écran.

La reprise des efforts verticaux ELU descendants (phase 1) et ascendants (phase 3) résultants des actions est vérifiée pour un rideau de pieux sécants FS Ø 500 mm descendu à -6,5 NGF (13,5 m/TA) – cf. § suivant.



6.3.2. Vérification de portance et reprise des efforts ascendants

La vérification des efforts mobilisables pour le dispositif de soutènement considéré est effectuée suivant les paramètres et règles de justification des fondations profondes présentés précédemment, avec un écran continu de 0,5 m d'épaisseur en pieux forés simples FS.

Les efforts mobilisables en frottements sont compatibles à partir du point d'efforts tranchants nuls sous le fond de fouille, soit à partir de -4,0 NGF (11,0 m/TA) pour un rideau en pieux FS fichés à -6,5 NGF (13,5 m/TA).

Nous en déduisons (cf. fiche de calcul en annexes) :

	Charges admissibles en compression	Charges admissibles en traction
Q_{ELS} – Quasi-permanent	1 115 kN/ml (soit 111,5 t/ml)	-232 kN/ml (soit -23,2 t/ml)
Q_{ELU} – Durable et transitoire	2 010 kN/ml (soit -23,2 t/ml)	-433 kN/ml (soit -23,2 t/ml)

Nous vérifions que les efforts descendants / ascendants aux ELU (162 kN/ml en phase 1 et -55 kN/ml en phase 3) ainsi que le sous pressions considérées pour l'ouvrage 1a en phase définitive (-65,0 t => -3,4 t/ml sur le périmètre de l'enceinte) sont largement reprises par les efforts mobilisables avec un rideau de soutènement fiché à -6,5 NGF soit 13,5 m/TA.

6.3.3. Vérification de fiche hydraulique

Il s'agit de vérifier la stabilité du fond de fouille vis-à-vis du phénomène de boulangerie, dépendant notamment de l'importance des écoulements d'eau (différences de charges / gradients hydrauliques).

Il peut tout d'abord être précisé que le fond de fouille sera constitué par le substratum calcaire compact à induré / rocheux, qui peut déjà être considéré insensible au phénomène de boulangerie.

Nous avons néanmoins procédé à la vérification selon l'approche de DAVIDENKOFF et MANDEL appliquée en mécanique des sols. La norme NF P 94-282 relative aux écrans de soutènements prévoit de vérifier :

$$1,35S_{dst,k} \leq 0,90G'_{stb,k} \text{ (HYD)}$$

S_{dst} = force d'écoulement déstabilisatrice

G'_{stb} = action verticale permanente stabilisatrice.

Ce qui revient à :

$$1,35 \cdot i \cdot \gamma_w \leq 0,90 \cdot \gamma'$$

$$i \leq \frac{\gamma'}{1,5 \times \gamma_w}$$

Pour le profil calculé, nous retenons :

- différence de charge hydraulique $\Delta h_{\text{eau}} = 7,5$ m (rabattement de +4,0 NGF à -3,5 NGF) ;
- longueur minimale parcourue le long de la paroi $L_{\text{amont}} + L_{\text{aval}} = 14,5$ m (base de paroi à -6,5 NGF) ;

=> gradient hydraulique **i=0,52** ;



- poids volumique déjaugé du sol au fond de fouille $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$;
- poids eau $1,5 \times \gamma_w = 15 \text{ kN/m}^3$.

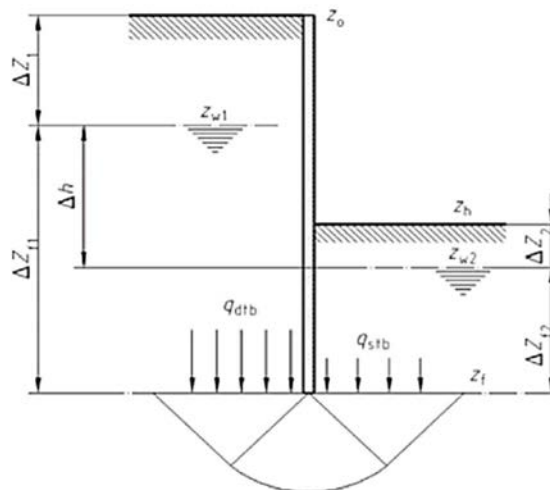
Nous obtenons $i = 0,52 < 0,66$, la vérification est assurée suivant la règle appliquée en mécanique des sols.

6.3.4. Vérification du phénomène de renard solide

Cette vérification consiste à s'assurer de l'équilibre limite des contraintes effectives au niveau de la base du rideau, de part et d'autre de celui-ci.

De même que précédemment, la présence du substratum calcaire compact à induré / rocheux à partir du fond de fouille permet déjà de considérer que la stabilité est acquise.

La vérification est néanmoins effectuée selon le schéma de plasticité de PRANDTL appliquée en mécanique des sols :



avec l'inégalité suivante :

$$q_{dst;d} \leq q_{stb;d}$$

Avec : $q_{dst;d} = [\gamma \cdot z_{w1} + [\gamma - (1 - i_1) \cdot \gamma_w] (z_f - z_{w1})] \times \gamma_{G,dt} + q_1 \times \gamma_{Q,dt}$

Avec : i_1 = gradient hydraulique moyen amont et q_1 = surcharge éventuelle

$$q_{stb;d} = \left[N_q \cdot \sigma'_{v2k} + \frac{N_q - 1}{\tan(\phi'_k)} \cdot C'_k \right] \times \gamma_{G,st} + q_2 \times \gamma_{Q,st}$$

Avec : σ'_{v2k} = contrainte effective au niveau de la base de l'écran à l'aval

ϕ'_k = angle de frottement sous la base de l'écran

C'_k = cohésion effective sous la base de l'écran.

q_1 = surcharge amont.

q_2 = surcharge aval.

$$N_q = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'_k}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_k)}$$



Pour le profil calculé, on a les paramètres suivants :

- $i_1 = 0,517$; $z_{w1} = 3,0$ m/TA ; $z_f - z_{w1} = 13,5 - 3,0 = 11,5$ m ; $\gamma_{G,dest} = 1,35$; $\gamma_{Q,dest} = 1,5$;
- $\gamma = 20$ kN/m³, $\gamma' = 10$ kN/m³, $\gamma_w = 10$ kN/m³ ;
- $q_1 = 10$ kPa, $q_2 = 0$ kPa ;
- $\varphi' = 30^\circ$; $c' = 20$ kPa(*) ; $N_q = 18,4$; $\tan \varphi' = 0,577$; $\sigma'_{v2k} = 50$ kPa ; $\gamma_{G,stab} = 0,9$.

Nous obtenons $q_{dest} = 311$ kN < $q_{stab} = 1\ 371$ kN, la vérification est assurée suivant la règle appliquée en mécanique des sols.

6.4. Cas du poste de reprise bassin 9a

6.4.1. Ébauche dimensionnelle

Les caractéristiques géotechniques et hypothèses particulières prises en compte pour l'ébauche dimensionnelle sont présentées ci-après :

➤ **Rigidité cylindrique :**

La forme tronconique de l'ouvrage **9a** ($\varnothing \approx 2,5$ m => rayon $r = 1,25$ m) permet d'introduire une **rigidité cylindrique $R_c = 672\ 000$ kN/m³**.

➤ **Géométrie :**

Le niveau altimétrique de la tête d'écran est considéré au niveau du terrain actuel, pris à la cote **+7,0 NGF** et le niveau de fond de fouille à **+3,0 NGF**, soit une hauteur de soutènement de 4,0 m.

La fiche nécessaire pour justifier stabilité d'un soutènement cylindrique peut être très réduite. Néanmoins, compte tenu des caractéristiques des terrains au fond de fouille (alluvions argileuses molles à vasardes), le calcul mené pour cette ébauche dimensionnelle considère une **fiche minimale de l'écran f à +1,0 NGF** (ancrage des pieux d'au moins 1 m dans le substratum calcaire), soit à 6 m/TA et 2,0 m/FE.

➤ **Renforcements :**

La réalisation d'un soutènement cylindrique permet de s'affranchir de la mise en œuvre de renforcements.

Des poutres de liaison horizontales (liernes en béton armé ou métalliques) seront prévues afin de favoriser la solidarité et la continuité des éléments constitutifs de l'écran la répartition des contraintes, et un comportement le plus homogène possible pour le dispositif de soutènement.



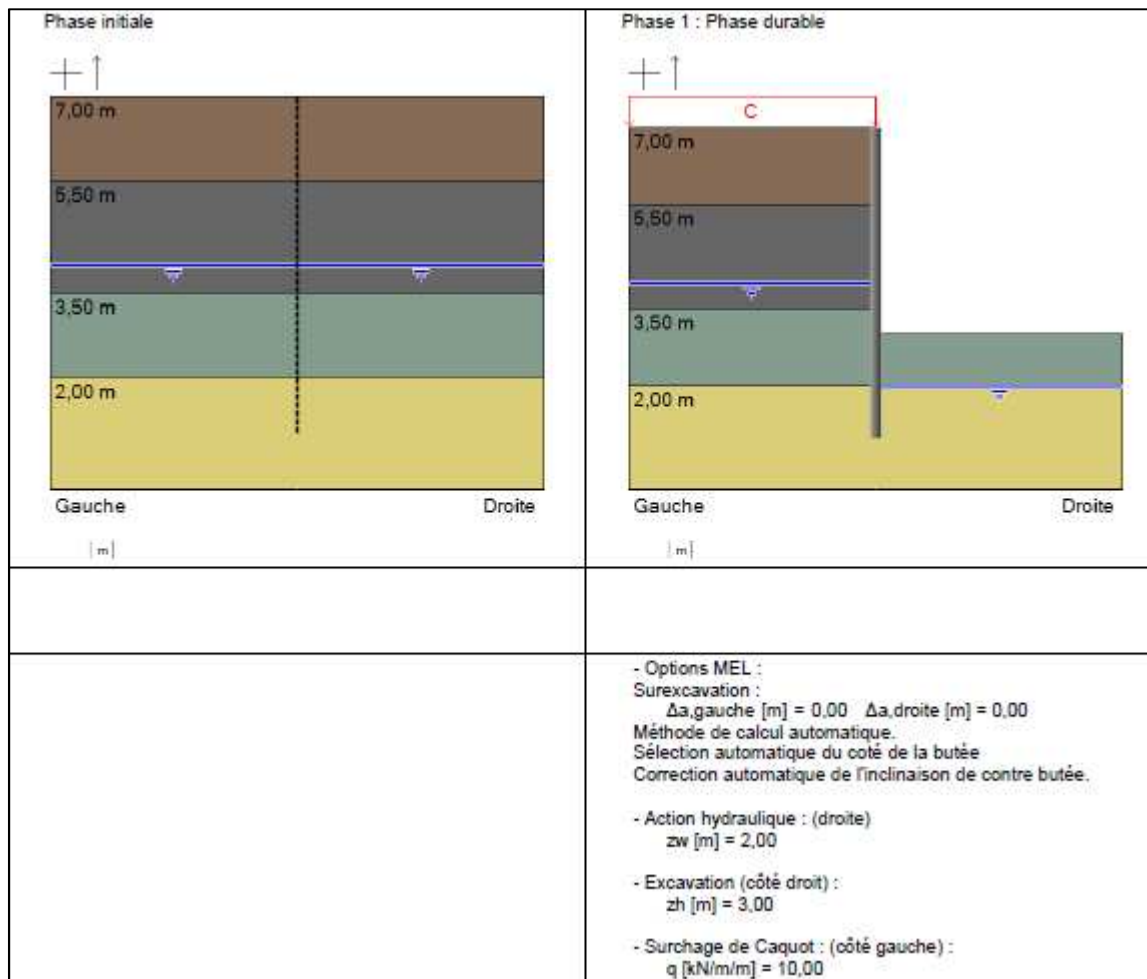
➤ **Phasage :**

Le phasage de mise en œuvre considéré pour le cas calculé est le suivant :

- Réalisation du muret guide ;
- Forage et exécution des pieux sécants FS Ø 500 mm jusqu'à +1,0 NGF, soit 6,0 m/TA ;
- Mise en place du dispositif de pompage / rabattement de nappe ;
- Rabattement minimal jusqu'à +2,0 NGF (5,0 m/TA) et terrassements jusqu'au fond de fouille à +3,0 NGF (4,0 m/TA) ;
- Exécution du poste de reprise bassin et butonnage définitif par radier et dalle de couverture.

➤ **Résultats du calcul :**

Les résultats de calculs de stabilité à l'ELS et à l'ELU pour le dispositif de soutènement présenté sont joints en annexes. Le schéma de calcul est illustré ci-après :



Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tête de l'écran	+7,0 NGF (0,0 m/TA)
Fond de fouille FF	+3,0 NGF (3,0 m/TA)
Épaisseur paroi (diamètre pieux)	FS Ø 500 mm
Base des pieux	+1,0 NGF (6,0 m/TA)
Profondeur fiche /FF	2,0 m/FF
Déplacement maximal	< 1 cm
Moment maximal ELS	-4 kN.m/ml
Moment maximal ELU	< 1 kN.m/ml
Effort tranchant ELS	7 kN/ml
Effort tranchant ELU	-66 kN/ml
Rapport de butées	7,0 > 1,89
Rapport des fiches	32,0 > 1,2
Résultante des actions ELU	Effort vertical descendant de 1 kN/ml

La stabilité du soutènement est justifiée avec les paramètres considérés.

Les efforts verticaux résultants, ainsi que les moments et efforts tranchants à reprendre restent négligeables.

Dans tous les cas, le BET structure ou l'entreprise désignée vérifiera les résistances structurelles et adaptera si nécessaire le dimensionnement des éléments constitutifs du soutènement dans le cadre des études EXE.

6.4.2. Vérification de portance et reprise des efforts ascendants

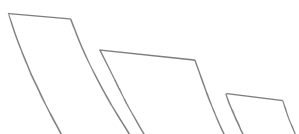
La vérification des efforts mobilisables pour le dispositif de soutènement considéré est effectuée suivant les paramètres et règles de justification des fondations profondes présentés précédemment, avec un écran continu de 0,5 m d'épaisseur en pieux forés simples FS.

Les efforts mobilisables en frottements sont compatibles à partir du point d'efforts tranchants nuls sous le fond de fouille, soit à partir de +1,5 NGF (5,5 m/TA) pour un rideau en pieux FS fichés à +1,0 NGF (6,0 m/TA).

Nous en déduisons (cf. fiche de calcul en annexes) :

	Charges admissibles en compression	Charges admissibles en traction
Q_{ELS} – Quasi-permanent	705 kN/ml (soit 70,5 t/ml)	-46 kN/ml (soit -4,6 t/ml)
Q_{ELU} – Durable et transitoire	1 365 kN/ml (soit -136,5 t/ml)	-86 kN/ml (soit -8,6 t/ml)

Nous vérifions que les charges apportées par l'ouvrage **9a** aux ELS (G+Q = 32,5 t => 4,5 t/ml sur le périmètre de l'ouvrage) et ELU (48,0 t => 6,7 t/ml) ainsi que le sous pressions considérées en phase définitive (-10,1 t => -1,4 t/ml sur le périmètre de l'ouvrage) sont largement reprises par les efforts mobilisables avec un rideau de soutènement cylindrique fiché à +1,0 NGF soit 6,0 m/TA.



6.4.3. Vérification de fiche hydraulique

La présence du substratum calcaire compact à induré / rocheux à partir du fond de fouille permet déjà de considérer que la stabilité est acquise vis-à-vis du phénomène de boulangerie.

Nous avons néanmoins procédé à la vérification selon l'approche de DAVIDENKOFF et MANDEL appliquée en mécanique des sols. La norme NF P 94-282 relative aux écrans de soutènements prévoit de vérifier :

$$1,35 S_{dst,k} \leq 0,90 G'_{stb,k} \text{ (HYD)}$$

Sdst = force d'écoulement déstabilisatrice

G'stb = action verticale permanente stabilisatrice.

Ce qui revient à :

$$1,35 \cdot i \cdot \gamma_w \leq 0,90 \cdot \gamma'$$

$$i \leq \frac{\gamma'}{1,5 \times \gamma_w}$$

Pour le profil calculé, nous retenons :

- différence de charge hydraulique $\Delta h_{\text{eau}} = 2,0 \text{ m}$ (rabattement de +3,0 NGF à +5,0 NGF) ;
- longueur minimale parcourue le long de la paroi $L_{\text{amont}} + L_{\text{aval}} = 4,0 \text{ m}$ (base de paroi à +1,0 NGF) ;

=> gradient hydraulique **$i=0,50$** ;

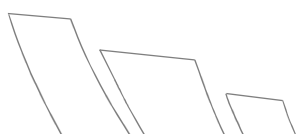
- poids volumique déjaugé du sol au fond de fouille $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$;
- poids eau $1,5 \times \gamma_w = 15 \text{ kN/m}^3$.

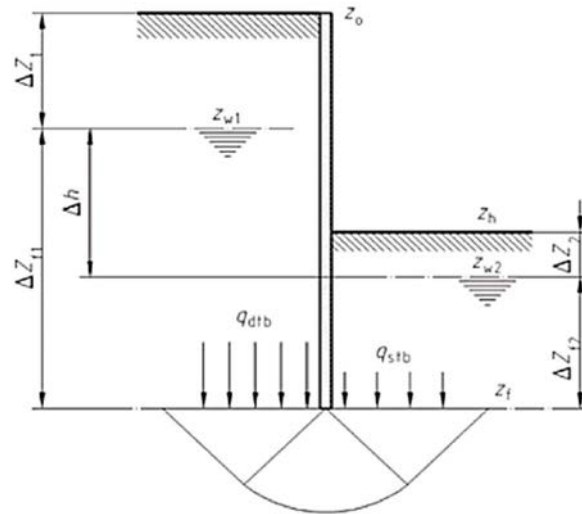
Nous obtenons **$i = 0,50 < 0,66$** , la vérification est assurée suivant la règle appliquée en mécanique des sols.

6.4.4. Vérification du phénomène de renard solide

La présence du substratum calcaire compact à induré / rocheux à partir du fond de fouille permet déjà de considérer que l'équilibre limite des contraintes effectives au niveau de la base du rideau est acquis.

La vérification néanmoins est effectuée selon le schéma de plasticité de PRANDTL appliquée en mécanique des sols :





avec l'inégalité suivante :

$$q_{dst;d} \leq q_{stb;d}$$

Avec : $q_{dst;d} = [\gamma \cdot z_{w1} + [\gamma - (1 - i_1) \cdot \gamma_w] (z_f - z_{w1})] \times \gamma_{G,dt} + q_1 \times \gamma_{Q,dt}$

Avec : i_1 = gradient hydraulique moyen amont et q_1 = surcharge éventuelle

$$q_{stb;d} = \left[N_q \cdot \sigma'_{v2k} + \frac{N_q - 1}{\tan(\phi'_k)} \cdot C'_k \right] \times \gamma_{G,stb} + q_2 \times \gamma_{Q,stb}$$

Avec : σ'_{v2k} = contrainte effective au niveau de la base de l'écran à l'aval

ϕ'_k = angle de frottement sous la base de l'écran

C'_k = cohésion effective sous la base de l'écran.

q_1 = surcharge amont.

q_2 = surcharge aval.

$$N_q = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'_k}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'_k)}$$

Pour le profil calculé, on a les paramètres suivants :

- $i_1 = 0,50$; $z_{w1} = 3,0$ m/TA ; $z_f - z_{w1} = 6,0 - 3,0 = 3,0$ m ; $\gamma_{G,dest} = 1,35$; $\gamma_{Q,dest} = 1,5$;

- $\gamma = 20$ kN/m³, $\gamma' = 10$ kN/m³, $\gamma_w = 10$ kN/m³;

- $q_1 = 10$ kPa, $q_2 = 0$ kPa ;

- $\phi' = 30^\circ$; $c' = 20$ kPa^(*) ; $N_q = 18,4$; $\tan \phi' = 0,577$; $\sigma'_{v2k} = 50$ kPa ; $\gamma_{G,stb} = 0,9$.

Nous obtenons $q_{dest} = 157$ kN < $q_{stab} = 1\ 023$ kN, la vérification est assurée suivant la règle appliquée en mécanique des sols.



7. RAPPEL DES PRECONISATION POUR LES VOIRIES

Pour la réalisation des voiries, nous retiendrons les principes de mise en œuvre suivants :

7.1. Sol support / Travaux préparatoires

Il conviendra de prévoir le décapage intégral de la terre végétale et des remblais sur au moins 50 cm d'épaisseur.

Il est recommandé de réaliser les travaux de terrassement et de voiries en période favorable. Le drainage adapté des eaux pluviales devra être assuré tout au long des travaux et en phase définitive. Les dispositions adéquates devront permettre de maintenir les sols support de voiries hors eaux (réalisation de fossés ou tranchées drainantes, interception / collecte / évacuation des eaux pluviales, ...).

Selon le GTR, nous sommes en présence de sols de catégories **A2 et A3** : « **Limons argileux et argiles** ».

Il s'agit de sols fins sensibles à l'eau et présentant un potentiel de retrait-gonflement moyen à fort, qui peuvent être de faible portance et sujets au matelassage avec un caractère collant ou glissant lorsqu'ils sont trop humides, et difficiles à compacter lorsqu'ils sont très secs.

La présence de nombreux blocs en tête des remblais peut amener à reclasser les matériaux en classes C1A2/C1A3 à C2A2/C2A3.

Les responsables du projet s'assureront que les sols lâches, enrichis en matières organiques / racines / débris végétaux, ou remaniés / déstructurés lors des travaux, ainsi que les blocs de grande taille soient intégralement évacués et substitués, afin qu'il ne subsiste aucune zone de faiblesse ou point dur à l'aplomb des futures voiries.

Le cas échéant, ils seront substitués par des matériaux d'apport insensibles à l'eau, soigneusement compactés.

7.2. Plateforme supérieure des terrassements

Selon le fascicule du SETRA, en fonction des conditions météorologiques lors des terrassements, et compte tenu de leur sensibilité à l'eau, la classe de portance de terrains de surface sera de type **PST1 – AR1** en période favorable.

Le drainage adapté des eaux pluviales devra être assuré tout au long des travaux et en phase définitive. Les dispositions adéquates devront permettre de maintenir les sols support de voiries hors eaux (réalisation de fossés ou tranchées drainantes, interception / collecte / évacuation des eaux pluviales, ...).



7.3. Couches de forme

Pour l'obtention d'une plateforme PF2 avec $EV2 > 50$ MPa, la mise en place d'une couche de forme s'impose. Afin de permettre une mise en œuvre optimale de cette dernière, l'arase de la PST sera compactée avec un objectif de compacité q4.

La couche de forme sera **d'au moins 30 cm d'épaisseur** et constituée en matériaux d'apport granulaires insensibles à l'eau soigneusement compactée (type D2 ou D3 selon le GTR), avec intercalation d'un géotextile anti-contaminant entre la plateforme et les matériaux d'apport.

Nous recommandons d'éviter la réutilisation des matériaux du site en couche de forme.

Ce pré-dimensionnement de la couche de forme est donné à titre indicatif. Il devra être ajusté au moment des travaux, selon l'état hydrique et la portance effective des matériaux.

7.4. Exemple de structures de chaussée

Le trafic envisagé comprendra la circulation et le stationnement de véhicules légers ainsi que de poids lourds. Nous considérerons donc une classe de trafic TC₁₀ à TC₂₀ (SETRA/LCPC).

Au regard des informations sus mentionnées et à titre d'exemple, la structure de chaussée à adopter pourrait être la suivante :

		Guide SETRA / LCPC
Plate-forme (PF)		PF2
Classe de trafic		TC ₁₀ à TC ₂₀
Structure chaussée	Couche de surface	5 cm de BBS
	Couche de base	20 cm de GNT
	Couche de fondation	25 cm de GNT

BBS : Béton Bitumineux pour chaussée souple à faible trafic

GNT : Graves Non Traitées

Ce pré-dimensionnement est donné à titre indicatif, il devra être ajusté au moment des travaux, selon l'état hydrique et la portance effective des matériaux. Moyennant le respect de la notion « d'épaisseur équivalente » et en fonction de la stratégie de dimensionnement retenue par les responsables du projet (durée et niveau de service souhaités / gestion des eaux pluviales / ...), d'autres structures pourront être proposées par les entreprises de voiries selon leurs expériences et les matériaux disponibles localement).

Remarque 1 : l'intercalation d'un géotextile entre le sol support et la structure de voirie pourra assurer la pérennité de l'ensemble, de même que la gestion durable des eaux météoriques. Les travaux seront entrepris en période climatique favorable tandis qu'en phase d'exploitation, des dispositions constructives prises selon les normes en vigueur assureront l'assainissement durable de la chaussée.

Remarque 2 : s'il est prévu d'utiliser la couche de forme en "voirie provisoire" lors de la phase chantier, des précautions particulières devront être prises : utilisation de matériaux résistants à la circulation des engins de chantier, entretien, reprofilage avant mise en œuvre définitive.



Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception phase projet qui nous a été confiée.

L'étude a permis d'établir les caractéristiques et contraintes géotechniques du site, puis confirmer les orientations et les hypothèses géotechniques pour la conception des infrastructures du projet.

Les pré-dimensionnements établis permettent une première évaluation quantitative des différents éléments d'infrastructure. Les dimensionnements définitifs devront être effectués en phase d'étude d'exécution.

Il conviendra de suivre l'enchaînement des missions géotechniques défini dans la norme NF P 94-500 avec une étude géotechnique d'exécution G3 à la charge de l'entreprise de travaux comprenant une étude hydraulique spécifique pour le rabattement de nappe.

Une mission de supervision géotechnique d'exécution G4 pourra ensuite être engagée, afin de gérer les aléas géotechniques susceptibles d'être rencontrés en cours d'exécution et adapter au mieux le projet au contexte géomécanique.

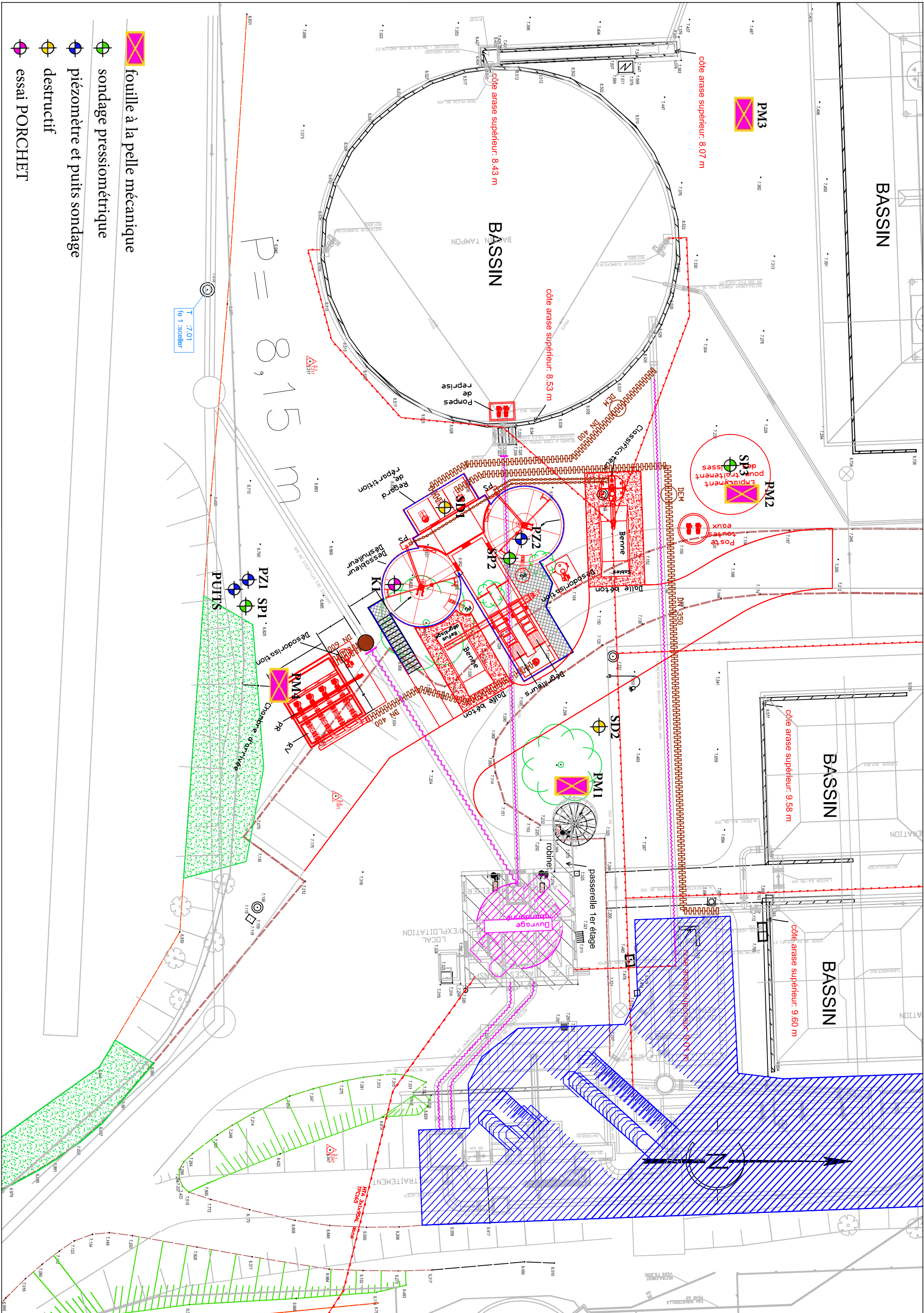
Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes ci-après.



Annexes

Implantation des sondages
Résultats des sondages et essais
Résultats des essais en laboratoire
Fiches de calcul GEOFOND® des tassements prévisibles sous radiers
Fiches de calcul FOXTA® des fondations profondes
Fiches de calcul K-REA® des soutènements
Fiche de calcul ECR des efforts mobilisables pour les rideaux de soutènement





BASSIN

BASSIN

BASSIN

BASSIN

PM3

PM2

PM1

P ≡ 8,15 m

côte arase supérieur: 8.07 m

côte arase supérieur: 8.53 m

côte arase supérieur: 9.58 m

côte arase supérieur: 9.60 m

Emplacement pour traitement des eaux

Borne

passerelle 1er étage

Duvrage

PUITS

PZ1 SPI

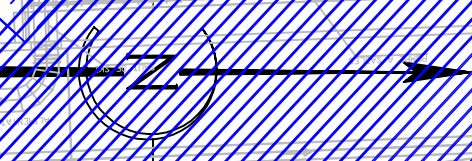
fouille à la pelle mécanique

sondage pressionnétrique

piézomètre et puits sondage

destructif

essai PORCHET



T : 7.01
: sceller

Regard de répartition

Dessoleur

Désodorisation

Chambre d'aération

Desodorisation

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération

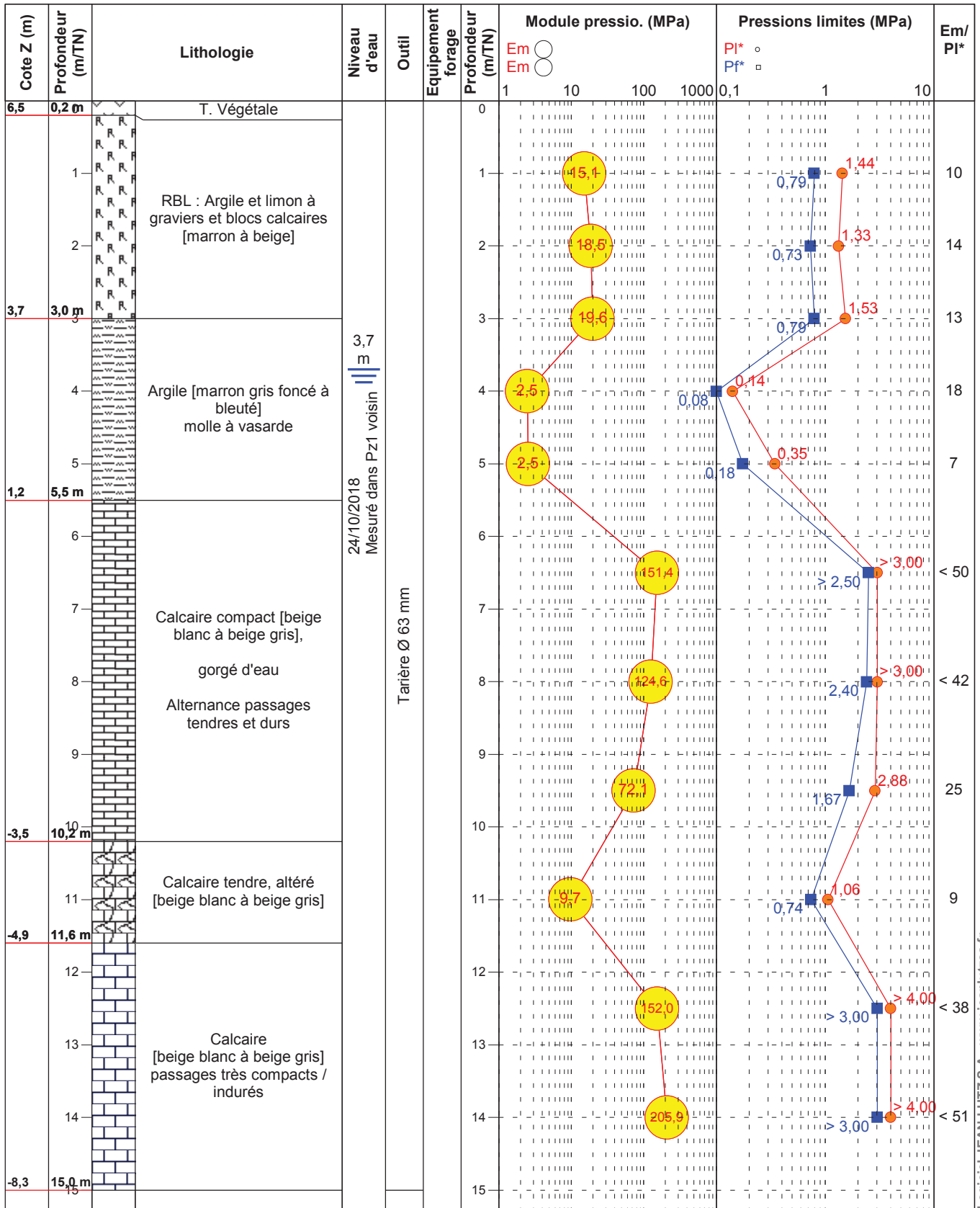
Chambre d'aération

Chambre d'aération

Chambre d'aération



Sondage : SP1





Réhabilitation / extension Station d'Épuration de Lormont
Rue de Taillebourg
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 15/10/2018

Cote Z : +7,0 m NGF

X :

Machine : ECOFORE 403

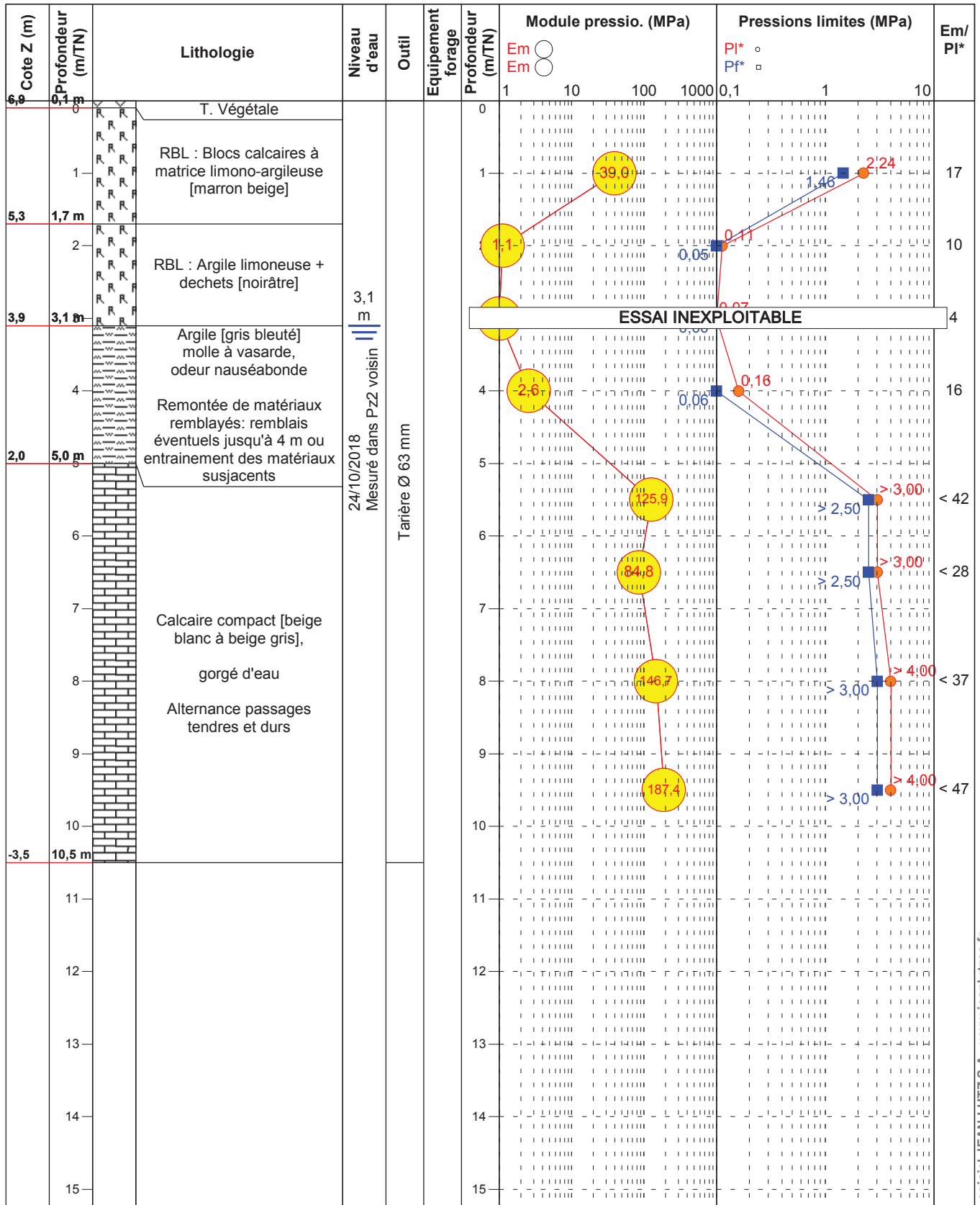
Y :

Client : Ville de SAINTES

1/75

Sondage : SP2

EXGTE B3.20.7/GTE





Réhabilitation / extension Station d'Epuration de Lormont
Rue de Taillebourg
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 16/10/2018

Cote Z : +7,2 m NGF

X :

Machine : ECOFORE 403

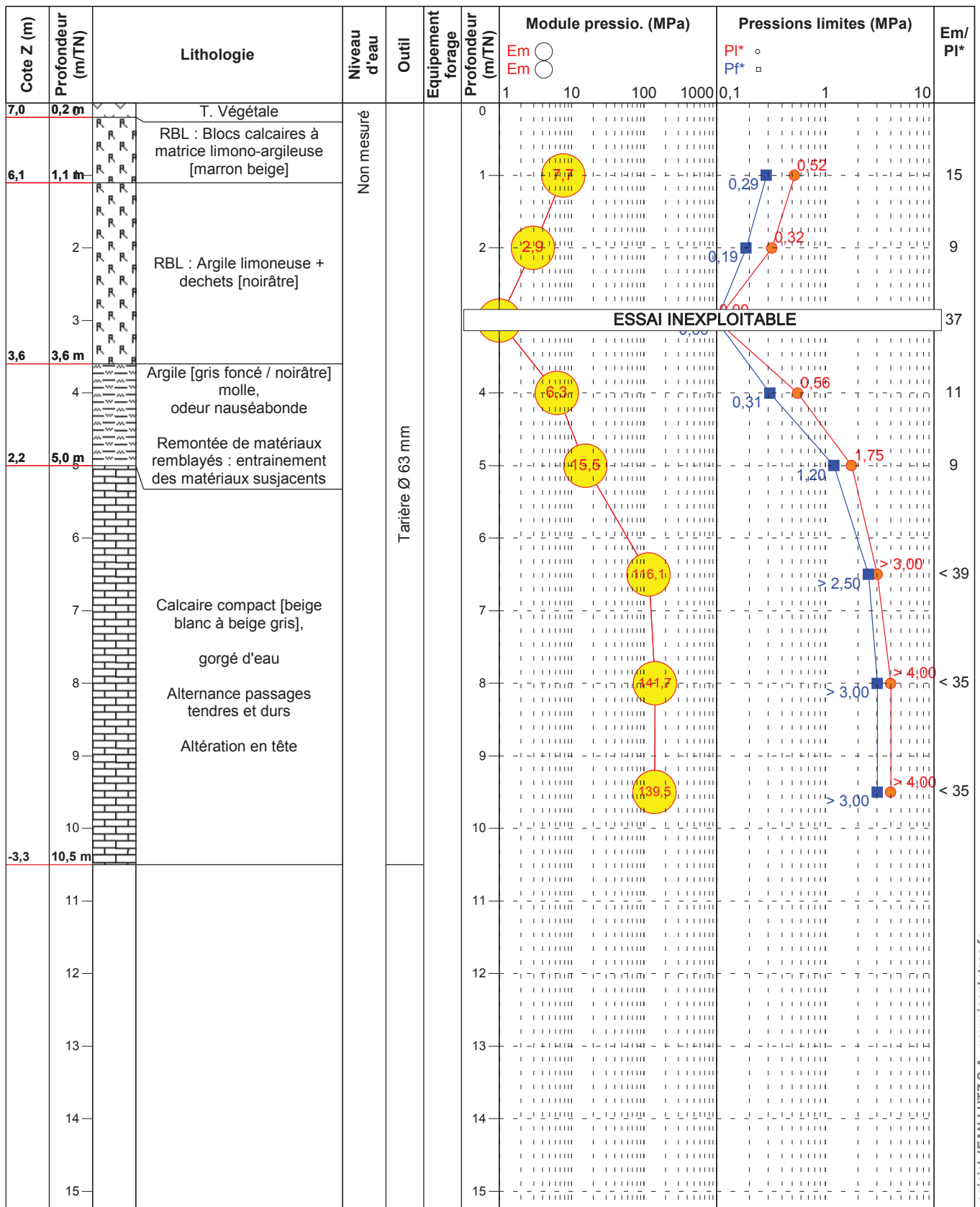
Y :

Client : Ville de SAINTES

1/75

Sondage : SP3

EXGTE B3.20.7/GTE





Réhabilitation / extension Station d'Epuration de Lormont
Rue de Taillebourg
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 19/10/2018

Cote NGF : +6,9 m NGF

Profondeur : 0,00 - 9,21 m

Machine : ECOFORE 403

X :

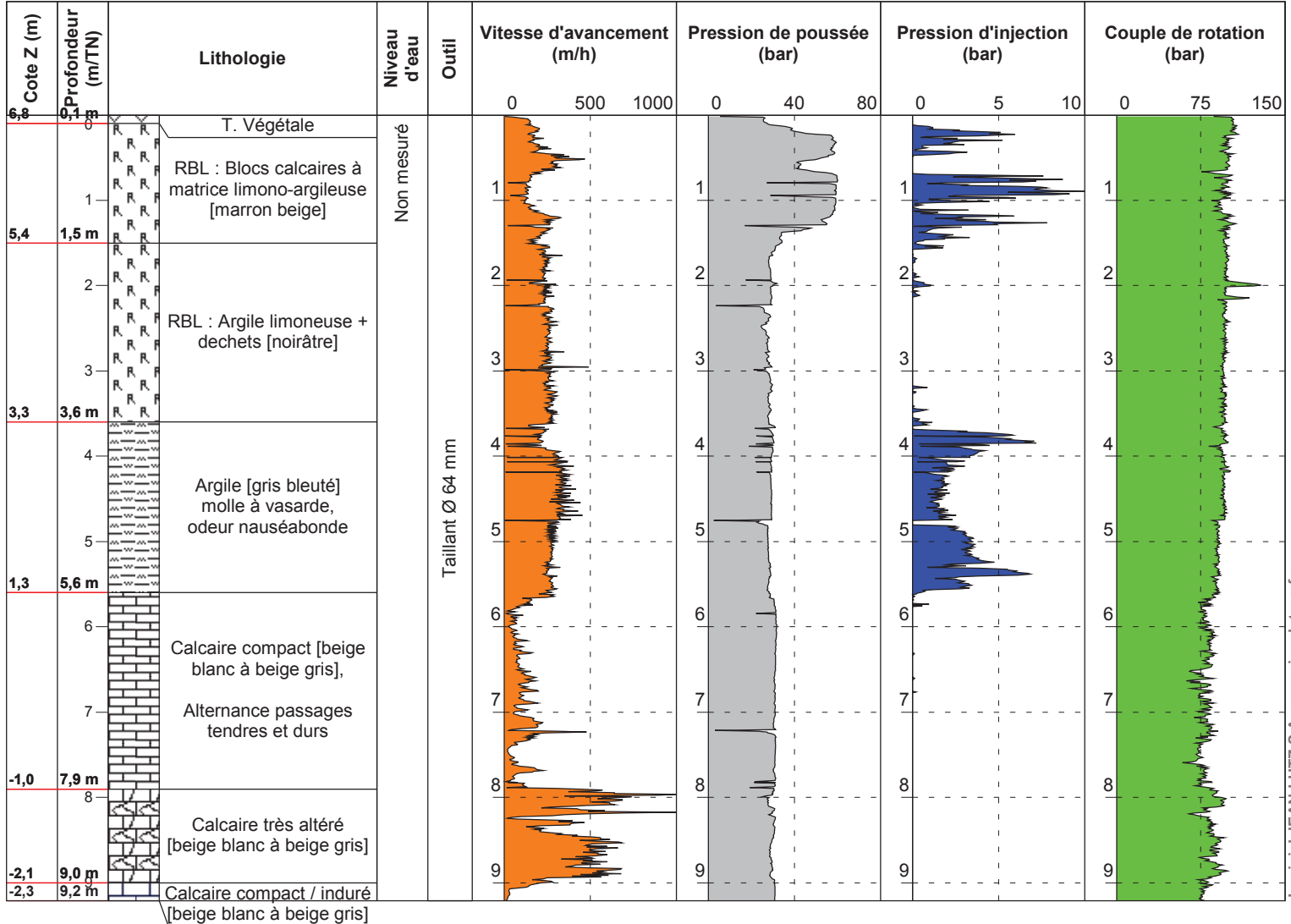
Client : Ville de SAINTES

Y :

1/75

Forage : SD1

EXGTE B3.20.7/LB2EPF571FR





Réhabilitation / extension Station d'Epuration de Lormont
Rue de Taillebourg
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 19/10/2018

Cote NGF : +7,3 m NGF

Profondeur : 0,00 - 8,52 m

Machine : ECOFORE 403

X :

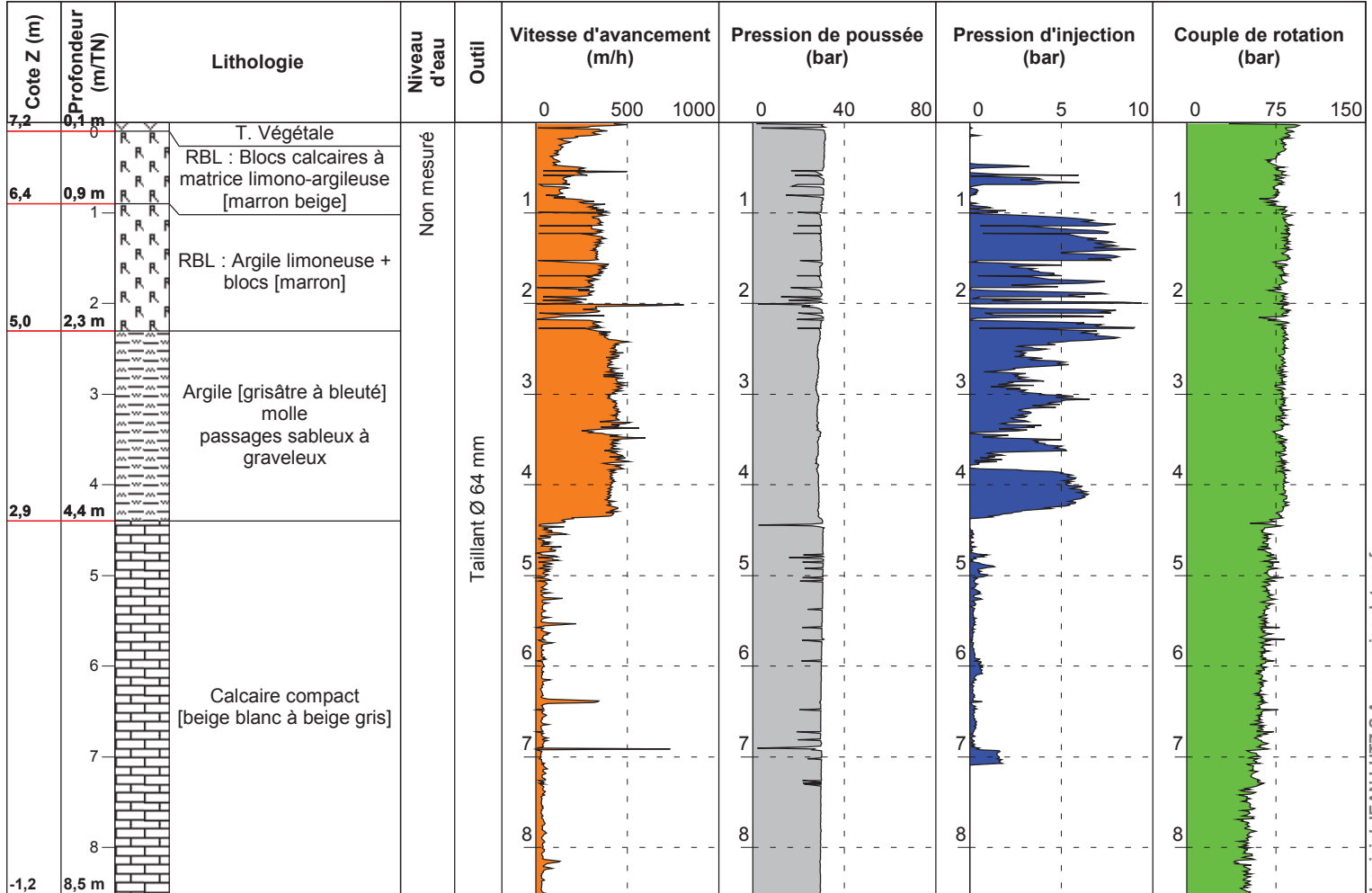
Client : Ville de SAINTES

Y :

1/75

Forage : SD2

EXGTE B3.20.7/LB2EPF571FR





Rue de Taillebourg - Lieu-dit "Lormont"
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 22/10/2018

Cote NGF : +6,7

Profondeur : 0,00 - 14,00 m

Machine : ECOFORE 403

Client : VILLE DE SAINTES

1/75

Forage : Puits

EXGTE B3.20.7/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Piézomètre	Equipement forage	Niveau d'eau	
5,70 m	0	Remblai limono-argileux	Rotopercussion Ø 150 mm	Tubes PVC pleins Ø 80/90 mm	Billes 0,56' argile	3,73 m NGF : 2,97 m 24/10/2018 stabilisé	
	1						Argile
3,70 m	2	Argile marron et blocs calcaires			2,00 m		2,00 m
	3						
1,20 m	4	Argile bleue vasarde					
	5				Tubes PVC crépinés Ø 80/90 mm		Massif filtrant gravillonné
	6						
	7						
	8	Calcaire plus ou moins dur					
	9						
-3,50 m	10						
	11	Calcaire tendre			11,00 m		11,00 m
-4,90 m	12						
	13	Calcaire avec bancs durs					
-7,30 m	14						



Rue de Taillebourg - Lieu-dit "Lormont"
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 15/10/2018

Cote NGF : +6,7

Profondeur : 0,00 - 12,00 m


Machine : ECOFORE 403

Client : VILLE DE SAINTES

1/75

Forage : PZ1

EXGTE B3.20.7/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Piézomètre	Equipement forage	Niveau d'eau	
5,70 m	0	Remblai limono-argileux	Tarière Ø 114 mm	Tubes PVC pleins Ø 51/60 mm	Billes 0,56' argile	3,73 m NGF : 2,97 m  24/10/2018 stabilisé	
	1						Argile
3,70 m	2	Argile marron et blocs calcaires			3,00 m		3,00 m
	3						
1,20 m	4	Argile bleue vasarde					
	5						
	6						
	7						
	8	Calcaire plus ou moins dur					
	9						
-3,50 m	10						
	11	Calcaire tendre					
-4,90 m	12						
-5,30 m		Calcaire avec bancs durs		11,90 m	12,00 m		



Rue de Taillebourg - Lieu-dit "Lormont"
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 18/10/2018

Cote NGF : +7,0

Profondeur : 0,00 - 4,50 m

Machine : ECOFORE 403

Client : VILLE DE SAINTES

1/50

Forage : PZ2

EXGTE B3.20.7/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Piézomètre	Equipement forage	Niveau d'eau	
6,90 m	0	Terre végétale	Tarière Ø 114 mm	Tubes PVC pleins Ø 51/60 mm	Billes d'argile 0,50 m	3,15 m NGF : 3,85 m 24/10/2018 stabilisé	
	0,10 m						Argile 1,00 m
5,30 m	1	Blocs calcaires			1,30 m		Massif filtrant gravillonné
	1,70 m						
3,90 m	2	Remblais limono-argileux		Tubes PVC crépinés Ø 51/60 mm			
	2						
	3						
	3						
	3,10 m						
	4	Argile vasarde bleue					
	4						
2,50 m	4,50 m			4,30 m	4,30 m		



Rue de Taillebourg - Lieu-dit "Lormont"
17100 SAINTES

DOSSIER n° 3304764

Date : 22/10/2018

Machine : ECOFORE 403

Profondeur : 0,00 - 8,50 m

Client : VILLE DE SAINTES

1/50

Forage : PZ3

EXGTE B3.20.7/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Piézomètre	Equipement forage	Niveau d'eau
0	Argile molle	Rotopercussion Ø 125 mm	Tubes PVC pleins Ø 51/60 mm	Billes d'argile 0,50 m	3,97 m 24/10/2018 stabilisé
1				Argile	
2	2,00 m		2,00 m		
3	Argile marron		Tubes PVC crépinés Ø 51/60 mm	Massif filtrant gravillonné	
4					
5	Calcaire altéré en tête		7,40 m	7,50 m	
6					
7					
8	8,50 m				

● Affaire :

● Essai :

K1



N° Chrono : 3304764
Etude : Extension de la STEP
Adresse : SAINTES
Client : Commune de SAINTES
Date : 19/09/2018

Agence : BORDEAUX
Opérateur (s) : YL

ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE - TYPE PORCHET

● Lithologies :

De	à	Horizons :
0,00 m	1,50 m	Remblais

● Paramètres de l'essai :

Profondeur de l'essai : **1,50 m**
Diamètre du trou : **0,11 m**
Hauteur d'eau initiale (Hw) : **1,30 m**

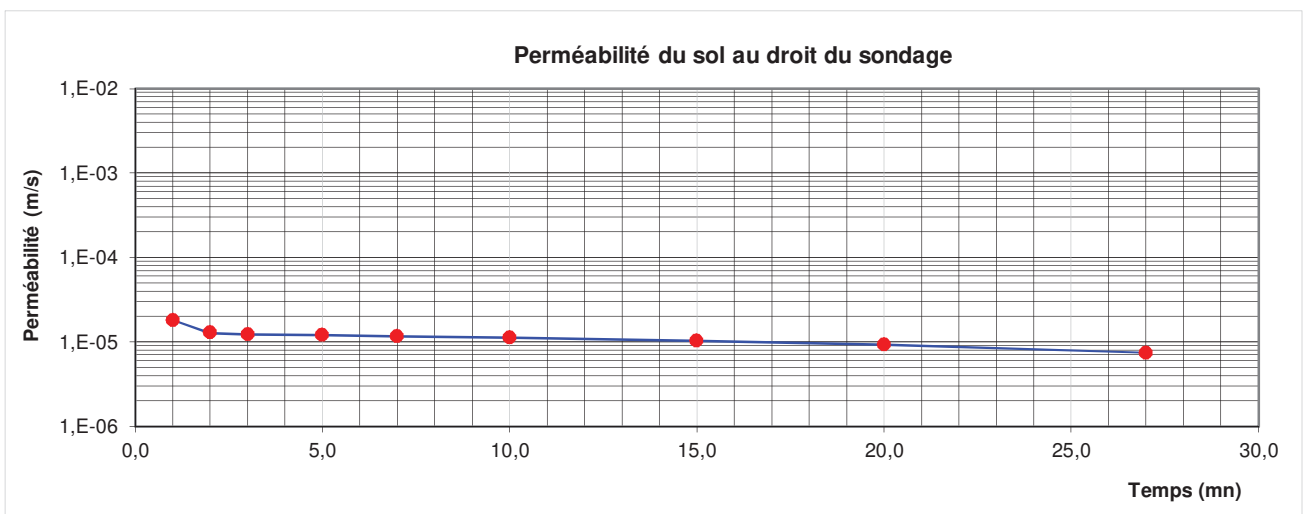


● Suivi :

Temps (min)	0,0	1,0	2,0	3,0	5,0
H / Repère (cm)	0,00	5	7,00	10,00	16,00
K (m/s)	-	1,8E-05	1,3E-05	1,2E-05	1,2E-05

Temps (min)	7,0	10,0	15,0	20,0	27,0
H / Repère (cm)	21,00	28,00	37,00	43,00	46,00
K (m/s)	1,2E-05	1,1E-05	1,0E-05	9,3E-06	7,5E-06

● Courbe caractéristique et dispositif :



● Résultats :

K ≈	1,0E-05	m/s
K ≈	36	mm/h

ZAC Madère - Rocade sortie 17
 3 rue Charles Tellier
 336140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Fax : 05.56.36.84.59

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

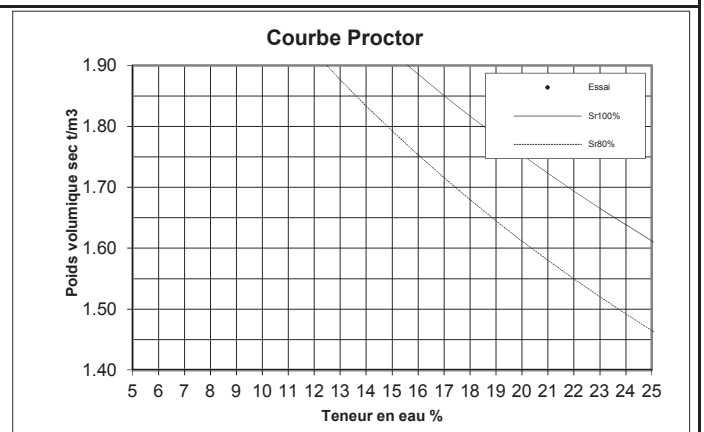
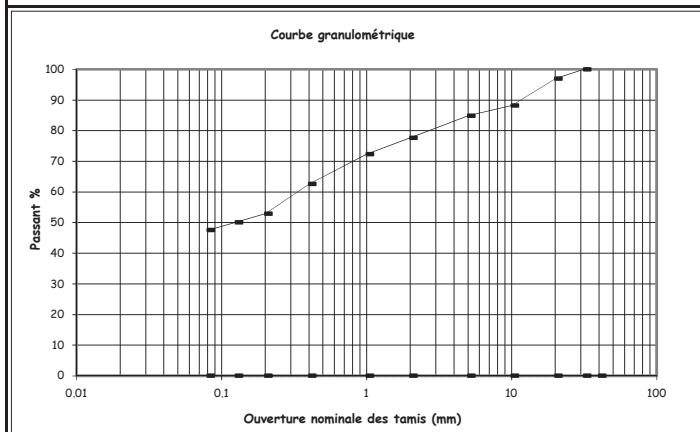
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: 18 BX 4 0337 Chantier : Saintes (17) Client : ECR Environnement Ouvrage : NC Référence : 3304808	Mode de prélèvement: Pelle Date de prélèvement: 24/10/2018 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 18-SOL0874 Date de réception : 29/10/2018	Sondage n° : PM1 Profondeur : 0.45-1.05 m Date d'essai : 13/11/2018 Description : Argile sableuse, à graves et cailloutis calcaires, bariolée

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.4	0.2	0.125	0.08
%passant sur 0/D							100.0	96.9	88.1	84.8	77.6	72.3	62.5	52.9	50.1	47.5
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1			
W = 14.2 %	VBS = 3.16 g de bleu/100g sol	WI% = 48	Wp% = 22	IP = 26	Ic = 1.3

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau W%						
Poids vol sec r_d (t/m ³)						
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= 0.0% Masse vol des particules du sol $r_s = 2.7$ t/m3 (estimé)			
	Brut	Corrigé*				
	W%					
r_d (t/m ³)						

6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %						
IPI						
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						

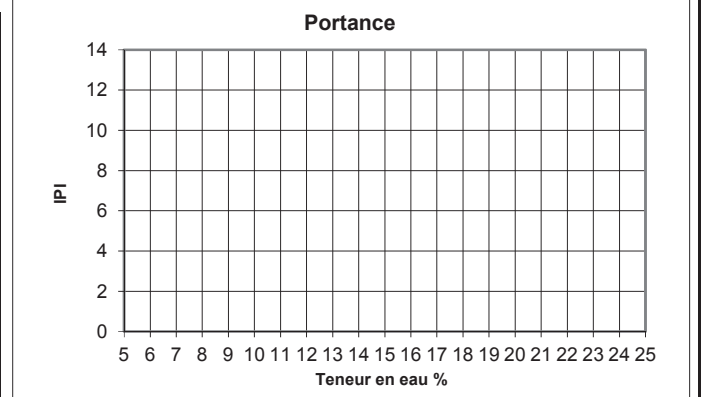


Observations :

Le responsable des essais
 N.IZQUIERDO

(Signature)

Classe du matériau
A3s



ZAC Madère
 3 rue Charles Tellier
 336140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Fax : 05.56.36.84.59

MESURE DE LA MASSE VOLUMIQUE

Méthode du moule

Détermination de ρ_{dmin} (NF P 94-059)

Détermination de ρ_{dmax} selon le compactage de l'essai proctor normal (NF P 94-093)

Informations générales	Informations sur les échantillons	
Dossier n°: 18 BX 4 0337	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n° : PM3 + PM2
Chantier : Saintes (17)	Date de prélèvement: 24/10/2018	Profondeur : 0.20-1.70 m
Client : ECR Environnement	Mode de conservation : Sac	Date d'essai : 06/11/2018
Ouvrage : NC	N° d'identification : 18-SOL0875	Description : Remblai (argile marron, à cailloux et cailloutis calcaires et nombreux débris divers)
Référence : 3304808	Date de réception : 29/10/2018	

			Résultats obtenus suivant: méthode moule	
N°identification	Sondages	Profondeur (m)	ρ_{dmin} (g/cm ³)	ρ_{dmax} (g/cm ³)
18-SOL0875	PM3 + PM2	0.20-1.70 m	1.07	1.55

Observations

La détermination des masses volumiques par la méthode du moule fait état d'un ρ_{dmin} et d'un ρ_{dmax} . Elle a consisté au remplissage et à l'arasement d'un moule CBR de volume connu avec le matériau sans compactage dans le cas de ρ_{dmin} et avec compactage dans le cas de ρ_{dmax} .

Représentativité de l'essai non garantie en raison de la nature du matériau et de l'écrêtement des plus grossiers éléments calcaires

Le responsable des essais

N.Izquierdo



Le responsable technique

R.CARIOU



ZAC Madère - Rocade sortie 17
 3 rue Charles Tellier
 336140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Fax : 05.56.36.84.59

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

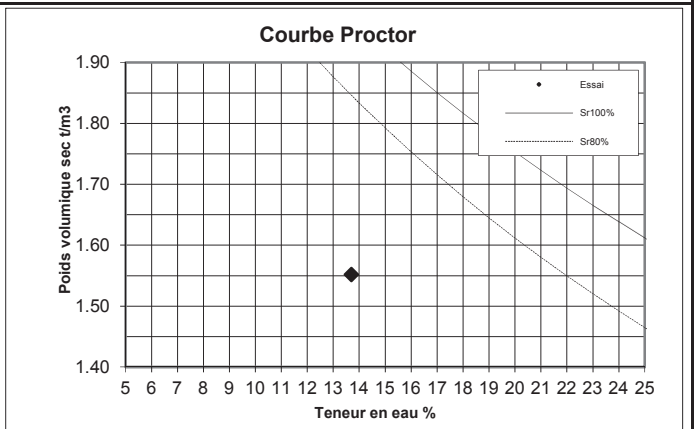
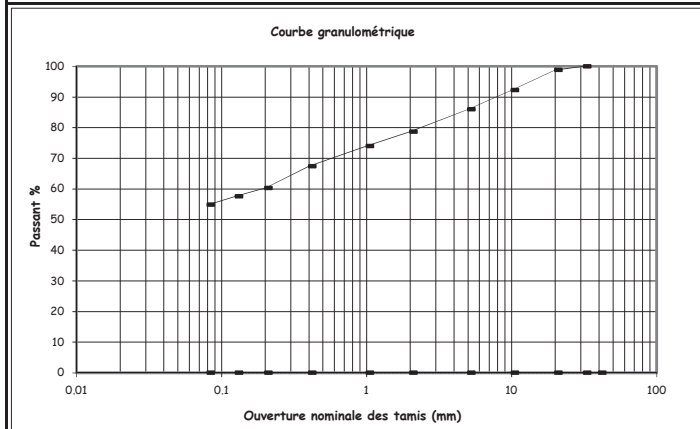
Informations générales		Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: 18 BX 4 0337	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n°: PM3 + PM2	
Chantier: Saintes (17)	Date de prélèvement: 24/10/2018	Profondeur: 0.20-1.70 m	
Client: ECR Environnement	Mode de conservation: Sac	Date d'essai: 13/11/2018	
Ouvrage: NC	N° d'identification: 18-SOL0875	Description: Remblai (argile	
Référence: 3304808	Date de réception: 29/10/2018	marron, à cailloux et cailloutis calcaires	
		et nombreux débris divers)	

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.4	0.2	0.125	0.08
%passant sur 0/D							100.0	98.8	92.2	85.9	78.7	74.0	67.4	60.2	57.5	54.8
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1			
W = 14.0 %	VBS = 2.21 g de bleu/100g sol	WI% = 48	Wp% = 27	IP = 21	Ic = 1.6

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20						
		1	2	3	4	5
Teneur en eau	W%	13.7				
Poids vol sec	r _d (t/m ³)	1.55				
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30%			
	Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0.0%			
	W%		Masse vol des particules du sol			
	r _d (t/m ³)			r _s = 2.7 t/m ³ (estimé)		

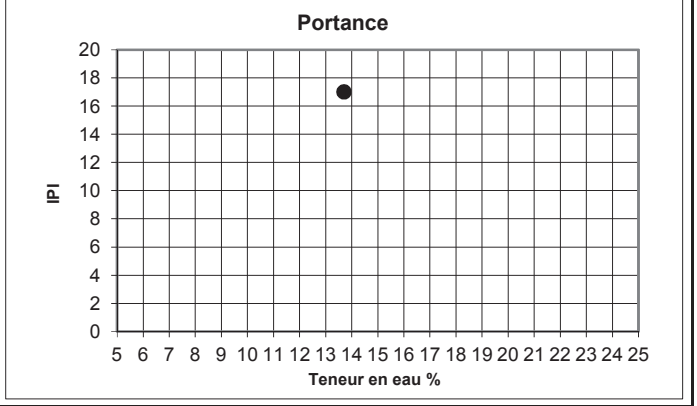
6 - Portances suivant NF P 94-078						
		1	2	3	4	5
Teneur en eau %		13.7				
IPi		17				
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :
 Courbe granulométrique écrêtée de deux éléments lithiques calcaires (D_{max} observé : 66mm) afin d'assurer une représentativité de l'échantillon → matériau de classe C1A2

Le responsable des essais
 N.IZQUIERDO

Classe du matériau
A2ts



ZAC Madère - Rocade sortie 17
 3 rue Charles Tellier
 336140 VILLENAVE D'ORNON
 Tel : 05.56.36.81.57
 Fax : 05.56.36.84.59

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

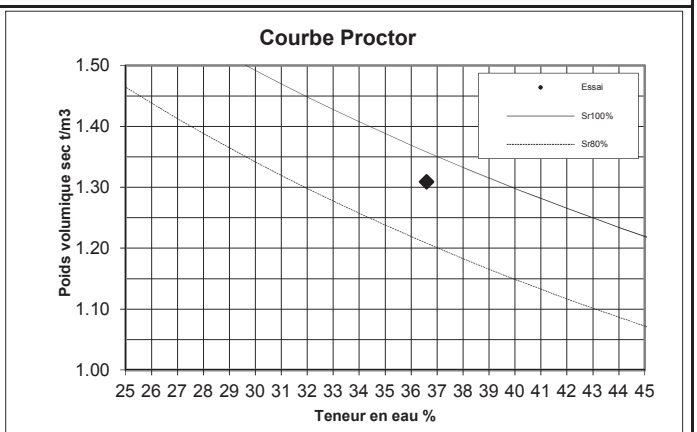
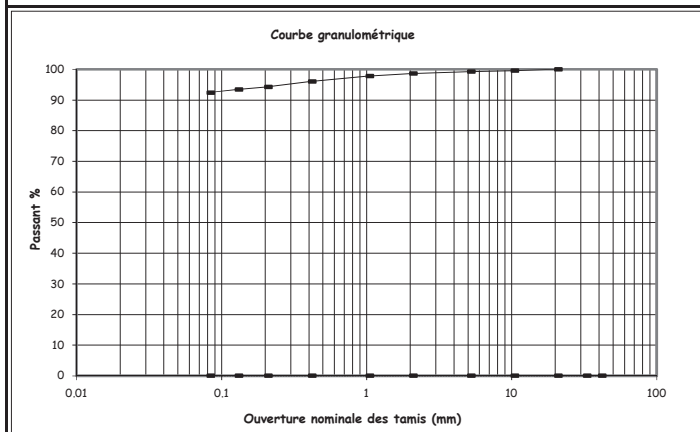
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: 18 BX 4 0337	Mode de prélèvement: Pelle	Sondage n°: PM3
Chantier: Saintes (17)	Date de prélèvement: 24/10/2018	Profondeur: 3.90-4.10 m
Client: ECR Environnement	Mode de conservation: Sac	Date d'essai: 13/11/2018
Ouvrage: NC	N° d'identification: 18-SOL0872	Description: Argile grise, à débris coquilliers
Référence: 3304808	Date de réception: 29/10/2018	

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.4	0.2	0.125	0.08
%passant sur 0/D								100.0	99.6	99.3	98.6	97.8	96.0	94.2	93.4	92.4
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1				
W = 37.1 %	VBS = 4.72 g de bleu/100g sol	WI% = 57	Wp% = 31	IP = 26	Ic = 0.8	

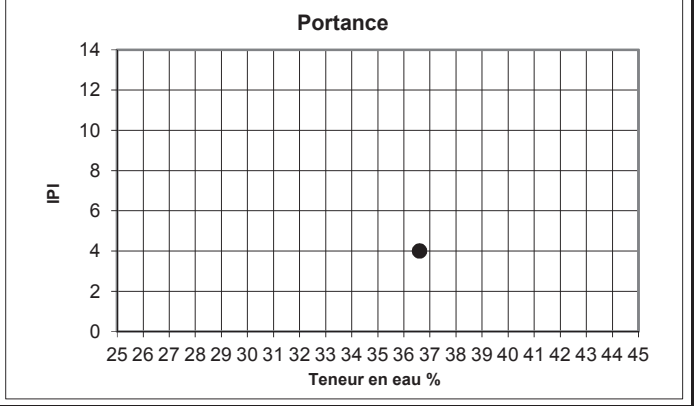
5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20							
		1	2	3	4	5	6
Teneur en eau	W%	36.6					
Poids vol sec	r _d (t/m ³)	1.31					
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30%				
		Brut	Corrigé*	proportion 20/D= 0.0%			
	W%			Masse vol des particules du sol			
	r _d (t/m ³)			r _s = 2.7 t/m ³ (estimé)			

6 - Portances suivant NF P 94-078							
		1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %		36.6					
	IPI	4					
	CBR immédiat						
	CBR immersion						
	Gonflement G %						
	W% après imm						



Observations :

Détermination de la masse volumique des sols fins -
 Méthode par immersion dans l'eau (NF P 94-053):
 ρ_d = 1.38 g/cm³



Le responsable des essais
 N.IZQUIERDO

(Signature)

Classe du matériau
A3m

ZAC Madère - Rocade sortie 17
3 rue Charles Tellier
336140 VILLENAVE D'ORNON
Tel : 05.56.36.81.57
Fax : 05.56.36.84.59

RÉCAPITULATIF DES ESSAIS POUR IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

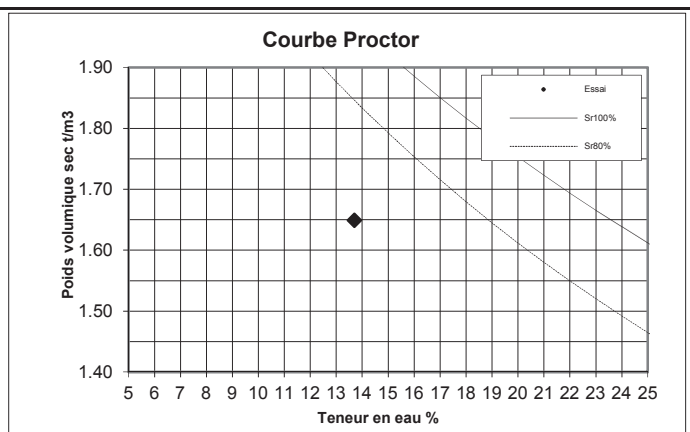
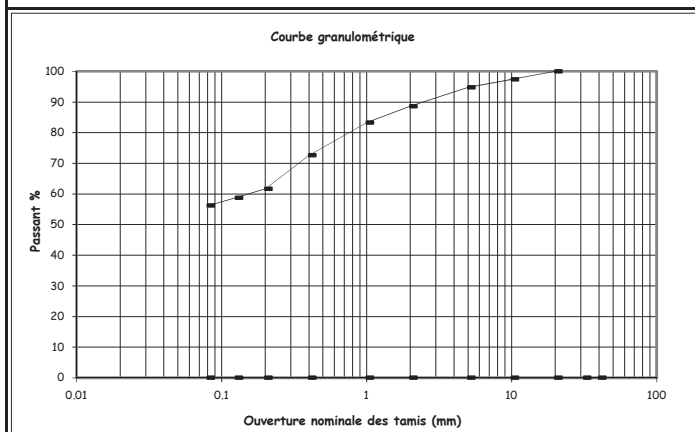
Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Dossier n°: 18 BX 4 0337 Chantier : Saintes (17) Client : ECR Environnement Ouvrage : NC Référence : 3304808	Mode de prélèvement: Pelle Date de prélèvement: 24/10/2018 Mode de conservation : Sac N° d'identification : 18-SOL0873 Date de réception : 29/10/2018	Sondage n° : PM4 Profondeur : 1.90-2.60 m Date d'essai : 13/11/2018 Description : Argile sableuse, à graves éparées, bariolée

1 - Granulométrie suivant NF P 94-056																
Ouverture tamis mm	150	100	80	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.4	0.2	0.125	0.08
%passant sur 0/D								100.0	97.4	94.8	88.6	83.2	72.6	61.6	58.7	56.2
%passant sur 0/50mm																

2 - Teneur en eau suivant NF P 94-050	3 - Valeur au bleu suivant NF P 94-068	4 - Limites d'Atterberg suivant NF P 94-051+ 052-1			
W = 14.9 %	VBS = 2.95 g de bleu/100g sol	WI% =	Wp% =	IP =	Ic =

5 - Essai Proctor normal suivant NF P 94-093 sur fraction 0/20							
		1	2	3	4	5	6
Teneur en eau	W%	13.7					
Poids vol sec	r _d (t/m ³)	1.65					
Résultats	Optimum		*Correction si 0<20/D<30% proportion 20/D= 0.0% Masse vol des particules du sol r _s = 2.7 t/m ³ (estimé)				
	Brut	Corrigé*					
	W%						
	r _d (t/m ³)						

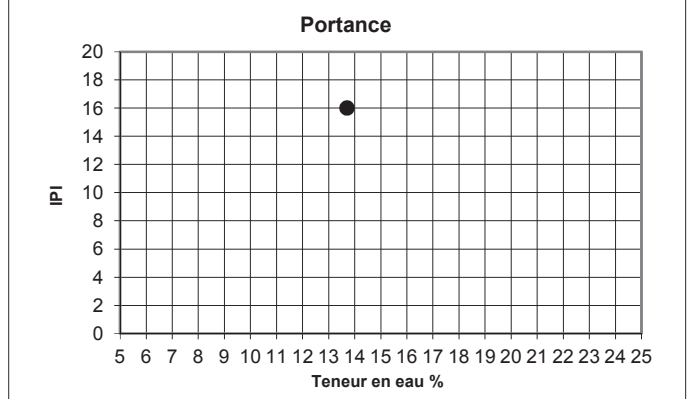
6 - Portances suivant NF P 94-078						
	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %	13.7					
IPI	16					
CBR immédiat						
CBR immersion						
Gonflement G %						
W% après imm						



Observations :

Détermination de la masse volumique des sols fins - Méthode par immersion dans l'eau (NF P 94-053):

$\rho_d = 1.72 \text{ g/cm}^3$



Le responsable des essais
N.IZQUIERDO

(Signature)

Classe du matériau

A2

ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Monsieur Pierre BECHARD

parc d'activités du courneau

5, rue du pré meunier

33610 CANEJAN

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E126862

Version du : 14/11/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-165647-01

Date de réception : 29/10/2018

Référence Dossier : N° Projet : 3304764

Nom Projet : SAINTES

Nom Commande : SAINTES

Référence Commande : 3305846

Coordinateur de projet client : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +333 88 02 86 97

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	Pz1
002	Eau souterraine	(ESO)	Pz2

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E126862

Version du : 14/11/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-165647-01

Date de réception : 29/10/2018

Référence Dossier : N° Projet : 3304764

Nom Projet : SAINTES

Nom Commande : SAINTES

Référence Commande : 3305846

N° Echantillon	001	002		
Référence client :	Pz1	Pz2		
Matrice :	ESO	ESO		
Date de prélèvement :	26/10/2018	26/10/2018		
Date de début d'analyse :	30/10/2018	30/10/2018		

Préparation Physico-Chimique

LS025 : Filtration 0.45 µm	Effectuée	Effectuée		

Analyses immédiates

LS001 : Mesure du pH				
pH	# 7.1	*	6.6	
Température de mesure du pH	°C 16.1		16.4	
JI020 : Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	° f 34.0	*	59.7	
LS028 : Anhydride carbonique (CO2) agressif	mg/l 0.00		18.0	

Indices de pollution

LS02L : Azote Nitrique / Nitrates (NO3)				
Nitrates	mg NO3/l # 6.10	*	5.30	
Azote nitrique	mg N-NO3/l # 1.38	*	1.20	
LS02I : Chlorures (Cl)	mg/l 47.8	*	43.6	
LS02R : Ammonium	mg NH4/l # 3.53	*	59.3	
LS02Z : Sulfates (SO4)	mg/l 26.4	*	26.3	
LSRDB : Classe d'agressivité selon NF EN 206	<XA1		XA2	

Métaux

LS204 : Calcium (Ca) dissous	mg/l 125	*	191	
LS206 : Magnésium (Mg) dissous	mg/l 8.00	*	12.3	
LS207 : Potassium (K) dissous	mg/l 7.36	*	16.5	
LS208 : Sodium (Na) dissous	mg/l 18.6	*	29.0	

D : détecté / ND : non détecté

Observations	N° Ech	Réf client
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(001)	Pz1
Spectrophotométrie visible : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(001) (002)	Pz1 / Pz2 /

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E126862

Version du : 14/11/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-165647-01

Date de réception : 29/10/2018

Référence Dossier : N° Projet : 3304764

Nom Projet : SAINTES

Nom Commande : SAINTES

Référence Commande : 3305846

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Aurélie Schaeffer
Coordinateur de Projets Clients

Annexe technique

Dossier N° : 18E126862

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-165647-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-402805

Nom projet : SAINTES

Référence commande : 3305846

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
Jl020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne	0.5	° f	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS001	Mesure du pH pH Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523		°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne			
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul		mg/l	
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	1	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3) Nitrates Azote nitrique	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	1 0.2	mg NO3/l mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	0.05	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	5	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul			

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E126862

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-165647-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-402805

Nom projet : N° Projet : 3304764

Référence commande : 3305846

SAINTES

Nom Commande : SAINTES

Eau souterraine

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E126862-001	Pz1	26/10/2018		
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	P01CX0100	100mL PE
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	P01CX0109	100mL PE
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	P01CX1237	100mL PE
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	P02CF7978	120mL PE
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	P04319789	250mL PE
18E126862-001	Pz1	26/10/2018	V02596773	250mL verre
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	p01cx0095	100mL PE
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	p01cx0102	100mL PE
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	p01cx0110	100mL PE
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	p02cg0114	120mL PE
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	p04319703	250mL PE
18E126862-002	Pz2	26/10/2018	v02596776	250mL verre

Rapport d'analyse

ECR ENVIRONNEMENT Sud Ouest
Loïc Maingot
PARC D ACTIVITE DE COURNEAU
5 rue du Pré Meunier
F-33610 CANEJAN

Page 1 sur 5

Votre nom de Projet : STEP
Votre référence de Projet : SAINTES
Référence du rapport SYNLAB : 12920431, version: 1

Rotterdam, 05-12-2018

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Veillez trouver ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet SAINTES. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 5 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SYNLAB Analytics & Services B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées ou celles réalisées par les laboratoires SYNLAB en France (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers, France) sont indiquées sur le rapport.

A partir du 30 Mars 2018 ALcontrol B.V. devient SYNLAB Analytics & Services B.V. Nos agréments ALcontrol B.V. / ALcontrol Laboratories restent en vigueur et seront mis à jour avec notre dénomination SYNLAB Analytics & Services B.V.

Veillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.




Jaap-Willem Hutter
Technical Director

Projet STEP
Référence du projet SAINTES
Réf. du rapport 12920431 - 1

Date de commande 21-11-2018
Date de début 22-11-2018
Rapport du 05-12-2018

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	PM3
002	Sol	SP2

Analyse	Unité	Q	001	002
Aggressivité béton - pack complet			voir annexe	voir annexe

Paraphe : 

Projet STEP
Référence du projet SAINTES
Réf. du rapport 12920431 - 1

Date de commande 21-11-2018
Date de début 22-11-2018
Rapport du 05-12-2018

Analyse	Matrice	Référence normative
Aggressivite beton - pack complet	Sol	Analyse sous-traitée

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	V7614469	22-11-2018	22-11-2018	ALC201 Date de prélèvement théorique
001	V7614474	22-11-2018	22-11-2018	ALC201 Date de prélèvement théorique
002	V7614480	22-11-2018	22-11-2018	ALC201 Date de prélèvement théorique
002	V7614479	22-11-2018	22-11-2018	ALC201 Date de prélèvement théorique

Paraphe :





SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hauptstraße 105 -
04416 Markkleeberg

SYNLAB Analytics & Services B.V.
Herr Fagioli
Steenhouwerstraat 15
3194AG Hoogvliet Rotterdam
NETHERLANDS

Standort Markkleeberg

Téléphone: +49-341-492899-0
Fax: +49-341-492899-333
E-mail: sui-leipzig@synlab.com
Internet: www.synlab.de

page 1 sur 2

Date: 05.12.2018

Rapport d'essai n°: ULE-18-0159832/01-1
Numéro de commande: ULE-18-0159832
Votre commande: vom 27.11.2018, P73082
Projet: (12920431) STEP
Date de réception: 27.11.2018
Durée des analyses: 27.11.2018 - 05.12.2018
Type d'échantillons: Sol



Référence de l'échantillon: (12920431-001) PM3

Echantillon-n°: ULE-18-0159832-01

Analyses à réaliser

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Acidité	ml/kg	15	DIN 4030-2:2008-06
Sulfate	mg/kg	5100	DIN 4030-2:2008-06

Interprétation

Classe d'exposition XA2

La terre a été catégorisée selon les paramètres analysés en classe d'exposition XA2 (chimiquement moyennement agressif). L'analyse a été effectuée selon la norme DIN 4030 (équivalent à EN 206) et évaluée comme moyennement agressif vis-à-vis du béton.

Référence de l'échantillon: (12920431-002) SP2

Echantillon-n°: ULE-18-0159832-02

Analyses à réaliser

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Acidité	ml/kg	15	DIN 4030-2:2008-06
Sulfate	mg/kg	930	DIN 4030-2:2008-06

Interprétation

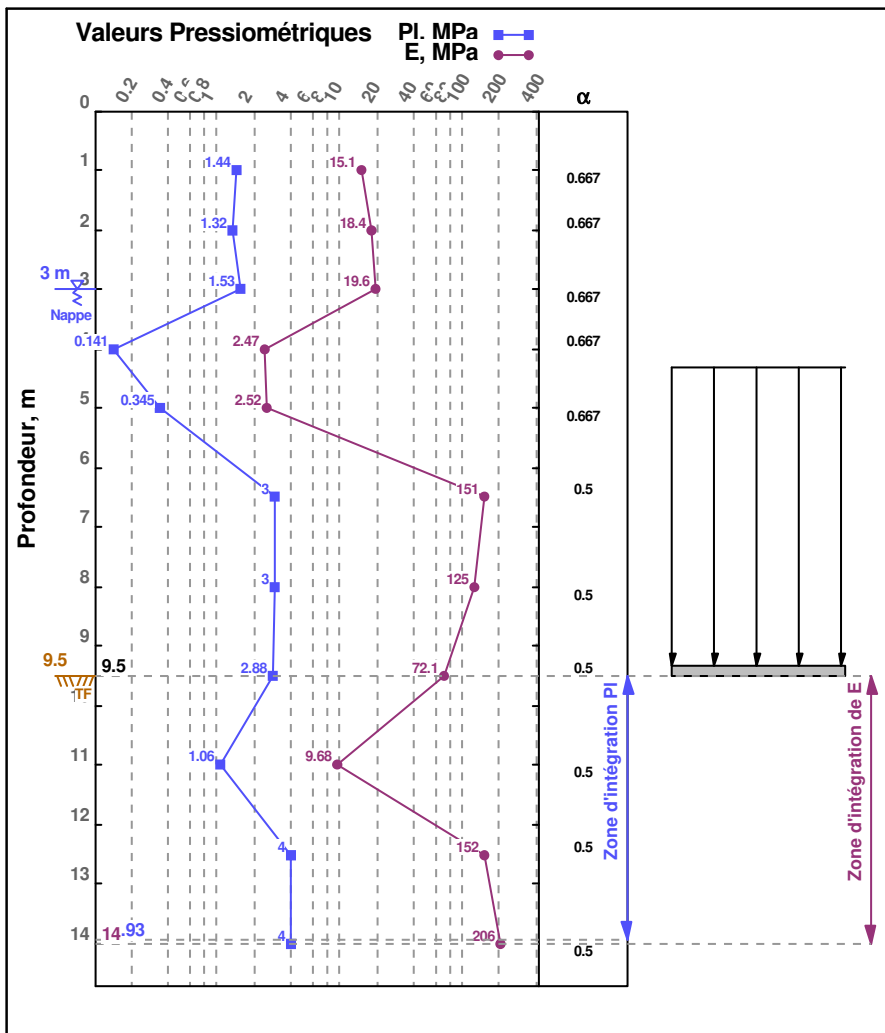
Classe d'exposition < XA1

La terre a été catégorisée selon les paramètres analysés en classe d'exposition <XA1 (chimiquement légèrement agressif). L'analyse a été effectuée selon la norme DIN 4030 (équivalent à EN 206) et évaluée comme non agressif vis-à-vis du béton.

Les paramètres dont la méthode n'est pas accréditée sont identifiés à l'aide d'un astérisque (*).

Une divulgation même partielle nécessite l'autorisation de SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH. Les résultats se réfèrent uniquement au rapport d'essai et aux méthodes associées (DIN EN 17025).

Le rapport d'essai a été validé électroniquement le 05.12.2018 à 10:23 heure par Annegret Renfert (Chargée de clientèle) et est valable sans signature

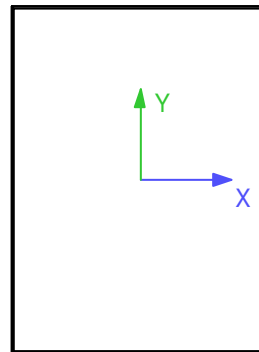


Remblai Fini

Largeur de crête : 4.4 m ; Longueur de crête : 5.9 m
 Hauteur de remblai : 0.3 m
 Pente du talus : 1000 %
 Largeur de la base : 4.46 m
 Longueur de la base : 5.96 m
 Poids Volumique : 25 kN/m³
 Epaisseur de la couche compressible : 0 m
 Surcharge sur le remblai : 185 kPa

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'₀ : 0 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 171 kPa (calculée)
 Profondeur de la nappe : 3 m/TN



Fichier : Rad - SP1

Résultats de calcul : Capacité portante

Ple = 2.41 MPa
 FS (Ménard) = 10.1

Résultat des tassements

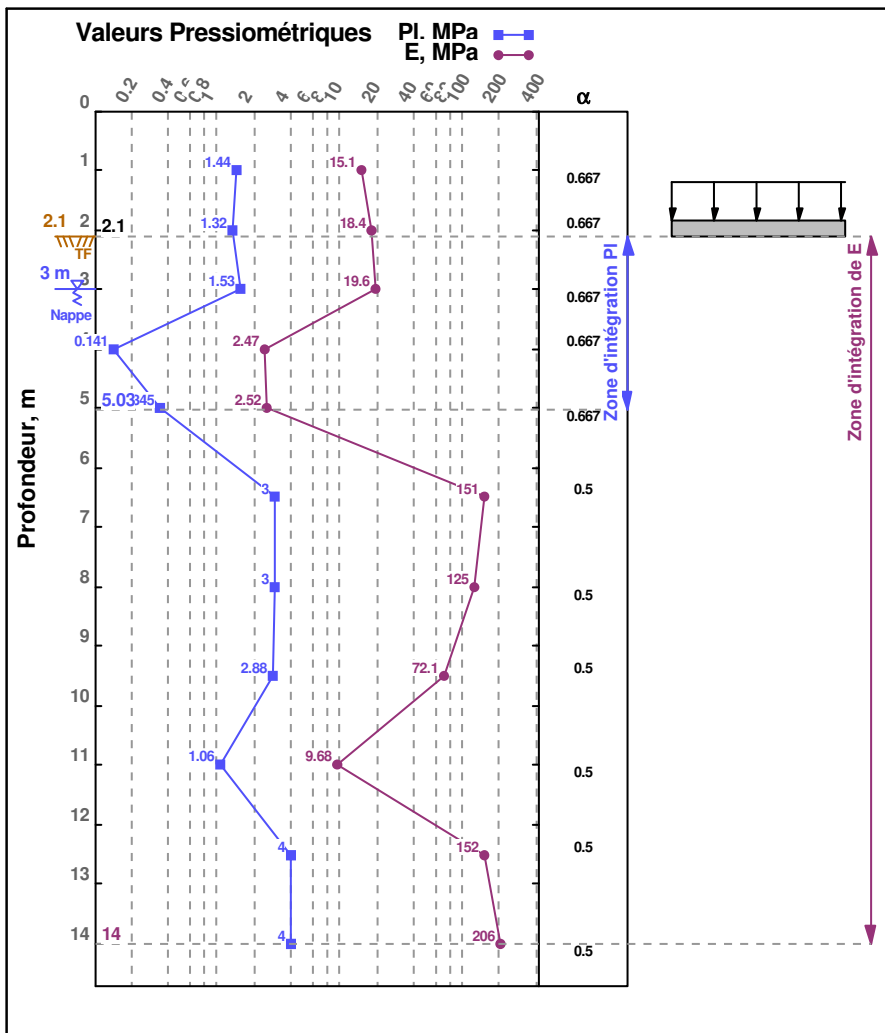
Coefficient correcteur de Menard D61/67

Remblai seul

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

Remblai avec Surcharge de 185 kPa

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	3.34e-02 cm	

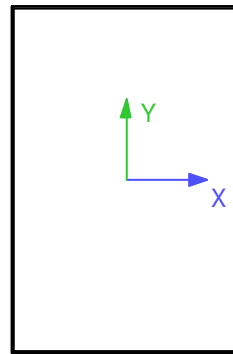


Remblai Fini

Largeur de crête : 2.9 m ; Longueur de crête : 4.4 m
 Hauteur de remblai : 0.3 m
 Pente du talus : 1000 %
 Largeur de la base : 2.96 m
 Longueur de la base : 4.46 m
 Poids Volumique : 25 kN/m³
 Epaisseur de la couche compressible : 0 m
 Surcharge sur le remblai : 15 kPa

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'0 : 0 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'v0 : 37.8 kPa (calculée)
 Profondeur de la nappe: 3 m/TN



Fichier : Rad regard 1b - SP1

Résultats de calcul : Capacité portante

Ple = 0.508 MPa
 FS (Ménard) = 18.3

Résultat des tassements

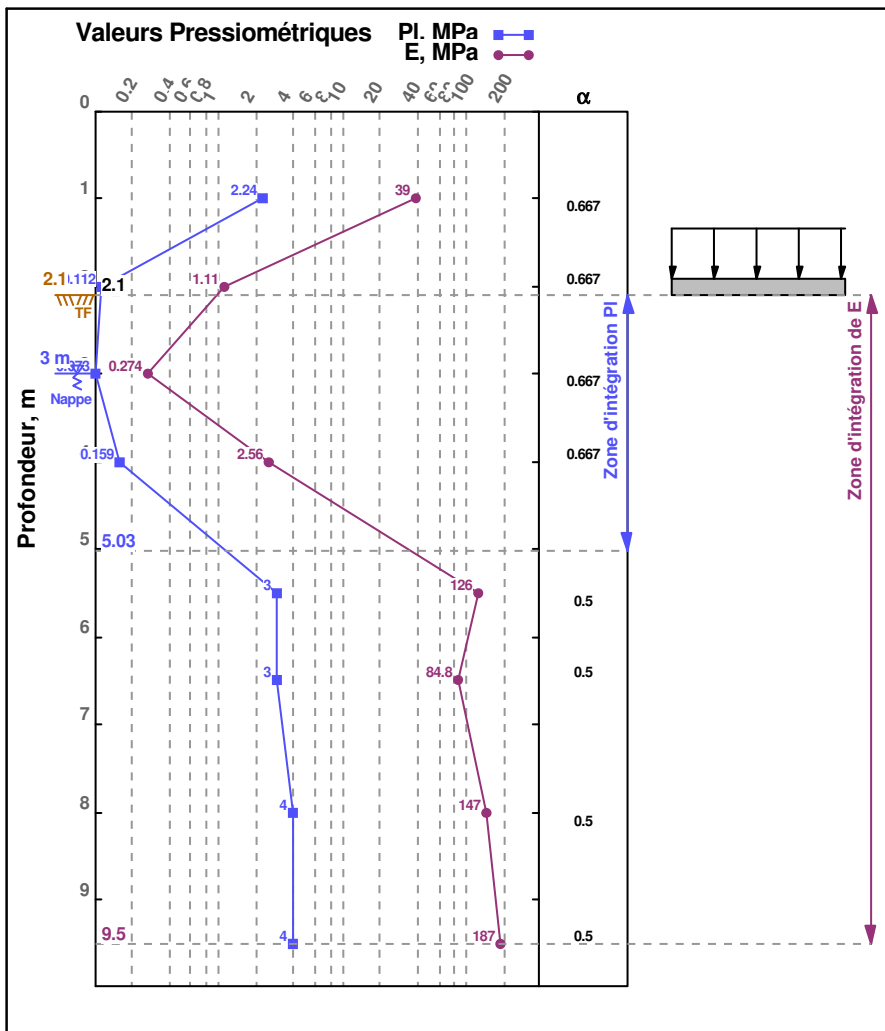
Coefficient correcteur de Menard D61/67

Remblai seul

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

Remblai avec Surcharge de 15 kPa

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

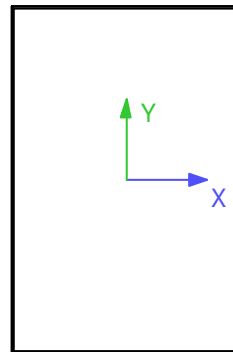


Remblai Fini

Largeur de crête : 2.9 m ; Longueur de crête : 4.4 m
 Hauteur de remblai : 0.3 m
 Pente du talus : 1000 %
 Largeur de la base : 2.96 m
 Longueur de la base : 4.46 m
 Poids Volumique : 25 kN/m³
 Epaisseur de la couche compressible : 0 m
 Surcharge sur le remblai : 20 kPa

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'₀ : 0 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 37.8 kPa (calculée)
 Profondeur de la nappe: 3 m/TN



Fichier : Rad regard 1b - SP2

Résultats de calcul : Capacité portante

Ple = 0.166 MPa
 FS (Ménard) = 4.87

Résultat des tassements

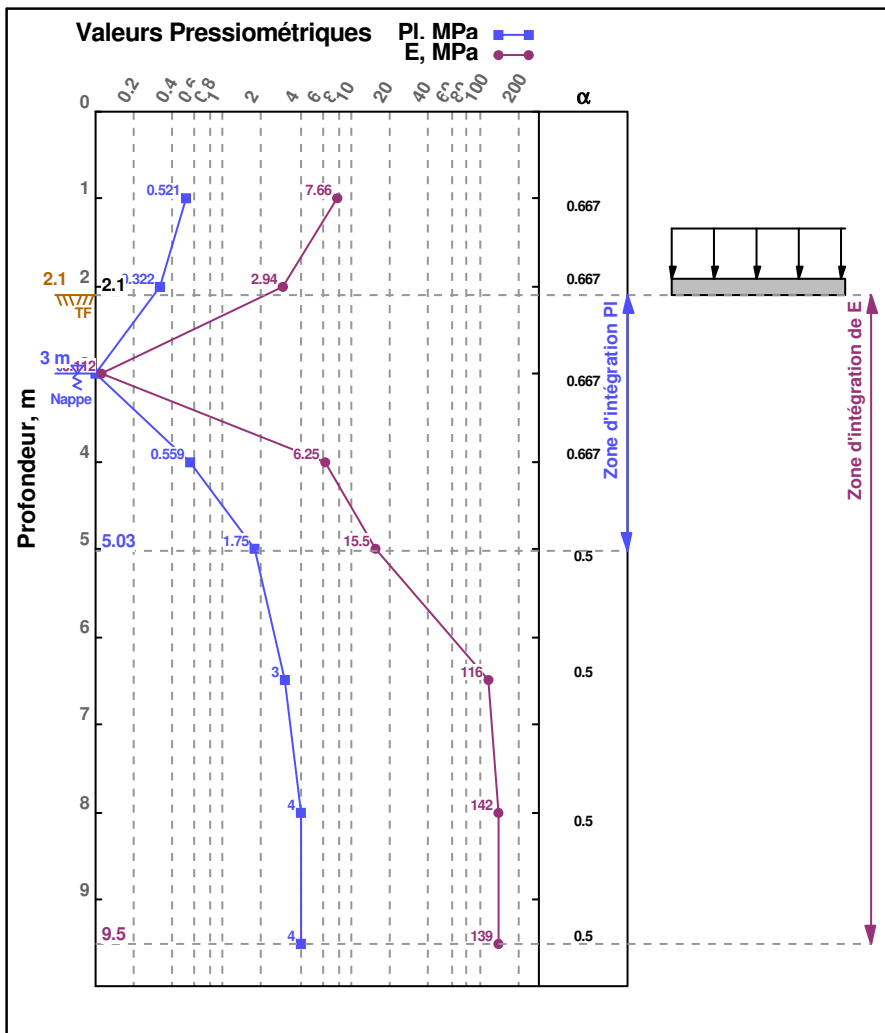
Coefficient correcteur de Menard D61/67

Remblai seul

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

Remblai avec Surcharge de 20 kPa

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

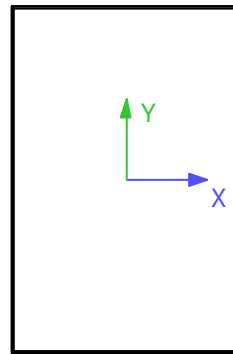


Remblai Fini

Largeur de crête : 2.9 m ; Longueur de crête : 4.4 m
 Hauteur de remblai : 0.3 m
 Pente du talus : 1000 %
 Largeur de la base : 2.96 m
 Longueur de la base : 4.46 m
 Poids Volumique : 25 kN/m³
 Epaisseur de la couche compressible : 0 m
 Surcharge sur le remblai : 20 kPa

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Marnes et marno-calcaires, Roches altérées
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'₀ : 0 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 37.8 kPa (calculée)
 Profondeur de la nappe: 3 m/TN



Fichier : Rad regard 1b - SP3

Résultats de calcul : Capacité portante

P_{le} = 0.108 MPa
 FS (Ménard) = 3.17

Résultat des tassements

Coefficient correcteur de Menard D61/67

Remblai seul

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

Remblai avec Surcharge de 20 kPa

	Pos. centre du remblai (en m)	
	X = 0 m	Y = 0 m
δf (en cm)	0 cm	

Données

Titre du projet : Extension STEP de SAINTES (17) (pieu n°1)
Numéro d'affaire : 3304764 - G2-PRO
Commentaires : Fondations profondes sur pieux forés simples FS Calculs en compression
Titre du calcul : Pieu FS 300 mm en compression
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas du calcul (m) : 0,20
Section de calcul : Section de calcul circulaire
Diamètre de calcul (m) : 0,30
Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré
Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)
Pieu de grande longueur : Non
Mode de chargement : Travail en compression
Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 7,00

Définition des couches de sol

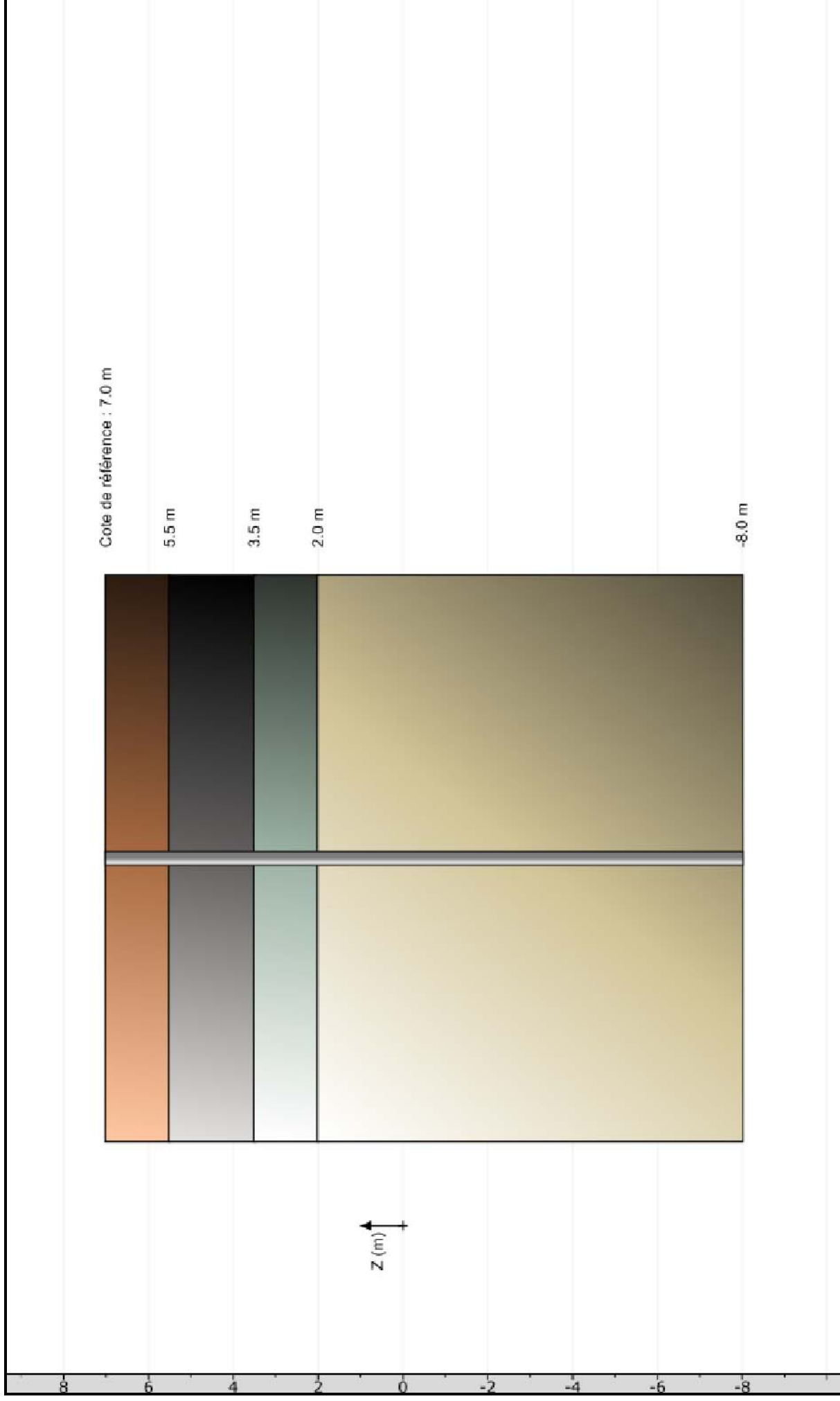
No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	VR,d1* xVR,d2
1	Remblai minéral		Argile, limons	5,50	1100,00	0,00	0,00	1,265
2	Remblai de décharge		Argile, limons	3,50	100,00	0,00	0,00	1,265
3	Alluvions argileuses		Argile, limons	2,00	200,00	0,00	0,00	1,265
4	Substratum argileuses		Marne et calcaire marneux	-8,00	2800,00	153,57	1,45	1,265

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN) : 353,00

Critère appliqué à la combinaison : ELS-QP

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\HSylla\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\4672\temp[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 13/07/2019 à 16h33
par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 7.000

Section du pieu : 0.071

Périmètre : 0.942

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	5.50	1100.0	0.00	1.00	0.00	1.26
02	3.50	100.0	0.00	1.00	0.00	1.26
03	2.00	200.0	0.00	1.00	0.00	1.26
04	-8.00	2800.0	153.57	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.20

SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 353.0 vis à vis de la combinaison : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	7.00	0.00	1100.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	6.80	0.00	982.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	6.60	0.00	889.5	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
01	6.40	0.00	800.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.20	0.00	700.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.00	0.00	600.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.80	0.00	500.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.60	0.00	400.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.50	0.00	350.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.50	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.30	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.10	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.90	0.00	105.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.70	0.00	115.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.50	0.00	125.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.30	0.00	135.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.10	0.00	145.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	155.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.70	0.00	165.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:33:37

Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm

Module : Fondprof (Pieu 1/4)

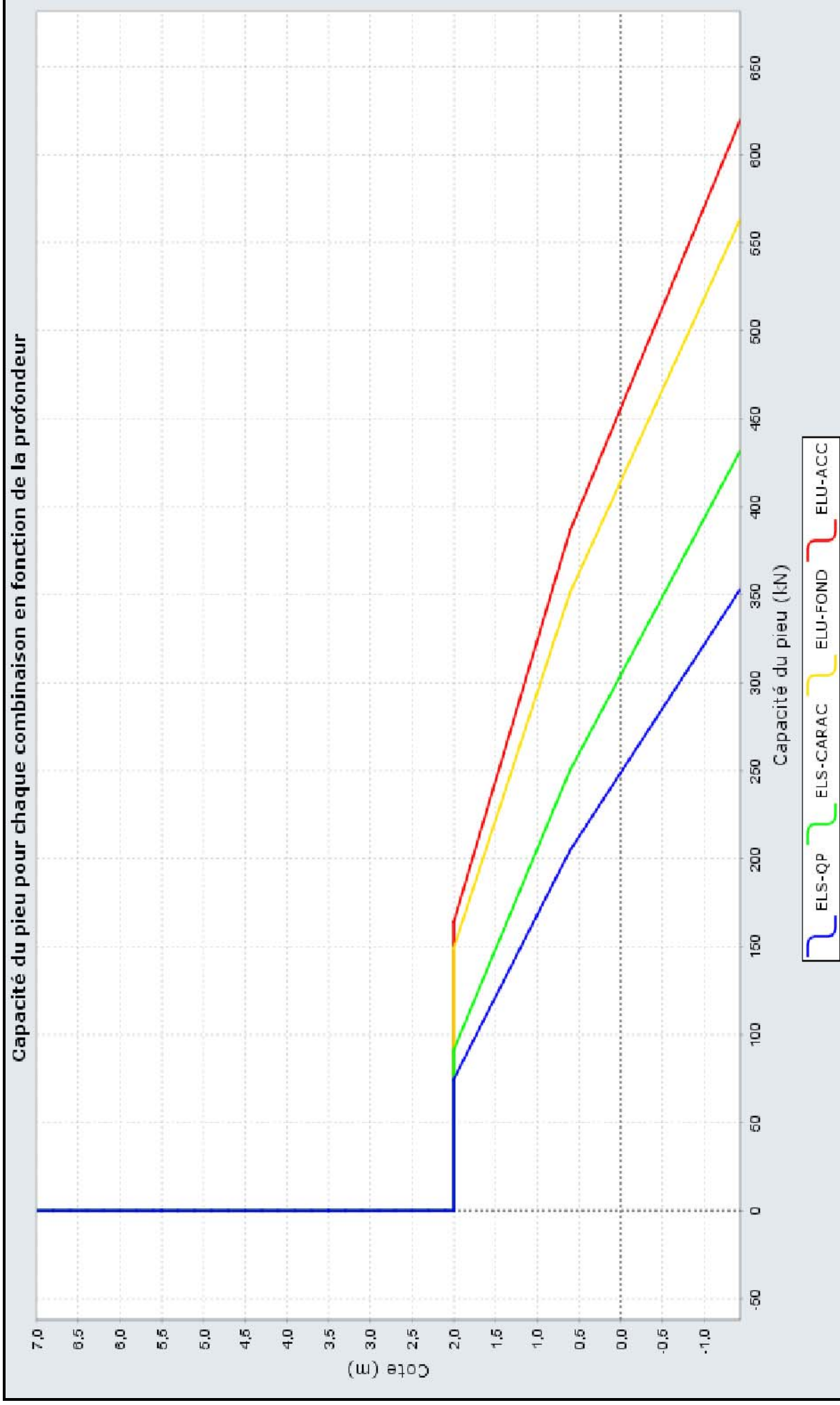
03	3.50	0.00	200.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.30	0.00	505.9	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.10	0.00	747.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.90	0.00	980.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
03	2.70	0.00	1240.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
03	2.50	0.00	1500.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
03	2.30	0.00	1760.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
03	2.10	0.00	2020.0	0.001	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
03	2.00	0.00	2150.0	0.001	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
04	2.00	153.57	2800.0	1.048	0.0	207.5	74.6	91.2	149.1	164.0	164.0
04	1.80	153.57	2800.0	1.106	29.0	218.9	93.3	114.0	178.1	195.9	195.9
04	1.60	153.57	2800.0	1.164	57.9	230.4	112.0	136.9	207.1	227.9	227.9
04	1.40	153.57	2800.0	1.222	86.8	241.8	130.6	159.7	236.2	259.8	259.8
04	1.20	153.57	2800.0	1.280	115.8	253.3	149.3	182.5	265.2	291.7	291.7
04	1.00	153.57	2800.0	1.338	144.7	264.7	168.0	205.4	294.2	323.7	323.7
04	0.80	153.57	2800.0	1.395	173.7	276.2	186.7	228.2	323.3	355.6	355.6
04	0.60	153.57	2800.0	1.450	202.6	287.0	205.1	250.8	351.8	387.1	387.1
04	0.40	153.57	2800.0	1.450	231.6	287.0	219.7	268.6	372.6	409.9	409.9
04	0.20	153.57	2800.0	1.450	260.5	287.0	234.2	286.4	393.4	432.8	432.8
04	0.00	153.57	2800.0	1.450	289.5	287.0	248.8	304.2	414.2	455.7	455.7
04	-0.20	153.57	2800.0	1.450	318.4	287.0	263.3	322.0	435.0	478.6	478.6
04	-0.40	153.57	2800.0	1.450	347.4	287.0	277.9	339.8	455.8	501.5	501.5
04	-0.60	153.57	2800.0	1.450	376.3	287.0	292.4	357.6	476.6	524.4	524.4
04	-0.80	153.57	2800.0	1.450	405.3	287.0	307.0	375.4	497.4	547.2	547.2
04	-1.00	153.57	2800.0	1.450	434.2	287.0	321.5	393.2	518.2	570.1	570.1
04	-1.20	153.57	2800.0	1.450	463.2	287.0	336.1	411.0	539.0	593.0	593.0
04	-1.40	153.57	2800.0	1.450	492.1	287.0	350.6	428.8	559.8	615.9	615.9
04	-1.43	153.57	2800.0	1.450	496.8	287.0	353.0	431.7	563.2	619.6	619.6



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:33:37
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 1/4)

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Extension STEP de SAINTES (17) (pieu n°2)
Numéro d'affaire : 3304764 - G2-PRO
Commentaires : Fondations profondes sur pieux forés simples FS Calculs en compression
Titre du calcul : Pieu FS 400 mm en compression
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas du calcul (m) : 0,20
Section de calcul : Section de calcul circulaire
Diamètre de calcul (m) : 0,40
Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré
Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)
Pieu de grande longueur : Non
Mode de chargement : Travail en compression
Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 7,00

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Remblai minéral		Argile, limons	5,50	1100,00	0,00	0,00	1,000
2	Remblai de décharge		Argile, limons	3,50	100,00	0,00	0,00	1,000
3	Alluvions argileuses		Argile, limons	2,00	200,00	0,00	0,00	1,000
4	Substratum argileuses		Marne et calcaire marneux	-8,00	2800,00	153,57	1,45	1,000

Critère de calcul : Charge imposée en tête

Charge en tête (kN) : 628,00

Critère appliqué à la combinaison : ELS-QP

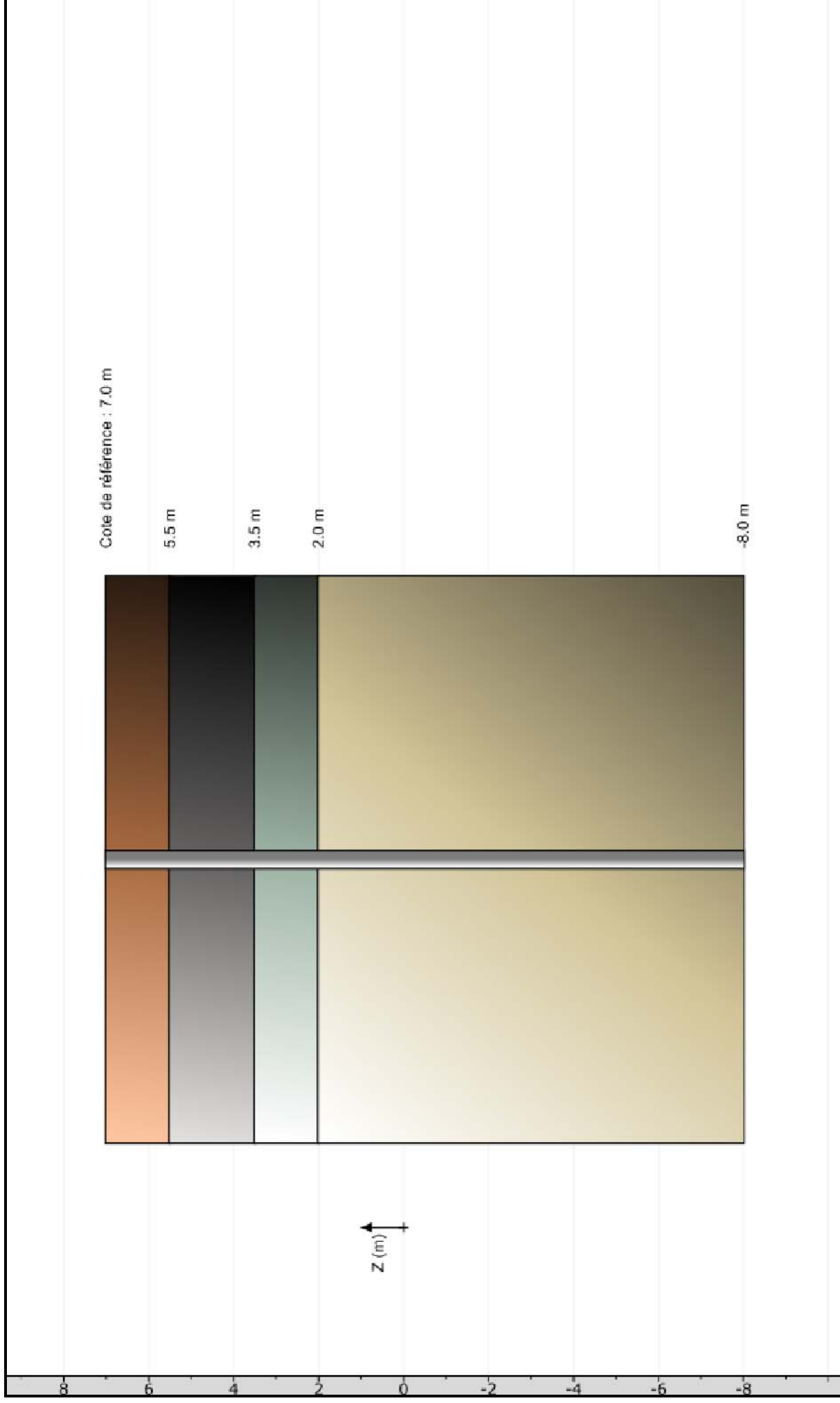


FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:34:05
Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
Module : Fondprof (Pieu 2/4)

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\HSylla\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\4672\temp[FP]-2.resu

Calcul réalisé le : 13/07/2019 à 16h33
 par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 7.000

Section du pieu : 0.126
 Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	5.50	1100.0	0.00	1.00	0.00	1.00
02	3.50	100.0	0.00	1.00	0.00	1.00
03	2.00	200.0	0.00	1.00	0.00	1.00
04	-8.00	2800.0	153.57	1.00	1.45	1.00

Pas du calcul : 0.20

 SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 628.0 vis à vis de la combinaison : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	7.00	0.00	1100.0	0.001	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
01	6.80	0.00	982.4	0.001	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
01	6.60	0.00	889.5	0.001	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
01	6.40	0.00	800.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
01	6.20	0.00	700.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	6.00	0.00	600.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	5.80	0.00	500.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	5.60	0.00	400.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
01	5.50	0.00	350.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.50	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.30	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.10	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.90	0.00	105.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.70	0.00	115.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.50	0.00	125.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.30	0.00	135.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.10	0.00	145.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	155.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.70	0.00	165.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:34:06
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 2/4)

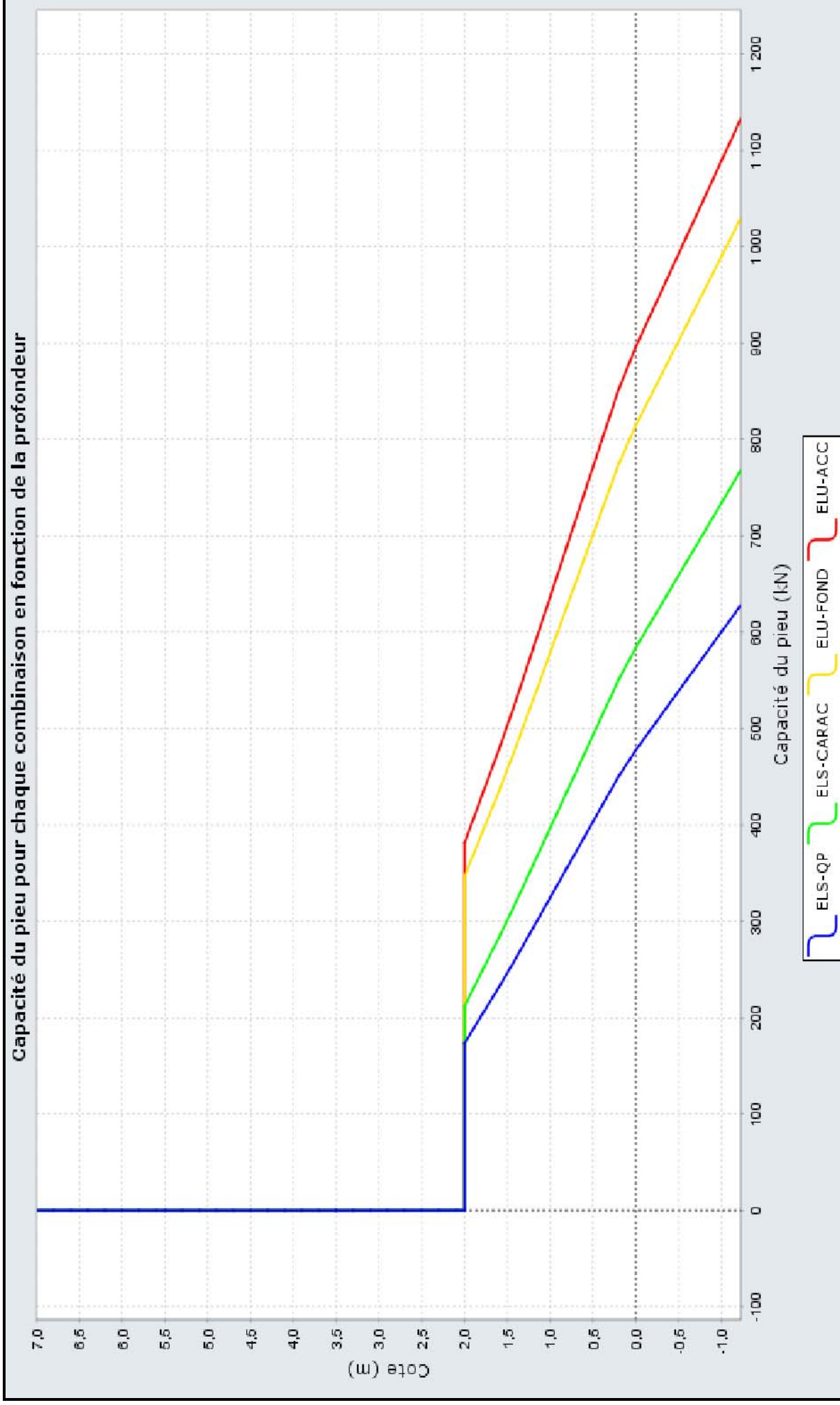
03	3.50	0.00	200.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.30	0.00	505.9	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
03	3.10	0.00	747.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
03	2.90	0.00	980.0	0.001	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
03	2.70	0.00	1240.0	0.001	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
03	2.50	0.00	1500.0	0.001	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
03	2.30	0.00	1760.0	0.001	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
03	2.10	0.00	2020.0	0.001	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
03	2.00	0.00	2150.0	0.001	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
04	2.00	153.57	2800.0	1.084	0.0	381.5	173.6	212.1	346.8	381.6	381.6
04	1.80	153.57	2800.0	1.112	38.6	391.2	202.5	247.5	390.7	429.8	429.8
04	1.60	153.57	2800.0	1.139	77.2	400.8	231.5	282.9	434.5	478.0	478.0
04	1.40	153.57	2800.0	1.174	115.8	413.2	261.7	319.8	480.9	529.0	529.0
04	1.20	153.57	2800.0	1.218	154.4	428.5	293.2	358.4	529.8	582.9	582.9
04	1.00	153.57	2800.0	1.261	193.0	443.7	324.6	396.9	578.8	636.7	636.7
04	0.80	153.57	2800.0	1.305	231.6	459.0	356.1	435.4	627.8	690.6	690.6
04	0.60	153.57	2800.0	1.348	270.2	474.3	387.6	473.9	676.7	744.5	744.5
04	0.40	153.57	2800.0	1.391	308.8	489.6	419.1	512.4	725.7	798.3	798.3
04	0.20	153.57	2800.0	1.435	347.4	504.8	450.6	550.9	774.6	852.2	852.2
04	0.00	153.57	2800.0	1.450	386.0	510.2	477.6	584.0	814.6	896.2	896.2
04	-0.20	153.57	2800.0	1.450	424.6	510.2	502.2	614.0	849.7	934.8	934.8
04	-0.40	153.57	2800.0	1.450	463.2	510.2	526.7	644.0	884.8	973.4	973.4
04	-0.60	153.57	2800.0	1.450	501.8	510.2	551.3	674.0	919.9	1012.0	1012.0
04	-0.80	153.57	2800.0	1.450	540.4	510.2	575.8	704.1	954.9	1050.5	1050.5
04	-1.00	153.57	2800.0	1.450	579.0	510.2	600.4	734.1	990.0	1089.1	1089.1
04	-1.20	153.57	2800.0	1.450	617.5	510.2	624.9	764.1	1025.1	1127.7	1127.7
04	-1.23	153.57	2800.0	1.450	622.4	510.2	628.0	767.9	1029.6	1132.6	1132.6



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:34:06
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 2/4)

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Extension STEP de SAINTES (17) (pieu n°3)

Numéro d'affaire : 3304764 - G2-PRO

Commentaires : Fondations profondes sur pieux forés simples FS Calculs en compression

Titre du calcul : Pieu FS 300 mm en traction

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,20

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,30

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0.467	0.636	0.870	0.952
Pondérations combinées sur Qp,k	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence (m) : 7,00

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	YR,d1 x YR,d2
1	Remblai minéral		Argile, limons	5.50	1100,00	0,00	0,00	1,540
2	Remblai de décharge		Argile, limons	3.50	100,00	0,00	0,00	1,540
3	Alluvions argileuses		Argile, limons	2.00	200,00	0,00	0,00	1,540
4	Substratum argileuses		Marne et calcaire marneux	-8.00	2800,00	153,57	1,45	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,40



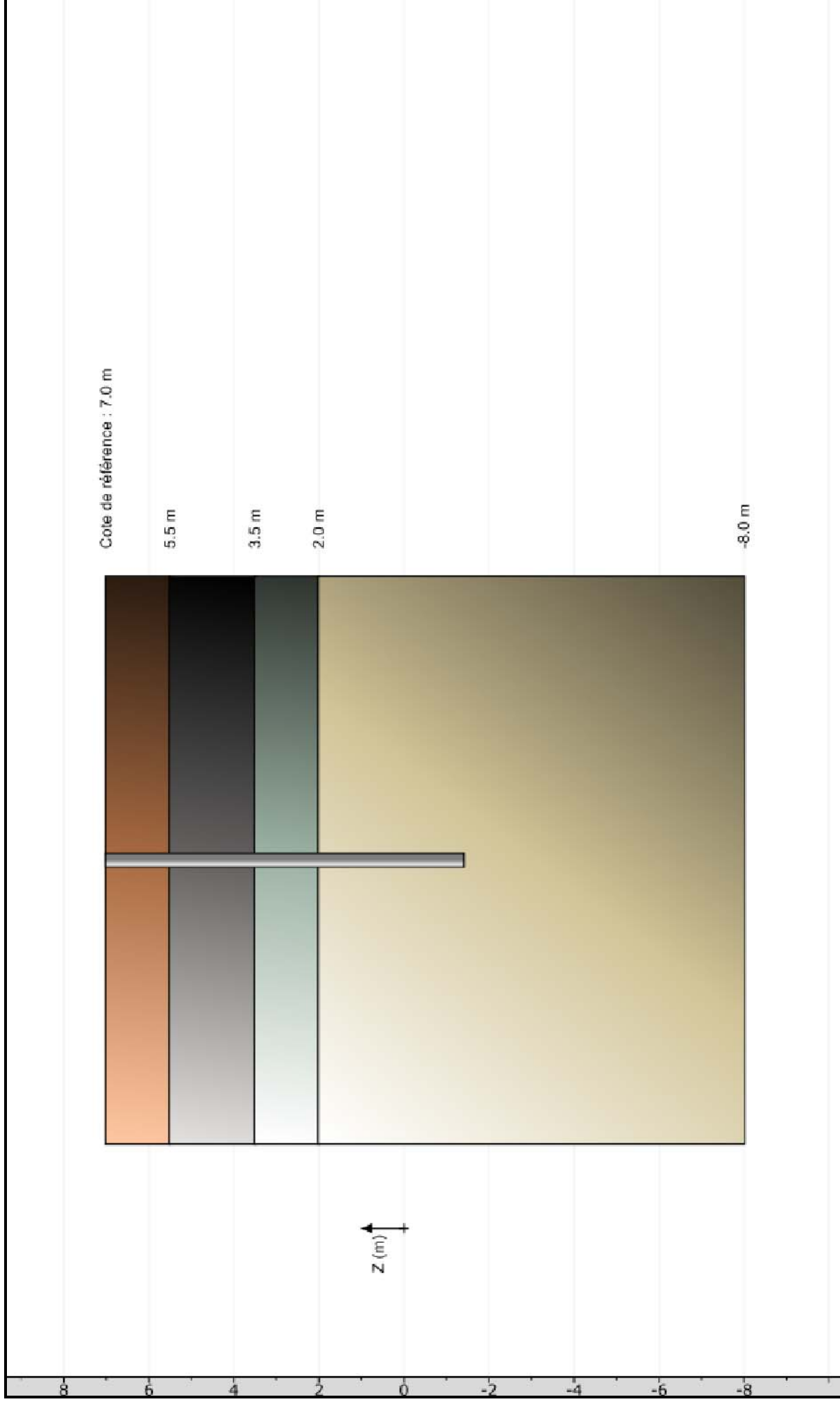
FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:34:38

Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
Module : Fondprof (Pieu 3/4)

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\HSylla\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\4672\temp[FP]-3.resu

Calcul réalisé le : 13/07/2019 à 16h34
 par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en traction

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.467	0.636	0.870	0.952
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 7.000

Section du pieu : 0.071
 Périmètre : 0.942

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	5.50	1100.0	0.00	1.00	0.00	1.54
02	3.50	100.0	0.00	1.00	0.00	1.54
03	2.00	200.0	0.00	1.00	0.00	1.54
04	-8.00	2800.0	153.57	1.00	1.45	1.54

Pas du calcul : 0.20

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 8.40

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	7.00	0.00	1100.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.80	0.00	982.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.60	0.00	889.5	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.40	0.00	800.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.20	0.00	700.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.00	0.00	600.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.80	0.00	500.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.60	0.00	400.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.50	0.00	350.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.50	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.30	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.10	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.90	0.00	105.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.70	0.00	115.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.50	0.00	125.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.30	0.00	135.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.10	0.00	145.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	155.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.70	0.00	165.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

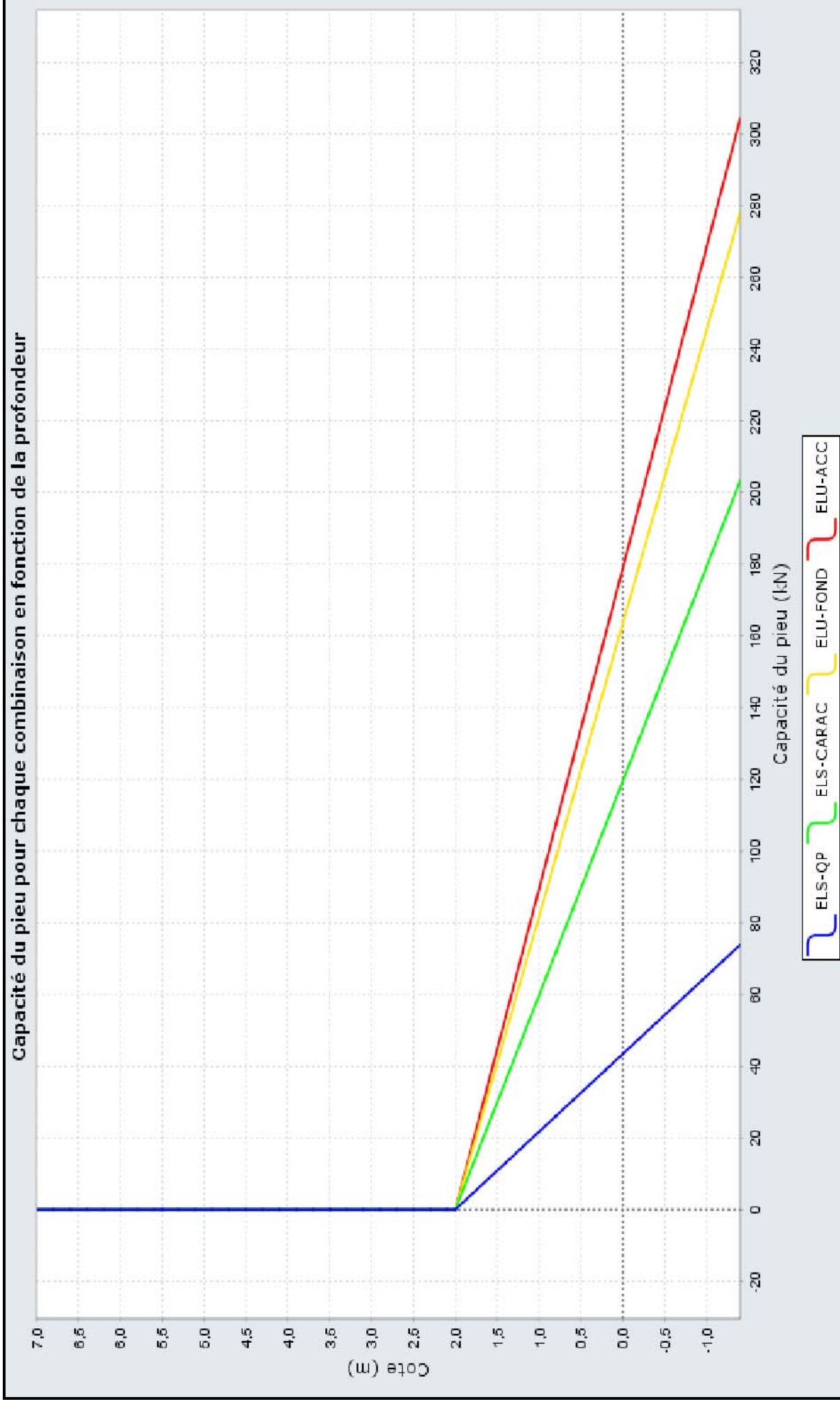


FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:34:39
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 3/4)

03	3.50	0.00	200.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.30	0.00	505.9	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.10	0.00	747.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.90	0.00	980.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.70	0.00	1240.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.50	0.00	1500.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.30	0.00	1760.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.10	0.00	2020.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.00	0.00	2150.0	0.001	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
04	2.00	153.57	2800.0	1.048	0.0	207.5	0.0	0.0	0.0	0.0
04	1.80	153.57	2800.0	1.106	29.0	218.9	4.3	12.0	16.4	17.9
04	1.60	153.57	2800.0	1.164	57.9	230.4	8.7	23.9	32.7	35.8
04	1.40	153.57	2800.0	1.222	86.8	241.8	13.0	35.9	49.1	53.7
04	1.20	153.57	2800.0	1.280	115.8	253.3	17.4	47.8	65.4	71.6
04	1.00	153.57	2800.0	1.338	144.7	264.7	21.7	59.8	81.8	89.5
04	0.80	153.57	2800.0	1.395	173.7	276.2	26.1	71.7	98.1	107.4
04	0.60	153.57	2800.0	1.450	202.6	287.0	30.4	83.7	114.5	125.3
04	0.40	153.57	2800.0	1.450	231.6	287.0	34.7	95.6	130.8	143.2
04	0.20	153.57	2800.0	1.450	260.5	287.0	39.1	107.6	147.2	161.1
04	0.00	153.57	2800.0	1.450	289.5	287.0	43.4	119.6	163.5	178.9
04	-0.20	153.57	2800.0	1.450	318.4	287.0	47.8	131.5	179.9	196.8
04	-0.40	153.57	2800.0	1.450	347.4	287.0	52.1	143.5	196.2	214.7
04	-0.60	153.57	2800.0	1.450	376.3	287.0	56.4	155.4	212.6	232.6
04	-0.80	153.57	2800.0	1.450	405.3	287.0	60.8	167.4	228.9	250.5
04	-1.00	153.57	2800.0	1.450	434.2	287.0	65.1	179.3	245.3	268.4
04	-1.20	153.57	2800.0	1.450	463.2	287.0	69.5	191.3	261.7	286.3
04	-1.40	153.57	2800.0	1.450	492.1	287.0	73.8	203.2	278.0	304.2
04	-1.40	153.57	2800.0	1.450	492.1	287.0	73.8	203.2	278.0	304.2

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Extension STEP de SAINTES (17) (pieu n°4)

Numéro d'affaire : 3304764 - G2-PRO

Commentaires : Fondations profondes sur pieux forés simples FS Calculs en compression

Titre du calcul : Pieu FS 400 mm en traction

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,20

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,40

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0.467	0.636	0.870	0.952
Pondérations combinées sur Qp,k	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence (m) : 7,00

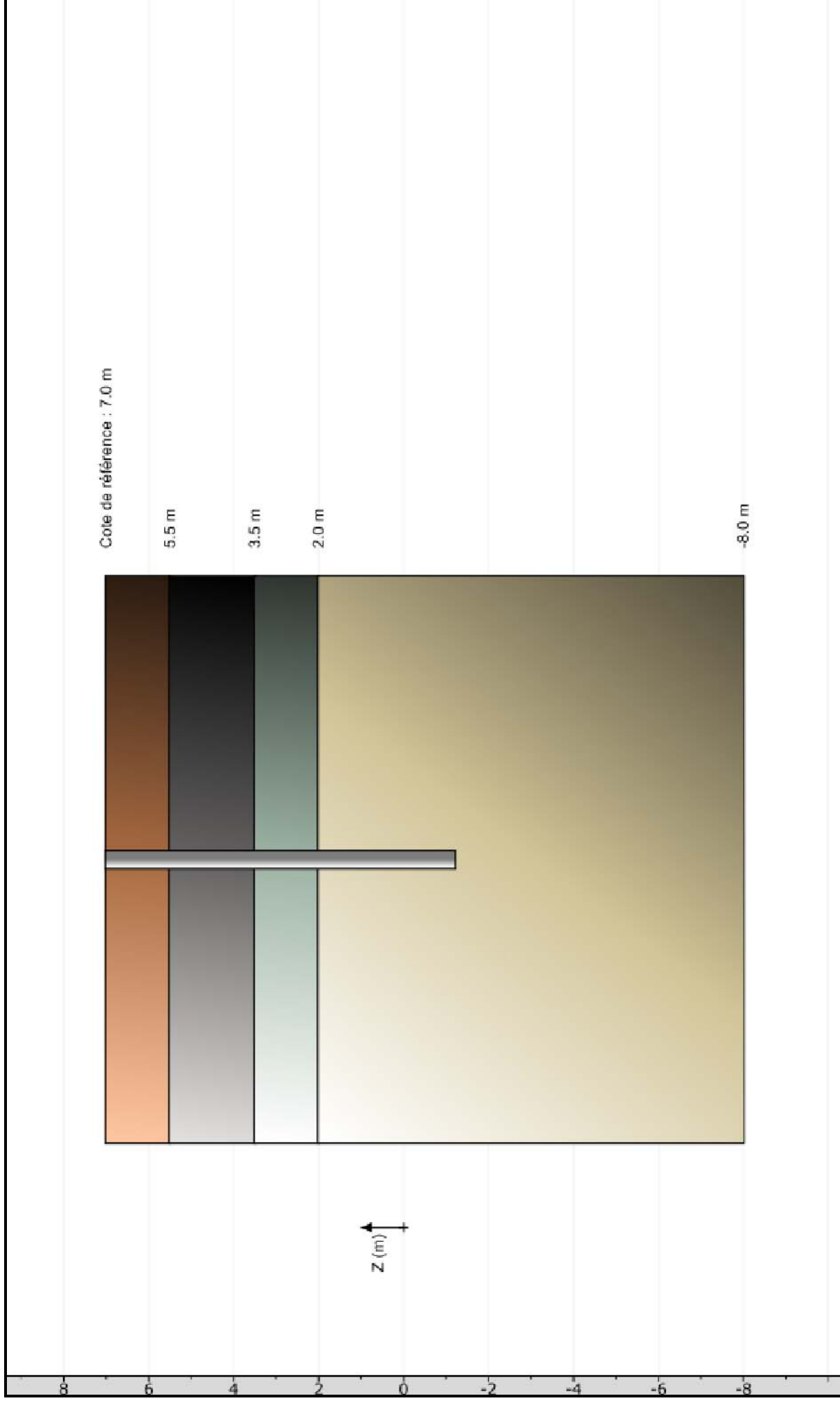
Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	YR,d1 x YR,d2
1	Remblai minéral		Argile, limons	5.50	1100,00	0,00	0,00	1,540
2	Remblai de décharge		Argile, limons	3.50	100,00	0,00	0,00	1,540
3	Alluvions argileuses		Argile, limons	2.00	200,00	0,00	0,00	1,540
4	Substratum argileuses		Marne et calcaire marneux	-8.00	2800,00	153,57	1,45	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 8,20

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\HSylla\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\4672\temp[FP]-4.resu

Calcul réalisé le : 13/07/2019 à 16h54
 par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en traction

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.467	0.636	0.870	0.952
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 7.000

Section du pieu : 0.126
 Périmètre : 1.257

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	5.50	1100.0	0.00	1.00	0.00	1.54
02	3.50	100.0	0.00	1.00	0.00	1.54
03	2.00	200.0	0.00	1.00	0.00	1.54
04	-8.00	2800.0	153.57	1.00	1.45	1.54

Pas du calcul : 0.20

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 8.20

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	7.00	0.00	1100.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.80	0.00	982.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.60	0.00	889.5	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.40	0.00	800.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.20	0.00	700.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	6.00	0.00	600.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.80	0.00	500.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.60	0.00	400.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	5.50	0.00	350.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.50	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.30	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	5.10	0.00	100.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.90	0.00	105.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.70	0.00	115.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.50	0.00	125.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.30	0.00	135.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	4.10	0.00	145.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.90	0.00	155.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.70	0.00	165.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	3.50	0.00	175.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:57:05
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 4/4)

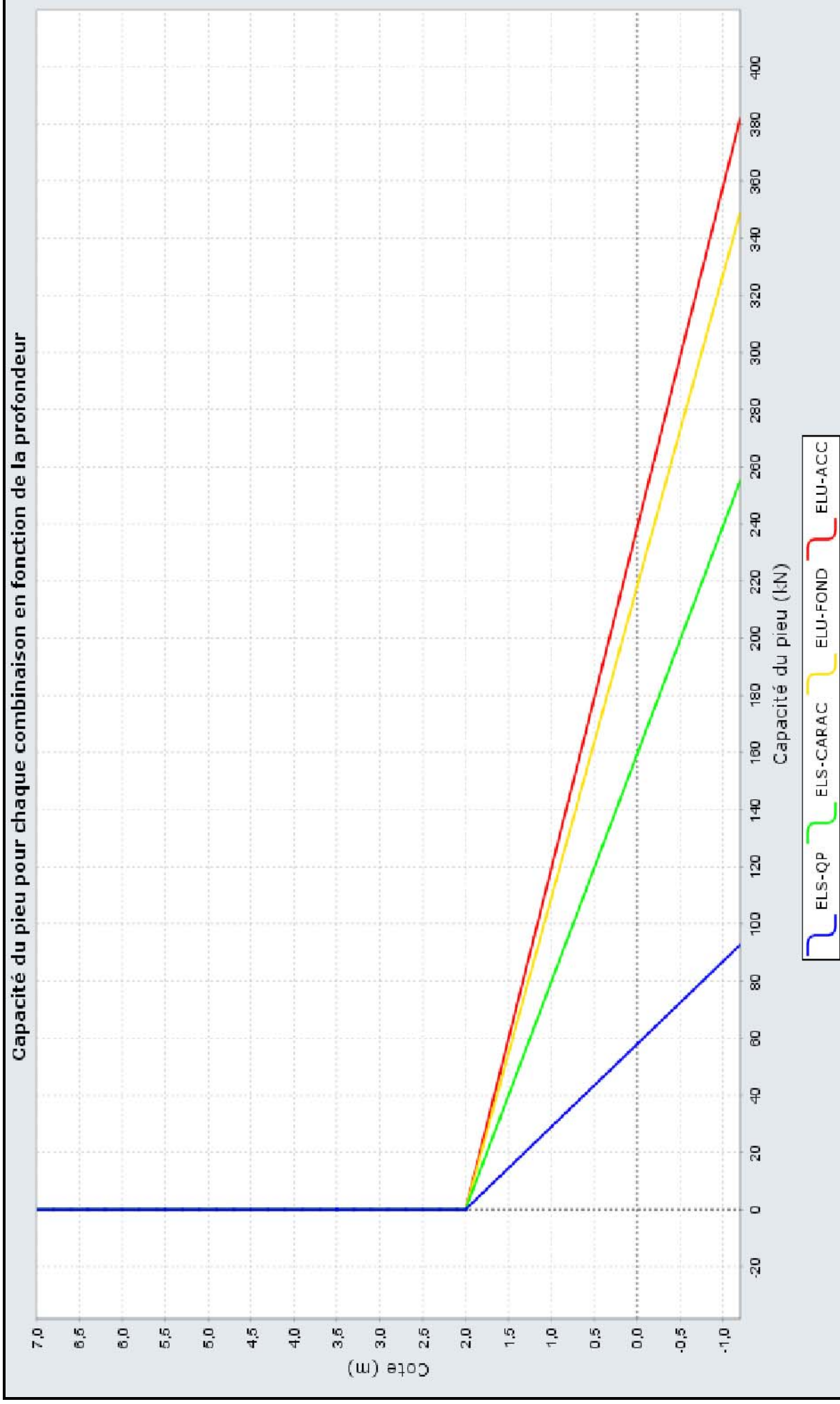
03	3.50	0.00	200.0	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.30	0.00	505.9	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	3.10	0.00	747.4	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.90	0.00	980.0	0.001	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.70	0.00	1240.0	0.001	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.50	0.00	1500.0	0.001	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.30	0.00	1760.0	0.001	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.10	0.00	2020.0	0.001	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
03	2.00	0.00	2150.0	0.001	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
04	2.00	153.57	2800.0	1.084	0.0	381.5	0.0	0.0	0.0	0.0
04	1.80	153.57	2800.0	1.112	38.6	391.2	5.8	15.9	21.8	23.9
04	1.60	153.57	2800.0	1.139	77.2	400.8	11.6	31.9	43.6	47.7
04	1.40	153.57	2800.0	1.174	115.8	413.2	17.4	47.8	65.4	71.6
04	1.20	153.57	2800.0	1.218	154.4	428.5	23.2	63.8	87.2	95.4
04	1.00	153.57	2800.0	1.261	193.0	443.7	28.9	79.7	109.0	119.3
04	0.80	153.57	2800.0	1.305	231.6	459.0	34.7	95.6	130.8	143.2
04	0.60	153.57	2800.0	1.348	270.2	474.3	40.5	111.6	152.6	167.0
04	0.40	153.57	2800.0	1.391	308.8	489.6	46.3	127.5	174.4	190.9
04	0.20	153.57	2800.0	1.435	347.4	504.8	52.1	143.5	196.2	214.7
04	0.00	153.57	2800.0	1.450	386.0	510.2	57.9	159.4	218.0	238.6
04	-0.20	153.57	2800.0	1.450	424.6	510.2	63.7	175.3	239.9	262.5
04	-0.40	153.57	2800.0	1.450	463.2	510.2	69.5	191.3	261.7	286.3
04	-0.60	153.57	2800.0	1.450	501.8	510.2	75.3	207.2	283.5	310.2
04	-0.80	153.57	2800.0	1.450	540.4	510.2	81.1	223.2	305.3	334.0
04	-1.00	153.57	2800.0	1.450	579.0	510.2	86.8	239.1	327.1	357.9
04	-1.20	153.57	2800.0	1.450	617.5	510.2	92.6	255.0	348.9	381.8



FoXta v3
v3.3.3

Imprimé le : 13/07/2019 - 16:57:05
 Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST
 Projet : STEP de SAINTES - Dimensionnement pieux FS 300 mm et 400 mm
 Module : Fondprof (Pieu 4/4)

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m ²	Niveau phréatique :	4,00 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m ³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai minéral	7,00	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	29374	0	0,333	-0,667	0,100	1100,00
Remblai de décharge	5,50	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	794	0	0,333	-0,667	0,100	100,00
Alluvions argileuses	3,50	19,00	9,00	25,00	5,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	3436	0	0,333	-0,667	0,100	200,00
Substratum calcaire	2,00	20,00	10,00	30,00	20,00	0,000	0,500	0,312	4,980	0,500	0,500	1,203	6,293	682512	0	0,333	-0,667	0,100	2800,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	-6,50	80736	11,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 7,00 m

DONNEES

BUTON	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]
1	2	4,00	301000	0,00	0,00

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai minéral	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Remblai de décharge	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions argileuses	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Substratum calcaire	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai minéral	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Remblai de décharge	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai de décharge	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Alluvions argileuses	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Alluvions argileuses	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Substratum calcaire	kay	0,00	30,00	0,333	0,000	0,312
Sol initial	Substratum calcaire	kpy	0,00	30,00	-0,667	0,000	4,980

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai minéral	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Remblai de décharge	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai de décharge	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Alluvions argileuses	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Alluvions argileuses	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Substratum calcaire	kac	30,00	0,333	1,203
Sol initial	Substratum calcaire	kpc	30,00	-0,667	6,293

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai minéral	15000	0,667	80736	29374
Sol initial	Remblai de décharge	1000	0,667	80736	794

ASSISTANTS

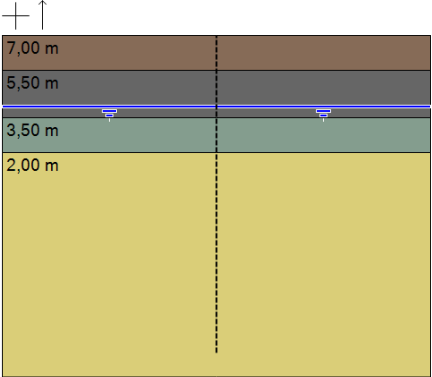
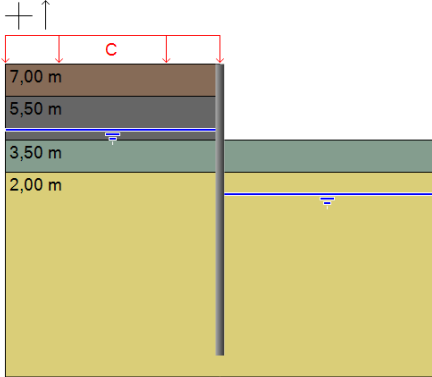
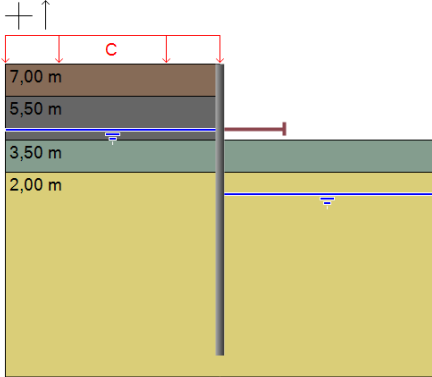
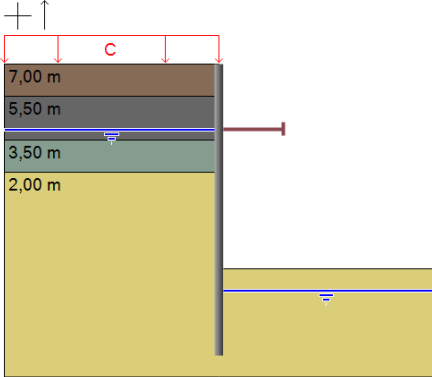

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Alluvions argileuses	3000	0,667	80736	3436
Sol initial	Substratum calcaire	119000	0,500	80736	682512

Assistant paroi composite, Pieux circulaire :

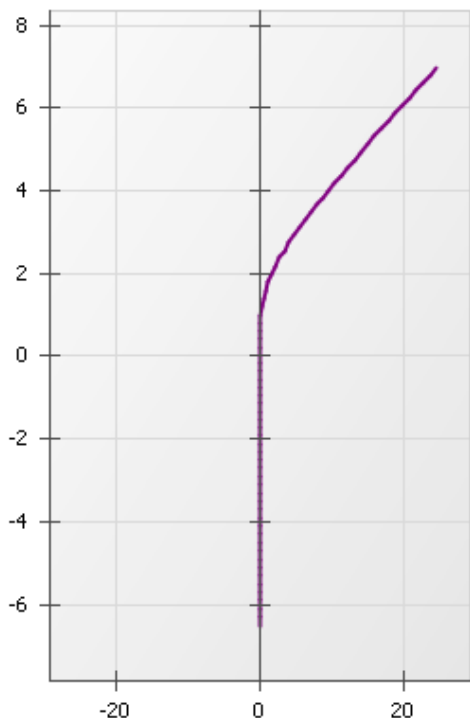
Action	[1],E [kN/m ²]	[1],eh [m]	[1],d [mm]	[2],E [kN/m ²]	[2],e [mm]	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	1E+007	0,38	500,00	1E+007	0,00	80736

SYNTHESE PHASAGE

<p>Phase initiale</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>	<p>Phase 1 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>	<p>Phase 2 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>	<p>Phase 3 : Phase durable</p>  <p>Gauche Droite</p> <p> m </p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Action hydraulique : (droite) zw [m] = 1,00 - Excavation (côté droit) : zh [m] = 3,50 - Surcharge de Caquot : (côté gauche) : q [kN/m/m] = 10,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place du buton (côté droit) : n°1 za [m] = 4,00 K [kN/m/m] = 301000 α [°] = 0,00 P [kN/m] = 0,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Action hydraulique : (droite) zw [m] = -3,50 - Excavation (côté droit) : zh [m] = -2,50
	<p>Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST</p>		

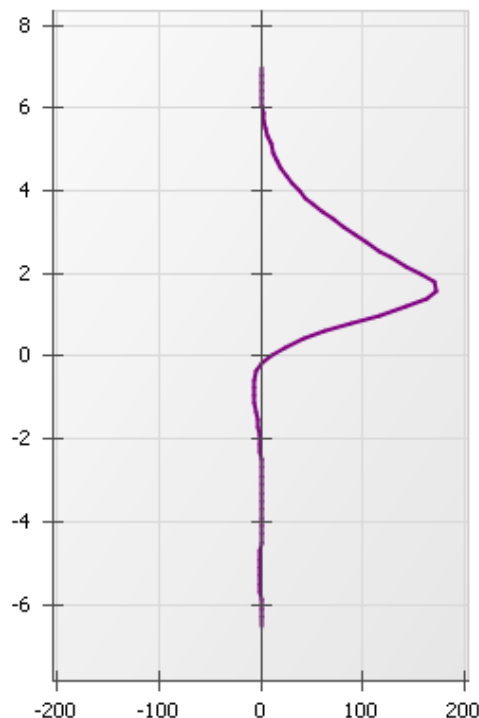
RESULTATS (Phase 1)

Déplacements [mm]



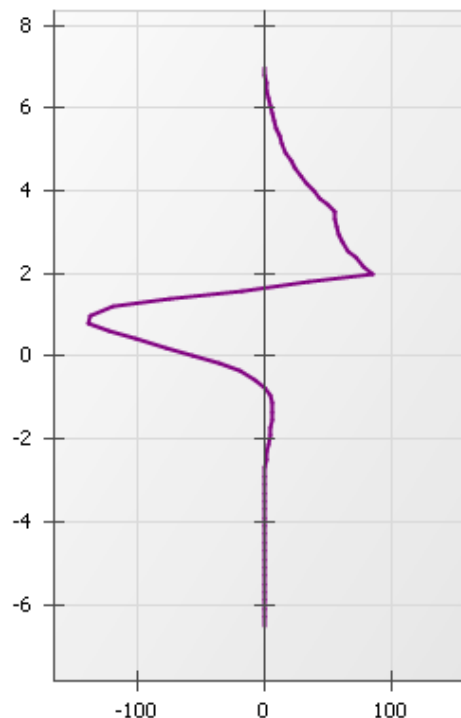
Dmin = -0,06 - Dmax = 24,62

Moment [kNm/m]



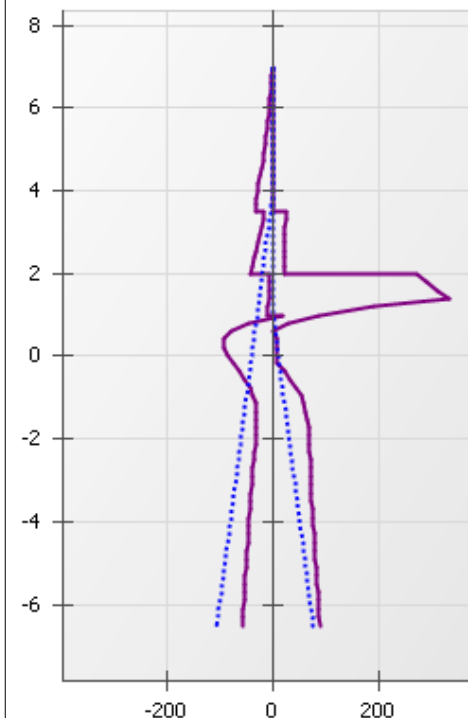
M.k min = -7,10 - M.k max = 171,14

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -139,39 - V.k max = 84,58

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -92,50 - P.k max = 330,45
Pw.k min = -105,00 - Pw.k max = 75,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

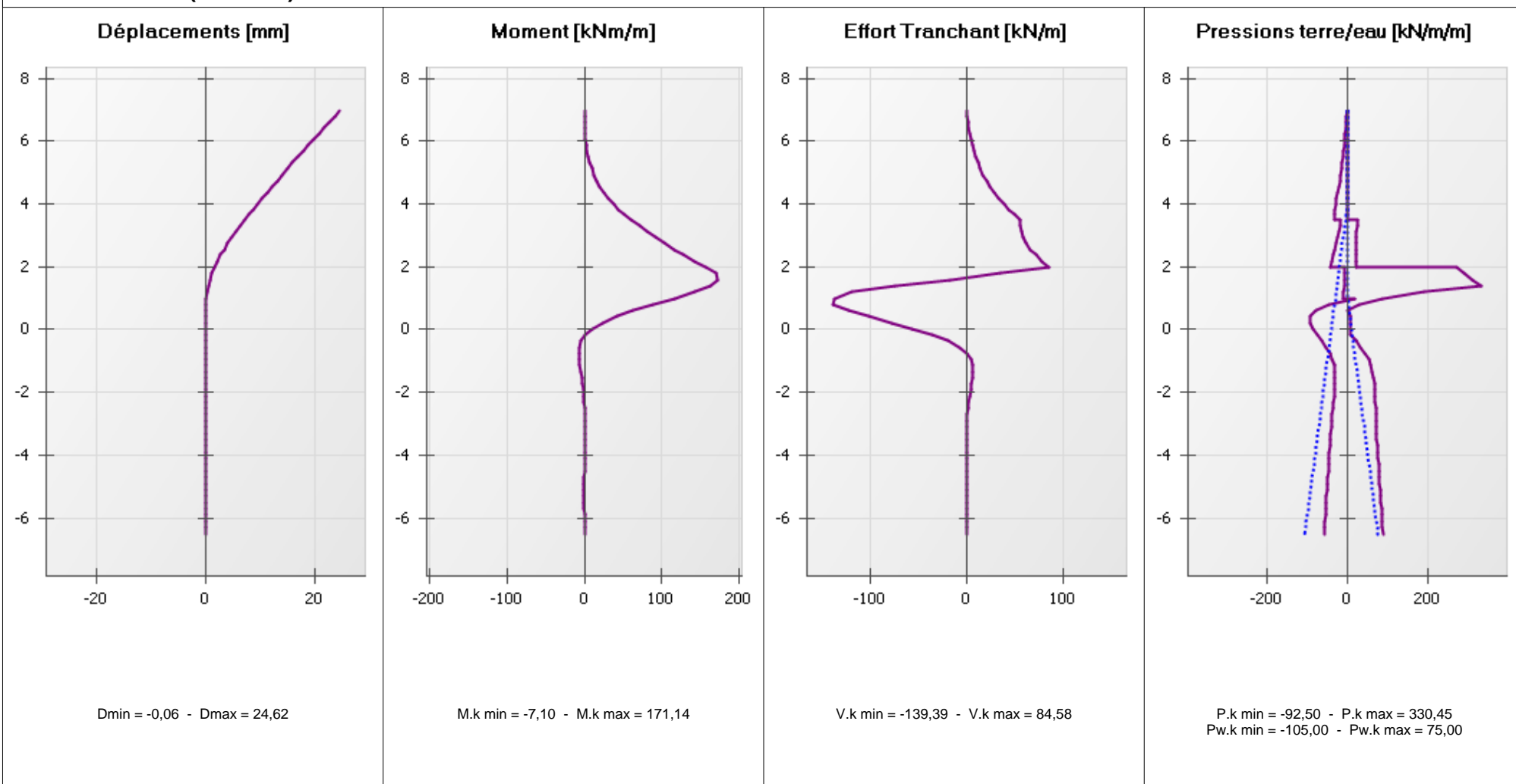
--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Phase 2)



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

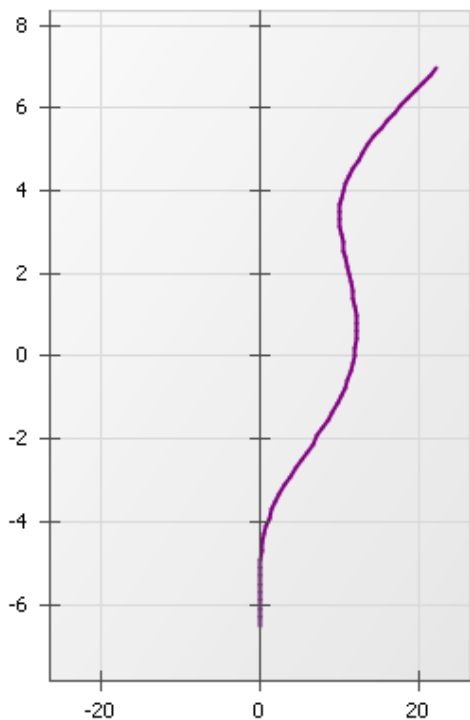
--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

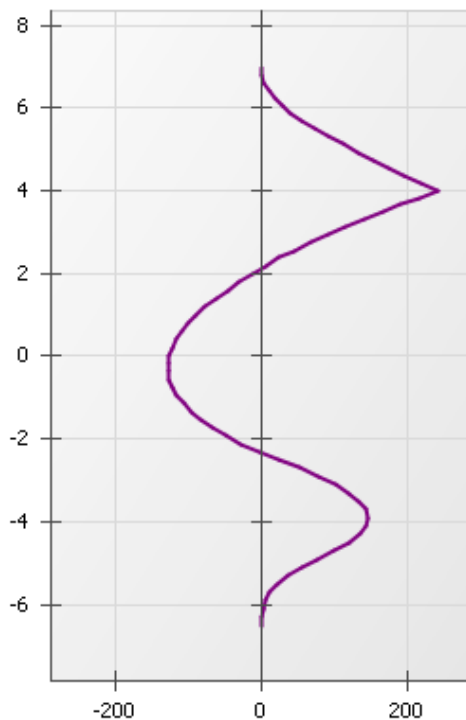
RESULTATS (Phase 3)

Déplacements [mm]



Dmin = 0,02 - Dmax = 22,10

Moment [kNm/m]



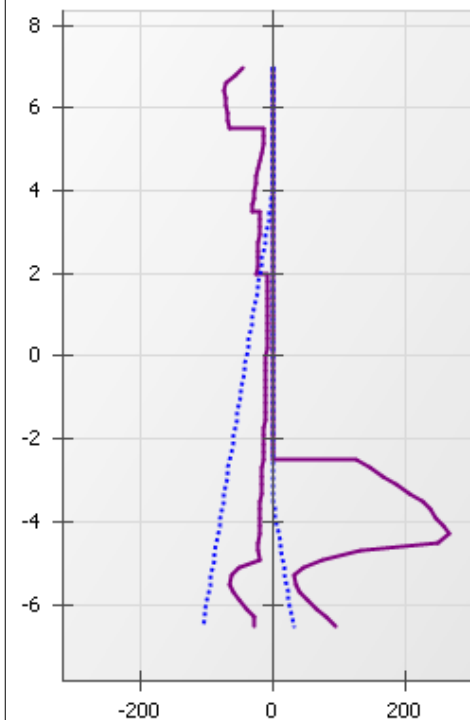
M.k min = -129,08 - M.k max = 243,28

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -160,02 - V.k max = 147,51

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -72,71 - P.k max = 265,30
Pw.k min = -105,00 - Pw.k max = 30,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Buton 1 kN/m
1	24,62	24,62	171,14	-139,39	6,181	-
2	24,62	24,62	171,14	-139,39	6,181	0,00
3	22,10	22,10	243,28	-160,02	1,904	290,25
Extrema	24,62	24,62	243,28	-160,02	1,904	290,25

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m ²	Niveau phréatique :	4,00 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m ³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai minéral	7,00	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	29374	0	0,333	-0,667	0,100	1100,00
Remblai de décharge	5,50	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	794	0	0,333	-0,667	0,100	100,00
Alluvions argileuses	3,50	19,00	9,00	25,00	5,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	3436	0	0,333	-0,667	0,100	200,00
Substratum calcaire	2,00	20,00	10,00	30,00	20,00	0,000	0,500	0,312	4,980	0,500	0,500	1,203	6,293	682512	0	0,333	-0,667	0,100	2800,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	-6,50	80736	11,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 7,00 m

DONNEES

BUTON	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]
1	2	4,00	301000	0,00	0,00

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai minéral	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Remblai de décharge	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions argileuses	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Substratum calcaire	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai minéral	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Remblai de décharge	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai de décharge	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Alluvions argileuses	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Alluvions argileuses	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Substratum calcaire	kay	0,00	30,00	0,333	0,000	0,312
Sol initial	Substratum calcaire	kpy	0,00	30,00	-0,667	0,000	4,980

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai minéral	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Remblai de décharge	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai de décharge	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Alluvions argileuses	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Alluvions argileuses	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Substratum calcaire	kac	30,00	0,333	1,203
Sol initial	Substratum calcaire	kpc	30,00	-0,667	6,293

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai minéral	15000	0,667	80736	29374
Sol initial	Remblai de décharge	1000	0,667	80736	794

ASSISTANTS

Assistant kh, Schmitt :

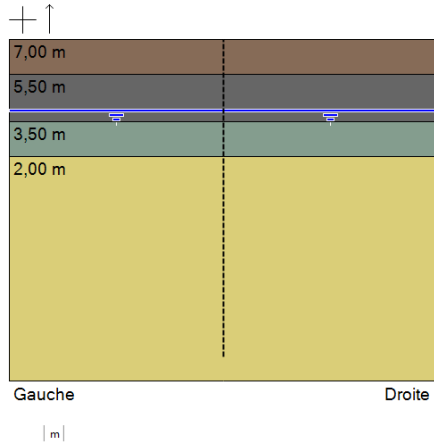
Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Alluvions argileuses	3000	0,667	80736	3436
Sol initial	Substratum calcaire	119000	0,500	80736	682512

Assistant paroi composite, Pieux circulaire :

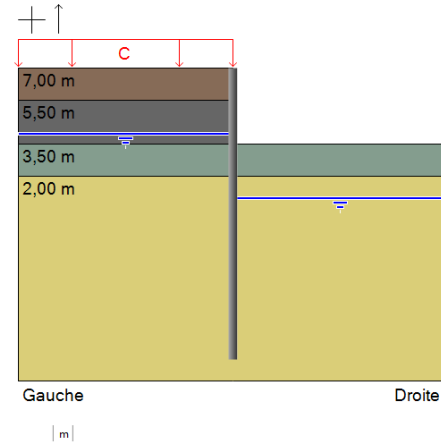
Action	[1],E [kN/m ²]	[1],eh [m]	[1],d [mm]	[2],E [kN/m ²]	[2],e [mm]	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	1E+007	0,38	500,00	1E+007	0,00	80736

SYNTHESE PHASAGE

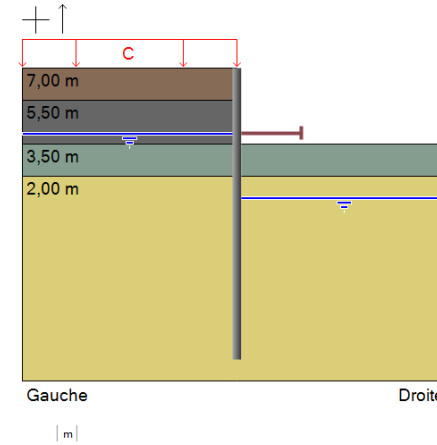
Phase initiale



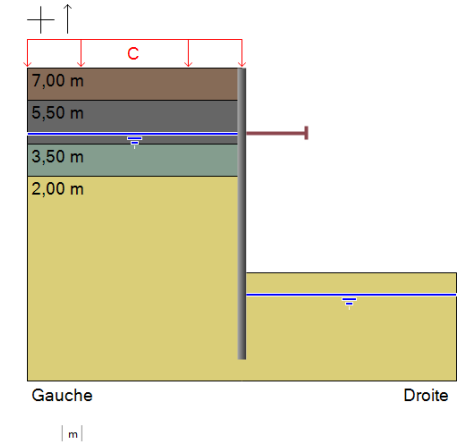
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase durable



- Options MEL :
Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
Méthode de calcul automatique.
Sélection automatique du côté de la butée
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [m] = 1,00$
- Excavation (côté droit) :
 $z_h [m] = 3,50$
- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :
 $q [kN/m/m] = 10,00$

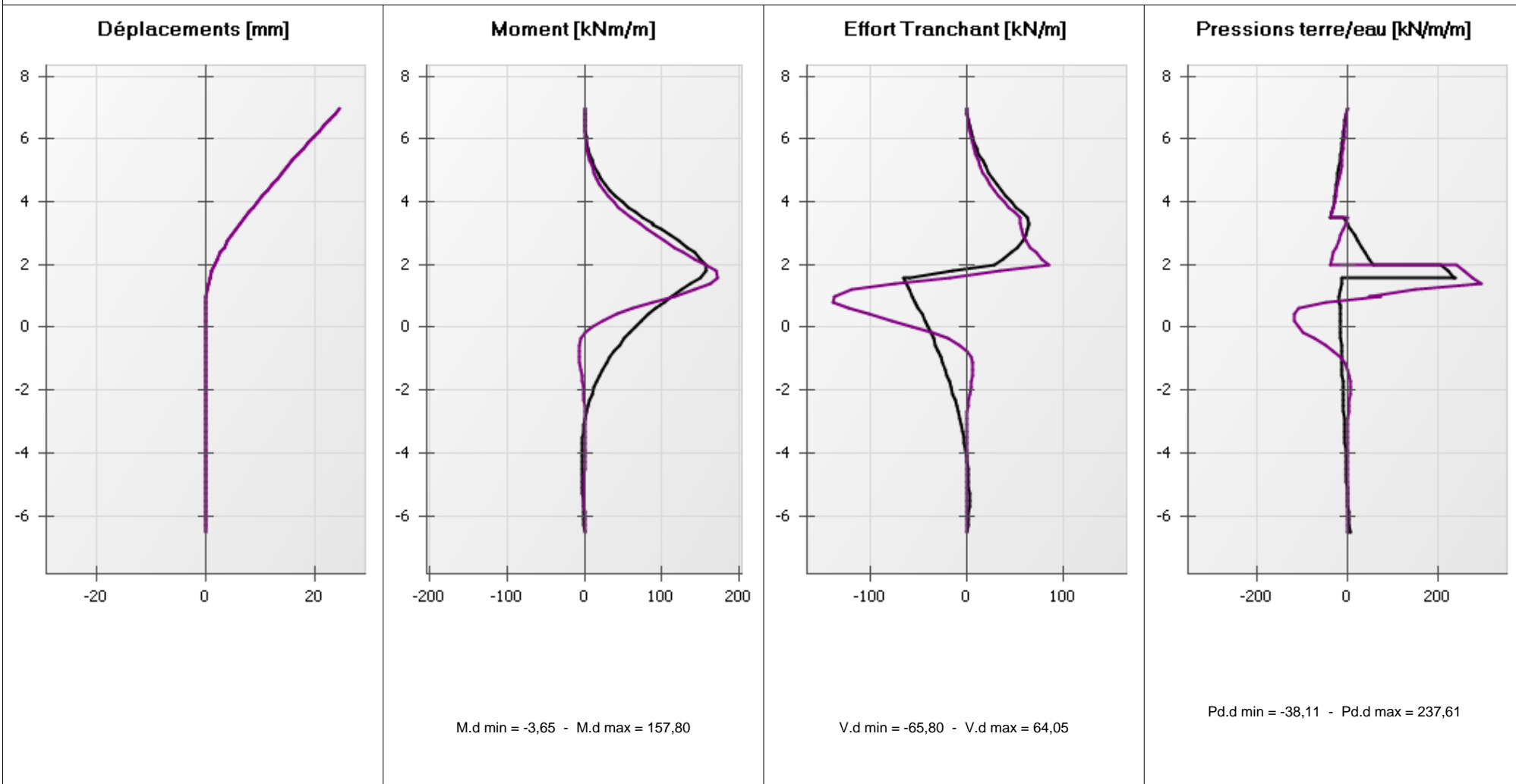
- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Mise en place du buton (côté droit) : n°1
 $z_a [m] = 4,00$
 $K [kN/m/m] = 301000$
 $\alpha [^\circ] = 0,00$
 $P [kN/m] = 0,00$

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [m] = -3,50$
- Excavation (côté droit) :
 $z_h [m] = -2,50$



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

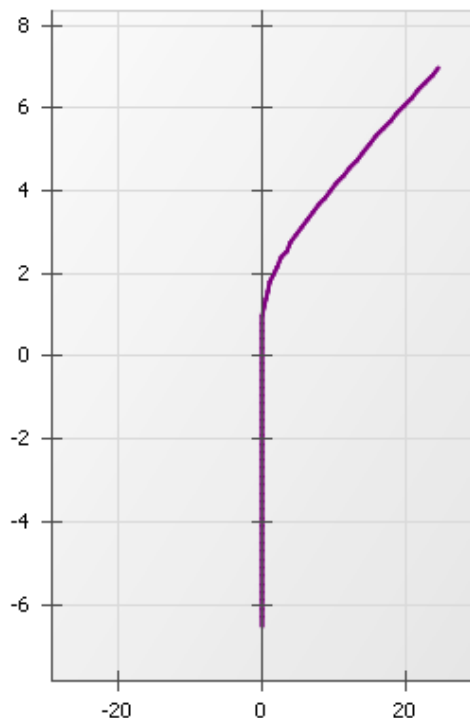
--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

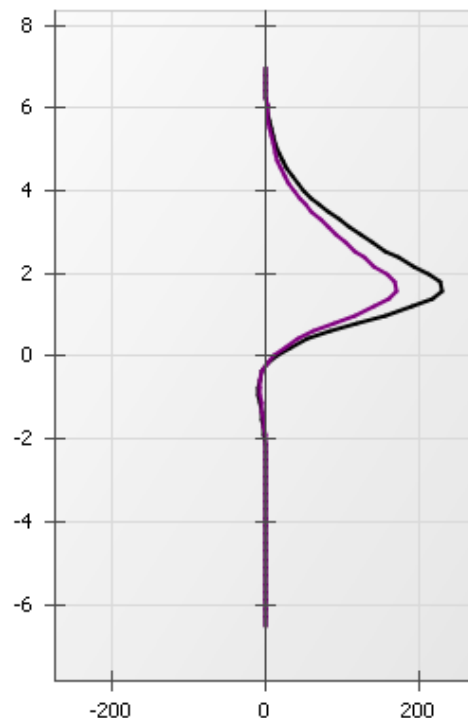
RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



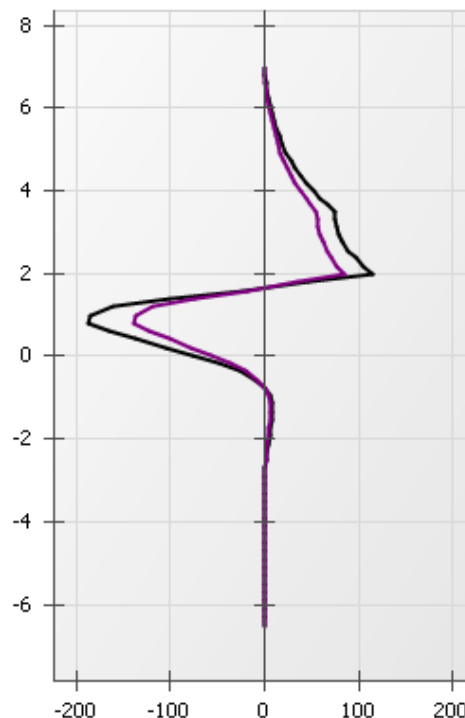
Dmin = -0,06 - Dmax = 24,62

Moment [kNm/m]



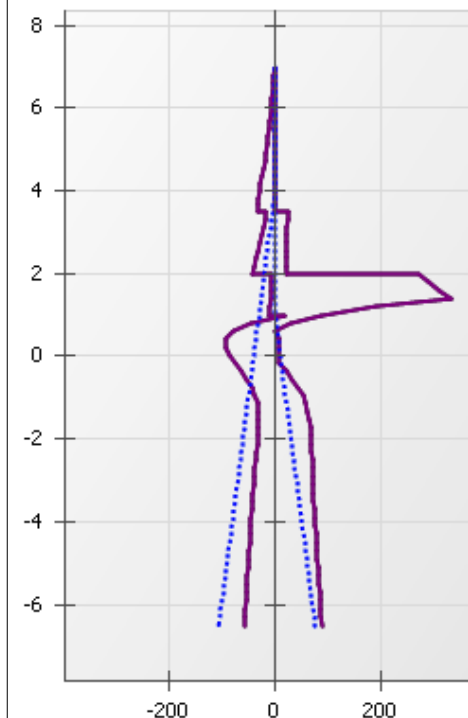
M.k min = -7,10 - M.k max = 171,14
M.d min = -9,58 - M.d max = 231,04

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -139,39 - V.k max = 84,58
V.d min = -188,18 - V.d max = 114,18

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -92,50 - P.k max = 330,45
Pw.k min = -105,00 - Pw.k max = 75,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

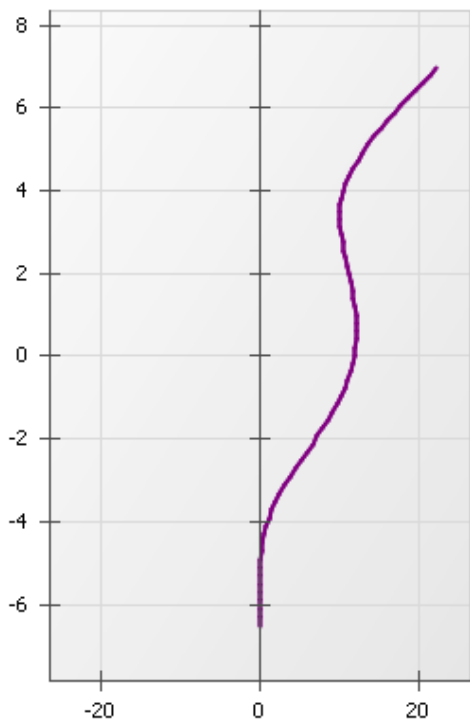
--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

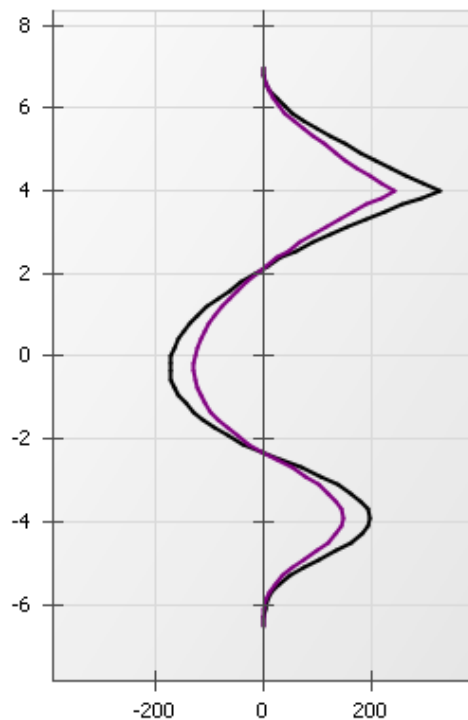
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



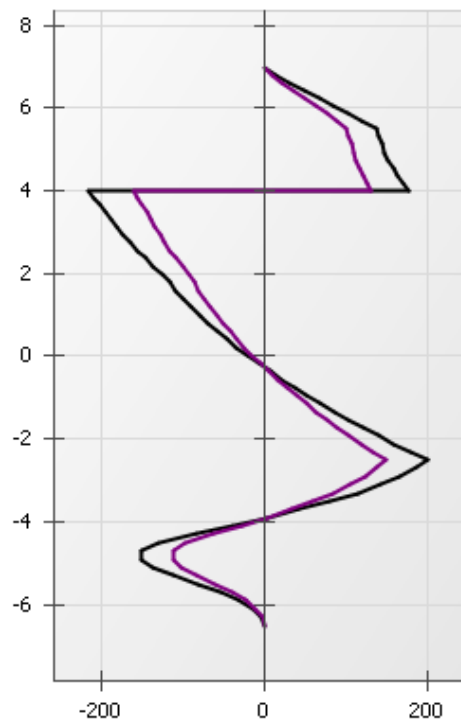
Dmin = 0,02 - Dmax = 22,10

Moment [kNm/m]



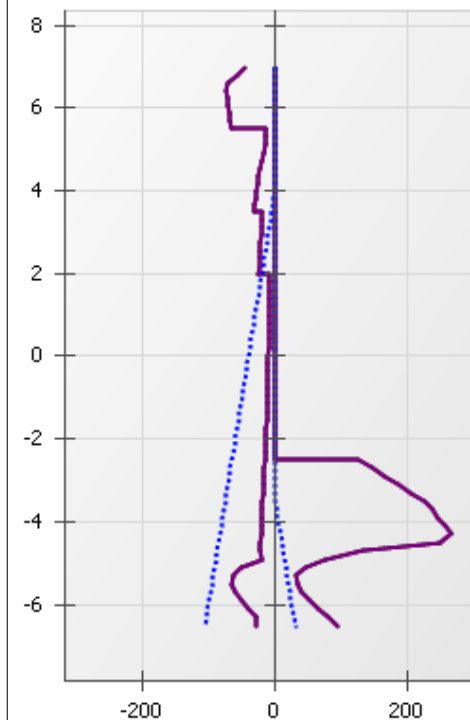
M.k min = -129,08 - M.k max = 243,28
M.d min = -174,26 - M.d max = 328,43

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -160,02 - V.k max = 147,51
V.d min = -216,03 - V.d max = 199,14

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -72,71 - P.k max = 265,30
Pw.k min = -105,00 - Pw.k max = 30,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Buton 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	157,80	-65,80	-	OK	161,08	-
2	MISS	24,62	24,62	231,04	-188,18	0,00	OK	-6,87	OK
3	MISS	22,10	22,10	328,43	-216,03	391,84	OK	-54,07	OK
Extrema	-	24,62	24,62	328,43	-216,03	391,84	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Surcharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
sol - permanente (YG)	1,00	1,00
sol - variable (YQ)	1,11	1,11
écran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
écran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
écran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
cohésion (Yc)	1,00	1,00
angle de frottement (Yφ')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : z0 = 3,29 m

Point de moment nul : zc = 0,73 m

Côte du pied de l'écran : zp = -6,50 m

 $f0 = z0 - zc = 2,56$ m

 $fb = z0 - zp = 9,79$ m

 $fb / f0 = 3,822$ ($\geq 1,2$)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 1,58 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 293,37 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 5995,34 kN/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = -0,030$
 $Cm,d \geq Ct,d$
Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 200,47 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -39,39 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 161,08 kN/m

Charge verticale ELU de 161,08 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

PHASE 2 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 742,25 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 1002,04 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 4588,21 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 4171,10 kN/m

Bt,d < Bm,d
Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 200,47 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -207,35 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = -6,87 kN/m

Vérifications

Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 6,87 kN/m vers le haut.

PHASE 3 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 565,25$ kN/m

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 763,08$ kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 1076,14$ kN/m

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 768,67$ kN/m

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

$P_d = 200,47$ kN/m

Résultante verticale P_v des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

$P_{v,d} = -254,54$ kN/m

Résultante verticale T_v des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

$T_{v,d} = 0,00$ kN/m

Résultante verticale F_v des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

$F_{v,d} = 0,00$ kN/m Y_q = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -54,07$ kN/m

Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 54,07 kN/m vers le haut.

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 4,00 m
 Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
 Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
 Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai minéral	7,00	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	29374	0	0,333	-0,667	0,100	1100,00
Remblai de décharge	5,50	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	794	0	0,333	-0,667	0,100	100,00
Alluvions argileuses	3,50	19,00	9,00	25,00	5,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	3436	0	0,333	-0,667	0,100	200,00
Substratum calcaire	2,00	20,00	10,00	30,00	20,00	0,000	0,500	0,312	4,980	0,500	0,500	1,203	6,293	682512	0	0,333	-0,667	0,100	2800,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	R [m]	Rc [kN/m ³]	W [kN/m/m]
1	1,00	80736	1,25	672000	11,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 7,00 m

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai minéral	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Remblai de décharge	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions argileuses	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Substratum calcaire	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai minéral	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Remblai de décharge	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai de décharge	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Alluvions argileuses	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Alluvions argileuses	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Substratum calcaire	kay	0,00	30,00	0,333	0,000	0,312
Sol initial	Substratum calcaire	kpy	0,00	30,00	-0,667	0,000	4,980

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai minéral	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Remblai de décharge	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai de décharge	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Alluvions argileuses	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Alluvions argileuses	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Substratum calcaire	kac	30,00	0,333	1,203
Sol initial	Substratum calcaire	kpc	30,00	-0,667	6,293

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai minéral	15000	0,667	80736	29374
Sol initial	Remblai de décharge	1000	0,667	80736	794

ASSISTANTS

Assistant kh, Schmitt :

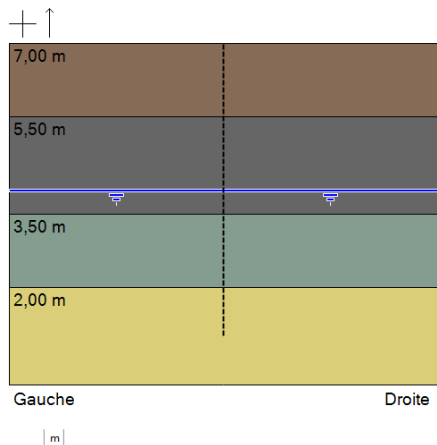
Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Alluvions argileuses	3000	0,667	80736	3436
Sol initial	Substratum calcaire	119000	0,500	80736	682512

Assistant paroi composite, Pieux circulaire :

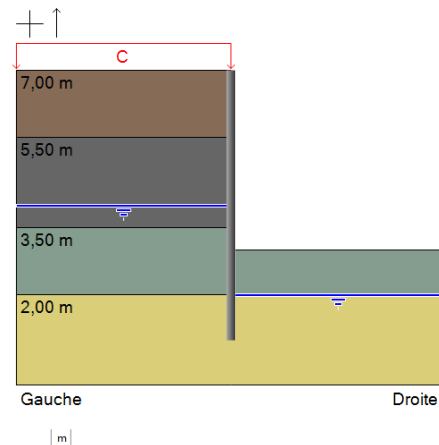
Action	[1],E [kN/m ²]	[1],eh [m]	[1],d [mm]	[2],E [kN/m ²]	[2],e [mm]	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	1E+007	0,38	500,00	1E+007	0,00	80736

SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



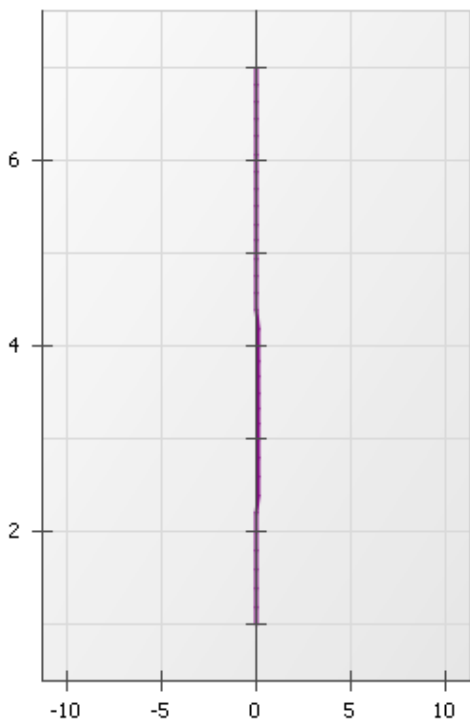
Phase 1 : Phase durable



- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 2,00
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 3,00
- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :
q [kN/m/m] = 10,00

RESULTATS (Phase 1)

Déplacements [mm]



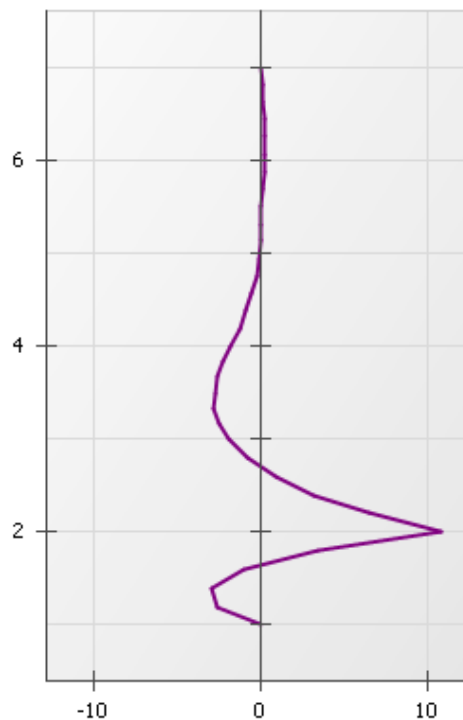
Dmin = 0,01 - Dmax = 0,07

Moment [kNm/m]



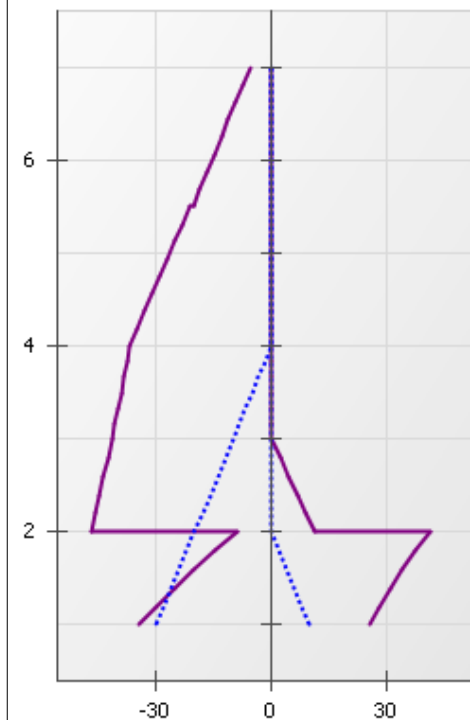
M.k min = -3,28 - M.k max = 1,34

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -3,00 - V.k max = 10,76

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -46,86 - P.k max = 41,38
Pw.k min = -30,00 - Pw.k max = 10,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
1	0,01	0,07	-3,28	10,76	7,083
Extrema	0,01	0,07	-3,28	10,76	7,083

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m ²	Niveau phréatique :	4,00 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m ³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai minéral	7,00	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	29374	0	0,333	-0,667	0,100	1100,00
Remblai de décharge	5,50	18,00	8,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	794	0	0,333	-0,667	0,100	100,00
Alluvions argileuses	3,50	19,00	9,00	25,00	5,00	0,000	0,577	0,381	3,544	0,577	0,577	1,341	5,175	3436	0	0,333	-0,667	0,100	200,00
Substratum calcaire	2,00	20,00	10,00	30,00	20,00	0,000	0,500	0,312	4,980	0,500	0,500	1,203	6,293	682512	0	0,333	-0,667	0,100	2800,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	R [m]	Rc [kN/m ³]	W [kN/m/m]
1	1,00	80736	1,25	672000	11,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 7,00 m

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai minéral	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Remblai de décharge	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions argileuses	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Substratum calcaire	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai minéral	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Remblai de décharge	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Remblai de décharge	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Alluvions argileuses	kay	0,00	25,00	0,333	0,000	0,381
Sol initial	Alluvions argileuses	kpy	0,00	25,00	-0,667	0,000	3,544
Sol initial	Substratum calcaire	kay	0,00	30,00	0,333	0,000	0,312
Sol initial	Substratum calcaire	kpy	0,00	30,00	-0,667	0,000	4,980

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Remblai minéral	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai minéral	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Remblai de décharge	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Remblai de décharge	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Alluvions argileuses	kac	25,00	0,333	1,341
Sol initial	Alluvions argileuses	kpc	25,00	-0,667	5,175
Sol initial	Substratum calcaire	kac	30,00	0,333	1,203
Sol initial	Substratum calcaire	kpc	30,00	-0,667	6,293

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai minéral	15000	0,667	80736	29374
Sol initial	Remblai de décharge	1000	0,667	80736	794

ASSISTANTS

Assistant kh, Schmitt :

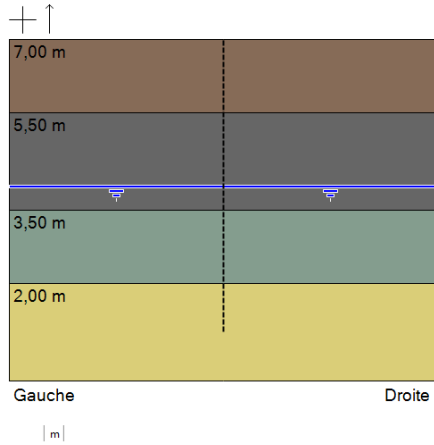
Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Alluvions argileuses	3000	0,667	80736	3436
Sol initial	Substratum calcaire	119000	0,500	80736	682512

Assistant paroi composite, Pieux circulaire :

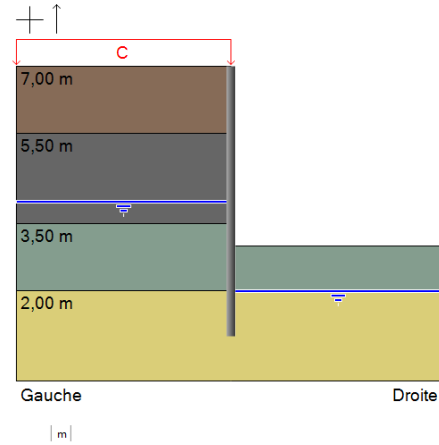
Action	[1],E [kN/m ²]	[1],eh [m]	[1],d [mm]	[2],E [kN/m ²]	[2],e [mm]	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	1E+007	0,38	500,00	1E+007	0,00	80736

SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



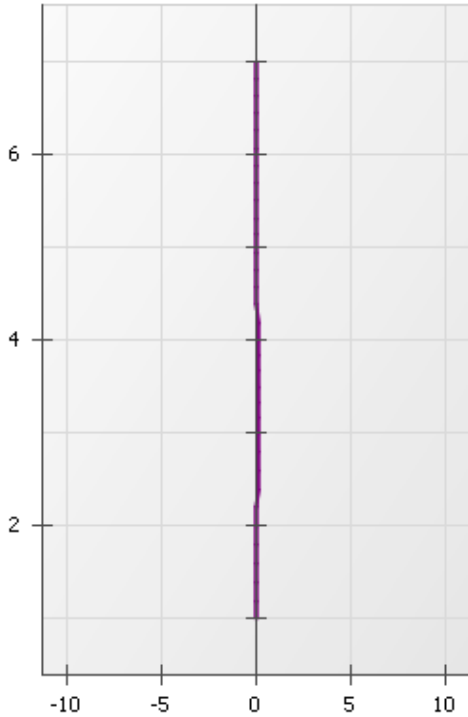
Phase 1 : Phase durable



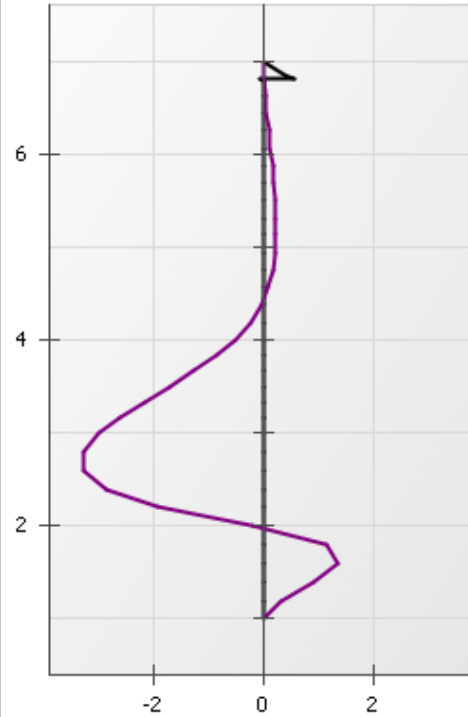
- Options MEL :
- Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [m] = 2,00$
- Excavation (côté droit) :
 $z_h [m] = 3,00$
- Surcharge de Caquot : (côté gauche) :
 $q [kN/m/m] = 10,00$

RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)

Déplacements [mm]

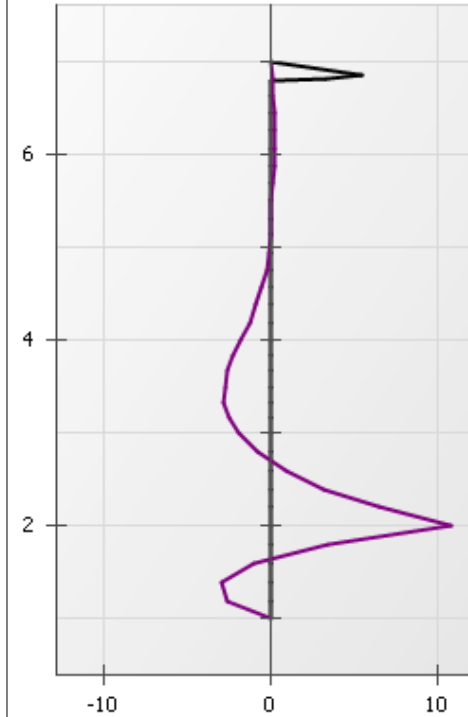


Moment [kNm/m]



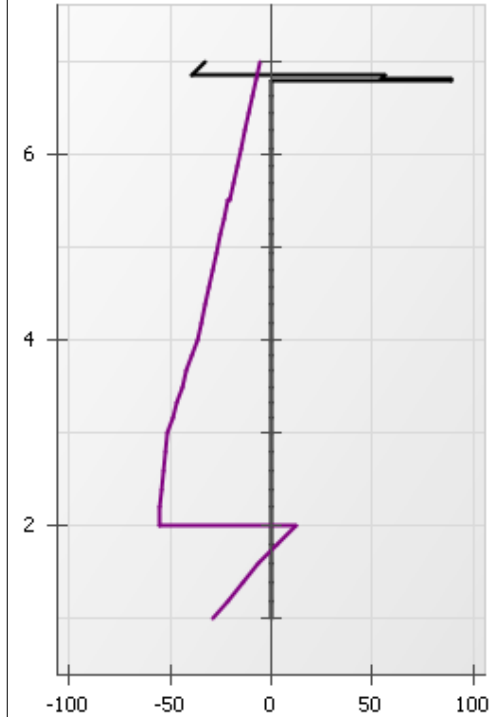
M.d min = -0,06 - M.d max = 0,56

Effort Tranchant [kN/m]



V.d min = 0,00 - V.d max = 5,42

Pressions terre/eau [kN/m/m]



Pd.d min = -39,54 - Pd.d max = 89,03

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ECR ENVIRONNEMENT SUD OUEST

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	0,56	5,42	OK	1,36	-
Extrema	-	0,00	-	0,56	5,42	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
sol - permanente (YG)	1,00	1,00
sol - variable (YQ)	1,11	1,11
écran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
écran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
écran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
cohésion (Yc)	1,00	1,00
angle de frottement (Yφ')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Durable

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

 Point de pression nulle : $z0 = 7,00$ m

 Point de moment nul : $zc = 6,81$ m

 Côte du pied de l'écran : $zp = 1,00$ m

 $f0 = z0 - zc = 0,19$ m

 $fb = z0 - zp = 6,00$ m

 $fb / f0 = 32,000$ ($\geq 1,2$)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

 $zn = -$

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

 $Ct,d = 6,68$ kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 47,09$ kN/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,814$
 $Cm,d \geq Ct,d$
Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 3,34$ kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

 $Pv,d = -1,98$ kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

 $Tv,d = 0,00$ kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

 $Fv,d = 0,00$ kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $Rv,d = 1,36$ kN/m

Charge verticale ELU de 1,36 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.



Affaire n° 3304764 - Extension STEP de SAINTES - G2-PRO

Vérification portance soutènement en pieux sécants FS Ø 500 mm à 13,5 m/TA pour l'ouvrage 1a

Charge admissible compression ELS $R_{c,cr,d} = 111,5 \text{ t/ml}$

Charge admissible traction ELS $R_{t,cr,d} = -43,3 \text{ t/ml}$

Type de Pieux:	FS	
Coefficients modèle	yR;d1 - Compression	1,15
	yR;d1 - Traction	1,4
	yR;d2	1,1
ELU Transitoire		
Coefficients partie	yb - Pointe	1,1
	ys - Compression	1,1
	ys;t - Traction	1,15
ELU Accidentel		
Coefficients partie	yb - Pointe	1
	ys - Compression	1
	ys;t - Traction	1,05
ELS - Caractéristiques		
Coefficients partie	yCr - Compression	0,9
	yCr;t - Traction	1,1
ELS Quasi-permanente		
Coefficients partie	yCr - Compression	1,1
	yCr;t - Traction	1,5

Cote NGF du niveau bas : **7,00** (m NGF)

Coupe type

Cote NGF		Couche :	Profondeur (m/TN)		H de la couche (en m)	Pression limite nette moyenne pl* en Mpa	Courbe	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Fsol(pl*) en kPa	qs (en kpa)	qs max en kPa	qs calcul en kPa	H x qs	Facteur de portance kp	Ple* en kpa (couche ancrage)
de	à		de	à											
7,0	5,5	Mort Terrain - RBL minéral	0,0	1,5	1,5	1,1	Q1	1,1	42,4	46,6	90	0,0	0,0		
5,5	3,5	Mort Terrain - RBL décharge	1,5	3,5	2,0	0,1	Q1	1,1	11,9	13,1	90	0,0	0,0		
3,5	2,0	Mort Terrain - Alluvions	3,5	5,0	1,5	0,2	Q1	1,1	20,4	22,5	90	0,0	0,0		
2,0	-4,0	Mort Terrain Subst. Calcaire	5,0	11,0	6,0	2,8	Q4	1,5	102,4	153,6	90	0,0	0,0		
-4,0	-8,0	Substratum calcaire	11,0	15,0	4,0	2,8	Q4	1,5	102,4	153,6	170	153,6	614,3	1,45	2800
-8,0		Substratum calcaire	15,0												

Diamètre du pieu	500 mm	Périmètre pour un pieux carré (en m ²)	2,000	Périmètre pour un pieux carré (en m ²)	2,000	au ml de rideau (2 faces)
Base du pieu descendu à	13,50 m/TN	Périmètre pour un pieux circulaire (en m ²)	1,571	Surface pour un pieux carrée (en m ²)	0,500	au ml de rideau
	-6,50 (m NGF)	Surface pour un pieux circulaire (en m ²)	0,25			
			0,1963			

Etats limites	ELS		ELU	
	Caractéristique	Quasi-permanente	Durable et transitoire	Accidentelle
Combinaisons				
Rs (en kN)	767,83	767,83	767,83	767,83
Rs;k (en kN)	606,98	606,98	606,98	606,98
Rs;k (en kN) - Traction	-498,59	-498,59	-498,59	-498,59
Rb (en kN)	2030,00	2030,00	2030,00	2030,00
Rb;k (en kN)	1604,74	1604,74	1604,74	1604,74
Rc (en kN)	2797,83	2797,83	2797,83	2797,83
Rc;k (en kN) - Compression	2211,72	2211,72	2211,72	2211,72
Rt;k (en kN) - Traction	-498,59	-498,59	-498,59	-498,59
Rc;d (en kN) - Compression			2010,66	2211,72
Rt;d (en kN) - Traction			-433,56	-474,85
Rc;cr;k (en kN) - Compression	1227,26	1227,26		
Rt;cr;k (en kN) - Traction	-349,01	-349,01		
Rc;cr;d (en kN) - Compression	1163,62	1115,69		
Rt;cr;d (en kN) - Traction	-317,28	-232,67		
σ béton (en MPa)	2,73	2,23	4,02	4,42

h	H x qs
1,5	0,0
2	0,0
1,5	0,0
6	0,0
4	614,3
0	0,0
0	0

0,0 sous-total

qs à l'ancrage (Mpa) 153,6
Valeur Kp 1,45
Valeur ple* (Mpa) 2800



Affaire n° 3304764 - Extension STEP de SAINTES - G2-PRO

Vérification portance soutènement en pieux sécants FS Ø 500 mm à 6,0 m/TA pour l'ouvrage 9a

Charge admissible compression ELS $R_{c,cr,d} = 70,5 \text{ t/ml}$

Charge admissible traction ELS $R_{t,cr,d} = -4,6 \text{ t/ml}$

Type de Pieux:	FS	
Coefficients modèle	yR;d1 - Compression	1,15
	yR;d1 - Traction	1,4
	yR;d2	1,1
ELU Transitoire		
Coefficients partie	yb - Pointe	1,1
	ys - Compression	1,1
	ys;t - Traction	1,15
	ELS - Caractéristiques	
Coefficients partie	yR;d1 - Compression	0,9
	yR;d1 - Traction	1,1
ELU Accidentel		
Coefficients partie	yb - Pointe	1
	ys - Compression	1
	ys;t - Traction	1,05
ELS Quasi-permanente		
Coefficients partie	yR;d1 - Compression	1,1
	yR;d1 - Traction	1,5

Cote NGF du niveau bas : **7,00** (m NGF)

Coupe type

Cote NGF	Couche :	Profondeur (m/TN)		H de la couche (en m)	Pression limite nette moyenne pl* (en Mpa)	Courbe	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Fsol(pl*) (en kPa)	qs (en kpa)	qs max (en kPa)	qs calcul (en kPa)	H x qs	Facteur de portance (kp)	Ple* en kpa (couche ancrage)
		de	à											
7,0	Mort Terrain - RBL minéral	0,0	1,5	1,5	1,1	Q1	1,1	42,4	46,6	90	0,0	0,0		
5,5	Mort Terrain - RBL décharge	1,5	3,5	2,0	0,1	Q1	1,1	11,9	13,1	90	0,0	0,0		
3,5	Mort Terrain - Alluvions	3,5	5,0	1,5	0,2	Q1	1,1	20,4	22,5	90	0,0	0,0		
2,0	Mort Terrain Subst. Calcaire	5,0	5,5	0,5	2,8	Q4	1,5	102,4	153,6	90	0,0	0,0		
1,5	Substratum calcaire	5,5	15,0	9,5	2,8	Q4	1,5	102,4	153,6	170	153,6	1458,9	1,248	2800
-8,0	Substratum calcaire	15,0												

Diamètre du pieu **500** mm
 Base du pieu descendu à **6,00** m/TN
1,00 (m NGF)

Périmètre pour un pieux carré (en m²) 2,000
 Périmètre pour un pieux circulaire (en m²) 1,571
 Surface pour un pieux carrée (en m²) 0,25
 Surface pour un pieux circulaire (en m²) 0,1963

Périmètre pour un pieux carré (en m²) 2,000
 Surface pour un pieux carrée (en m²) 0,500

au ml de rideau (2 faces)
 au ml de rideau

Etats limites	ELS		ELU	
	Caractéristique	Quasi-permanente	Durable et transitoire	Accidentelle
Rs (en kN)	153,57	153,57	153,57	153,57
Rs;k (en kN)	121,40	121,40	121,40	121,40
Rs;k (en kN) - Traction	-99,72	-99,72	-99,72	-99,72
Rb (en kN)	1747,20	1747,20	1747,20	1747,20
Rb;k (en kN)	1381,19	1381,19	1381,19	1381,19
Rc (en kN)	1900,77	1900,77	1900,77	1900,77
Rc;k (en kN) - Compression	1502,58	1502,58	1502,58	1502,58
Rt;k (en kN) - Traction	-99,72	-99,72	-99,72	-99,72
Rc;d (en kN) - Compression			1365,98	1502,58
Rt;d (en kN) - Traction			-86,71	-94,97
Rc;cr;k (en kN) - Compression	775,57	775,57		
Rt;cr;k (en kN) - Traction	-69,80	-69,80		
Rc;cr;d (en kN) - Compression	861,74	705,06		
Rt;cr;d (en kN) - Traction	-63,46	-46,53		
σ béton (en MPa)	1,72	1,41	2,73	3,01

h	H x qs
1,5	0,0
2	0,0
1,5	0,0
0,5	0,0
9,5	1458,9
0	0,0
0	0

0,0 sous-total

qs à l'ancrage (Mpa) 153,6
 Valeur Kp 1,248
 Valeur ple* (Mpa) 2800



PRÉFET DE LA CHARENTE-MARITIME

**Direction Départementale
des Territoires et de la Mer
de Charente-Maritime**

**Eau 17
131 cours Genêt
CS 50517
17119 SAINTES CEDEX**

**Service Eau, Biodiversité
et Développement Durable**

Dossier suivi par :
Caroline LAZARE

Mèl : caroline.lazare@charente-maritime.gouv.fr

Tél. : 05 16 49 62 62
Fax : 05-16-49-64-00

Objet : Réception du dossier de porter à connaissance concernant les travaux sur le poste de refoulement général et les ouvrages de pré-traitement de la station de traitement des eaux usées de Saintes

Réf. : GIE20-372

ROCHELLE, le 14 avril 2020

Monsieur le Directeur,

J'ai reçu votre dossier de porter à connaissance concernant les travaux sur le poste de refoulement général et les ouvrages de pré-traitements de la station de traitement des eaux usées de Saintes en version papier et numérique le 27 février 2020.

L'instruction de ce document a révélé que les modifications envisagées allaient améliorer le traitement des eaux et le fonctionnement de la station. Ces modifications ne sont ni substantielles, ni notables et elles ne nécessitent pas la modification de l'arrêté préfectoral n°10EB0331 du 22 juillet 2010 portant renouvellement de l'autorisation du système d'assainissement de la ville de Saintes.

Par conséquent, je prends acte de ces modifications. Le présent courrier ne vous dispense pas de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

L'autorisation actuelle a été délivrée le 22 juillet 2010 pour une durée de 10 ans. Ce délai a été prorogé de 18 mois par l'arrêté 19EB1243 amenant la validité de l'autorisation jusqu'au 22 janvier 2022, pour vous permettre de réaliser et de déposer votre dossier de demande d'autorisation environnementale.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, à l'expression de mes salutations distinguées.

P/Le chef du service
Eau, Biodiversité et Développement Durable,
Le responsable de l'unité Gestion des impacts sur l'eau
Yann Fontaine