

# 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 :

17-10-19

Dossier complet le :

17-10-19

N° d'enregistrement :

2019-9055

### 1. Intitulé du projet

Aménagement d'une résidence "Karma" à La Rochelle (17)

### 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

H9

Nom, prénom et qualité de la personne  
habilitée à représenter la personne morale

M. Julien ROBINEAU, Président de la S.A.S.

RCS / SIRET

8 3 0 2 6 0 8 0 8 0 0 0 1 9

Forme juridique S.A.R.L.

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.))
17d) 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 m <sup>3</sup> /heure.	Pompage temporaire de 30 m <sup>3</sup> /h (6 mois)

### 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

Le projet à l'étude concerne la réalisation de la résidence « Karma » constituée de 43 logements disposant d'un niveau en sous-sol à vocation de stationnement permettant d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants.

#### **4.2 Objectifs du projet**

Le projet à l'étude concerne la réalisation de la résidence « Karma » constituée de 43 logements disposant d'un niveau en sous-sol à vocation de stationnement permettant d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants (49 places de parking). Des niveaux piézométriques de hautes eaux exceptionnelles et de hautes eaux ont été estimés à 3,40 m NGF et 2,70 m NGF, soit 0,3 et 1 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel. En phase de chantier lors de la réalisation de la dalle du sous-sol, un système de drainage par des puisards et tranchées drainantes sera mis en place en fond de fouille du niveau sous-sol dirigeant les eaux vers un dispositif de pompage d'une capacité de débit maximale à 30 m<sup>3</sup>/h. La durée du chantier du sous-sol est estimée à 6 mois au maximum et se déroulera entre le 28 octobre 2019 et le 28 janvier 2020 (184 jours). Le volume global pompé en phase de travaux sera au maximum de 132 480 m<sup>3</sup>.

#### **4.3 Décrivez sommairement le projet**

##### **4.3.1 dans sa phase travaux**

La phase de travaux débutera par le pompage de la nappe superficielle. Ensuite, les terrassements des parkings souterrains puis la mise en forme des terrains seront entrepris avant de procéder à la construction du sous-sol. Le raccordement des réseaux et la mise en forme des aménagement de surface finaux se feront en suivant.

##### **4.3.2 dans sa phase d'exploitation**

Dans sa phase exploitation, le site présentera un fonctionnement indépendant de l'espace public en ce sens où le stationnement est intégralement géré in situ évitant toute perturbation externe. Le projet apportera un flux de circulation supplémentaire mais sa situation proche du centre-ville et sa desserte par le réseau de transport en commun permettra de limiter les perturbations.

**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).

Permis de construire

Autorisation temporaire au titre de la loi sur l'eau comprenant évaluation d'incidence sur Natura 2000 dans le cadre d'un rabattement de nappe en phase de travaux (création du parking souterrain)

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

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
Emprise des foncière :	3 443 m2
Nombre de place de stationnement :	49 en sous-sol

**4.6 Localisation du projet**

Adresse et commune(s)  
d'implantation

Rue Debussy  
17 000 LA ROCHELLE

Section cadastrale : CZ  
Parcelles : 382, 383, 446, 447,  
635, 633

Coordonnées géographiques<sup>1</sup>

Long. 1° 8' 13"22 Lat. 46° 9' 37"65

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 ?

<sup>1</sup> 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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LA ROCHELLE
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"/>	Plan d'exposition au bruit de l'agglomération de La Rochelle.
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D'après la localisation des zones humides du PLU de La Rochelle

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"/>	P.P.R.L. approuvé D'après les carte d'aléas prenant en compte l'événement Xynthia + 20 cm du P.P.R.L., le projet est situé hors zones à risque. Toutefois, d'après l'événement Xynthia + 60 cm du P.P.R.L., le projet est situé en aléa faible. Le projet est situé en partie en zone BS2 du P.P.R.L. (projet non interdit mais soumise à conditions)
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	L'environnement du projet (rayon de 100 m) est toutefois concerné par 10 sites industriels et activités de service (BASIAS)
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bassin des canaux du Curé, de Villedoux et de Marans à La Rochelle
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :</b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Lequel et à quelle distance ?</b>
D'un site Natura 2000 ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Les sites Natura 2000 les plus proches (ZPS et ZCS des Pertuis charentais) se trouvant à près de 1,9 km du site du projet (2,4 km en aval hydraulique)
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 ? Appréciez sommairement l'impact potentiel
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet nécessitera pour la réalisation du niveau souterrain, la mise en œuvre d'un dispositif de rabattement temporaire de la nappe superficielle présente dans les remblais du site. Les eaux d'exhaure seront traitées pour être rejetées avec un état compatible avec le maintien du bon état des masses d'eau. Le rejet se fera vers le réseau pluvial de la Ville. Les eaux rejoindront le Canal de Rompsay à 330 m du site. L'étude réalisée sur le site montre une absence d'impact notable sur la ressource en eau et les usages.
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet de rabattement ne concernera qu'une nappe superficielle développée au-dessus d'un niveau argileux (épaisseur 9 m) et ne constituant pas une masse d'eau.
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le creusement des niveaux souterrains en vue du stationnement générera des volumes de déblais notables qui seront évacués vers les filières réglementaires.
	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"/>	
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 projet se développe exclusivement sur des terrains aménagés exempt d'intérêt écologique (bâtiments et parkings).
	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"/>	

	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"/>	
<b>Risques</b>	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cf. P.P.R.L.
	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"/>	
<b>Nuisances</b>	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet vise la création de 43 logements , induisant un trafic supplémentaire dans le secteur. Le positionnement du site proche du centre-ville à proximité immédiate d'arrêts de bus, ainsi que des axes majeurs de desserte de l'agglomération permettra de limiter les perturbations.
	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"/>	

	<p>Engendre-t-il des odeurs ?</p> <p>Est-il concerné par des nuisances olfactives ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des vibrations ?</p> <p>Est-il concerné par des vibrations ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des émissions lumineuses ?</p> <p>Est-il concerné par des émissions lumineuses ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Un éclairage urbain sera mis en place au sein de l'opération de la même manière que sur les voies urbaines périphériques.</p>
<b>Emissions</b>	<p>Engendre-t-il des rejets dans l'air ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des rejets liquides ?</p> <p>Si oui, dans quel milieu ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Le projet induit une imperméabilisation des sols et donc des rejets d'eaux pluviales de ruissellement.</p> <p>Il intègre pour cela l'aménagement de bassin d'orage permettant un traitement quantitatif et qualitatif des eaux du site avant rejet au réseau pluvial communal.</p>
	<p>Engendre-t-il des effluents ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Le projet induit une production d'eaux usées supplémentaire (de l'ordre de 86 EH) prise en charge par la station d'épuration communautaire de Port-Neuf (La Rochelle) disposant d'une capacité nominale de 170 000 EH et recevant 141 732 EH en 2017.</p>
	<p>Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

<b>Patrimoine / Cadre de vie / Population</b>	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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se développe sur un secteur à vocation résidentielle et d'activités économiques à proximité du canal de Romsay.

**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 :

Le réaménagement urbain du de l'Est de la Rochelle vise une densification urbaine et l'accueil de nouveaux logements. La gestion des eaux pluviales sera adaptée.

Les effluents générés sont tout à fait absorbables par la station d'épuration de Port-Neuf.

Il n'est pas attendu d'effets cumulés négatifs de ces programmes.

**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) :

CF. Notice en annexes facultatives

### 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.

Il prend place sur des terrains exempts d'enjeu écologique notable.

Le projet intègre une gestion autonome des besoins en stationnements générés par la création des nouveaux logements.

Il est cohérent avec les dispositions prévues par les documents d'urbanisme (PLU actuel et futur PLUi) et le P.P.R.L.

### 8. Annexes

#### 8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - <b>non publié</b> ;	<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 checked="" 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
Dossier d'autorisation de rabattement temporaire de nappe (Loi sur l'eau et Natura 2000) Etudes de sol

**9. Engagement et signature**

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

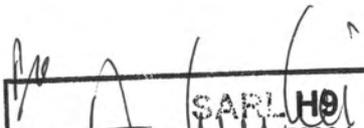
Fait à

La Rochelle

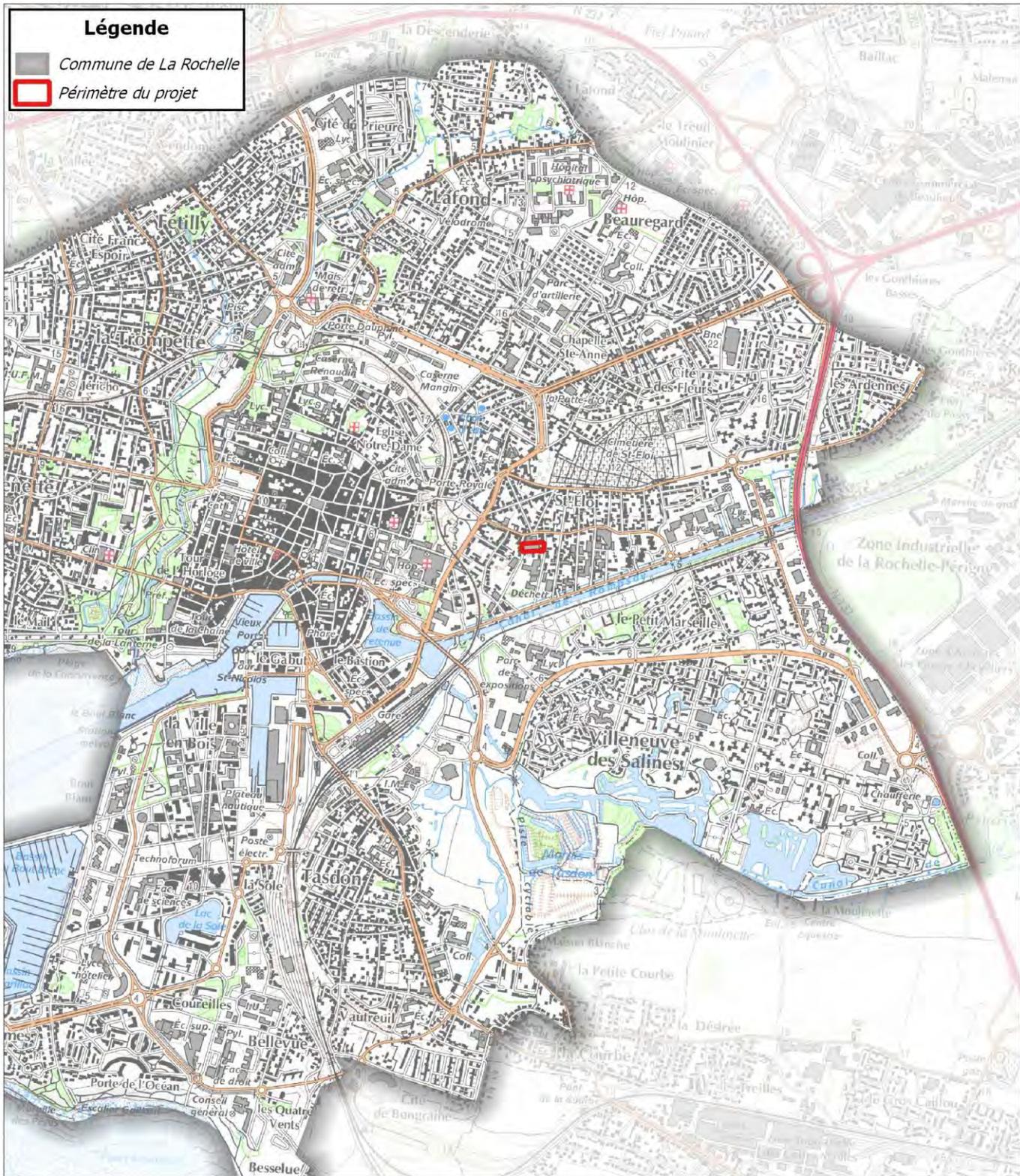
le,

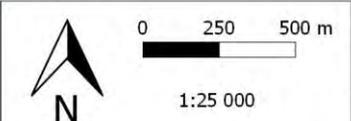
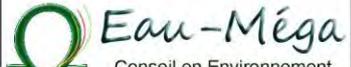
11 octobre 2019.

Signature

  
**SARL H9**  
40, rue de la Désirée - 17000 LA ROCHELLE  
Tél : 05.46.52.18.18  
SIRET : 830 260 808 00019 - APE : 4110A  
N°TVA intracom : FR 43 830260808





	 <p>1:25 000</p>	<p>Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle</p>
		<p>Source des données : Eau Méga</p>
		<p>Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000 Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement</p>
		



**Légende**

 Périmètre du projet



0 50 100 m

1:5 000

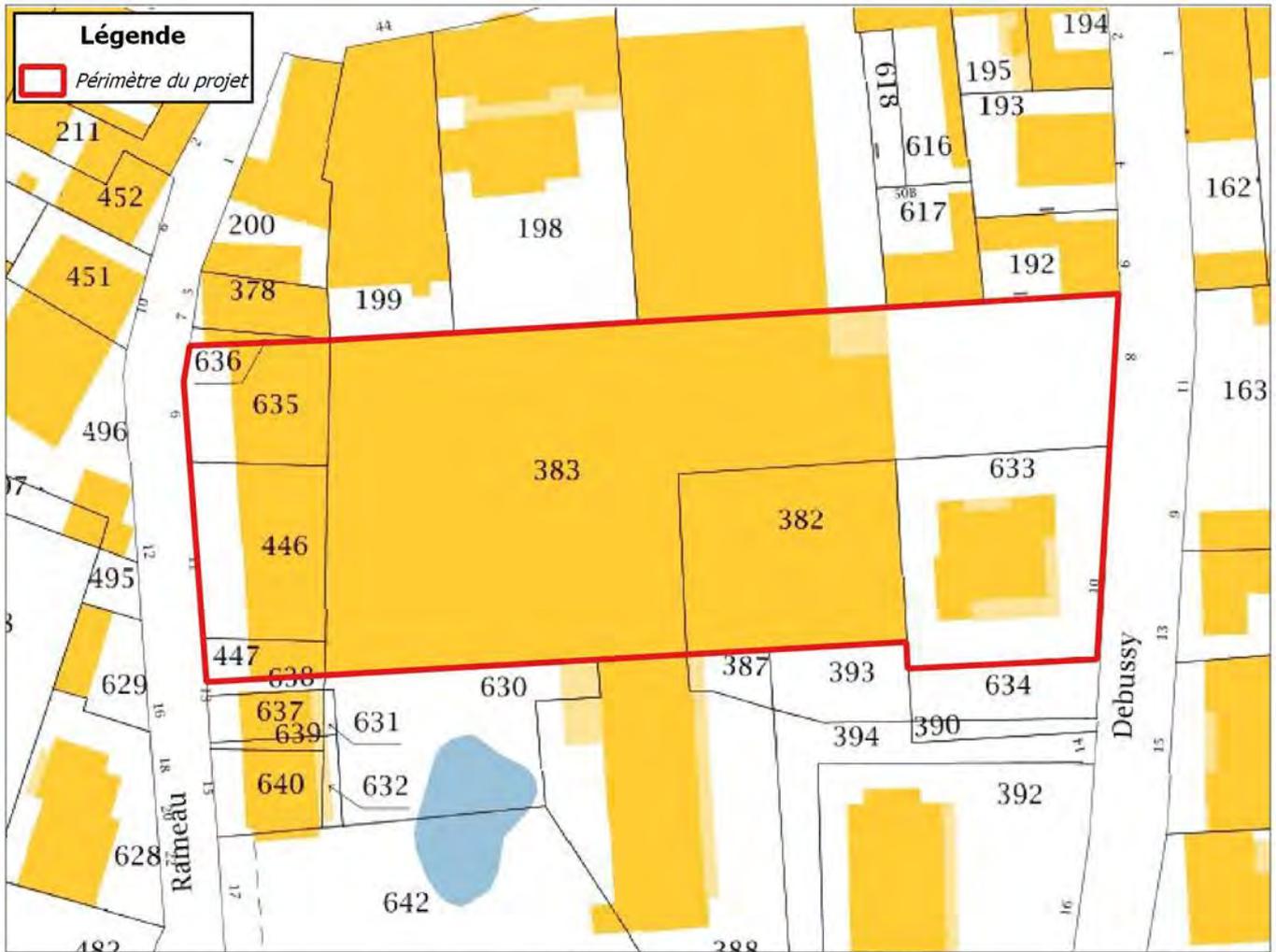


Projet : Programme immobilier KARMA  
Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle

Source des données : Eau Méga

Fond cartographique : BD Orthophotoplan 2017

Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement



0 7.5 15 m  
1:750

**Eau-Méga**  
Conseil en Environnement

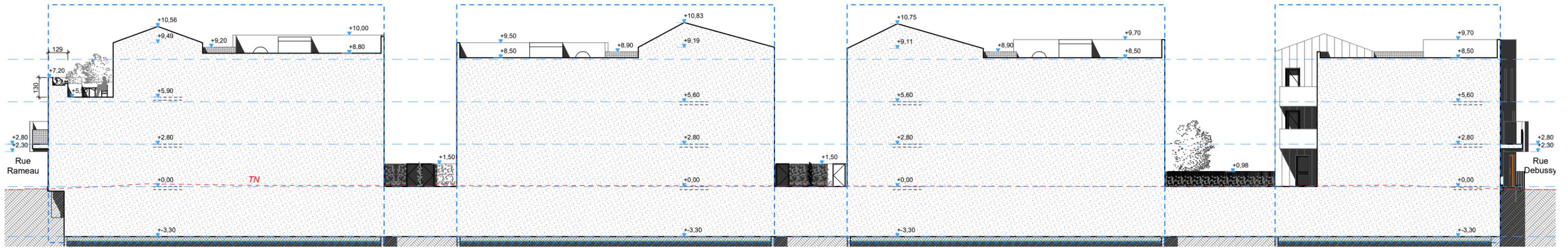
Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
Source des données : Eau Méga
Fond cartographique : Cadastre
Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement



			1:1 000	Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
				Source des données : Eau Méga
				Fond cartographique : BD ORTHOPHOTOPLAN 2017
				Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

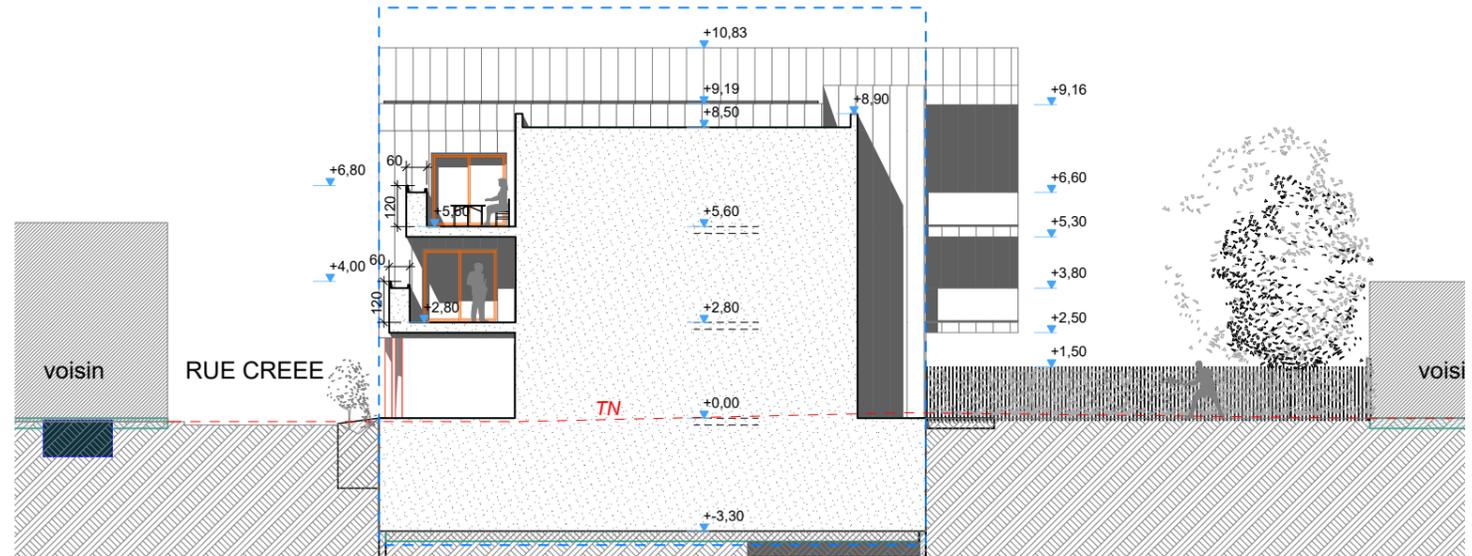






COUPE AA SUR TERRAIN

1:250

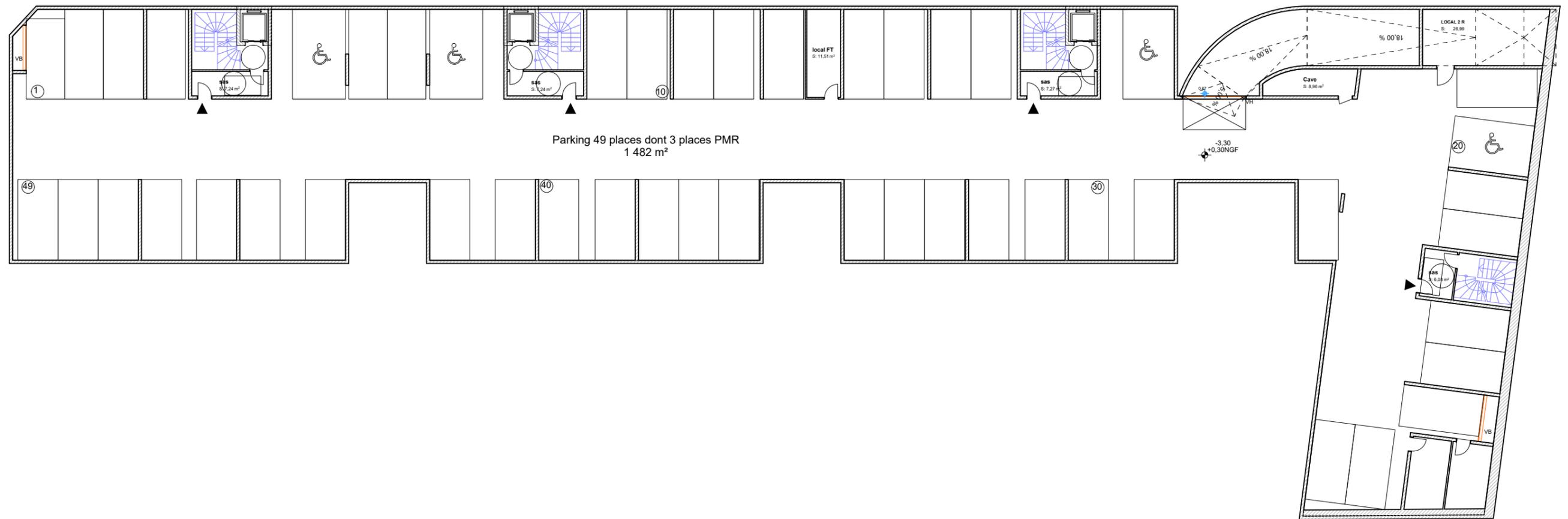
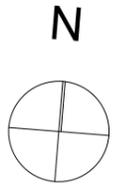


FACADE EST

1:200

Polygone d'emprise constructible

<b>PC</b> <b>PC</b>	<b>Construction de 43 logements</b> <b>ROMPSAY (17000 La Rochelle)</b>		<b>PC3</b>	GRIS F8BAA47D.jpg
	Maître d'Ouvrage : <b>SARL MEDIATIM</b> <b>PROMOTION</b>	D11.18 Ech : 1:250, 1:200 <b>COUPES AA ET BB</b>		

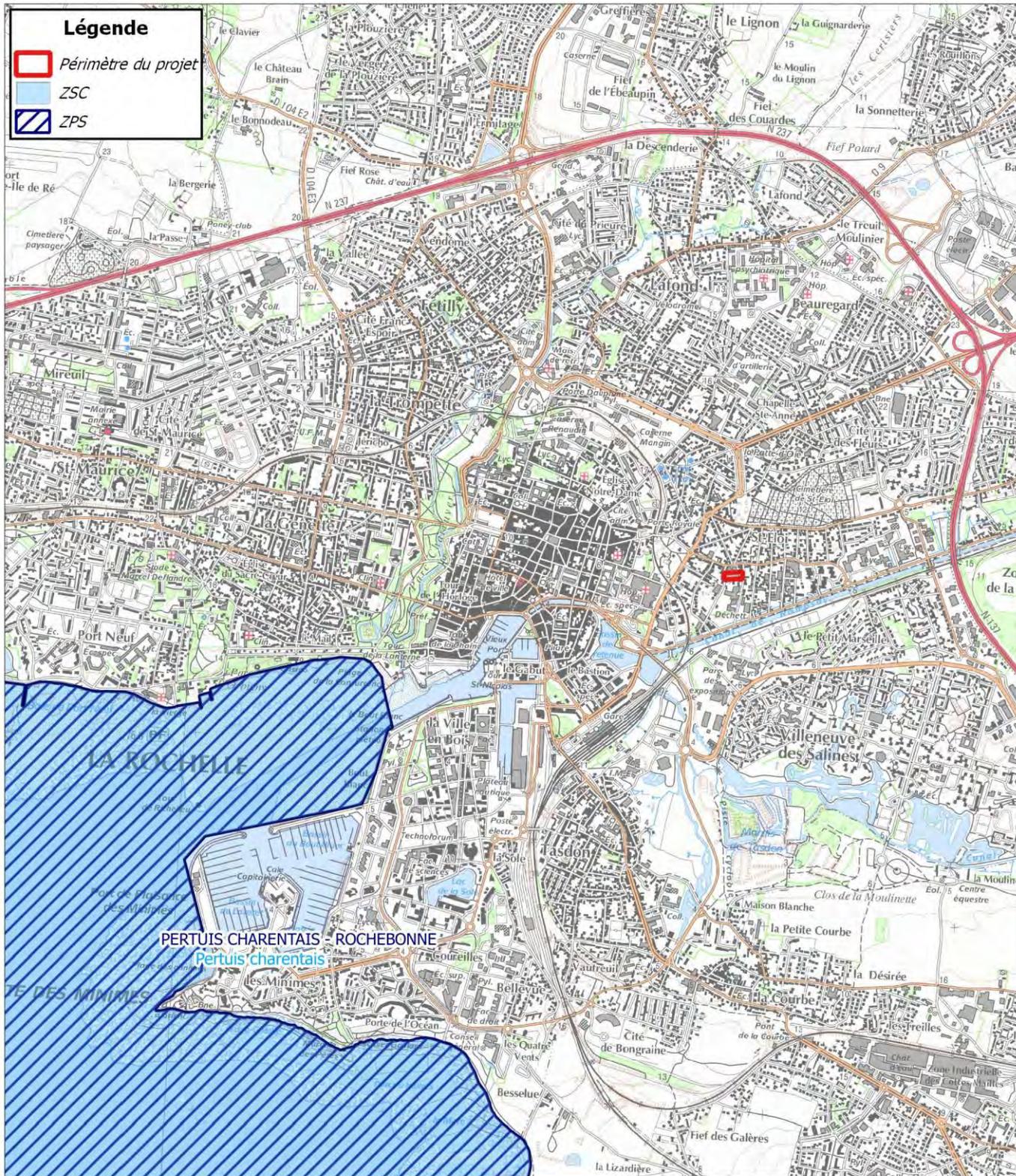


<b>PC</b> <b>PC</b>	<b>Construction de 43 logements</b> <b>ROMPSAY (17000 La Rochelle)</b>		<b>PC5</b>	GRIS F8BAA47D.jpg
	Maître d'Ouvrage : <b>SARL MEDIATIM</b> <b>PROMOTION</b>	Ech : 1:250 <b>PLAN SOUSSOL</b>		



0 20 40 m  
N  
1:2 000

Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
Source des données : Eau Méga
Fond cartographique : BD ORTHOPHOTOPLAN 2017
Réalisation : Eau-Méga - Conseil en environnement



Projet : Programme immobilier KARMA  
 Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle

Source des données : Eau Méga

Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000

Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

ANNEXES FACULTATIVES : DOSSIER D'AUTORISATION  
DE RABATTEMENT TEMPORAIRE DE NAPPE



Prises de vues du secteur du projet- StreetView et BD Orthophotoplan

*Programme immobilier KARMA  
Rue Rameau et Rue Debussy à La Rochelle*

*Dossier de demande d'**autorisation** temporaire  
de rabattement de nappe en phase travaux*

**Eau-Méga**  
Conseil en Environnement

*Demande d'autorisation environnementale au titre des articles  
L.214-1 et L.414-1 et suivants du Code de l'Environnement*

SAS au capital de 70 000 €

B . P . 4 0 3 2 2  
17313 Rochefort Cedex  
environnement@eau-mega.fr  
Tel : 05.46.99.09.27  
www.eau-mega.fr



Octobre  
2019

Statut	Établi par	Vérfié par	Approuvé par	Date	Référence	Indice
Définitif	T. BARBIER	S. MAZZARINO	T. BARBIER	15/10/2019	02-19-054	A

## Table des Matières

<b>Table des Matières</b>	<b>2</b>
<b>Liste des cartes</b>	<b>5</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>6</b>
<b>Préambule</b>	<b>7</b>
<b><i>Pièce I : Identification du Demandeur et de son Mandataire Eventuel</i></b>	<b>10</b>
<b><i>Pièce II : Emplacement sur Lequel le Projet Doit Être Réalisé</i></b>	<b>12</b>
<b><i>Pièce III : Attestation de Propriété du terrain ou Justification d'une Procédure d'Acquisition en Cours</i></b>	<b>17</b>
<b><i>Pièce IV : Description de la nature et du volume de l'activité, l'installation, l'ouvrage ou les travaux envisagés, de leurs modalités d'exécution et de fonctionnement, des procédés mis en œuvre, rubriques des nomenclatures concernées, moyens de suivi et de surveillance en cas d'incidence ou d'accident, nature, origine et volume des eaux utilisées ou affectées</i></b>	<b>22</b>
<b>I. Présentation du projet</b>	<b>23</b>
<b>II. Le contexte réglementaire du projet</b>	<b>25</b>
<b>III. Moyens de surveillance, d'entretien et d'intervention</b>	<b>26</b>
<b>IV. Nature, volume et origine des eaux utilisées ou affectées</b>	<b>27</b>
<b><i>Pièce V : Etude d'Incidence Environnementale</i></b>	<b>28</b>
<b>I. Analyse de l'état initial du site et de son environnement</b>	<b>29</b>
I.1. Le climat	29
I.2. Les sols et le sous-sol	29
I.2.1. Géologie	29
a. Géologie générale	29
b. Géologie locale - BRGM	29
c. Contexte structural	31
d. Coupe géologique du forage référencé le plus proche du projet de résidence immobilière	31
e. Etude de sol réalisée dans le cadre du présent projet	33
f. Etudes de sol réalisées dans d'autres projets dans un contexte similaire	33
I.2.2. Contexte hydrogéologique	35
a. Description du contexte général	35
b. Masse d'eau souterraine	36
c. Sensibilité aux remontées de nappes phréatiques définie par le B.R.G.M.	36
d. Les captages d'adduction d'eau potable (A.E.P.)	39

e. Ouvrages inventoriés à la BSS du BRGM	39
f. Fonctionnement hydrogéologique au droit du projet – Source : Hygeo et Compétence géotechnique	41
g. Esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur (nappe phréatique)	41
h. Esquisse piézométrique au droit du site	45
i. Pompage d'essai et suivis piézométriques – Source : HYGEO	45
j. Données qualitatives de la nappe au droit du projet	48
<b>I.3. L'hydrologie</b>	<b>48</b>
I.3.1. Contexte général	48
a. Histoire	48
b. Gestion et usages	49
c. Le fonctionnement	52
d. Le suivi qualitatif	53
I.3.2. Les masses d'eau	60
<b>I.4. Le milieu naturel</b>	<b>62</b>
I.4.1. La Z.N.I.E.F.F. des Marais de Tasdon et Lacs de Villeneuve	65
I.4.2. Pertuis Charentais	66
I.4.3. Milieu naturel au droit du site	70
I.4.4. Relation entre le projet et Natura 2000	71
<b>I.5. Les risques</b>	<b>73</b>
<b>II. Incidence du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique</b>	<b>78</b>
II.1. Incidences du pompage de rabattement de nappe sur les niveaux de nappe	78
II.1.1. Hypothèses de calcul et résultats	78
a. Scénario 1 : Rabattement au droit des remblais	79
b. Scénario 1 : Rabattement au droit des argiles	79
c. Conclusion	79
II.1.2. Incidences sur les captages d'alimentation en eau potable (AEP)	80
II.1.3. Incidences sur les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km	80
II.2. Incidence du pompage sur les eaux superficielles	80
II.2.1. Incidence quantitative du rabattement sur le milieu superficiel	80
II.2.2. Incidence qualitative du rabattement sur le milieu superficiel	80
<b>III. Mesures de réduction et d'accompagnement</b>	<b>81</b>
III.1. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux d'exhaure	81
III.1.1. Suivi de la nappe et des eaux d'exhaure	81
III.1.2. Gestion des risques de rejet de matières fines	81
a. Les types de décanteurs	82
b. Conclusion et dimensionnement	84
III.2. Prise en compte du risque de départ de polluants vers le canal de Marans (pollution accidentelle)	84
III.3. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux de ruissellement	85
<b>IV. Incidence du projet sur les sites Natura 2000 et mesures prévues</b>	<b>86</b>
<b>V. Compatibilité du Projet avec le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne</b>	<b>87</b>
<b>VI. Raisons pour lesquelles le projet a été retenu</b>	<b>90</b>

**Pièce VI : Eléments Graphiques, Plans ou Cartes Utiles à la Compréhension Des Pièces du**

<b>Dossier</b>	<b>91</b>
<b>Pièce VII : Note de Présentation Non Technique</b>	<b>93</b>
<b>I. Présentation du projet et son contexte</b>	<b>94</b>
<b>II. Incidence du projet et mesures mises en œuvre pour les supprimer, réduire ou compenser</b>	<b>94</b>
II.1. Incidence et mesures sur les eaux superficielles	94
II.2. Incidences et mesures concernant les captages d'alimentation en eau potable (AEP)	94
II.3. Incidences et mesures concernant les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km	95
II.4. Incidence et mesures concernant le milieu naturel et les sites Natura 2000	95
<b>Annexes</b>	<b>96</b>
<b>Annexe 1 : Etude géotechnique de conception, phase avant-projet, Alios Ingénierie, 2016</b>	<b>97</b>
<b>Annexe 2 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, Compétence géotechnique atlantique, 2018</b>	<b>98</b>
<b>Annexe 3 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, GEOTECHNIQUE OUEST, 2019</b>	<b>99</b>
<b>Annexe 4 : Décision de la DREAL vis-à-vis de la demande d'examen au cas par cas</b>	<b>100</b>



*Dans une logique de développement durable, ce document a été imprimé sur un papier entièrement recyclé certifié Ange Bleu.*

## Liste des cartes

Carte 1 : carte de localisation du projet _____	14
Carte 2 : prise de vue aérienne du secteur du projet _____	15
Carte 3 : extrait du plan cadastral du secteur du projet _____	16
Carte 4 : plan du réseau pluvial du secteur du projet _____	24
Carte 5 : <b>extrait de la carte géologique du B.R.G.M. du secteur d'étude</b> _____	30
Carte 6 : carte de localisation des ouvrages de la Banque de Données du Sous-Sol _____	32
Carte 7 : carte de localisation des sondages de sol (GEOTECHNIQUE OUEST) _____	34
Carte 8 : carte de la sensibilité aux remontées de nappes phréatiques _____	38
Carte 9 : esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur sur la zone d'étude (mesures du 5 juin 2019, période de basses eaux) – Source : HYGEO _____	44
Carte 10 : localisation des piézomètres de suivi rue Maurice Ravel _____	46
Carte 11 : extrait du plan de la rivière pour la communication de Niort à La Rochelle (1756 Archives municipales de La Rochelle) _____	49
Carte 12 : localisation des points de suivi de la qualité des eaux du Canal (stations 6, 7, 8 et 10) _____	54
Carte 13 : carte des sites du réseau Natura 2000 _____	63
Carte 14 : carte des Z.N.I.E.F.F. _____	64
Carte 15 : extrait de la carte de pré-location de zones humides de Charente-Maritime du secteur du projet (DREAL Nouvelle Aquitaine) _____	71
Carte 16 : localisation des zones humides de La Rochelle (PLU de La Rochelle) _____	72
<b>Carte 17 : extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +20 cm – P.P.R.L. de La Rochelle</b> _____	74
Carte 18 : <b>extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +60 cm – P.P.R.L. de La Rochelle</b> _____	75
Carte 19 : cartes du zonage (PPRL de La Rochelle) _____	76

## Liste des tableaux

Tableau 1 : références cadastrales du projet _____	13
Tableau 2 : rubriques de la nomenclature selon les articles R.214-1 et suivants du Code de l'environnement _____	25
Tableau 3 : climatologie mensuelle à la station départementale de La Rochelle de 1961 à 1990 _____	29
Tableau 4 : coupe géologique reconstituée du forage n°06338X019 (Z sol = + 3,4 m) – Source : BSS _____	31
Tableau 5 : coupe géologique reconstituée du forage n°06338X0115 (Z sol = + 11,0 m) – Source : HYGEO _____	33
Tableau 6 : description des faciès lithologiques (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019) _____	33
Tableau 7 : description des faciès lithologiques (Alios et Compétence géotechnique) _____	35
Tableau 8 : ouvrages recensés à la Banque du Sous-Sol du BRGM dans un rayon d'1 km autour du projet de résidence immobilière _____	40

Tableau 9 : principales caractéristiques des puits et piézomètres recensés lors de la campagne de terrain le 5 juin 2019 et mesures réalisées – Source : HYGEO	43
Tableau 10 : caractéristiques hydrodynamiques moyennes de la nappe des calcaires déterminées au Nord du site Pentecôte	45
Tableau 11 : niveaux d'eau mesurés sur le site du projet (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019)	46
Tableau 12 : espèces d'intérêt communautaire recensées au sein du SIC du Pertuis Charentais	67
Tableau 13 : habitats de l'annexe I de la Directive « Habitats » recensés dans le SIC du Pertuis Charentais	67
Tableau 14 : espèces d'oiseaux justifiant la désignation de la ZPS du Pertuis Charentais – Rochebonne	69
Tableau 15 : taux d'abattement des M.E.S. selon la vitesse de chute	84
Tableau 16 : compatibilité du projet avec le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne	87

## Liste des figures

Figure 1 : coupe de principe de fonctionnement des nappes superficielles (B.R.G.M.)	36
Figure 2 : schéma des cotes d'eau extrapolés au projet Karma	47
Figure 3 : vues du Tunnel Saint-Léonard	51
Figure 4 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 6	56
Figure 5 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 7	57
Figure 6 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 8	58
Figure 7 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 10	59
Figure 8 : bilan provisoire sur les résultats acquis dans le cadre du programme de surveillance de la DCE 2000/60/CE – Source : Ifremer	61
Figure 9 : vue du site à aménager	70
Figure 10 : schéma de principe du système de filtration des eaux – prise d'eau de rabattement de nappe	81
Figure 11 : schéma et exemples de décanteurs horizontaux (source : Chambéry Métropole)	82
Figure 12 : schéma d'un décanteur lamellaire (source : Guide Nr HOE, 2014)	83
Figure 13 : analyse multicritère des types de décanteurs	84
Figure 14 : bassin de décantation temporaire des eaux de ruissellement en phase de chantier avec filtre à paille en sortie	85

## Préambule

Notre bureau d'études, la S.A.S. Eau-Méga Conseil en Environnement a réalisé le présent document dans le cadre de l'aménagement d'une résidence immobilière avec parking souterrain située entre la rue Rameau et la rue DEBUSSY à La Rochelle par la Société H9 Karma.

La présente demande est réalisée au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement dans le cadre des rubriques 1.1.2.0. et 1.3.1.0. de la nomenclature, portant sur un pompage temporaire dans la nappe superficielle. Dans le but de définir les dispositions nécessaires au rabattement de nappe durant la phase de travaux, les données hydrogéologiques issues d'études conduites par le bureau d'études HYGEO et Compétence géotechnique au niveau de contexte géologiques similaires ont permis d'alimenter le présent document.

Conformément aux prescriptions de l'article R.181-13 du Code de l'Environnement, modifié par Décret n°2017-81 du 26 janvier 2017, dont un extrait est présenté ci-dessous, la demande d'autorisation environnementale comprend :

- 1) Lorsque le pétitionnaire est une personne physique, ses nom, prénoms, date de naissance et adresse et, s'il s'agit d'une personne morale, sa dénomination ou sa raison sociale, sa forme juridique, son numéro de SIRET, l'adresse de son siège social ainsi que la qualité du signataire de la demande ;
- 2) La mention du lieu où le projet doit être réalisé ainsi qu'un plan de situation du projet à l'échelle 1/25 000, ou, à défaut au 1/50 000, indiquant son emplacement ;
- 3) Un document attestant que le pétitionnaire est le propriétaire du terrain ou qu'il dispose du droit d'y réaliser son projet ou qu'une procédure est en cours ayant pour effet de lui conférer ce droit ;
- 4) Une description de la nature et du volume de l'activité, l'installation, l'ouvrage ou les travaux envisagés, de ses modalités d'exécution et de fonctionnement, des procédés mis en œuvre, ainsi que l'indication de la ou des rubriques des nomenclatures dont le projet relève. Elle inclut les moyens de suivi et de surveillance, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ainsi que les conditions de remise en état du site après exploitation et, le cas échéant, la nature, l'origine et le volume des eaux utilisées ou affectées ;
- 5) Soit, lorsque la demande se rapporte à un projet soumis à évaluation environnementale, l'étude d'impact réalisée en application des articles R. 122-2 et R. 122-3, s'il y a lieu actualisée dans les conditions prévues par le III de l'article L. 122-1-1, soit, dans les autres cas, l'étude d'incidence environnementale prévue par l'article R. 181-14 (cf. infra – ndlr) ;
- 6) Si le projet n'est pas soumis à évaluation environnementale à l'issue de l'examen au cas par cas prévu par l'article R. 122-3, la décision correspondante, assortie, le cas échéant, de l'indication par le pétitionnaire des modifications apportées aux caractéristiques et mesures du projet ayant motivé cette décision ;
- 7) Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles prévues par les 4° et 5° ;
- 8) Une note de présentation non technique.

L'étude d'incidence environnementale :

- 1) *Décrit l'état actuel du site sur lequel le projet doit être réalisé et de son environnement ;*
- 2) *Détermine les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes du projet sur les intérêts mentionnés à l'article L. 181-3 eu égard à ses caractéristiques et à la sensibilité de son environnement ;*
- 3) *Présente les mesures envisagées pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement et la santé, les compenser s'ils ne peuvent être évités ni réduits et, s'il n'est pas possible de les compenser, la justification de cette impossibilité ;*
- 4) *Propose des mesures de suivi ;*
- 5) *Indique les conditions de remise en état du site après exploitation ;*
- 6) *Comporte un résumé non technique.*

**L'article R.414-23 du Code de l'Environnement**, modifié par le décret n°2010-365 du 9 avril 2010, article 1, **précisant le contenu du dossier d'évaluation des incidences Natura 2000, est présenté ci-dessous :**

*Le dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 est établi, s'il s'agit d'un document de planification, par la personne publique responsable de son élaboration, s'il s'agit d'un programme, d'un projet ou d'une intervention, par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire, enfin, s'il s'agit d'une manifestation, par l'organisateur.*

*Cette évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence.*

*I) Le dossier comprend dans tous les cas :*

*(1) Une présentation simplifiée du document de planification, ou une description du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, accompagnée d'une carte permettant de localiser l'espace terrestre ou marin sur lequel il peut avoir des effets et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par ces effets ; lorsque des travaux, ouvrages ou aménagements sont à réaliser dans le périmètre d'un site Natura 2000, un plan de situation détaillé est fourni ;*

*(2) Un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le document de planification, le programme, le projet, la manifestation ou l'intervention est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ; dans l'affirmative, cet exposé précise la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés, compte tenu de la nature et de l'importance du document de planification, ou du programme, projet, manifestation ou intervention, de sa localisation dans un site Natura 2000 ou de la distance qui le sépare du ou des sites Natura 2000, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques du ou des sites Natura 2000 et de leurs objectifs de conservation.*

*II) Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou*

*l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites.*

*III) S'il résulte de l'analyse mentionnée au II que le document de planification, ou le programme, projet, manifestation ou intervention peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation ou pendant la durée de la validité du document de planification, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier comprend un exposé des mesures qui seront prises pour supprimer ou réduire ces effets dommageables.*

*IV) Lorsque, malgré les mesures prévues au III, des effets significatifs dommageables subsistent sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier d'évaluation expose, en outre :*

*(1) La description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier l'approbation du document de planification, ou la réalisation du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, dans les conditions prévues aux VII et VIII de l'article L. 414-4 ;*

*(2) La description des mesures envisagées pour compenser les effets dommageables que les mesures prévues au III ci-dessus ne peuvent supprimer. Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000. Ces mesures compensatoires sont mises en place selon un calendrier permettant d'assurer une continuité dans les capacités du réseau Natura 2000 à assurer la conservation des habitats naturels et des espèces. Lorsque ces mesures compensatoires sont fractionnées dans le temps et dans l'espace, elles résultent d'une approche d'ensemble, permettant d'assurer cette continuité ;*

*(3) L'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires, qui sont assumées, pour les documents de planification, par l'autorité chargée de leur approbation, pour les programmes, projets et interventions, par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire bénéficiaire, pour les manifestations, par l'organisateur bénéficiaire.*

PIECE I : IDENTIFICATION DU DEMANDEUR ET DE  
SON MANDATAIRE EVENTUEL

Nom et/ou raison sociale du pétitionnaire :

S.A.R.L. H9

N° SIRET : 830 260 808 00019

Représentée par son gérant : M. Julien ROBINEAU

Adresse :

Affaire suivie par : M. Antoine KERSEBET

40 rue de la Désirée

17 000 La Rochelle

---

PIECE II : EMBLACEMENT SUR LEQUEL LE PROJET  
DOIT ÊTRE REALISE

Département :

Charente-Maritime (17)

Commune :

La Rochelle (17 000)

Occupation actuelle des sols :

Site urbanisé

Références cadastrales :

Tableau 1 : références cadastrales du projet

Commune	Section	Numéro	Adresse	Contenance totale
LA ROCHELLE	CZ	382	RUE RAMEAU	455 m <sup>2</sup>
LA ROCHELLE	CZ	383	8 RUE DEBUSSY	2 047 m <sup>2</sup>
LA ROCHELLE	CZ	446	11 RUE RAMEAU	246 m <sup>2</sup>
LA ROCHELLE	CZ	447	RUE RAMEAU	44 m <sup>2</sup>
LA ROCHELLE	CZ	635	7 RUE RAMEAU	195 m <sup>2</sup>
LA ROCHELLE	CZ	633	10 RUE DEBUSSY	456 m <sup>2</sup>

Coordonnées du projet (Lambert RGF 93 – partie centrale du projet) :

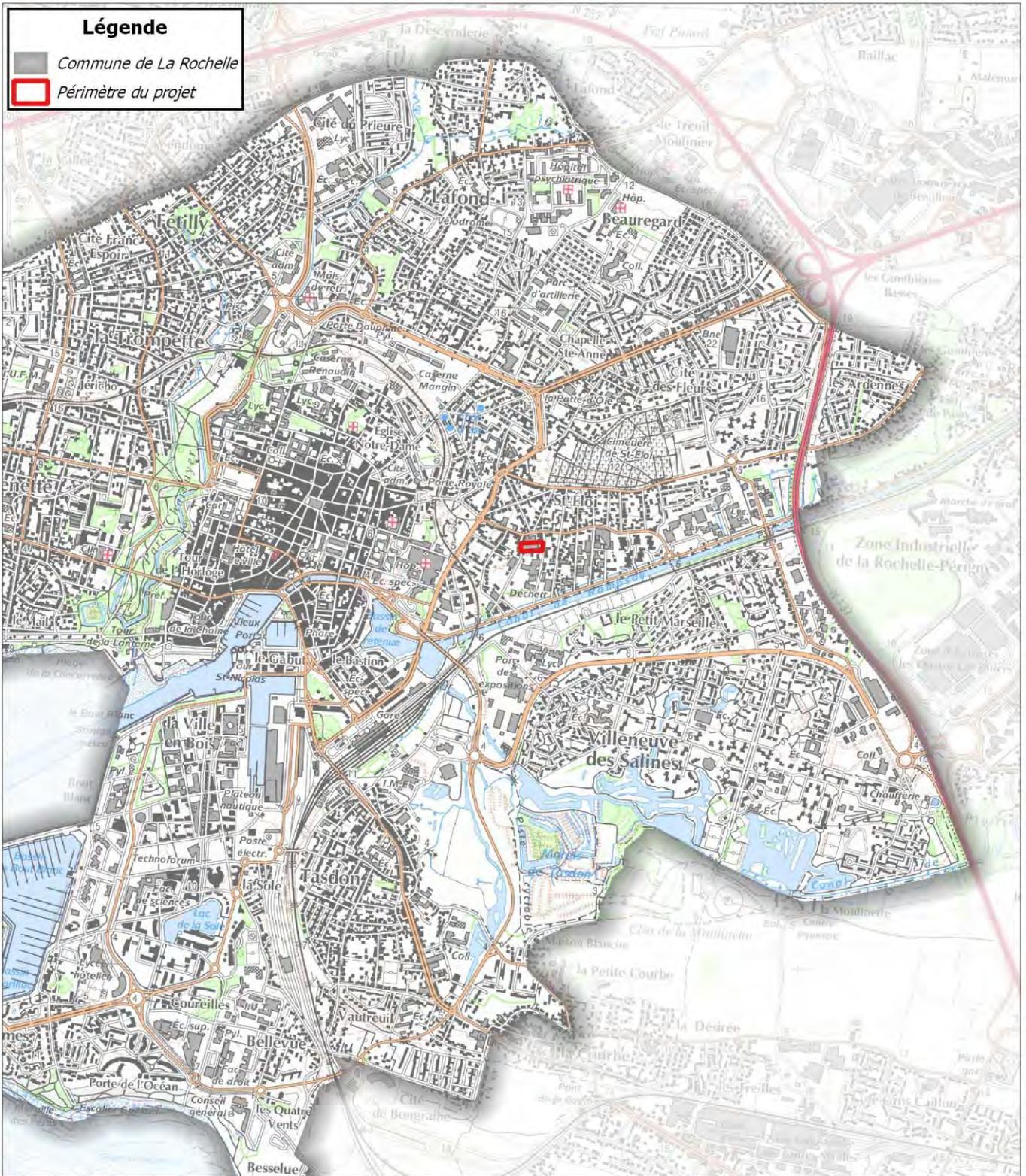
X = 380 914 m

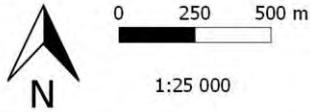
Y = 6 570 658 m

Z = ~ 3,7 m NGF

Les documents cartographiques ci-dessous sont présentés au cours des pages suivantes :

- une carte de localisation du projet au 1/25.000<sup>ème</sup>,
- une prise de vue aérienne du secteur du projet au 1/5.000<sup>ème</sup>,
- un plan cadastral du périmètre du projet au 1/750<sup>ème</sup>.



		Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
		Source des données : Eau Méga
		Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000
		Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

Carte 1 : carte de localisation du projet



**Légende**  
Périmètre du projet



0 50 100 m



1:5 000



**Eau-Méga**  
Conseil en Environnement

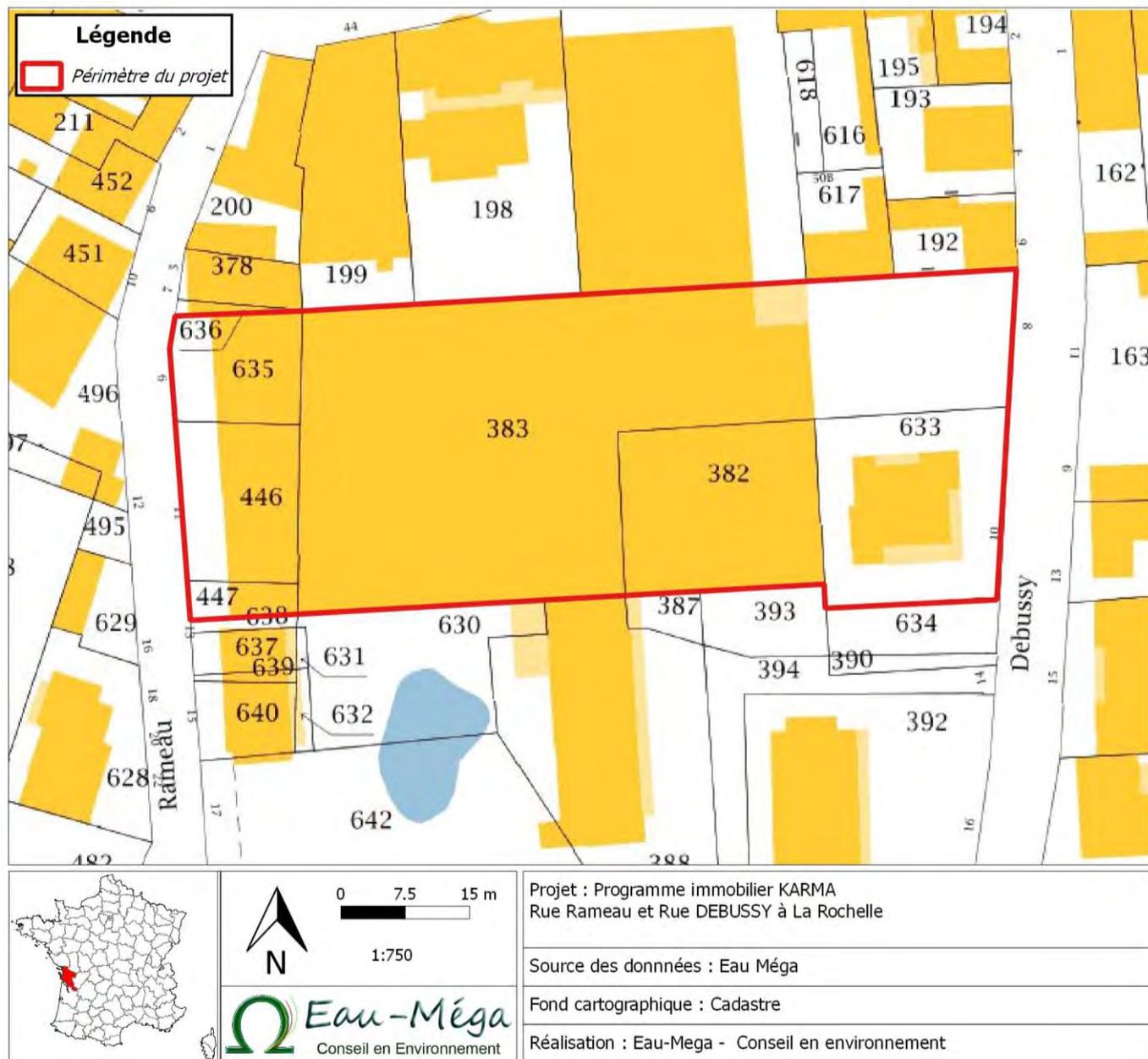
Projet : Programme immobilier KARMA  
Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle

Source des données : Eau Méga

Fond cartographique : BD Orthophotoplan 2017

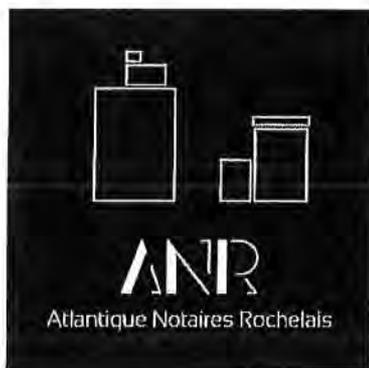
Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

Carte 2 : prise de vue aérienne du secteur du projet



Carte 3 : extrait du plan cadastral du secteur du projet

PIECE III : ATTESTATION DE PROPRIETE DU TERRAIN  
OU JUSTIFICATION D'UNE PROCEDURE D'ACQUISITION  
EN COURS



# Jean-Christophe LABBE

Notaire associé

35 rue la Noue  
17000 LA ROCHELLE

jean-christophe.labbe@notaires.fr

Me Rémy CORBELLE  
Me Jean-Christophe LABBE  
Me Bertrand RAGUET  
Me Vincent LINET  
Me Carole DELBOS  
Me Julie HAYES  
Me Laure DELVAL

## ATTESTATION

Dossier N° A 2018 51807

VTE CTS SAVINEAU/SARL H9

N/Réf JCL/LD/EC - Julien DESSENDRE

julien.dessendre.17107@notaires.fr

Ligne directe :

Standard : 05 46 28 01 00

*Merci de privilégier les courriels*

Maître Jean-Christophe LABBE, notaire associé soussigné, membre de la Société "ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS" Société d'Exercice Libéral à responsabilité limitée titulaire d'un office notarial dont le siège social est à LA ROCHELLE (Charente-Maritime), 35 rue La Noue,

### ATTESTE :

Qu'aux termes d'un acte reçu par moi, le **26 juin 2019**,  
Avec la participation de Maître Dorothée DESFOSSES-MOREAU, Notaire à LA ROCHELLE CEDEX, assistant Madame Nadège SAVINEAU,

Madame Nadège Jeanne SAVINEAU, retraitée, demeurant à LA ROCHELLE (17000), 16 rue Debussy, Bâtiment 1 RDC droit.

Née à LA ROCHELLE (17000), le 19 octobre 1949.

Divorcée en uniques noces de Monsieur Alain Yves MARINO, suivant jugement du Tribunal de grande instance de POITIERS, en date du 28 février 1990.

Madame Yasmine Christiane SAVINEAU, sans profession, demeurant à MORELOS (MEXIQUE), Club de Golf Los Tabachines, Paseo Bugambillas N° 61, 62498 Cuernavaca.

Née à LA ROCHELLE (17000), le 08 août 1951.

Epouse en uniques noces de Monsieur Dominique Robert Georges CHEVALIER.

Monsieur et Madame CHEVALIER mariés à la Mairie de LA ROCHELLE (17000), le 14 avril 1973, sous le régime légal de la communauté de biens réduite aux acquêts, à défaut de contrat de mariage préalable à leur union, lequel régime n'a subi aucune modification conventionnelle ou judiciaire.

### Ont vendu à :

Réception de 9h00 à 12h30 et de 13h30 à 18h30,  
Le Samedi sur Rendez-vous

SELARL ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS  
Titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE depuis 1972  
R.C.S. LA ROCHELLE 844 195 149

Membre d'une association agréée. Le règlement des honoraires par chèque est accepté.

La société dénommée "H9",  
Société à responsabilité limitée au capital de DEUX MILLE EUROS (2.000,00 €),  
dont le siège social est à LA ROCHELLE (17000), 40 rue de la Désirée.  
Immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de LA ROCHELLE et  
identifiée sous le numéro SIREN 830 260 808.

**La pleine propriété du ou des immeubles ci-après désignés :**

**COMMUNE DE LA ROCHELLE (Charente-Maritime)**

Un ensemble immobilier situé à LA ROCHELLE (17000), 8 rue Debussy,  
comprenant:

Un local à usage de hangar et d'entrepôt d'une superficie totale d'environ 1.000,00m<sup>2</sup>,  
Un local à usage de hangar et de garages d'une superficie totale d'environ 1.370,00m<sup>2</sup>

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieu dit	Contenance
	CZ	0382	RUE RAMEAU	04 a 55 ca
	CZ	0383	8 RUE DEBUSSY	20 a 47 ca
	CZ	0446	11 RUE RAMEAU	02 a 46 ca
	CZ	0447	RUE RAMEAU	44 ca
	CZ	0635	7 RUE RAMEAU	01 a 95 ca
Contenance totale				29 a 87 ca

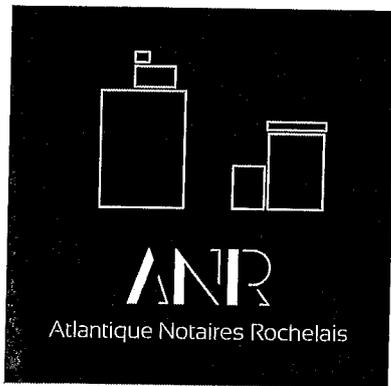
En foi de quoi, j'ai délivré la présente attestation établie sur deux pages, destinée à  
valoir et servir ce que de droit.

A La Rochelle,  
Le 16 septembre 2019



Réception de 9h00 à 12h30 et de 13h30 à 18h30.  
Le Samedi sur Rendez-vous

SELARL ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS  
Titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE depuis 1972  
R.C.S. LA ROCHELLE 844 195 149  
Membre d'une association agréée. Le règlement des honoraires par chèque est accepté.



# Jean-Christophe LABBE

Notaire associé

35 rue la Noue  
17000 LA ROCHELLE

jean-christophe.labbe@notaires.fr

Me Rémy CORBELLE  
Me Jean-Christophe LABBE  
Me Bertrand RAGUET  
Me Vincent LINET  
Me Carole DELBOS  
Me Julie HAYES  
Me Laure DELVAL

Dossier N° A 2019 56397

VENTE EPF / H9

N/Réf Standard : 05 46 28 01 00

Merci de privilégier les courriels

## ATTESTATION

Maître Laure DELVAL substituant Maître Jean-Christophe LABBE, notaire associé soussigné, membre de la Société "ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS" Société d'Exercice Libéral à responsabilité limitée titulaire d'un office notarial dont le siège social est à LA ROCHELLE (Charente-Maritime), 35 rue La Noue,

### ATTESTE :

Qu'aux termes d'un acte reçu par moi, le 25 septembre 2019,  
Avec la participation de Maître Thomas DUBURCQ-HAIE, Notaire à POITIERS, assistant le vendeur,

L'établissement dénommé "ETABLISSEMENT PUBLIC FONCIER DE NOUVELLE-AQUITAINE", Etablissement public d'Etat à caractère industriel et commercial dont le siège social est à POITIERS (86000), 107 boulevard du Grand Cerf, CS 70432.

Identifié sous le numéro SIREN 510 194 186 au Registre du Commerce et des Sociétés de POITIERS.

A vendu à :

La société dénommée "H9",  
Société à responsabilité limitée au capital de DEUX MILLE EUROS (2.000,00 €), dont le siège social est à LA ROCHELLE (17000), 40 rue de la Désirée.

Immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de LA ROCHELLE et identifiée sous le numéro SIREN 830 260 808.

Réception de 9h00 à 12h30 et de 13h30 à 18h30.  
Le Samedi sur Rendez-vous

SELARL ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS  
Titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE depuis 1972  
R.C.S. LA ROCHELLE 844 195 149  
Membre d'une association agréée. Le règlement des honoraires par chèque est accepté.

La pleine propriété du ou des immeubles ci-après désignés :

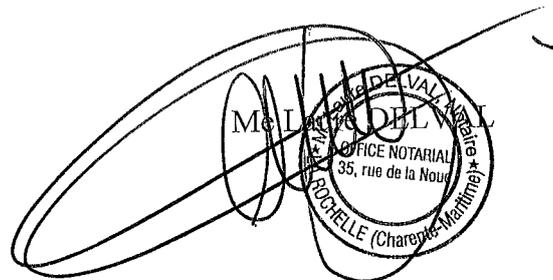
**COMMUNE DE LA ROCHELLE (Charente-Maritime)**

Une maison de plain-pied destinée à être démolie située à LA ROCHELLE (17000), 10 rue Debussy, composée d'une entrée, salon-séjour avec cheminée, dégagement, deux chambres, deux salles de bains, WC, cuisine, bureau, garage et terrain attenant  
Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	CZ	0633	10 RUE DEBUSSY	04 a 56 ca
Contenance totale				04 a 56 ca

En foi de quoi, j'ai délivré la présente attestation établie sur deux pages, destinée à valoir et servir ce que de droit.

A La Rochelle,  
Le 25 septembre 2019



Réception de 9h00 à 12h30 et de 13h30 à 18h30.  
Le Samedi sur Rendez-vous

SELARL ATLANTIQUE NOTAIRES ROCHELAIS  
Titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE depuis 1972  
R.C.S. LA ROCHELLE 844 196 149

Membre d'une association agréée. Le règlement des honoraires par chèque est accepté.

PIECE IV : DESCRIPTION DE LA NATURE ET DU  
VOLUME DE L'ACTIVITE, L'INSTALLATION, L'OUVRAGE OU  
LES TRAVAUX ENVISAGES, DE LEURS MODALITES  
D'EXECUTION ET DE FONCTIONNEMENT, DES PROCEDES  
MIS EN ŒUVRE, RUBRIQUES DES NOMENCLATURES  
CONCERNEES, MOYENS DE SUIVI ET DE SURVEILLANCE EN  
CAS D'INCIDENCE OU D'ACCIDENT, NATURE, ORIGINE ET  
VOLUME DES EAUX UTILISEES OU AFFECTEES

## I. Présentation du projet

Le projet à l'étude concerne la réalisation de la résidence « Karma » constituée de 43 logements disposant d'un niveau en sous-sol à vocation de stationnement. Le projet prend place entre la rue Debussy et la rue Rameau à La Rochelle, secteur à vocation résidentielle **et d'activités économiques** à proximité du canal de Rompsay.

Le niveau en sous-sol sera calé à la côte de +0,3 m NGF. Le niveau inférieur de la dalle sera placé à -0,1 m NGF (Cf. plan en pièce V). **Il permettra d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants** (49 places de parking). **Le site du projet est aujourd'hui occupé par plusieurs bâtiments qui seront démolis.**

Comme cela sera détaillé ultérieurement dans le présent dossier, **le site est concerné par la présence d'une nappe souterraine captive sous les remblais et argiles dont l'épaisseur a été estimée à environ 9 m).** Les niveaux piézométriques de hautes eaux exceptionnelles et de hautes eaux ont été estimés à 3,40 m NGF et 2,70 m NGF, soit 0,3 et 1 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel (cote moyenne à 3,7 m NGF).

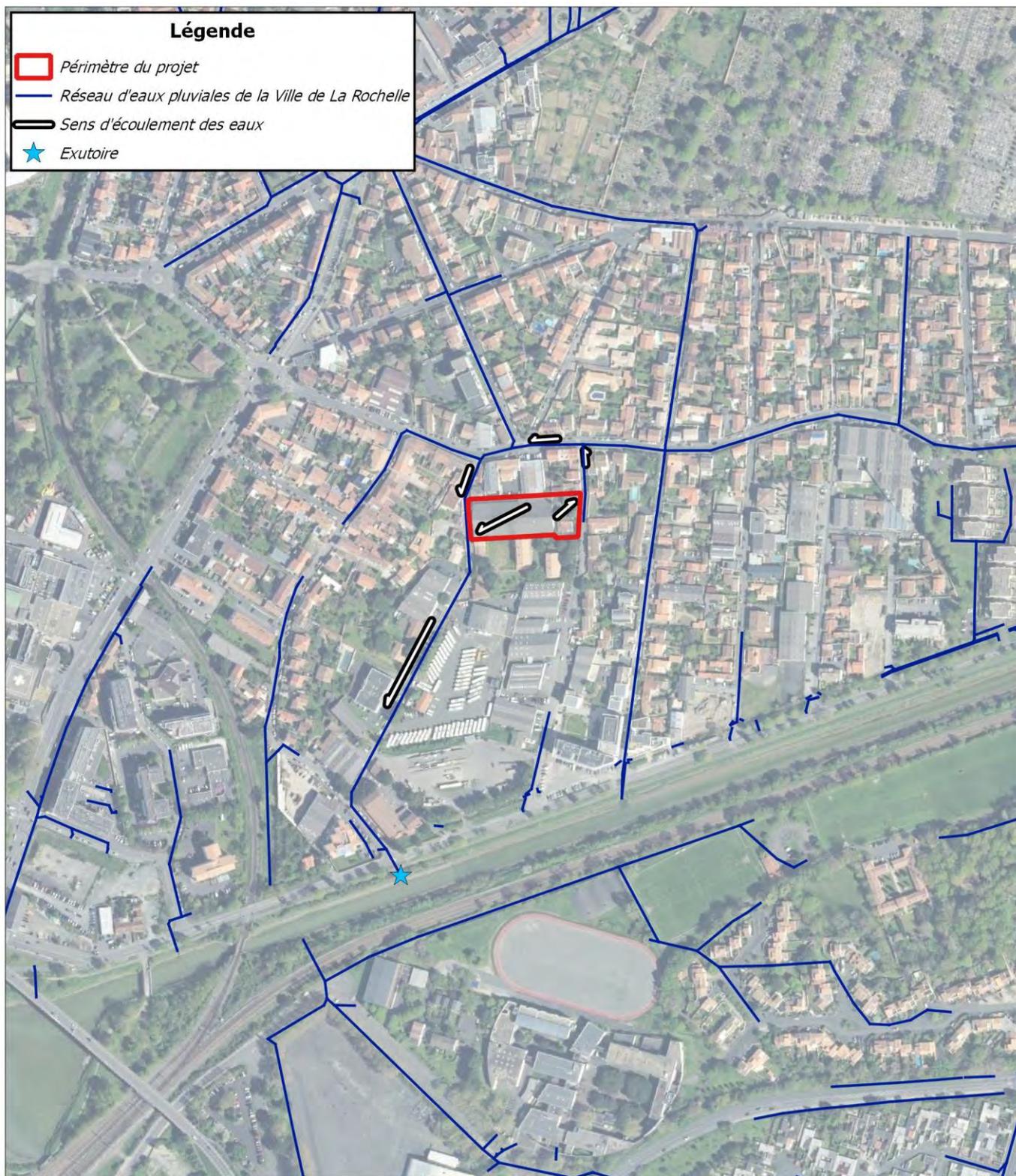
La dalle ne sera donc pas en contact avec la nappe captive dès lors que la couche d'argile ne sera pas traversée, ni déstabilisée par la décompression liée à l'affouillement créé par le terrassement du parking souterrain. **Afin d'éviter ce risque de déstabilisation de la couche d'argile lors du terrassement de la fosse du parking, il est impératif que la fin de terrassement et le coulage de la dalle de fond de parking, qui permettra de retrouver une pression de stabilisation suffisante, s'effectuent en période de basses eaux.** Dans ces conditions, le **projet n'interceptera pas la nappe captive** et le pompage de rabattement ne sera nécessaire que pour épuiser les eaux de ressuyage des argiles qui constituent un aquitard<sup>1</sup>.

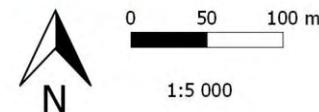
En phase de chantier, un système de drainage par des puisards et tranchées drainantes sera mis en place en fond de fouille du niveau sous-sol dirigeant les eaux vers un dispositif de pompage **d'une capacité de débit maximale estimée à 30 m<sup>3</sup>/h**. La durée du chantier du sous-sol est estimée à 6 mois au maximum et se déroulera entre le 28 octobre 2019 et le 28 janvier 2020 (184 jours). Le volume global pompé en phase de travaux sera au maximum de 132 480 m<sup>3</sup>.

Les eaux seront rejetées après traitement dans le réseau pluvial existant à proximité du projet **avec l'accord** des services de la Ville de La Rochelle. **Cette rue dispose d'un réseau pluvial canalisé de collecte** des eaux de ruissellement de diamètre 1000 mm (Cf. carte en page suivante). Les eaux rejetées rejoindront ensuite le canal de Rompsay en aval.

---

<sup>1</sup> Le terme d'aquitard (par opposition à aquifère) s'applique aux formations rocheuses de faible perméabilité susceptibles de fournir des quantités d'eau appréciables seulement à l'échelle régionale mais desquelles il est impossible de soutirer des eaux par les ouvrages de captage classiques.



		Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
		Source des données : Eau Méga
		Fond cartographique : BD Orthophotoplan 2017
		Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

Carte 4 : plan du réseau pluvial du secteur du projet

## II. Le contexte réglementaire du projet

Conformément aux dispositions prévues dans le cadre de la procédure unique, le présent document vise les procédures suivantes :

- **Document d'incidence** spécifique à la **protection de l'Eau et des Milieux Aquatiques** au titre des articles R.214-1 et suivants du **Code de l'environnement**. Les rubriques de la nomenclature concernée sont présentées dans le tableau suivant,
- **Volet d'incidence** sur les sites du réseau NATURA 2000 au titre des articles L. 414-1 et suivants du **code de l'environnement**,

Tableau 2 : rubriques de la nomenclature selon les articles R.214-1 et suivants du Code de l'environnement

Rubriques	Détail des rubriques	Seuils réglementaires	Position
1.1.2.0.	Prélèvements permanents et temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant :	1°. Supérieur ou égal à 200 000 m <sup>3</sup> /an => <i>Autorisation (A)</i>  2°. Supérieur à 10 000 m <sup>3</sup> /an mais inférieur à 200 000 m <sup>3</sup> /an => <i>Déclaration (D)</i>	132 480 m <sup>3</sup>  Déclaration
1.3.1.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire au débit affecté prévu par l'article L.214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un prélèvement total d'eau dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils :	1°. Capacité supérieure ou égale à 8 m <sup>3</sup> /h => <i>Autorisation (A)</i>  2°. Dans les autres cas => <i>Déclaration (D)</i>	> 8 m <sup>3</sup> /h (inférieure à 30 m <sup>3</sup> /h)  Autorisation

*NB : La ville de La Rochelle est concernée par la zone de répartition des eaux du bassin des canaux du Curé, de Villedoux et de Marans à La Rochelle*

Dans le cas où l'ouvrage, l'installation, l'aménagement, les travaux ou l'activité ont une durée inférieure à un an et n'ont pas d'effets importants et durables sur les eaux ou le milieu aquatique, le préfet peut, à la demande du pétitionnaire, accorder une autorisation temporaire d'une durée maximale de six mois, renouvelable une fois. Le délai d'instruction maximal pour cette procédure est de 6 mois.

Conformément à l'article R. 122-2 et à l'article R. 122-17 du Code de l'environnement, le rabattement de nappe pour un débit supérieur à 8m<sup>3</sup>/h en ZRE (Zone de répartition des eaux), nécessite une demande d'examen au cas par cas auprès de la DREAL (**délaï d'instruction 35 jours**) au titre de la rubrique 17d de l'article R.122-2 du code de l'environnement :

*Rubrique 17d – Examen au cas par cas - 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 m<sup>3</sup>/heure.*

La décision de la DREAL est annexée au présent document.

### III. Moyens de surveillance, d'entretien et d'intervention

Afin de préserver le milieu naturel, il est rappelé :

- **l'interdiction de rejet d'eaux usées ou polluées** dans les réseaux pluviaux,
- **l'interdiction d'entreposer de la terre, des pulvérulents ou des matières dangereuses à proximité du réseau pluvial (y compris lors des chantiers d'aménagement)**
- **l'obligation d'entreposer** des matières dangereuses sur des bacs de rétention convenablement dimensionnés (volume supérieur ou égal au volume stocké),
- **l'interdiction d'user** de produits phytosanitaires au droit ou à proximité des réseaux, ouvrages pluviaux et cours d'eau.

La surveillance en phase de travaux :

Un suivi du niveau piézométrique sera effectué de façon hebdomadaire durant la tenue du chantier. Dans le cas où le piézomètre existant ne serait pas réutilisé, **la demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau de l'installation du piézomètre sera réalisée par le** bureau d'études géotechnique qui aura été missionné pour la pose du piézomètre.

**La qualité des eaux d'exhaure sera vérifiée par le biais d'analyses sur les paramètres suivants** : T°, pH, Cond, Turbidité, MES, COT, indice hydrocarbures, *E. coli*, et entérocoques. **L'état initial** sera réalisé dès le premier jour du **pompage au niveau des eaux d'exhaure puis** durant la phase de terrassement (risque le plus important de production de matière en suspension) au niveau des eaux d'exhaure, en amont de l'exutoire et en aval du chantier. Des analyses complémentaires seront réalisées en cas de demande de la Ville et de la DDTM 17.

**Des visites régulières du chantier (inopinées et programmées) permettront au maître d'ouvrage d'assurer un** contrôle de son déroulement.

Les moyens d'intervention en phase de travaux :

Les fuites et les déversements de produits à risques tels les matières toxiques, corrosives ou biologiques doivent être colmatés ou limités en prenant les mesures de sécurité adaptées.

Pour le nettoyage et la décontamination d'une fuite ou d'un déversement, il convient de disposer de trousse contenant le matériel de contrôle de fuites et déversements :

- matière neutralisante ou absorbante sur la substance chimique ou biologique déversée,
- vêtements de protection, lunettes, masque à cartouche filtrante et gants adaptés,
- boudins ou matières absorbants pour contenir le déversement (à appliquer directement sur le polluant en cas de petite fuite ou pour circonscrire un plus gros déversement. Après absorption, certains éléments imprégnés peuvent être récupérés **voire essorés en vue d'une** éventuelle réutilisation ou stockés dans le container à DIS (Déchets Industriels Spéciaux) avant destruction.

Ces kits de dépollution sont disposés dans des armoires près des zones de stockage de liquides, pour toute intervention d'urgence, ou préventive et existent en version hydrocarbure, chimique ou tous liquides.

Les résidus toxiques doivent être mis dans un conteneur approprié, fermé, étiqueté, destiné à stocker des produits liquides susceptibles de polluer le sol en cas de fuites ou de déversements. Ces résidus doivent être éliminés conformément aux règles traitant de l'élimination des déchets dangereux (décret n° 2002\_540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets).

Les sols des aires de stockage doivent être étanches, incombustibles et équipés de façon à pouvoir recueillir les eaux de lavage et les produits répandus accidentellement suite à une fuite ou un déversement.

En ce qui concerne les fuites ou déversements accidentels dans ou depuis les véhicules de transport ou **engins de chantier, il existe des kits d'intervention rapide qui doivent être remis au conducteur avec des consignes** écrites concernant les mesures à prendre pour faire face à des fuites et déversements. Ces kits contiennent des absorbants utilisables sur revêtements routiers (pour huiles, hydrocarbures, produits aqueux ...), des tapis et boudins absorbants, lunettes et gants de protection, pelle, sacs pour déchets.

#### IV. Nature, volume et origine des eaux utilisées ou affectées

Les eaux concernées par le projet de rabattement temporaire en phase de construction du parking souterrain **sont issues de la nappe souterraine locale faisant partie de la masse d'eau des Calcaires et marnes libres du Jurassique supérieur de l'Aunis (FRGG106)**. Le volume maximum prélevé pour la période de rabattement du 28 octobre 2019 à 28 avril 2020 est estimé à 132 480 m<sup>3</sup>.

**Le milieu récepteur de ces eaux d'exhaure sera constitué par le Canal de Marans (ou Canal de Rompsay) formant la masse d'eau superficielle des Canaux de Marans (FRGR0925).**

# PIECE V : ETUDE D'INCIDENCE ENVIRONNEMENTALE

## I. Analyse de l'état initial du site et de son environnement

### I.1. Le climat

Les données météorologiques présentées dans le tableau ci-dessous sont issues de la station Météo-France de La Rochelle sise au *Bout Blanc*.

Tableau 3 : climatologie mensuelle à la station départementale de La Rochelle de 1961 à 1990

mois	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	jui.	jui.	aoû.	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température moy. (°C)	5,9	6,9	8,7	11,1	14,3	17,5	19,8	19,6	17,8	14,2	9,4	6,6	12,7
Précipitations (mm)	82,5	66,1	57,0	52,7	61,1	42,9	35,1	46,4	56,5	81,6	91,8	81,8	755,3

La moyenne annuelle des précipitations est de 755,8 mm. La période la plus humide s'étend d'octobre à janvier.

### I.2. Les sols et le sous-sol

#### I.2.1. Géologie

##### a. Géologie générale

La zone d'étude est située, sur le plan géologique, en limite septentrionale du bassin d'Aquitaine, sur la marge Sud du Massif Armoricain constituée par des terrains de socle (granitoïdes, roches métamorphiques).

Son substratum est principalement composé par des formations calcaréo-marneuses du Jurassique supérieur qui affleurent dans toute la partie septentrionale du département de la Charente-Maritime.

Ce substratum a été profondément érodé au moment de la dernière glaciation (Würm). La remontée du niveau marin (datée d'environ 12 000 ans), qui succède à cette glaciation, a entraîné le comblement progressif d'un vaste golfe qui s'étendait alors jusqu'à Niort. Ces reliefs sont recouverts par un nappage de sables et d'argiles (Bri), laissant apparaître de nombreux îlots de marnes et de calcaires du Jurassique supérieur. L'épaisseur de ces formations quaternaires et la paléo-topographie antérieure aux dépôts ne sont pas précisément connues. Le maximum de la transgression marine (appelée « flandrienne ») aurait été atteint il y a 6 000 ans environ.

##### b. Géologie locale - BRGM

D'après la carte géologique n° 632-633 – La Rochelle/Ile de Ré (cf. carte page suivante), le projet de résidence immobilière est implanté sur les calcaires à interlits marneux du Kimméridgien inférieur (Jurassique supérieur – J7B). Les calcaires à interlits marneux du Kimméridgien inférieur sont puissants d'environ 25 m. La partie supérieure de ces assises est composée d'environ 20 m de calcaires beiges argileux à niveaux marneux, reposant sur un niveau peu perméable dit « blanc bleu » constitué de calcaires très argileux et de marnes à intercalations de bancs décimétriques de calcaires à grain fin, d'une épaisseur d'environ 5 m.



Carte 5 : extrait de la carte géologique du B.R.G.M. du secteur d'étude

Ces formations recouvrent les calcaires argileux et les marnes de l'Oxfordien (Jurassique supérieur), puissants d'environ 160 m. Ces terrains reposent sur les calcaires gris, fins du Dogger (Jurassique moyen), épais d'environ 80 m. Apparaissent ensuite les marnes du Toarcien (Jurassique inférieur), d'une puissance approximative de 10 m. Celles-ci reposent sur les calcaires dolomitiques et dolomies du Lias et de l'Infra-Lias, épais d'environ 15 m.

Le socle micaschisteux a été atteint à La Rochelle, par forage de reconnaissance (indice BSS/BRGM : **06338X0021/GLRL1**), à une profondeur d'environ 480 m.

Le projet de résidence immobilière est situé en limite des remblais anciens apportés sur les alluvions marines et fluviomarines (MFyb). Les alluvions marines et fluviomarines sont constituées d'argiles brunes à scrobiculaires (bri récent). On désigne localement sous le nom de bri une assise argileuse extrêmement lourde et pratiquement dépourvue de sables grossiers et de graviers. Son origine marine est prouvée par la présence de coquilles très bien conservées de *Scrobicularia plana*, *Cardium edule* et *Ostrea edulis*, faune vivant actuellement dans les vases de l'anse de l'Aiguillon. Il s'agit d'une argile brune. La teneur en particules de taille inférieure à 2 µm, varie de 50 à 65 pour cent. Ces phyllites sont essentiellement constituées d'illite, avec un peu de chlorite et de kaolinite et parfois des traces de montmorillonite.

#### c. Contexte structural

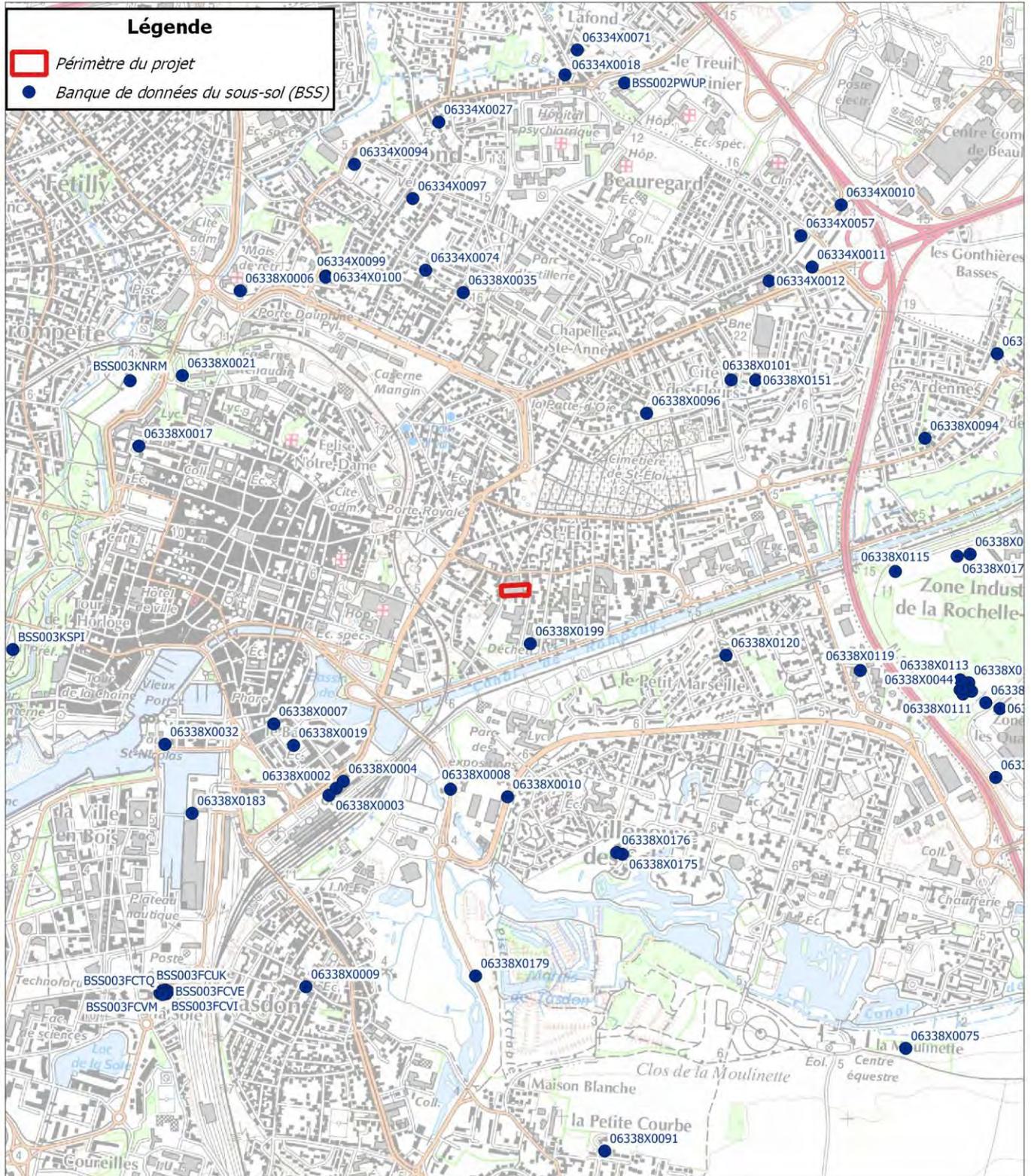
La structure des assises géologiques apparaît monoclinale, avec un léger pendage vers le Sud-Ouest en direction du bassin d'Aquitaine. Aucune faille n'est présente à proximité du site, d'après la carte géologique du secteur d'étude.

#### d. Coupe géologique du forage référencé le plus proche du projet de résidence immobilière

L'ouvrage référencé à la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM le plus proche du projet est classé sous l'indice 06338X0199 (ouvrage situé au niveau des alluvions marines et fluviomarines). Il est situé à environ 160 m au Sud-Ouest du projet dans les alluvions marines et fluviomarines. La coupe géologique décrite à partir des cuttings de foration est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4 : coupe géologique reconstituée du forage n°06338X019 (Z sol = + 3,4 m) – Source : BSS

Profondeur (m)	Lithologie	Stratigraphie supposée
0 - 1,2 m	Enduit bitumeux sur remblais calcaires	POST-ACTUEL
1,2 - 10,5 m	Argiles vasarde gris-bleu (alluvions)	QUATERNAIRE
10,5 – 12,5	Marno-calcaire altéré gris à blocs	KIMMERIDGIEN INFÉRIEUR
12,5 – 20 m	Marno-calcaire gris	



0 200 400 m  
1:20 000

Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
Source des données : Eau Méga
Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000
Réalisation : Eau-Méga - Conseil en environnement

Carte 6 : carte de localisation des ouvrages de la Banque de Données du Sous-Sol

Les ouvrages référencés à la Banque de Données du Sous-Sol du BRGM relativement proches du projet de résidence immobilière, situés au niveau des calcaires J7b du Kimmeridgien supérieur et présentant une coupe géologique sont les suivants :

- 06338X0115 : **situé à environ 1 300 m à l'Est du projet** (cf. carte page précédente), il s'agit d'un piézomètre de surveillance de la qualité de l'eau réalisé dans le cadre de la cessation d'activité du site Triaxe. Il atteint la nappe du Kimmériidgien inférieur. La coupe géologique décrite à partir des cuttings de foration est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 5 : coupe géologique reconstituée du forage n°06338X0115 (Z sol = + 11,0 m) – Source : HYGEO

Profondeur (m)	Lithologie	Stratigraphie supposée
0 – 3,5	Remblais calcaire	QUATERNAIRE
3,5 - 7	Calcaire blanc	KIMMERIDGIEN INFÉRIEUR
7 - 11	Calcaire ocre	
11 - 11,5	Banc argileux	
11,5 - 15,20	Calcaire blanc	

- 06338X0120 : **situé à 685 m à l'Est du projet** (cf. carte page suivante) à une altitude de 4 m NGF, il s'agit d'un forage individuel destiné à l'arrosage d'un jardin et à l'alimentation en eaux vanes d'une habitation. Il traverse 12 m de calcaires du Kimmériidgien inférieur et 1 m de marne bleue.

*e. Etude de sol réalisée dans le cadre du présent projet*

Le bureau d'étude GEOTECHNIQUE OUEST a réalisé des investigations géotechniques sur le site du projet le 9 et 10 janvier 2019. Le tableau ci-dessous présente l'étagement des faciès rencontrés sur le site (l'intégralité de l'étude de sol est insérée en annexe). L'étagement rejoint celui du forage n°06338X019.

Profondeurs par rapport au terrain naturel	Description du faciès	Sondages concernés
0,00 m à 0,70/3,10 m	Remblais divers, le plus souvent constitués par des limons marneux beiges, des limons argileux et des argiles grisâtres, contenant des graviers, cailloutis et gravats.	Tous
0,70/3,10 m à 5,0/10,3 m	Argiles plastiques, gris-bleu, en deçà	Tous sauf S5 (arrêt à 2 m de profondeur)
8,6/10,3 m à 10,5/21,2 m	Calcaires	SP2, S102 et SP101

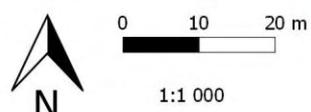
Tableau 6 : description des faciès lithologiques (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019)

Le bureau d'études a réalisé un test d'infiltration dans le sondage S5 foré jusqu'à 2,0 m de profondeur au sein des remblais. La vitesse d'infiltration est égale à  $4,5 \cdot 10^{-6}$  m/s (16 mm/h). Les argiles peuvent être considérées comme quasi imperméables, compte tenu de leur caractéristiques physiques.

*f. Etudes de sol réalisées dans d'autres projets dans un contexte similaire*

Dans le cadre de projets relativement proches (850 m du projet, Rue Maurice Ravel) et situés dans un contexte géologique très proche, les bureaux d'études de sols Alios et Compétence Géotechnique Atlantique ont conduit des campagnes d'investigations géotechniques les 12/04/2016 (Alios) et 19-20/09/2018 (Compétence Géotechnique).



	 <p>1:1 000</p>	<p>Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle</p>
		<p>Source des données : Eau Méga</p>
		<p>Fond cartographique : BD Orthophotoplan 2017</p>
		<p>Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement</p>

Carte 7 : carte de localisation des sondages de sol (GEOTECHNIQUE OUEST)

Le tableau ci-dessous présente l'étagement des faciès rencontré sur le site (l'intégralité des études de sols est insérée en annexe).

Profondeurs par rapport au terrain naturel	Description du faciès	Arrivées d'eau
0,00 m à 1,20/2,00 m	Remblais calcaires avec traces de briques et <b>ponctuellement de l'argile</b>	-1,60/-2,72 m / TN en avril 2016
1,20/2,00 m à 5,00/5,60 m	Argile molle grise	-2,80/-3,35 m / TN en sept 2018
5,00/5,60 m à 5,00/20,00 m	Marno-calcaires	

Tableau 7 : description des faciès lithologiques (Alios et Compétence géotechnique)

Le bureau d'études Alios a réalisé un test d'infiltration sur le site en 2016 dans les remblais, donnant une valeur de perméabilité quasi nulle. La lithologie des deux sites est relativement proche à exception de l'épaisseur des argiles. Ils présentent une épaisseur minimale de 3,1 m et pouvant aller jusqu'à 9,6 m pour le présent projet et d'une épaisseur de 3,0 à 4,6 m au niveau de la rue Maurice Ravel.

### 1.2.2. Contexte hydrogéologique

#### a. Description du contexte général

Les calcaires altérés beiges plus ou moins argileux du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien supérieur (Jurassique supérieur) **constituent le principal aquifère rencontré dans la zone d'étude. Ils sont le siège d'une nappe à porosité de fissures et de joints.** La fissuration est bien développée en surface, dans la zone de décompression, puis s'atténue rapidement avec la profondeur et disparaît. La fiche descriptive de la nappe est la suivante :

Fiche descriptive des calcaires argileux fracturés du Jurassique supérieur à moyen, au Nord du bassin Aquitain (codification 112a1)

Description : Sous-système aquifère du Séquanien et du Rauracien.

**Type d'aquifère :** Monocouche, porosité fissurale.

Etat du système : Libre et captif.

Lithologie du réservoir :	Prof (m)	Epais. (m)	T (m <sup>2</sup> /s)	S	Perm. (m/s)	Qsm <sup>3</sup> /h/m	Prod.m <sup>3</sup> /h
Minimum	0	5	10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-
Moyen	-	<25	5*10 <sup>-3</sup>	-	10 <sup>-4</sup> à 10 <sup>-5</sup>	-	-
Maximum	-	50	10 <sup>-2</sup>	-	-	-	100

Superficie totale du système : 1 128 km<sup>2</sup>

Superficie des zones **d'affleurement** : ?

Principale problématique : Problèmes de nitrates

Nombre d'ouvrages en base de données : 369

Utilisation : agricole, A.E.P

Vulnérabilité : forte

Classement du système piézométrie/qualité : surveillance renforcée

La nappe est épidermique, libre et en relation hydraulique avec les formations alluviales marines et fluviomarines du Quaternaire, et ce, malgré la nature argileuse de ces formations. Le mur de l'aquifère est constitué par les marnes et les calcaires argileux francs ("banc bleu"), dont la base se situe vers 25 m de profondeur.

Ainsi, l'aquifère, considérant les alluvions marines et fluvio-marines et les calcaires altérés, est compris principalement entre 0 et 25 m de profondeur au droit du projet de résidence.

### ***b. Masse d'eau souterraine***

Le SDAGE Loire Bretagne, adopté le 4 novembre 2015 pour la période 2016-2021, fixe des objectifs de délai pour l'atteinte d'un bon état quantitatif et chimique pour les eaux souterraines. Pour la masse d'eau FRGG106 des *Calcaires et Marnes libres du Jurassique supérieur de l'Aunis*, les caractéristiques sont les suivantes :

- Etat de la masse d'eau :
  - Quantitatif : médiocre,
  - Chimique : médiocre :
    - Paramètre Nitrates : médiocre
    - Paramètre pesticides : bon
    - Paramètre déclassant de l'état chimique : Nitrates (QG + AEP)
- Objectifs de bon état :
  - Quantitatif : 2021,
  - Chimique : 2027 – Paramètre faisant l'objet d'un report chimique : nitrates.

*c. Sensibilité aux remontées de nappes phréatiques définie par le B.R.G.M.*

#### *a. Définition de la sensibilité*

Le B.R.G.M. a dressé une cartographie de la sensibilité aux remontées de nappes phréatiques. L'immense majorité des nappes d'eau est contenue dans des roches que l'on appelle des aquifères. Ceux-ci sont formés le plus souvent de sable et graviers, de grès, de calcaires. L'eau occupe les interstices de ces roches, c'est à dire les espaces qui séparent les grains ou les fissures qui s'y sont développées. La nappe la plus proche du sol, alimentée par l'infiltration de la pluie, s'appelle la nappe phréatique (du grec "phréin", la pluie). Dans certaines conditions, une élévation exceptionnelle du niveau de cette nappe entraîne un type particulier d'inondation : une inondation « par remontée de nappe » (Cf. schéma ci-dessous).

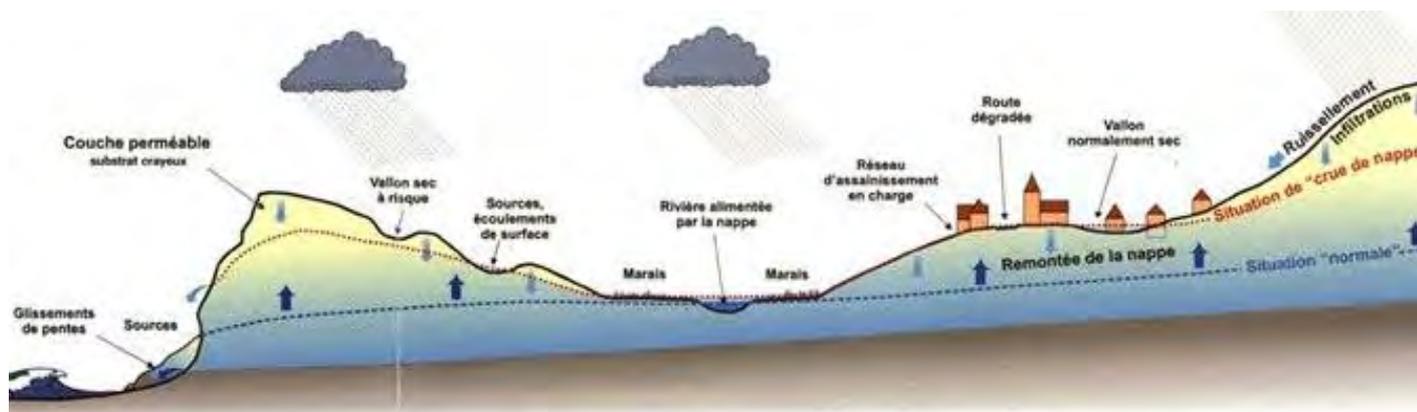


Figure 1 : coupe de principe de fonctionnement des nappes superficielles (B.R.G.M.)

On appelle zone « sensible aux remontées de nappes » un secteur dont les caractéristiques d'épaisseur de la Zone Non Saturée (Z.N.S. : terrains contenant à la fois de l'eau et de l'air), et ou d'amplitude du battement de la

nappe superficielle, sont telles qu'elles peuvent déterminer une émergence de la nappe au niveau du sol, ou une inondation des sous-sols à quelques mètres sous la surface du sol. Pour le moment en raison de la très faible période de retour du phénomène, aucune fréquence n'a pu encore être déterminée, et donc aucun risque n'a pu être calculé.

La cartographie des zones sensibles est étroitement dépendante de la connaissance d'un certain nombre de données de base, dont :

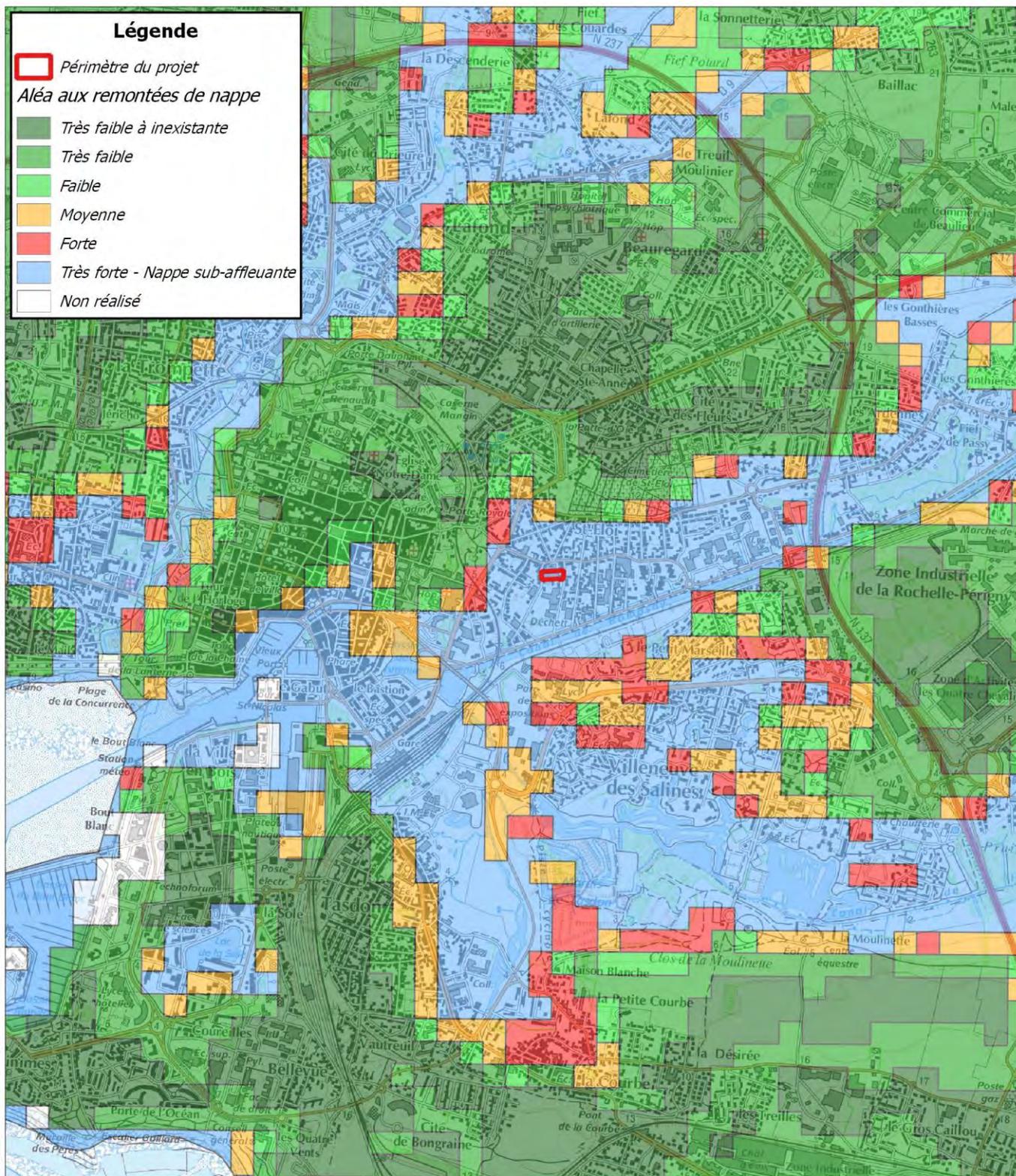
- la valeur du niveau moyen de la nappe, qui soit à la fois déterminée tant par l'altimétrie et le géoréférencement (en longitude et latitude). Des points sont créés et renseignés régulièrement, ce qui permet à cet atlas d'être mis à jour.
- une appréciation correcte (par mesure) du battement annuel de la nappe dont la mesure statistique faite durant l'étude devra être confirmée par l'observation de terrain.
- la présence d'un nombre suffisant de points au sein d'un secteur hydrogéologique homogène, pour que la valeur du niveau de la nappe puisse être considérée comme représentative.

Au droit du projet (cf. carte page suivante), la sensibilité liée aux remontées de nappes phréatiques est prégnante avec une *nappe sub-affleurante*.

### *β. Limites de la cartographie*

En raison du caractère des données utilisées, trois cas n'ont pas pu être mis en évidence par l'atlas, bien qu'ils aient été parfois remarqués sur le terrain :

- les inondations par phénomène de barrière hydraulique : lorsqu'un cours d'eau se jette dans un plus grand et que ce dernier est en crue, la nappe aquifère du petit cours d'eau ne peut plus trouver son exutoire dans le cours d'eau principal en crue. Le niveau de l'eau du grand cours d'eau est en effet trop haut. Il agit alors comme une barrière vis-à-vis de l'écoulement de la nappe du petit cours d'eau. En conséquence, le niveau de cette dernière monte. Ce phénomène peut déterminer une inondation par remontée de nappe. A priori ce phénomène peut se produire dans toute vallée alluviale à la confluence de deux aquifères.
- la saturation de surface : en particulier lorsque l'épaisseur de la zone non saturée est importante et que sa perméabilité est faible, et sous l'effet d'épisodes pluvieux importants et rapprochés, les terrains proches de la surface peuvent alors atteindre un degré de saturation suffisamment élevé pour provoquer des inondations de sous-sols, sans que nécessairement la montée du niveau de la nappe sous-jacente soit directement en cause.
- les aquifères locaux de faible étendue : ces aquifères ne sont généralement pas pourvus d'un réseau d'observation des niveaux d'eau. Ainsi les buttes tertiaires du bassin parisien peuvent receler des niveaux aquifères calcaires ou même sableux, perchés sur des niveaux imperméables. Lors d'épisodes pluvieux exceptionnels ces petits aquifères peuvent déterminer des inondations par remontées et débordement. Cependant, la trop faible densité du réseau d'observation des niveaux d'eau ne permet pas de les mettre en évidence autrement que par observation directe.



0 250 500 m  
1:25 000

Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
Source des données : Eau Méga
Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000
Réalisation : Eau-Méga - Conseil en environnement

Carte 8 : carte de la sensibilité aux remontées de nappes phréatiques

**d. Les captages d'adduction d'eau potable (A.E.P.)**

Source : ARS Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes

Il n'existe aucun **captage d'alimentation en eau potable** ou périmètre de protection de captage répertorié dans le secteur du projet de résidence immobilière.

*e. Ouvrages inventoriés à la BSS du BRGM*

Dans un rayon d'1 km autour du projet de résidence, il existe 14 ouvrages inventoriés à la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Ces derniers sont présentés dans le tableau page suivante et localisés sur la carte page 32.

Il s'agit de :

- 1 sondage
- 1 puits
- 12 forages,

Certains d'entre eux ont pu faire l'objet des mesures de niveaux **d'eau lors d'une campagne de mesure piézométrique** le 5 juin 2019 par le cabinet HYGEO. **Les profondeurs d'ouvrages** sont comprises entre 7 et 35 m pour **des niveaux d'eau entre 4 et 16 m** par rapport au sol.

Identifiant BSS	Référence	Désignation	Adresse	Commune	NATURE	Profondeur atteinte m/sol	Altitude du TN	Précision de l'altitude	Utilisation	Profondeur d'eau par rapport au sol (m)
BSS001QFMR	06338X0175/GTH1	GTH1	VILLENEUVE LES SALINES RUE JULES DALOU	La Rochelle	FORAGE	50	3	MNT	Chauffage	
BSS001QFMS	06338X0176/GTH2	GTH2	VILLENEUVE LES SALINES RUE JULES DALOU	La Rochelle	FORAGE	50	3	MNT	Chauffage	
BSS001QFJJ	06338X0096/F	F	32 RUE DES MYOSOTIS	La Rochelle	FORAGE	26	15		Irrigation	16
BSS001QFFP	06338X0019/S2	S2		La Rochelle	FORAGE	75	3	MNT		
BSS001QFJP	06338X0101/F	F	10 SQUARE DES MARGUERITES	La Rochelle	FORAGE	24	17			
BSS001QFKJ	06338X0120/F	F	22 RUE DU MARGAT	La Rochelle	FORAGE	13	4	M05	Eau individuelle	
BSS001QFFY	06338X0035/P	P	RUE DU MOULIN ROUGE P17	La Rochelle	PUITS	13,52	16	EPD	Eau domestique	10,94
BSS001QFNR	06338X0199/SP2PZ	SP2PZ		La Rochelle	FORAGE	20	3,4	MNT	Piézomètre	1,15
BSS001QFEW	06338X0002/S	S	SONDAGES TRI POSTAL GARE S.N.C.F. S3-34	La Rochelle	FORAGE	12	4,45	EPD		-2,7
BSS001QFEX	06338X0003/S	S	SONDAGES GARE LA ROCHELLE, "TRI POSTAL" -N.5 ET 6	La Rochelle	FORAGE	9,3	4,45	EPD		-3,05
BSS001QFEY	06338X0004/S	S	SONDAGES TRI POSTAL GARE LA ROCHELLE, S1-S2	La Rochelle	FORAGE	12	4,45	EPD		2
BSS001QFFB	06338X0007/S	S	SONDAGES, PISCINE ST NICOLAS	La Rochelle	FORAGE	16	6,97	EPD		5,35
BSS001QFFC	06338X0008/S49	S49	ZUP N2	La Rochelle	SONDAGE	17,9	1,9	RNG		
BSS001QFFE	06338X0010/S1	S1	2E ZUP DE LA ROCHELLE	La Rochelle	FORAGE	15	2,4	RNG		1

Tableau 8 : ouvrages recensés à la Banque du Sous-Sol du BRGM dans un rayon d'1 km autour du projet de résidence immobilière

*f. Fonctionnement hydrogéologique au droit du projet – Source : Hygeo et Compétence géotechnique*

D'après les informations hydrogéologiques disponibles dans le secteur :

- Les remblais contiennent une nappe temporaire +/- discontinue, en fonction des apports météorologiques. En période pluvieuse avancée le niveau de cette nappe pourra être plus proche de la surface topographique actuelle. Il pourra également se former **des poches de rétention d'eau** dans ces sols eu égard la faible perméabilité des argiles sous-jacentes. Sa perméabilité a été mesurée par Géotechnique Ouest et est de l'ordre de  $4,5 \cdot 10^{-6}$  m/s.
- Les argiles forment vraisemblablement un aquitard, avec des perméabilités considérées **d'environ  $10^{-7}$  m/s, c'est-à-dire qu'elles renferment une quantité d'eau non négligeable mais faiblement mobiles.** La base de cette formation argileuse est vraisemblablement saturée en eau.
- Le substratum de marno-calcaires constitue une formation aquifère renfermant une **nappe d'eau souterraine en pression sous les argiles.** La perméabilité est d'environ  $10^{-3}$  m/s.

L'alimentation de la nappe s'effectue par infiltration de la pluie efficace tombée dans le bassin versant.

L'écoulement de la nappe suit sensiblement la topographie. Aussi les bassins versants hydrogéologiques correspondent généralement aux bassins versants topographiques.

Les écoulements sont localement dirigés vers le Canal de Marans (cf. chapitre suivant).

Alimentés en période de crue par débordement de la nappe, des ruisseaux temporaires se manifestent dans les talwegs.

Cette nappe du Jurassique supérieur peut subir des variations importantes de niveau. Ses évolutions piézométriques sont suivies au piézomètre régional de MARSILLY captant la nappe du Kimméridgien inférieur, le plus proche (à 7 km au Nord) du projet de résidence immobilière.

**Son exploitation s'effectue par des puits et des forages d'une profondeur moyenne de 15 m. Les débits d'exploitation sont compris entre 30 et 100 m<sup>3</sup>/h.**

*g. Esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur (nappe phréatique)*

Une campagne piézométrique a été entreprise le 5 juin 2019 par HygéO aux alentours du projet. Cette campagne a été réalisée dans le cadre d'un aménagement situé à 850 m du projet (Pentecôte, rue Maurice Ravel). En effet, ce projet est situé dans les mêmes faciès lithologiques et géologiques, à savoir :

- Remblais dans les deux cas,
- Argile **d'une épaisseur minimale de 3,1 m et allant jusqu'à 9,6 m pour le présent projet et d'une épaisseur de 3,6 à 3,8 m pour le projet « Pentecôte »**,
- Calcaire/marno-calcaire sous-jacent.

La campagne piézométrique **correspond à un régime hydrogéologique de basses eaux d'après la chronique piézométrique du piézomètre régional de Marsilly (n°BSS001QEVT).**

8 points d'eau ont été recensés. Tous ont fait l'objet de mesures de niveau d'eau, permettant de dresser une **esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur au niveau de la zone d'étude.**

Compte tenu du faible nombre de points d'eau recensés, l'esquisse piézométrique présentée est également dressée à partir de la connaissance locale d'Hygéo (utilisation de l'allure générale de 4 esquisses piézométriques établies dans le cadre d'études antérieures).

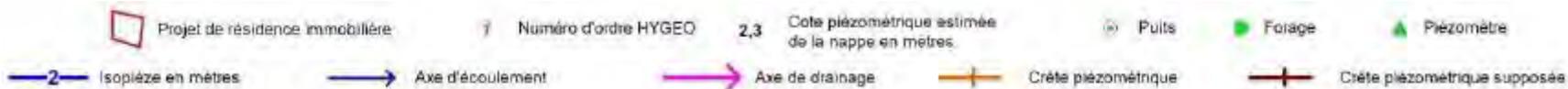
Les principales caractéristiques techniques (profondeur/sol, hauteur repère de mesure/sol, profondeur eau/repère, cote piézométrique, aquifère supposé capté, usage de l'eau) des 8 points d'eau renseignés sont répertoriés dans le tableau en page suivante. **Les points d'eau mesurés sont localisés** en page 44.

**L'esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur fait apparaître les principaux éléments** suivants, concernant les environs immédiats du projet (cf. carte en page 44) :

- à l'échelle **de l'agglomération de La Rochelle, un sens d'écoulement globalement orienté** Ouest/Sud-Ouest, fonction des drainages opérés du Nord au Sud : par l'important axe de drainage de Puilboreau à Lafond, par le Canal de Marans et par le Marais de Tasdon ;
- à l'échelle du site, un sens d'écoulement local Sud/Sud-Ouest, en direction du Canal de Marans ; le sens d'écoulement ne peut être fourni avec plus de précision, compte-tenu de la nature très plane de la nappe et du faible nombre de points recensés dans le secteur du projet de résidence immobilière ;
- une crête piézométrique principale, depuis la Motte jusqu'au Nord du quartier de Saint-Eloi, délimitant les eaux rejoignant l'axe de drainage de Puilboreau à Lafond et celles se dirigeant vers le Canal de Marans ;
- en sus du drainage principal opéré par le Canal de Marans, un axe de drainage secondaire se réalise depuis la zone d'activité commerciale au Nord-Est du projet jusqu'à rejoindre le Canal de Marans ;
- des écoulements qui suivent la topographie.

Tableau 9 : principales caractéristiques des puits et piézomètres recensés lors de la campagne de terrain le 5 juin 2019 et mesures réalisées – Source : HYGeo

N° d'ordre	Indice BSS	Commune	Adresse	X en L2 e (m)	Y en L2 e (m)	Altitude sol estimée	Type	Profondeur (m/repère)	Aquifère supposé	Usage	Niveau d'eau (m/repère)	Hauteur repère/sol (m)	Cote piézométrique (m)
1	-	La Rochelle	Rue de Périgny	332 894,0	2 135 173,0	2,9	Forage	9,1	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Arrosage en période estivale	1,48	0,36	1,8
2	-	La Rochelle	Rue de Périgny	332 940,0	2 135 173,0	2,9	Forage	10,5	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Arrosage en période estivale	1,18	0,20	1,9
3	-	La Rochelle	Rue de Périgny	332 902,0	2 135 130,0	3,2	Forage	10,8	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Arrosage en période estivale	1,71	0,25	1,7
4	-	La Rochelle	Rue de Périgny	332 914,0	2 135 078,0	3,4	Forage	10,6	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Arrosage en période estivale	1,91	0,26	1,8
5	-	La Rochelle	Rue de Périgny	332 923,0	2 135 018,0	3,2	Forage	8,9	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Arrosage en période estivale	1,48	0,00	1,7
6	-	La Rochelle	Rue Maurice Ravel	332 741,0	2 135 139,0	3,7	Piézo-mètre	9,2	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Suivi chantier	3,71	0,70	0,7
7	-	La Rochelle	Impasse Tassel	332 054,0	2 135 071,0	8	Puits	7,2	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Aucun	6,58	0,94	2,4
8	-	Périgny	Rue du Château de Villeneuve	333 587,0	2 134 464,0	16,7	Piézo-mètre	17,2	Jurassique supérieur (Kimméridgien inférieur)	Suivi pollution	12,7	0,85	4,85



Carte 9 : esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur sur la zone d'étude (mesures du 5 juin 2019, période de basses eaux) – Source : HYGEO

Le gradient hydraulique de la nappe du Jurassique supérieur est variable dans la zone d'étude :

- environ (voire inférieur à) 3 ‰ à proximité du projet de résidence immobilière, en rive droite du Canal de Marans ;
- de l'ordre de 1 ‰ au sein d'axes de drainage plus marqués (cas de l'axe de drainage à l'approche de Beaulieu).

*h. Esquisse piézométrique au droit du site*

Les données à notre disposition sur le site du projet Karma ne nous permettent pas d'établir une esquisse piézométrique au droit du site.

*i. Pompage d'essai et suivis piézométriques – Source : HYGEO*

**a. Pompage d'essai**

Lors du projet Pentecôte (rue Maurice Ravel, situé à 850 m du projet) présentant un contexte lithologique et géologique proche, **des pompages d'essai et des suivis piézométriques ont permis de définir les caractéristiques hydrodynamiques du milieu.**

Des essais de pompages (par palier et de longue durée) furent effectués au droit de la nappe des calcaires au Nord du projet Pentecôte. Les pompages comprenaient 5 paliers enchaînés faisant varier les débits de 0,55 à 5,14 m<sup>3</sup>/h suivi **d'un pompage de 5 heures à 5,14 m<sup>3</sup>/h**. Les niveaux piézométriques au sein de la nappe des remblais **n'ont montré aucune variation vis-à-vis de l'incidence des pompages en nappe calcaire soulignant la nature étanche** des argiles déconnectant les deux unités aquifères. Les rabattements obtenus après 5 heures de pompages était de 36 cm. **L'interprétation du pompage conduit aux résultats suivants :**

Transmissivité	Perméabilité	Emmagasinement
2,2.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	4,2.10 <sup>-3</sup> m/s	5,8.10 <sup>-8</sup>

Tableau 10 : caractéristiques hydrodynamiques moyennes de la nappe des calcaires déterminées au Nord du site Pentecôte

Ces valeurs obtenues sont considérées comme caractéristiques d'une nappe productive et captive. **À contrario les essais de perméabilité au sein de l'horizon argileux ont montré des perméabilités très faibles de l'ordre de 4,6.10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s.**

**β. Suivi piézométrique**

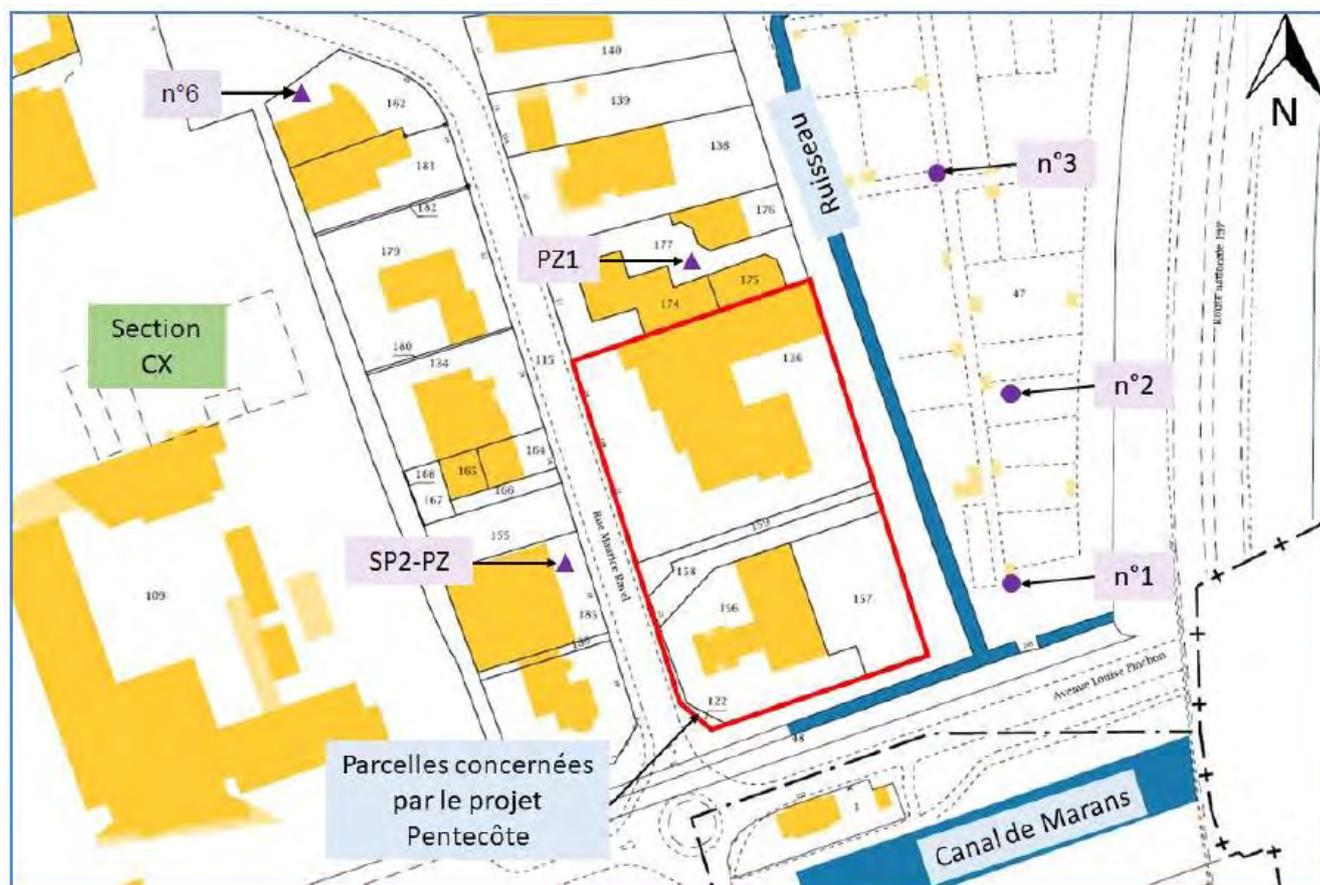
Les données à notre disposition sur le site du projet Karma ne nous permettent pas d'établir un suivi piézométrique. **Le bureau d'étude GEOTECHNIQUE OUEST a toutefois relevé les niveaux d'eau lors des investigations géotechniques sur le site du projet le 9 et 10 janvier 2019.**

Les résultats sont présentés ci-dessous.

N° Sondages	Cote NGF du TN	Profondeur eau (m)	Cote NGF du niveau d'eau
SP1	3,75	3,8	-0,05
SP2	3,76	4,1	-0,34
SP3	3,78	3,9	-0,12
S102	3,71		
SP101	3,71		
S4	3,68	2,9	0,78
S5	3,66		

Tableau 11 : **niveaux d'eau** mesurés sur le site du projet (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019)

Des suivis piézométriques ont été effectués sur différents ouvrages existants au niveau de la rue Maurice Ravel (sondages et piézomètres, Cf. carte ci-dessous, contexte géologique similaire du projet Karma) dont certains recoupaient la nappe des calcaires captive **sous les argiles et d'autres la nappe des remblais**. Il est apparu que les **niveaux d'eau au sein de la nappe des remblais** étaient plus proches du sol que ceux de la nappe des calcaires. Des mesures au 12 rue Maurice Ravel ont été effectuées au droit de la nappe des remblais/argiles (n°6 au niveau de la carte ci-dessous). Elles montrent des cotes piézométriques variant de + 2,34 à + 3,35 m NGF (soit 1,98 à 0,97 **m/sol**) **d'octobre à décembre 2018**. Pour cette même période la nappe des calcaires enregistrait des cotes variant de + 1,95 m à + 2,8 m NGF (soit 2,2 à 1,35 m/sol).



Carte 10 : localisation des piézomètres de suivi rue Maurice Ravel

### y. Extrapolation des niveaux piézométriques

En l'absence de suivi piézométrique pour corrélation d'un NPHE (Niveau des Plus Hautes Eaux) au droit du site, les niveaux piézométriques approchés pour la nappe des calcaires du Jurassique sont issus des études précédentes au niveau des projets de la rue Maurice Ravel. Au niveau du projet 12 rue Maurice Ravel (TN Moyen à 3,9 m NGF), les études des cabinets VALÉEN et GINGER ont montré :

- un niveau de hautes eaux (EH) fixé à une cote de + 3,0 m NGF,
- un niveau exceptionnel (EE) de hautes eaux fixé à une cote de + 3,6 m NGF.

Ainsi, il est estimé :

- une profondeur du niveau de hautes eaux (EH) de 0,9 m,
- une profondeur du niveau exceptionnel (EE) de hautes eaux de 0,3 m.

Ces cotes concernent la nappe des calcaires du Jurassique dans la mesure où elle viendrait à être recoupée dans le cadre du chantier. Toutefois sans variation ponctuelle du faciès géologique le fond de fouille du projet devrait être implanté au sein des argiles grises vasardes peu perméables et peu capacitives pour lesquelles aucun NPHE n'a été estimé. Sur le site du projet Karma, le terrain naturel est situé à une cote de 3,7 m NGF. Le niveau de la nappe a été extrapolé (Cf. schéma en page suivante) :

- un niveau de hautes eaux (EH) fixé à une cote de +2,8 m NGF,
- un niveau exceptionnel (EE) de hautes eaux fixé à une cote de +3,4 m NGF (Cf. figure ci-contre).

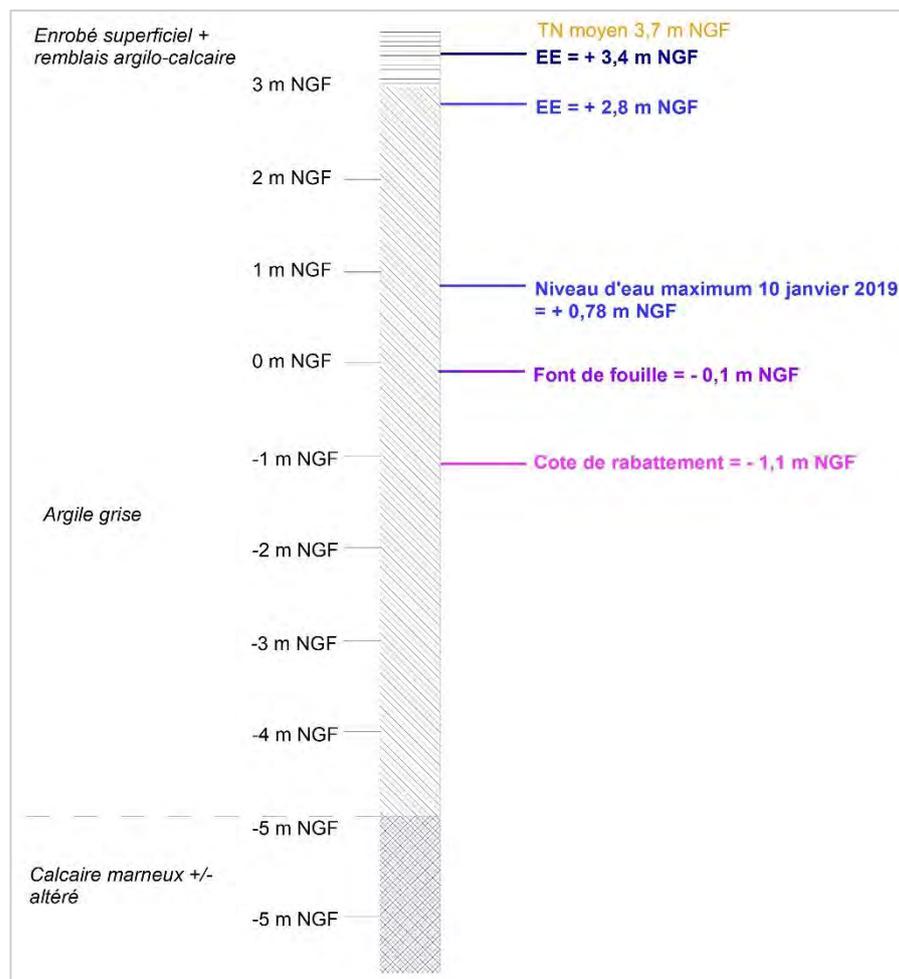


Figure 2 : schéma des cotes d'eau extrapolés au projet Karma

*j. Données qualitatives de la nappe au droit du projet*

A la connaissance du maître d'ouvrage, il n'existe pas de données sur la qualité de l'eau souterraine au droit du projet.

### **I.3. L'hydrologie**

Le projet se situe dans le bassin versant du Canal de Marans qui rejoint l'océan par l'écluse Maubec dans le Vieux Port.

#### *1.3.1. Contexte général*

##### *a. Histoire*

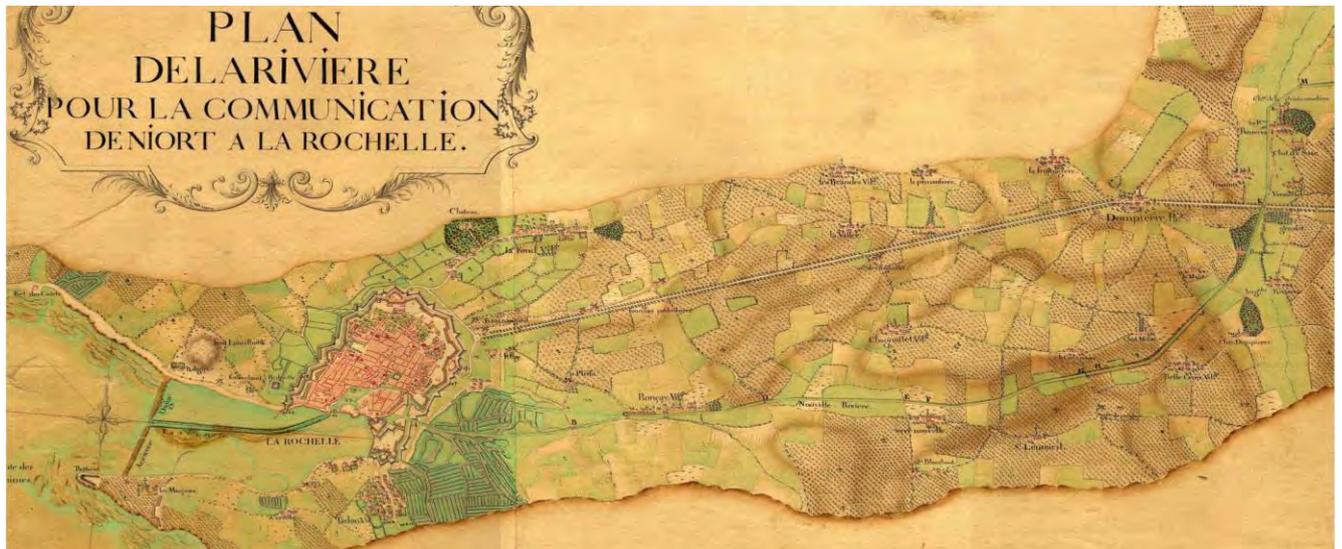
Le projet se situe dans le périmètre du bassin versant du canal de Marans à La Rochelle (plus précisément le long du tronçon appelé Canal de Rompsay) qui rejoint l'océan par le Bassin des Chasses puis le Canal Maubec avant de se jeter dans le Vieux Port via l'écluse Maubec.

Imaginé au XVIII<sup>ème</sup> siècle, le canal de Marans à La Rochelle destiné à relier Niort à La Rochelle fut l'un des grands chantiers régionaux du XIX<sup>ème</sup> siècle. Sa très lente exécution – sur 80 ans – dans une période d'innovation industrielle le rendit inadapte avant même son achèvement, supplanté par le chemin de fer. Axe structurant du paysage, le canal est toutefois un élément aujourd'hui reconnu du patrimoine local.



À défaut d'être l'axe de transport fluvial que le projet laissait espérer, le canal devint rapidement un espace de détente prisé. Son environnement agréable, propice aux promenades et à la pêche, favorisa l'aménagement de lieux de villégiature.

Les bords du canal s'affirmèrent rapidement comme un lieu de villégiature pour les notables rochelais. Le secteur de Rompsay, sur la commune de Périgny, se caractérise par une succession de demeures implantées en bordure du canal, comme les manoirs de Beaupréau et des Quatre Chevaliers ou le logis de Passy.



Carte 11 : extrait du plan de la rivière pour la communication de Niort à La Rochelle (1756 Archives municipales de La Rochelle)

Si certaines de ces demeures existaient avant la transformation du cours d'eau de Rompsay en canal, la plupart furent aménagées, aux XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles, par la création de nouveaux bâtiments ou de jardins d'agrément. Outre les espaces boisés, ces parcs abritaient des éléments qui leur conféraient une dimension pittoresque et romantique, tels que fabriques, orangeries, volières, statues ou balustrades. Des aménagements liés à l'eau furent aussi réalisés : canaux, bassins, viviers et petits ponts.

Des perspectives ménagées sur les demeures pérignaciennes, leur parc ou leurs allées couvertes depuis les bords du canal, ainsi que d'importants portails dotés de grilles en fer forgé, témoignent du soin apporté par leurs propriétaires.

Le canal devint aussi un lieu de détente populaire. En contrepoint du mail et des parcs Charruyer et d'Orbigny de l'ouest Rochelais, ses abords constituaient un grand espace vert à l'est de la ville. La guinguette du Robinson s'installa au début du XX<sup>ème</sup> siècle au manoir de Beaupréau ; son agréable parc offrait par ailleurs un cadre idéal pour déjeuner ou prendre un café à la belle saison.

Le canal s'était « endormi » dans le courant du XX<sup>ème</sup> siècle. Toutefois, dans le prolongement des premières activités de détente et de loisirs qui s'y développèrent au début du siècle dernier, l'intérêt et le potentiel de cette voie d'eau furent progressivement reconnus. Le canal fut inscrit au titre des sites en tant que monument naturel depuis le 15 mai 1970 sur les trois communes de La Rochelle, Périgny et Dompierre, jusqu'au pont de Mouillepieds.

Depuis 1978, le canal fait partie du domaine public fluvial concédé au Département de Charente-Maritime ; le Conseil Départemental, qui en est devenu propriétaire en 2007, a lancé, en partenariat avec les communes et les intercommunalités concernées, un vaste projet de revitalisation le concernant.

#### *b. Gestion et usages*

Le canal de Marans à La Rochelle assure des fonctionnalités hydrauliques. L'écluse d'Andilly partage le canal en deux biefs, l'un s'écoulant vers le Bassin des chasses de La Rochelle, l'autre vers le canal maritime de la Sèvre Niortaise à Marans.

Le canal n'a pas de fonction hydraulique majeure en zone de marais : il est déconnecté des réseaux hydrauliques des marais qu'il traverse, hormis son croisement « à niveau » avec le canal du Curé, dont il peut

exceptionnellement, favoriser (dans de très faibles proportions) l'évacuation des crues en direction de Marans. En période de basses eaux, il constitue une réserve d'eau pour le maintien des usages et des milieux aquatiques.

De plus, le canal reçoit les eaux pluviales du territoire de la Communauté d'Agglomération de La Rochelle. Les fossés de ceinture permettent l'écoulement des eaux pluviales d'autres communes telle la commune de Sainte-Soulle. Le canal représente un exutoire en période de crue et la gestion de ses niveaux est essentielle pour faciliter l'évacuation des différents réseaux qui s'y rejettent.

Le canal est géré par des équipes d'entretien du Conseil Départemental dont les missions sont les suivantes :

- faucardage (fauchage des plantes aquatiques),
- fauchage / débroussaillage des francs bords ;
- débardage, travaux forestiers et replantation ;
- gestion et entretien des ouvrages hydrauliques ;
- entretien du domaine.

Le canal insuffisamment entretenu par le passé, présente de nombreuses contraintes :

- il est asphyxié par des plantes et algues envahissantes telles que l'Egeria densa dont la croissance exponentielle est un frein au développement de certaines activités et à la diversité des habitats.
- il s'envase progressivement diminuant ainsi sa capacité de rétention et de stockage et favorisant la banalisation et l'appauvrissement du milieu.
- la qualité des eaux est médiocre. Deux stations sont suivies par la Cellule Qualité des Eaux Littorales de la DDE à La Rochelle : à l'aval de l'écluse d'Andilly et au pont de la RD 108 à Rompsay. Sur la partie terminale, le taux en nitrate et la bactériologie sont des facteurs déclassants.
- les conditions d'entretien n'ont pas permis de laisser dans un état satisfaisant le patrimoine riche et varié. Les boisements tout le long du canal sont anciens. Les branches et les troncs d'arbres tombent à l'eau ou sur les francs bords, représentant un danger certain pour les usagers.
- aujourd'hui, les accès de certains secteurs sont rouverts par les équipes d'exploitation du canal, permettant ainsi de développer des actions de loisirs et de les mettre en sécurité mais avec la nécessité d'un entretien constant.

Le canal exige, aujourd'hui, tout à la fois des interventions lourdes afin de retrouver un aspect initial et un entretien régulier. A ce titre, le Département a engagé plusieurs études et travaux d'aménagement.

De multiples usages de loisirs se sont développés autour du canal. Le site a de nombreux attraits pour les pêcheurs, la population locale et les vacanciers à la recherche de calme et de détente.

#### a. La pêche et la chasse

Deux associations de pêche ont investi le canal, sur tout son linéaire : l'Amicale du Gardon Rochelais (de Rompsay à la RD105) et la Gaule Marandaise (de la RD105 à l'écluse de Marans). Ces deux associations enregistrent 3047 membres.

Le canal représente un intérêt halieutique majeur. En effet, il est situé à proximité de La Rochelle et offre toutes les qualités qu'attendent les pêcheurs (accès nombreux et faciles). Sa fréquentation, notamment en été, est la plus importante des cours d'eau du nord du département.

Un parcours de carpe de nuit est en place sur 8,2 km entre Marans et Saint-Ouen-d'Aunis sur la rive Nord.

Par ailleurs, certaines parties du canal sont incluses dans des territoires de chasse. Des battues sont organisées occasionnellement.

### *β. La promenade*

Le canal est bordé, sur tout son linéaire, par les anciens chemins de halage, propices à la balade. Leur **continuité n'est cependant pas toujours assurée sur les deux rives.**

Les bordures du canal sont très fréquentées par **différents types d'usagers** : les promeneurs (public familial, public à cheval), les randonneurs, les joggers, les cyclistes, mais également les motos tout terrain et sur certains secteurs les voitures.

Entre la limite ouest de La Rochelle et le Pont de Rompsay (Périgny), à 2 m en surplomb des deux rives du canal, **une piste cyclable a été aménagée jusqu'au Pont de Rompsay. Cette portion est donc sécurisée pour la promenade à bicyclette. Le piéton n'a pas d'espace dédié mais peu partager la bande cyclable.** Toutefois, la quiétude de cette partie du canal est gênée par le bruit incessant de la circulation automobile.

Du Pont de Rompsay au Tunnel Saint Léonard (cf. vues ci-dessous), le canal est réservé aux piétons. La **circulation cycliste n'est pas autorisée, mais très pratiquée.** L'espace vert en zone urbaine fait place à un sous-bois tranquille (la circulation automobile étant reportée au-delà de la voie ferrée) puis, peu à peu, à un chemin sec dominant de plus en plus le canal (8 m au Pont de Chagnolet, 30 m au bois de Dompierre sur Mer).



Figure 3 : vues du Tunnel Saint-Léonard

**Jusqu'au Pont de Mouillepieds, les chemins longent le canal sur sa partie haute et sa partie basse, de part et d'autre de la voie d'eau. La partie haute**, située sur la rive ouest, est assez large et très fréquentée par les piétons, les cyclistes et parfois les cavaliers. Les chemins en contrebas sont souvent boueux et impraticables en hiver du fait des eaux de ruissellement.

Du Pont de Mouillepieds au Siphon des Bois, des chemins sont aménagés sur certaines portions pour accueillir différents usagers (piétons, cyclistes, cavaliers et pêcheurs).

Entre Villedoux et Marans, le canal se situe dans les marais, à niveau ou en légère surélévation, créant un paysage de canal plus classique. **Seul est accessible le chemin de halage de la rive gauche, goudronné jusqu'au Pont de la Brune.** Très fréquenté en période estivale par les automobilistes, il présente un danger important pour les activités pédestres ou cyclistes.

### γ. Des aires de loisirs

Le long du canal, quelques aires de loisirs ont été aménagées dont les plus importantes, sur les communes de La Rochelle, Périgny, Dompierre sur Mer et Andilly.

Entre la limite ouest de La Rochelle et le Pont de Rompsay, des tables de pique-nique, **des bancs ainsi qu'une** aire de jeux pour les enfants ont été installés en bordure de la piste cyclable. Un loueur de canoë-kayak a établi sa base au Pont de Rompsay.

**A Dompierre sur Mer, située à 6km du site d'étude, dans un contexte** beaucoup moins urbain, **l'aire naturelle** du Bois des Pins est un site particulier au-dessus du Tunnel Saint Léonard. Elle constitue une surface importante où se mêlent pinède, tables de pique-nique, terrain de pétanque, parcours de santé, terrain de moto-cross, parking et signalétique de jalonnement des différents ouvrages du canal. Remarquable par sa surface et son caractère naturel, elle surplombe le Tunnel Saint Léonard auquel on accède facilement par un chemin boisé. Cet espace, essentiellement voué à la détente des promeneurs et des péri-urbains, **fait l'objet d'Autorisations d'Occupation Temporaire (AOT) entre la commune de Dompierre sur Mer et le Conseil Départemental pour l'activité de moto-cross et le parcours de santé. Cependant, l'implantation du terrain de moto-cross nuit à la qualité paysagère et à la quiétude du site.** Le renouvellement de ces autorisations devrait donc être cohérent avec la vocation de cet espace.

Par ailleurs, la traversée de la D111 en direction du Pont de Belle-Croix s'effectue sur une portion de route relativement dangereuse. Une étude est envisagée par la Direction des Infrastructures du Département.

**Le site des écluses d'Andilly constitue un point de jonction entre le canal du Curé et le canal de Marans. Il** attire les promeneurs, les pêcheurs et **les kayakistes. La maison éclusière accueille l'Amicale de Pêche, une aire** naturelle de camping (actuellement fermée pour des raisons de mise aux normes) et de pique-nique. La valorisation de cet espace, à fort potentiel, permettrait **d'assurer une zone de développement entre Dompierre sur Mer et Marans, sur une portion du canal relativement vierge en termes d'équipements pour le public.**

Aux écluses de Marans, une zone de pique-nique est aménagée dans un espace boisé attenant à une aire naturelle enherbée et à une base nautique.

### δ. Le canotage

Depuis 2001, un loueur de canoë-kayak, « Canal Canoë », a installé sa base de départ au Pont de Rompsay (en amont du projet de résidence). **D'avril à septembre, il propose quatre formules avec** comme accroche commerciale « Partez à la découverte d'un site naturel classé » : 1h, 2h, demi-journée (destination le Tunnel Saint-Léonard), journée (destination le Pont de Mouilleped).

Par ailleurs, début mai un raid nautique « Cap sur la vallée du Curé en canoë » rassemble plus de 200 **embarcations sur le canal du Curé entre Charron et Angliers avec une étape champêtre à l'écluse d'Andilly.**

### *c. Le fonctionnement*

Le Canal de Rompsay (milieu saumâtre) est isolé hydrauliquement du Canal de Marans à La Rochelle (milieu dulçaquicole) par une écluse au niveau du Pont des Salines. Le Canal de Marans à La Rochelle est géré par le Conseil Départemental de Charente-Maritime, **le Canal de Rompsay est géré par la CdA de La Rochelle. Il est d'ailleurs utilisé** par la Collectivité comme un **bassin d'orage assurant la rétention des eaux d'un bassin versant urbain de 245 ha. Le**

Bassin des Chasses en aval assure également cette fonction. Ce dernier reçoit ainsi les eaux du bassin « canal de Rompsay », du canal de Marans, des bassins « Villeneuve » et « Villeneuve Ouest », du bassin de « Tasdon », ainsi qu'un bassin versant urbain de 30 ha situé sur la commune de La Rochelle (secteur gare et hôpital).

Le niveau d'eau de l'ensemble Bassin des Chasses et Canal de Rompsay est régulé par l'écluse située à l'extrémité du canal de Maubec, à l'entrée du vieux port suivant deux niveaux de consignes :

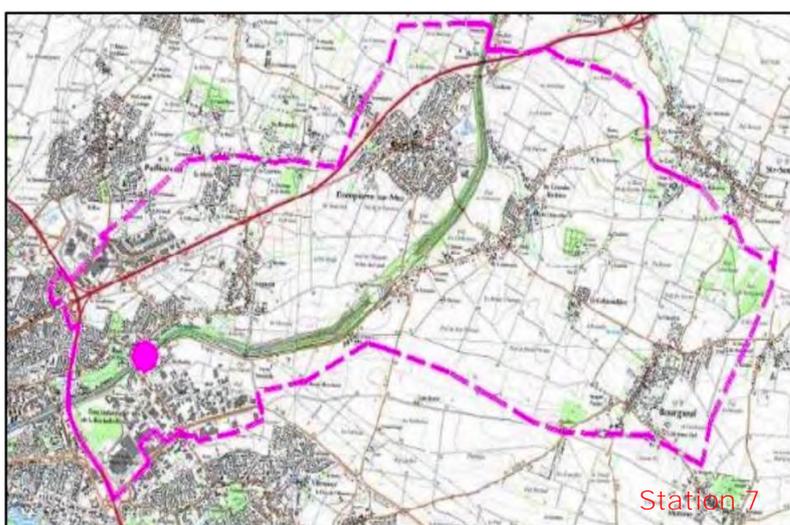
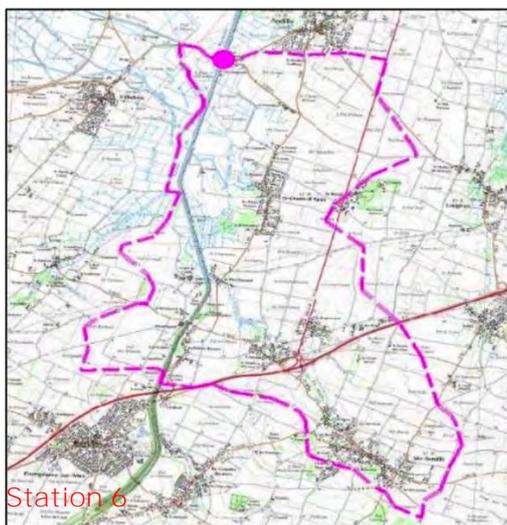
- Niveau été (avril/septembre) : 1,00 NGF (4,50 m)
- Niveau hiver (octobre/mars) : 0,50 NGF (4 m)

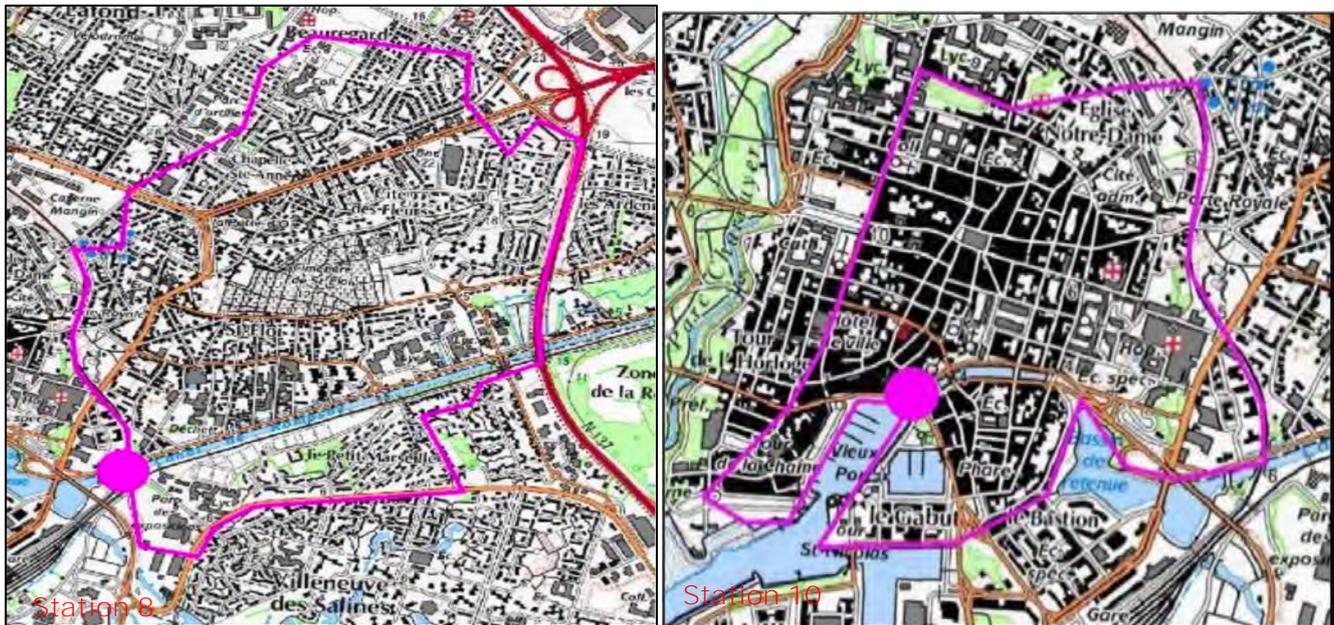
Le plan d'eau est maintenu en eau saumâtre par des apports réguliers en eau de mer via l'écluse Maubec (2 ouvertures par mois suivant planning annuel). A noter, la présence d'un batardeau en aval du bassin permettant d'y maintenir un niveau d'eau minimum.

#### *d. Le suivi qualitatif*

La Communauté d'Agglomération de La Rochelle dispose de plusieurs stations de suivi de la qualité des eaux du canal :

- Station 6 : Andilly – Canal de Marans amont (amont de l'aire d'étude),
- Station 7 : Périgny – Canal de Marans aval (amont de l'aire d'étude),
- Station 8 : Canal de Rompsay (au droit de l'aire d'étude),
- Station 10 : Canal Maubec (aval de l'aire d'étude).





Carte 12 : localisation des points de suivi de la qualité des eaux du Canal (stations 6, 7, 8 et 10)

Station 6 (2015) : La teneur en nitrates relevée en mars 2015 est supérieure aux valeurs médianes (représentées par les traits à l'intérieur des boîtes à moustaches) des années précédentes ce qui tend à montrer qu'un phénomène de lessivage des sols important a également eu lieu cette année. Il en est de même en ce qui concerne la concentration en orthophosphates du mois de janvier 2015.

La dynamique de la station d'Andilly est influencée par la pose d'un batardeau permettant de gérer l'étagement des différents compartiments hydrauliques. Il en résulte une stagnation marquée de la masse d'eau et l'apparition en surface d'une nappe de lentilles d'eau. A l'instar de la station 5, cela empêche le développement conséquent du compartiment phytoplanctonique (cf. valeurs de chlorophylle très faibles) et explique l'abattement des nitrates.

Les valeurs en *E. coli* relevées en janvier et mars sont légèrement plus élevées que la médiane calculée à partir de l'historique de données. Cela dénote vraisemblablement une légère influence pluviale puisque les deux prélèvements ont été réalisés juste après un épisode pluvieux. Toutefois, la station d'Andilly apparaît comme peu sensible aux rejets pluviaux.

Station 7 (2015) : Les traceurs habituels de rejets pluviaux (bactéries, ammonium) ne démontrent pas d'influence de la pluviométrie à l'exception peut-être du mois de septembre particulièrement pluvieux, où la teneur en ammonium dépasse très largement la médiane historique.

La dynamique des nitrates est assez classique et la gamme de valeurs obtenues en 2015 est là aussi comparable à l'historique. Toutefois, les fortes pluviométries de septembre engendrent un rechargement « anticipé » de la colonne d'eau, favorisant la prolongation du développement phytoplanctonique comme en témoigne la valeur de chlorophylle mesurée en novembre.

Les valeurs de COD des mois de mai et d'août se démarquent légèrement des médianes historiques (tout en restant faibles) et sont sans doute imputable à un apport de matériel terrigène à la suite d'un lessivage du sol.

Station 8 (2015) : A quelques exceptions près, l'année 2015 semble suivre la même dynamique que les années précédentes. On notera qu'à l'instar de la station 7, les fortes pluviométries de septembre engendrent un

rechargement « anticipé » de la colonne d'eau en nitrates. La dynamique de ces derniers suit une tendance classique et déjà explicitée auparavant.

L'efflorescence algale observée (teneur en chlorophylle importante) en août est cohérente avec la forte consommation des nitrates observée à cette même période et dépasse assez largement les valeurs historiques. Conjugée à la teneur en orthophosphates également plus élevée qu'à la normale, il semble que la biodisponibilité en sels nutritifs (nitrates, phosphates) soit à l'origine de ce bloom remarquable. Cette teneur inhabituelle en orthophosphates mesurée durant le mois de juillet peut éventuellement être explicable par le remaniement sédimentaire consécutif aux travaux de curages menés entre le 27 avril et le 15 juin par le Conseil Départemental de la Charente-Maritime.

La station 8 semble avoir été sensible aux pluviométries de janvier comme en témoignent les charges en bactéries relevées à cette période.

Station 10 (2015) : La station 10 présente la particularité d'être soumise à une double influence en raison de la gestion hydraulique spécifique associée à cette dernière. En effet, à intervalles réguliers, une chasse hydraulique est pratiquée au sein du canal de Rompsay aval, du canal Maubec et du bassin des chasses.

La dynamique de cette station est donc complexe puisque directement influencée par le Canal de Rompsay et Le Canal de La Moulinette en amont de celle-ci. Cette double influence est notamment visible au niveau des concentrations en chlorophylle où les pics observés en janvier et août sont semble-t-il directement imputable au Canal de Rompsay. Certaines valeurs de COD sont quant à elles relativement proches de celles obtenues au niveau du Canal de La Moulinette.

En revanche, les fortes valeurs de bactériologies observables en début d'année semblent plutôt être propres au contexte très urbain de la station 10 qui doit influencer directement les charges en bactéries.

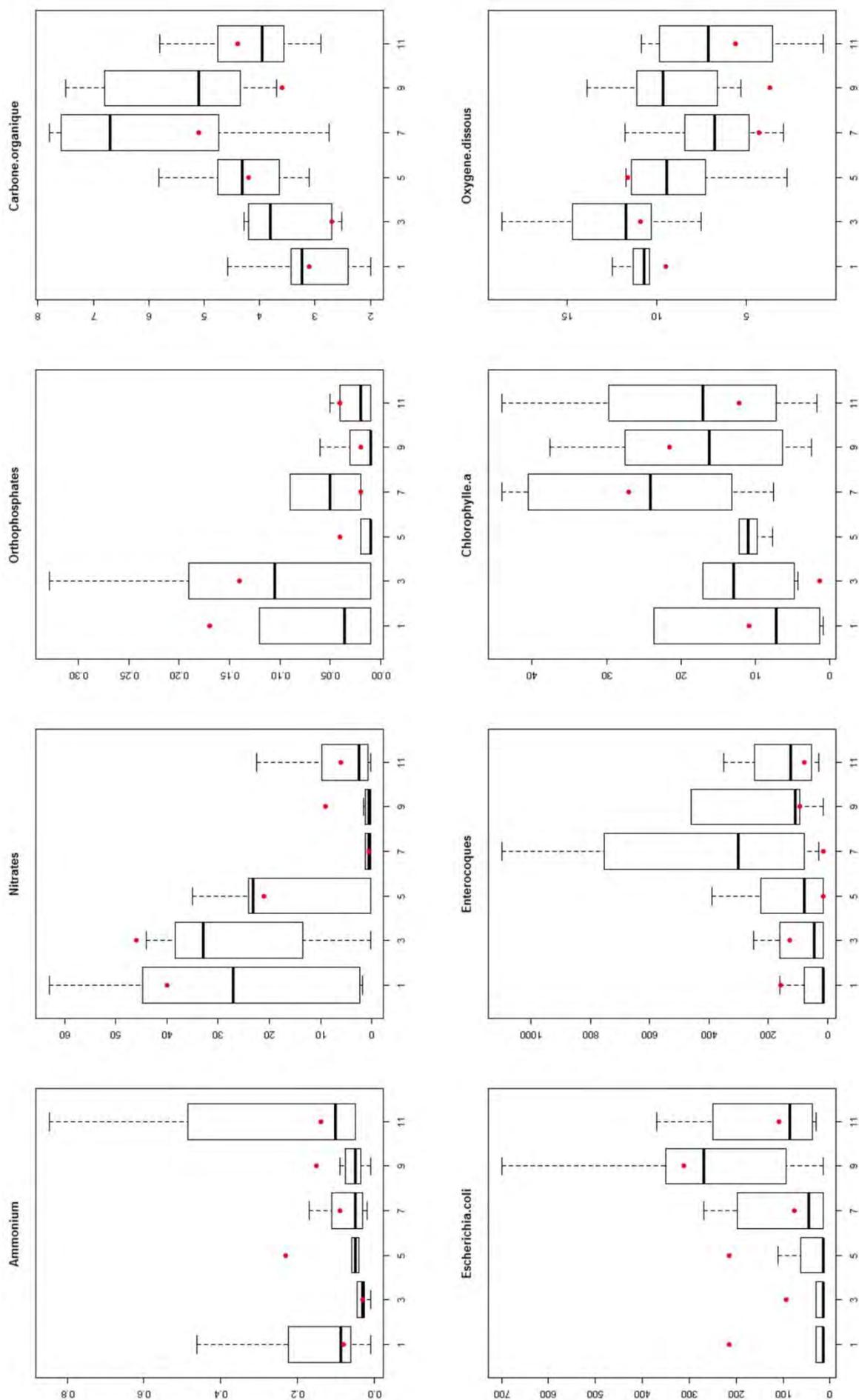


Figure 4 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 6

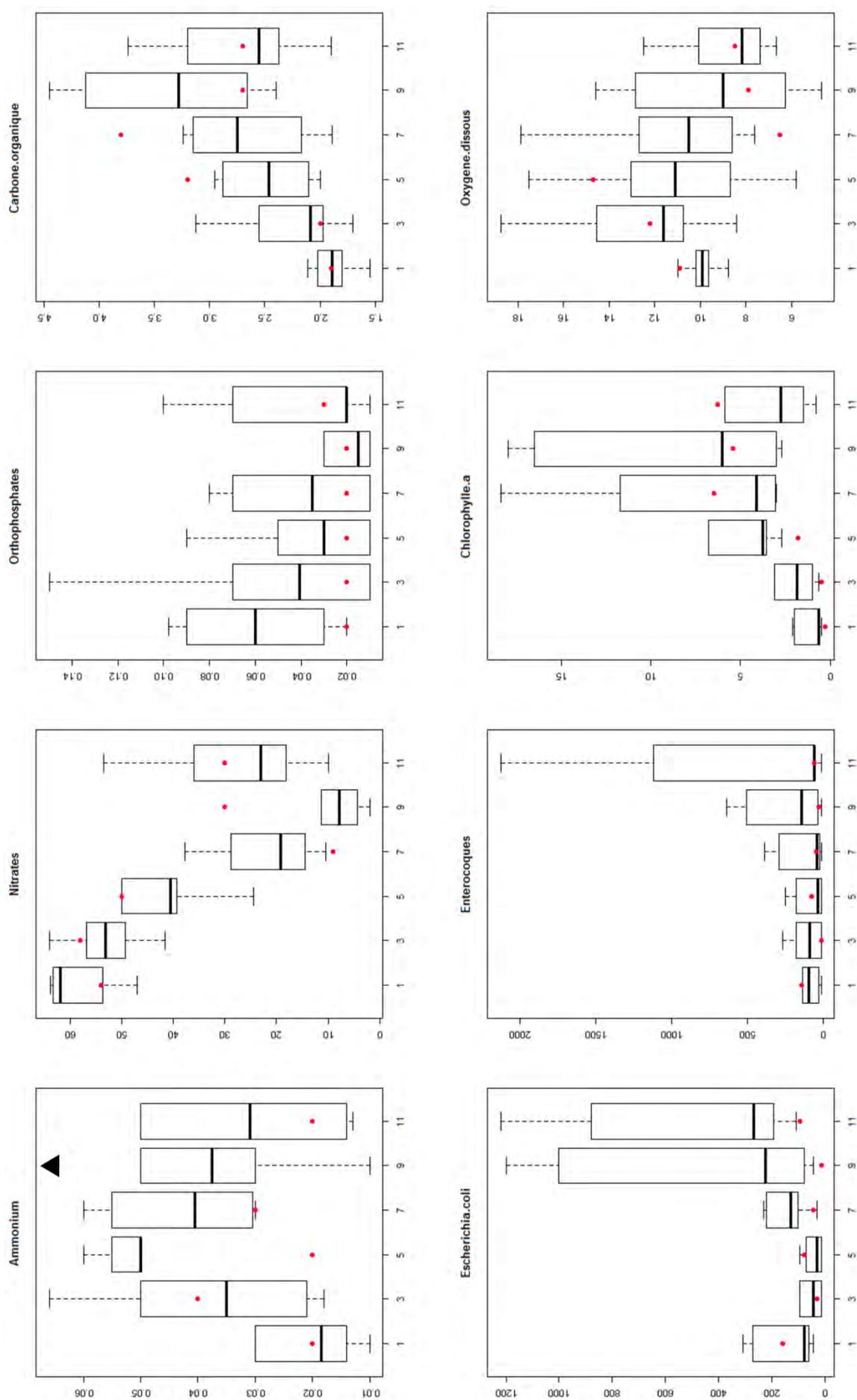


Figure 5 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 7

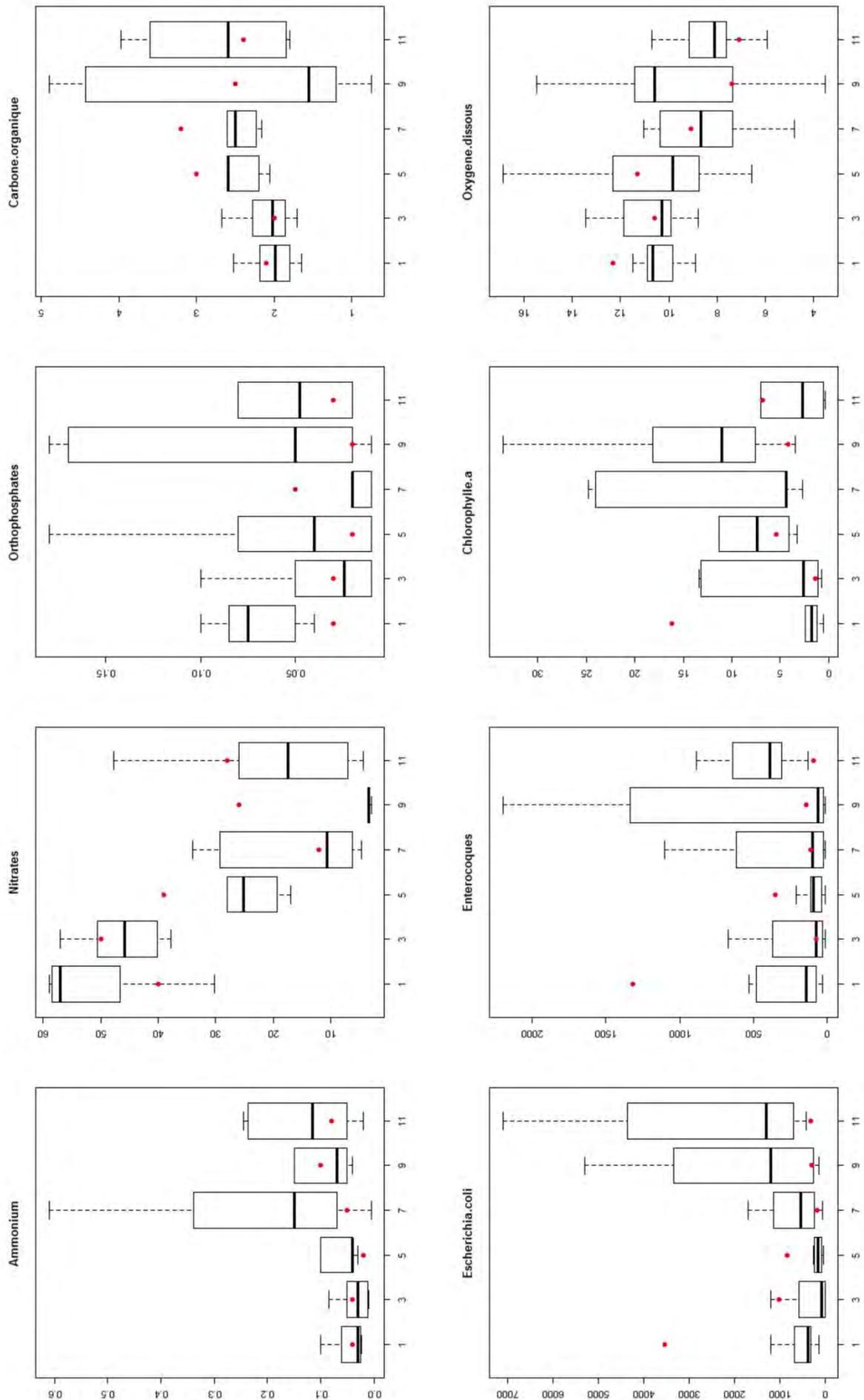


Figure 6 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 8

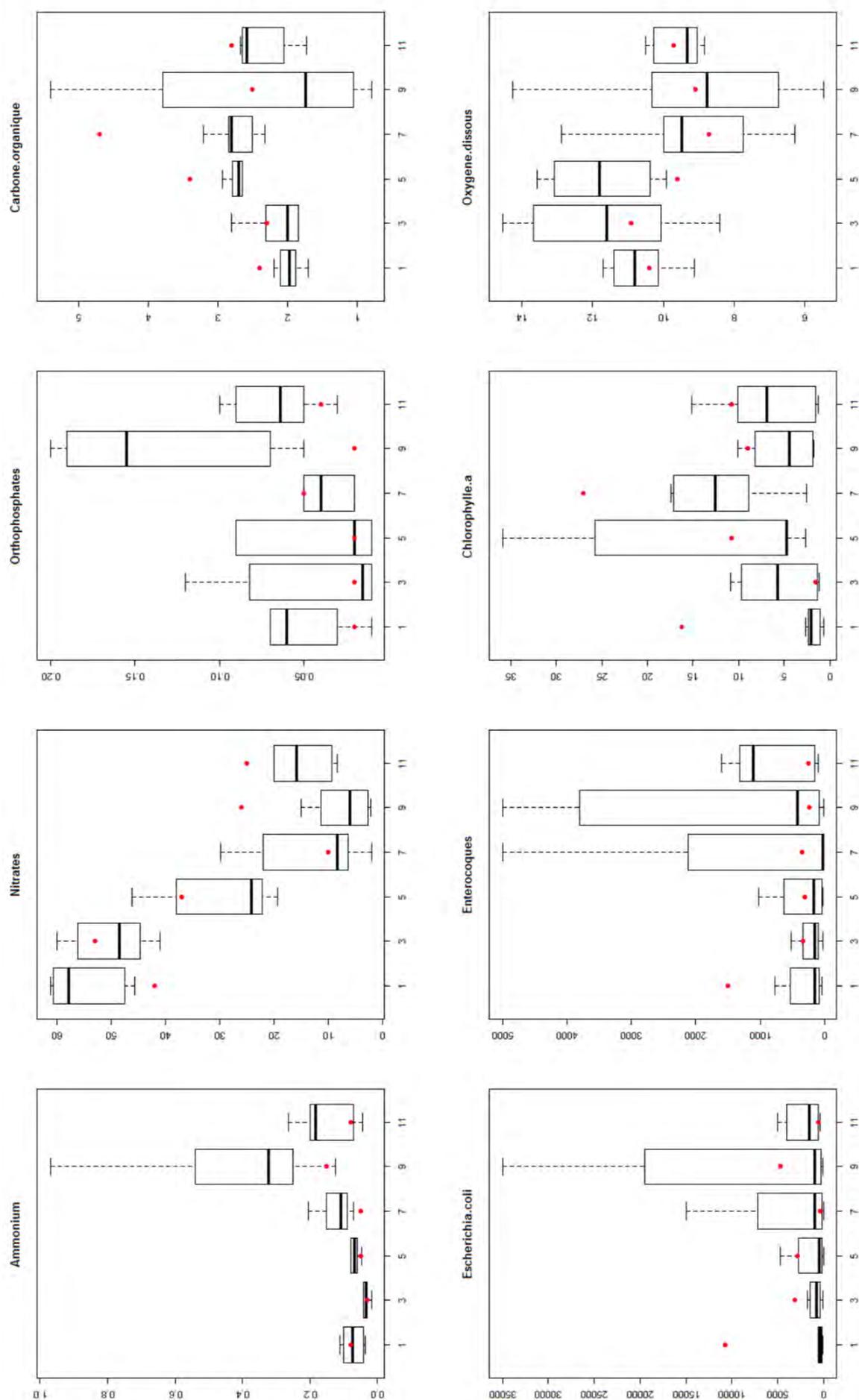


Figure 7 : qualité des eaux du Canal de Marans – station 10

### 1.3.2. Les masses d'eau

Les masses d'eau concernées par le projet sont : celle des *Canaux de Marans* et celle de *La Rochelle*. Selon les données recueillies auprès de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et l'IFREMER, leur état provisoire est le suivant selon les critères DCE 2000/60/CE :

- **Masse d'eau cours d'eau** : Canaux de Marans :
  - Référence : FRGR0925,
  - État biologique : Non classé,
  - État écologique validé : Médiocre (niveau de confiance faible),
  - État physico-chimique : Médiocre,
  - État global : Médiocre,
  - **Objectif d'atteinte du bon état** écologique : 2021,
  - **Objectif d'atteinte du bon état chimique** : Non déterminé.
- **Masse d'eau littorale** : La Rochelle,
  - Référence : FRGC54,
  - État global : Bon (cf. figure suivante),
  - Objectifs environnementaux : atteints en 2015.

Etat chimique		Etat écologique					
Niveau de confiance		Niveau de confiance					
Etat chimique		Etat biologique		Etat hydromorphologique		Etat physico-chimique	
Imposex	(E)	Phytoplancton	(E)	Hydromorphologie	(E)	Température	(E)
Contaminants chimiques	(I)	Macrophytes	(E)			Oxygène dissous	(E)
Métaux lourds	(I)	Macroalgues intertidales	(NS)			Nutriments	(NS)
Pesticides	(I)	Macroalgues subtidales	(NS)			Salinité	(NP)
Polluants industriels	(I)	Angiospermes	(NS)			Transparence	(E)
Autres	(I)	Maërl				Polluants spécifiques	(NS)
		Algues proliférantes	(E)				
		Invertébrés benthiques	(NS)				
		Invertébrés benthiques intertidaux	(NS)				
		Invertébrés benthiques subtidaux	(NS)				

Etat écologique ou global		Etat chimique	
Non pertinent		Non pertinent	
Inconnu		Inconnu	
Très bon		Bon	
Bon		Mauvais	
Moyen			
Médiocre			
Mauvais			
Inférieur au très bon état			

DI - Données insuffisantes

DNP - Descripteur non prospecté dans cette masse d'eau

ENS - Elément de qualité non suivi

IND - Indicateur non défini

NP - Indicateur non pertinent ( absent ou non représentatif)

NS - Pas de contrôle de surveillance dans cette masse d'eau

E - Classement basé sur un avis d'expert

I - Classement basé sur l'indicateur

#### Niveau de confiance

1: faible

2: moyen

3: élevé

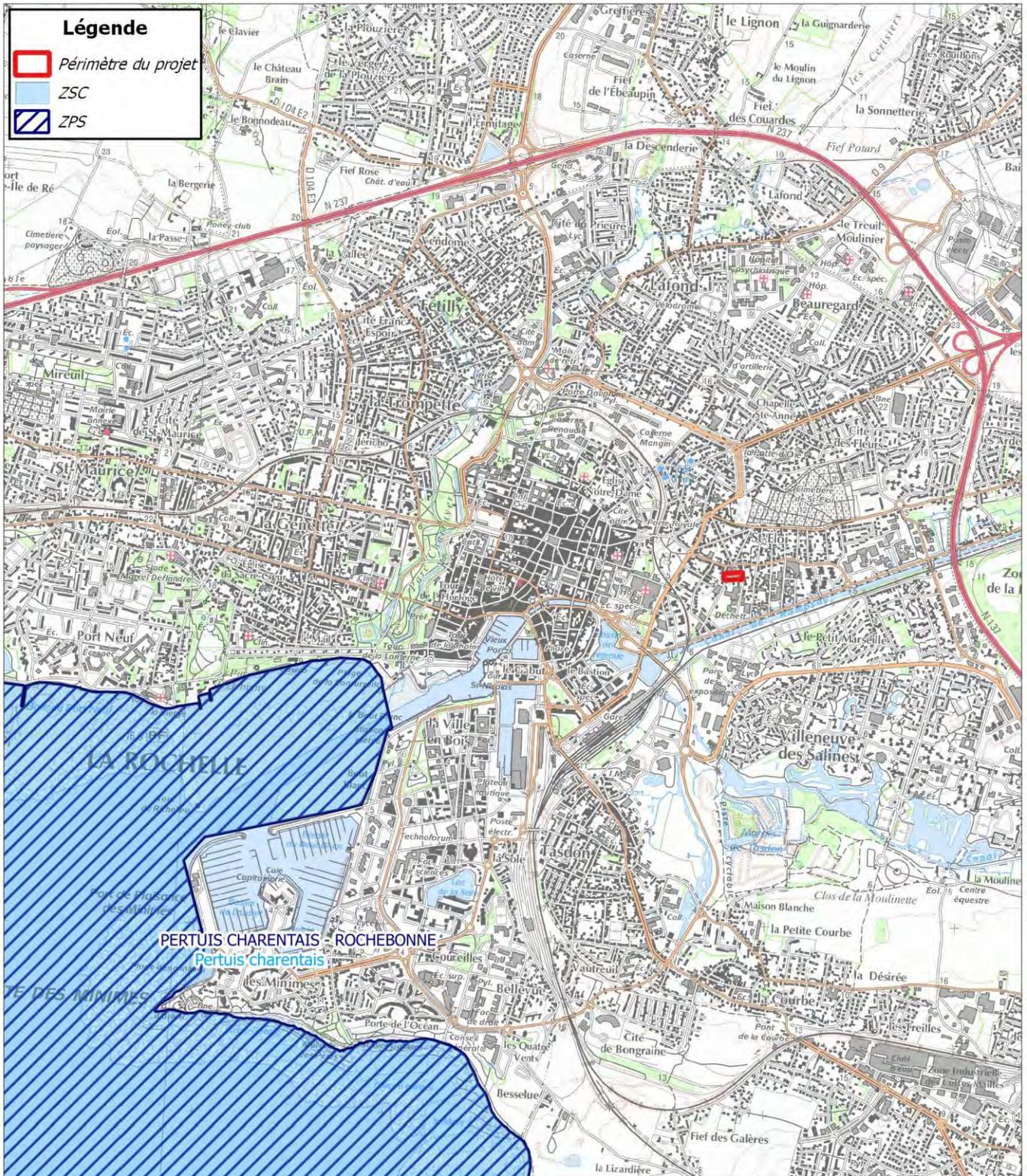
gris : pas d'information

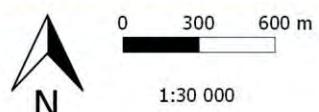
Figure 8 : bilan provisoire sur les résultats acquis dans le cadre du programme de surveillance de la DCE 2000/60/CE – Source : Ifremer

#### I.4. Le milieu naturel

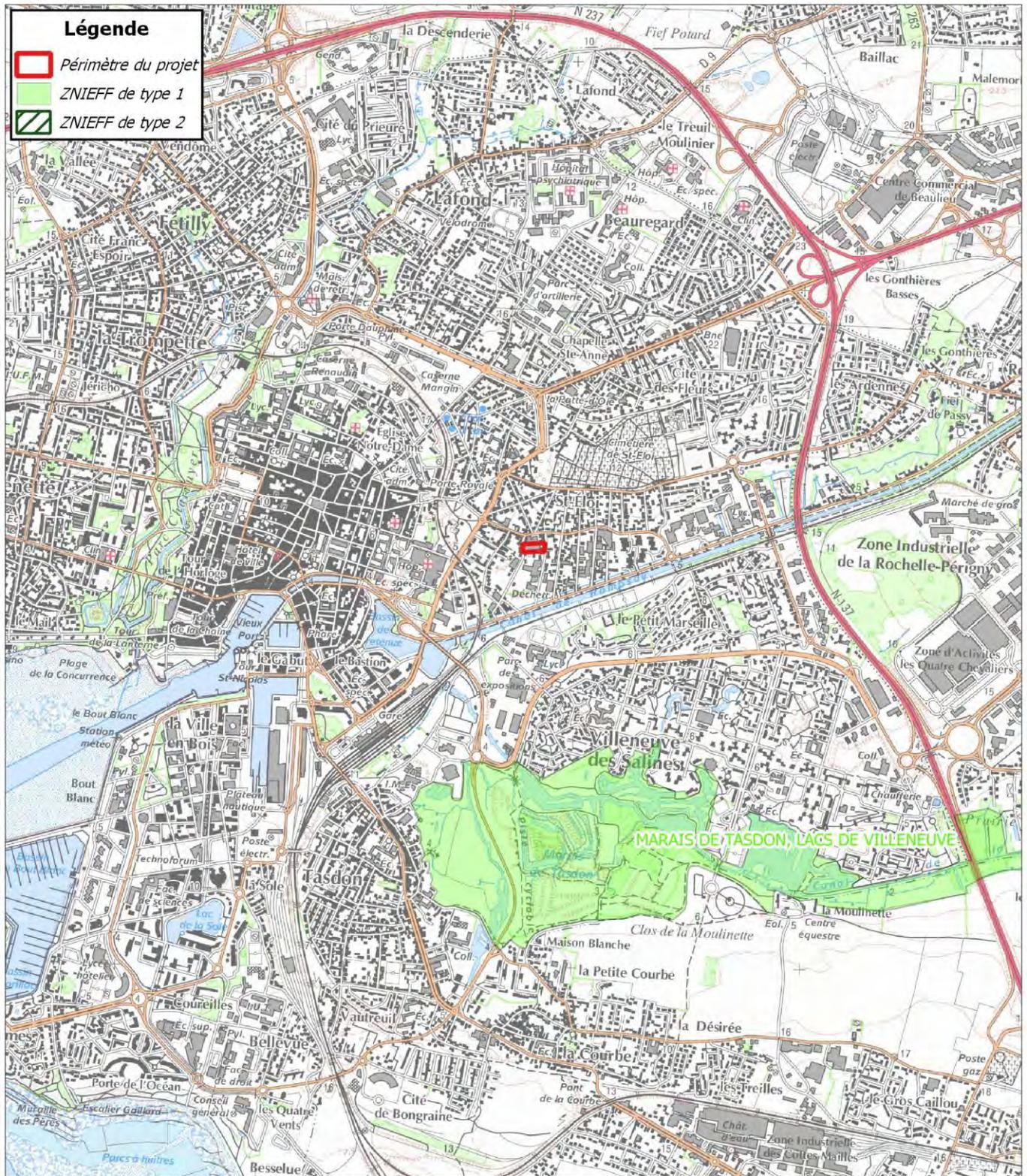
Selon les données recueillies auprès de la D.R.E.A.L. Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes, site Poitou-Charentes, les zonages suivants sont recensés dans le voisinage du projet (cf. cartes pages suivantes) :

- ✓ La Zone **Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (Z.N.I.E.F.F.)** de type I n°540003302 : Marais de Tasdon, Lacs de Villeneuve, distance au projet : 960 m au Sud du projet,
- ✓ le **Site d'Intérêt Communautaire S.I.C.** n° FR5400469 : Pertuis charentais, distance au projet : 1,9 **km à vol d'oiseau et 2,4 km à l'aval hydraulique,**
- ✓ la Zone de Protection Spéciale (Z.P.S.) n° FR5412026 : Pertuis charentais – Rochebonne, distance au projet : **1,9 km à vol d'oiseau et 2,4 km à l'aval hydraulique,**



	 <p>1:30 000</p>	<p>Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle</p>
		<p>Source des données : Eau Méga</p>
		<p>Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000</p>
		<p>Réalisation : Eau-Méga - Conseil en environnement</p>

Carte 13 : carte des sites du réseau Natura 2000



		Projet : Programme immobilier KARMA Rue Rameau et Rue DEBUSSY à La Rochelle
		Source des données : Eau Méga
		Fond cartographique : SCAN IGN 1/25 000
		Réalisation : Eau-Mega - Conseil en environnement

Carte 14 : carte des Z.N.I.E.F.F.

#### 1.4.1. La Z.N.I.E.F.F. des Marais de Tasdon et Lacs de Villeneuve

Le Marais de Tasdon correspond à des anciennes salines abandonnées et aujourd'hui relativement végétalisées (haies de tamaris et halliers de prunelliers et d'aubépine). Des inventaires ont été réalisés par la LPO (Ligue de Protection des Oiseaux) (M. Ph. JOURDE).

##### Intérêt mammologique :

L'intérêt mammologique est très limité au regard des inventaires réalisés qui comprennent des espèces très communes dans nos régions. Il est fort probable que le marais soit un lieu de chasse pour de nombreux Chiroptères.

<i>Apodemus sylvaticus</i> - Mulot Sylvestre	<i>Ondatra zibethicus</i> - Rat musqué
<i>Crocodyra suaveolens</i> - Musaraigne des jardins	<i>Oryctolagus cuniculus</i> - Lapin commun
<i>Erinaceus europaeus</i> - Hérisson commun	<i>Rattus norvegicus</i> - Surmulot
<i>Myocastor coypus</i> - Ragondin	<i>Talpa europaea</i> - Taupe
	<i>Vulpes vulpes</i> - Renard roux

##### Intérêt ornithologique :

Ce marais présente un intérêt ornithologique important en ce sens où il constitue une zone de reproduction pour quelques espèces patrimoniales comme la Gorgebleue, le Traquet motteux et la Bergeronnette printanière. Il est également identifié comme une halte migratoire pour de très nombreuses espèces de canards et de laro-limicoles.

À chaque vague de froid, les étangs artificiels, rarement gelés, attirent des centaines de canards, dont des espèces peu fréquentes comme l'Harelda boréale ou le Harle piette.



Gorgebleue à miroir

##### Intérêt piscicole

Il n'y a pas eu à ce jour d'inventaires piscicoles officiellement réalisées. Les lacs de Villeneuve sont gérés par l'association du Gardon Rochelais pour des activités essentiellement halieutiques. Le barrage de La Moulinette n'est pas ciblé par le plan Anguille, pour autant il pourrait y avoir un intérêt à s'interroger sur le franchissement du barrage par les migrateurs.

##### Intérêt batrachologique

La présence de plusieurs espèces de batraciens a été identifiée :

*Hyla arborea* - Rainette verte

*Hyla meridionalis* – Rainette méridionale

*Lissotriton helveticus* - Triton palmé Espèce menacée inscrite sur liste rouge

mondiale de l'UICN – Liste rouge des amphibiens de France Métropolitaine

*Pelodytes punctatus* - Pélodyte ponctué

*Pelophylax kl. esculenta* - Grenouille verte – Espèce menacée inscrite sur liste rouge

mondiale de l'UICN – Liste rouge des amphibiens de France Métropolitaine



Triton palmé



Pélodyte ponctué

## Reptiles

*Lacerta bilineata* - Lézard à 2 bandes

*Natrix maura* - Couleuvre vipérine

*Podarcis muralis* - Lézard des murailles – Espèce protégée



Couleuvre vipérine

### 1.4.2. Pertuis Charentais

- **Le Site d'Importance Communautaire n°FR5400469** « Pertuis Charentais »

Le site des Pertuis Charentais a été proposé à la **Commission européenne en mars 1999**. D'une surface de 155 907 hectares, il est remarquable par la qualité du milieu marin et sa forte productivité biologique : zone de reproduction pour la Seiche (*Sepia officinalis*), les méduses (*Rizostoma pulmo*), zone de nurseries pour les poissons en lisière de l'étage médio-littoral (herbiers de zostères).

Le site est fréquenté par plusieurs grandes espèces de vertébrés menacés :

- Régulièrement : par la Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) dont les observations sur le site représentent la moitié des observations faites sur les côtes françaises et le Grand Dauphin ;
- occasionnellement : par divers cétacés dont le Marsouin est le plus fréquent et des tortues marines comme la Tortue Caouanne ou la Tortue verte.

Ce site marin prend en compte une partie du plateau continental et des eaux néritiques littorales - limitées arbitrairement vers le large par l'isobathe -20 m - s'étendant au large des côtes de Vendée et de Charente-Maritime. Cette zone connue sous le nom de "Mer des pertuis" rassemble plusieurs caractéristiques écologiques qui en font l'originalité et en expliquent l'intérêt biologique : eaux de faible profondeur en ambiance climatique subméditerranéenne, agitées par d'importants courants de marée et enrichies par les apports nutritifs des quatre estuaires : Lay, Charente, Sèvre Niortaise et Seudre.

Parmi les éléments remarquables jouant un rôle **important dans le fonctionnement de l'écosystème, le site des Pertuis se caractérise notamment par l'influence du panache de la Gironde** et de nombreuses zones récurrentes d'activité phytoplanctonique.

Le site fait actuellement l'objet d'un projet d'extension en vue d'alimenter le réseau Natura 2000 en mer. Le pSIC (Proposition de SIC) a été envoyé à la Commission européenne le 5 novembre 2008.

**L'extension de ce site au Nord (de la pointe du Grouin au Port Bourgenay) et au large (de l'isobathe -20 m à l'isobathe -50 m)** étend le site sur plus de 300 000 hectares et permet de prendre en compte les secteurs fréquentés par l'Esturgeon d'Europe et le Grand dauphin, espèces de l'annexe 2 de la Directive « Habitats ».

Concernant le Marsouin commun, après avoir vu ses populations fortement diminuées, on observe depuis **une dizaine d'années un retour progressif de l'espèce au large des côtes françaises**. La zone d'extension présente de **très bonnes conditions trophiques pour ce cétacé à l'échelle de la façade atlantique**. Par ailleurs, cette zone pourrait être potentiellement fréquentée par la Lamproie marine, autre espèce de poisson amphihaline.

Les tableaux suivants recensent les habitats et espèces d'intérêt communautaires :

Tableau 12 : espèces d'intérêt communautaire recensées au sein du SIC du Pertuis Charentais

ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE AU SEIN DU SITE NATURA 2000 « PERTUIS CHARENTAIS »		
Espèces	Code Natura 2000	Statut
Grand dauphin <i>Tursiops truncatus</i>	1349	Annexe II Directive « Habitats »
Marsouin commun <i>Phocoena phocoena</i>	1351	Annexe II Directive « Habitats »
Phoque gris <i>Halichoerus grypus</i>	1364	Annexe II Directive « Habitats »
<b>Esturgeon d'europe*</b> <i>Acipenser sturio</i>	1101	Annexe II Directive « Habitats »
Grande alose <i>Alosa alosa</i>	1102	Annexe II Directive « Habitats »
Alose feinte <i>Alosa fallax</i>	1103	Annexe II Directive « Habitats »
Lamproie marine <i>Petromyzon marinus</i>	1095	Annexe II Directive « Habitats »
Tortue Caouanne* <i>Carreta carreta</i>	1224	Annexe II Directive « Habitats »
Globicéphale noir <i>Globicephala melas</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin commun <i>Delphinus delphis</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin bleu et blanc <i>Stenella coeruleoalba</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Tortue luth <i>Dermochelys coriacea</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin de Risso <i>Grampus griseus</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Tortue de Kemp <i>Lepidochelys Kempii</i>	-	Annexe IV Directive « Habitats »

Tableau 13 : habitats de l'annexe I de la Directive « Habitats » recensés dans le SIC du Pertuis Charentais

HABITATS DE L'ANNEXE I DE LA DIRECTIVE « HABITATS » IDENTIFIES SUR LE SITE NATURA 2000 « PERTUIS CHARENTAIS »			
Habitats	Code CORINE	Code Natura 2000	Superficie de l'habitat
Banc de sable à faible couverture permanente d'eau marine	11.125, 11.22, 11.31	1110	A évaluer
Grandes criques et baies peu profondes	12	1160	5% pour le SIC A évaluer pour le pSIC
Estuaires	13.2, 11.2	1130	10% pour le SIC A évaluer pour le pSIC
Récifs	11.24, 11.25	1170	A évaluer

Dans l'attente de la réalisation du DOCOB, il convient donc de s'assurer que les projets n'ont pas d'effets directs ou indirects sur les habitats et/ou espèces d'intérêt communautaire. L'objectif est de permettre le maintien de ceux-ci dont dépendent les activités halieutiques professionnelles, les activités de pêche récréative, les activités nautiques et ses problématiques associées (gestion des mouillages, port, fréquentation), ainsi que les sports de pleine nature qui doivent trouver un équilibre afin de perdurer.

- La Zone de Protection Spéciale n°FR5412026 « *Pertuis charentais - Rochebonne* »

**L'arrêté du 30 octobre 2008 a désigné en site Natura 2000 la Zone de Protection Spéciale** « Pertuis charentais – Rochebonne ». Ce vaste site de plus de 800 000 ha est entièrement marin. Il prend en compte une partie du plateau continental et les eaux littorales, englobant le plateau de Rochebonne. Ses limites côtières sont représentées soit par les hautes mers, ce qui inclut la zone d'estran, soit par le périmètre existant d'une zone de protection spéciale littorale.

Ce site constitue, en continuité avec les zones de protection spéciale « Secteur marin de l'Île d'Yeu » FR5212015 et « Panache de la Gironde » FR7200811, un ensemble fonctionnel remarquable d'une haute importance pour les oiseaux marins et côtiers sur la façade atlantique. En associant les parties côtières du continent et des îles, avec leurs zones d'estran, et les zones néritiques, ce secteur est très favorable en période post-nuptiale aux regroupements d'oiseaux marins et côtiers d'origine nordique pour l'essentiel.

**Selon le Muséum National d'Histoire Naturelle<sup>2</sup> (MNHN)**, le périmètre s'appuie sur les zones les plus importantes pour la présence des cortèges d'oiseaux remarquables migrateurs et hivernants, en considérant les secteurs d'hivernage, de stationnement et de passage préférentiel des oiseaux marins, tant côtiers que pélagiques. Les zones préférentielles sont réparties sur l'ensemble du site et sont fortement liées aux comportements alimentaires des oiseaux et à la présence de nourriture, constituée essentiellement de poissons, crustacés, vers, mollusques.

Ainsi, avec 40 % de la population mondiale de Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*), espèce fortement menacée au niveau mondial, ce site représente une de ses principales zones de stationnement inter nuptiale et de passage sur la façade atlantique. Elle se concentre entre le continent et le Plateau de Rochebonne et dans une moindre mesure entre les Îles de Ré et d'Oléron et l'isobathe - 50 m. Dès lors que l'essentiel de sa population stationne dans les eaux territoriales, la France a une forte responsabilité pour la survie de cette espèce.

Particulièrement abondante aux mois de mars et avril, la Macreuse noire (*Melanitta nigra*) stationne en hiver surtout près des côtes vendéennes et rétaises au nord du Pertuis Breton, au sud de l'Île d'Oléron et au large de la forêt de la Coubre.

La zone côtière est fréquentée par les trois espèces de Plongeurs (*Gavia arctica*, *G. stellata* et *G. immer*) qui hivernent principalement près des côtes vendéennes du Pertuis Breton, de l'Île de Ré, de l'Île d'Aix et au large de la pointe de Chassiron. Enfin, l'ensemble de la côte constitue un site majeur d'hivernage et de halte migratoire pour de nombreux limicoles, comme le Bécasseau sanderling (*Calidris alba*), le Tournepièce à collier (*Arenaria interpres*) et le Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*). D'autres espèces de limicoles sont également présentes sur les vasières où elles s'alimentent : la Barge à queue noire (*Limosa limosa*), le Courlis cendré (*Numenius arquata*) et le Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*).

Le Guillemot de troil (*Uria aalge*) est particulièrement abondant au début de la période d'hivernage, de décembre à février. Les individus se concentrent au nord du Plateau de Rochebonne et dans une moindre mesure au niveau de l'isobathe - 50 m au large des Îles de Ré et d'Oléron et au niveau de l'isobathe - 70 m au large de la forêt de la Coubre. Le Pingouin torda (*Alca torda*) moins abondant que le Guillemot de troil, se localise durant l'hivernage en mer dans la partie nord du Pertuis Breton et jusqu'au niveau de l'isobathe - 50 mètres au large de l'Île d'Oléron.

---

<sup>2</sup> Muséum National d'Histoire Naturelle [Ed]. 2003-2006. Inventaire national du Patrimoine naturel, site Web : <http://inpn.mnhn.fr>

Quatre espèces de Mouettes fréquentent le site en période de stationnement hivernal : la Mouette pygmée (*Larus minutus*) qui se localise de septembre à janvier dans le secteur du Plateau de Rochebonne et au large de l'île d'Oléron au niveau de l'isobathe - 50 m ; la Mouette mélanocéphale (*L. melanocephalus*) est présente au large des îles ; la Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*), bien que fréquentant toute la zone se concentre au large entre les îles et le Plateau de Rochebonne ; la Mouette de Sabine (*Larus sabinus*) s'observe au large de l'isobathe -50 m de l'île d'Oléron.

Le Fou de bassan (*Morus bassanus*) est essentiellement présent de septembre à novembre pendant la migration, au-delà de l'isobathe - 50 m. Le grand Labbe (*Catharacta skua*) est observé au large en période de migration et d'hivernage entre les Îles de Ré et d'Oléron et au-delà de l'isobathe - 50 m.

Les goélands fréquentent le secteur en se répartissant principalement au large de l'isobathe - 20 m sur l'ensemble du secteur. Enfin, ce secteur constitue une zone d'alimentation pour le Puffin des anglais (*Puffinus puffinus*), les Sternes caugek et pierregarin (*Sterna sandvicensis* et *S. hirundo*), principalement en période de reproduction et post-nuptiale, ainsi qu'une zone de stationnement automnal pour les Pétrels tempête et culblanc (*Hydrobates pelagicus* et *Oceanodroma leucorhoa*) le long de l'isobathe - 50 m pour le premier et au niveau du Plateau de Rochebonne pour le second.

Le tableau suivant recense les principales espèces d'oiseaux présentes sur le site et qui justifient son classement en ZPS.

Tableau 14 : espèces d'oiseaux justifiant la désignation de la ZPS du Pertuis Charentais – Rochebonne

PRINCIPALES ESPECES D'OISEAUX JUSTIFIANT LA DESIGNATION DU SITE NATURA 2000 « PERTUIS CHARENTAIS ROCHEBONNE »			
Nom	Code Natura 2000	Statut de protection	Statut sur le site
Grèbe esclavon ( <i>Podiceps auritus</i> )	A007	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire
Mouette mélanocéphale ( <i>Larus melanocephalus</i> )	A046	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Océanite culblanc ( <i>Oceanodroma leucorhoa</i> )	A015	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Océanite tempête ( <i>Hydrobates pelagicus</i> )	A014	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Plongeon arctique ( <i>Gavia arctica</i> )	A002	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Plongeon catmarin ( <i>Gavia stellata</i> )	A001	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Plongeon imbrin ( <i>Gavia imber</i> )	A003	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Puffin des Baléares ( <i>puffinus puffinus mauretanicus</i> )	A384	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Sterne caugek ( <i>Sterna sandvicensis</i> )	A191	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Sterne pierregarin ( <i>Sterna hirundo</i> )	A193	Annexe 1 Directive Oiseaux	Reproduction. Etape migratoire.

Pour le MNHN, les principales sources d'altération potentielle sont les pollutions côtières ponctuelles ou diffuses (micro-polluants organiques), les pollutions marines accidentelles ou volontaires par les micro et macro-polluants dont les hydrocarbures. Enfin, le développement de parcs éoliens pourrait conduire à une mortalité d'oiseaux non négligeable.

#### 1.4.3. Milieu naturel au droit du site

Le projet se situe au sein du tissu urbain de l'agglomération de La Rochelle. Sur le site du projet en lui-même, aucun habitat d'intérêt n'est présent et l'occupation actuelle des sols n'offre pas d'intérêt pour les espèces animales et végétales des sites Natura 2000 qui ne sont donc pas susceptibles de s'y trouver de façon régulière ou pérenne. Au droit du site ou à son voisinage, il n'y a pas de richesse écologique patrimoniale à signaler. Le projet concerne des milieux exclusivement anthropiques pouvant être classés selon le code Corine Biotopes de la manière suivante :

- 86.1 : Ville



Coté Ouest (rue Rameau)

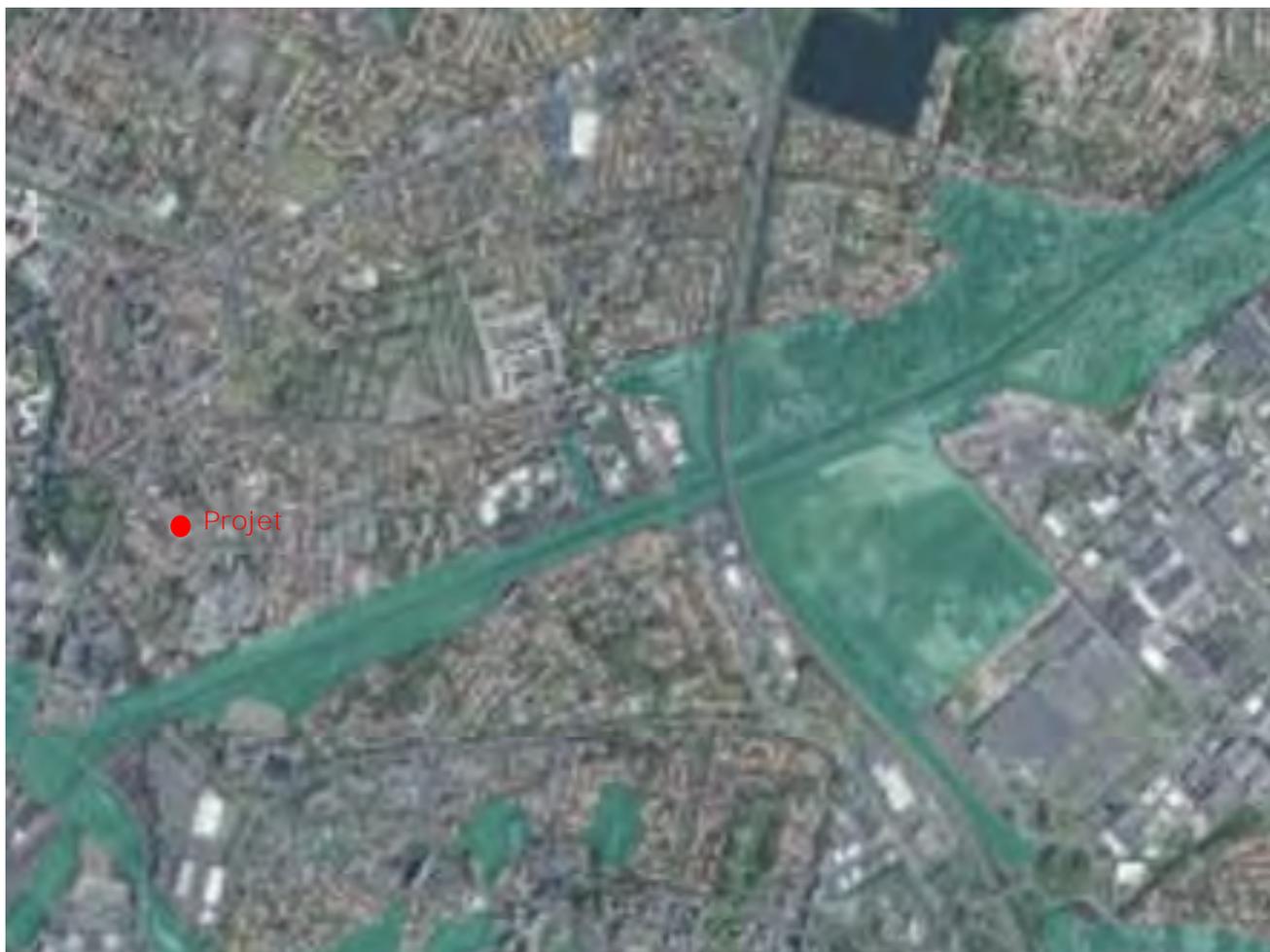


Coté Est (rue Debussy)

Figure 9 : vue du site à aménager

Par ailleurs les parcelles à l'étude ne constituent pas une zone humide selon les critères de l'arrêté du 28 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'Environnement car :

- le projet ne figure dans aucun périmètre de pré-localisation de zones humides établi par la DREAL Nouvelle-Aquitaine en 2011 comme le montre l'illustration insérée ci-dessous,
- le site ne figure pas parmi les zones humides recensées par la CdA de La Rochelle sur son territoire (cf. carte page suivante), celles-ci sont néanmoins proches : jardins familiaux.



Carte 15 : extrait de la carte de pré-location de zones humides de Charente-Maritime du secteur du projet (DREAL Nouvelle Aquitaine)

En conclusion, le site du projet ne recèle aucune sensibilité écologique notable du fait de sa situation intra-urbaine et de sa déconnexion des corridors écologiques existants dans le secteur.

#### 1.4.4. Relation entre le projet et Natura 2000

Les sites Natura 2000 des Pertuis Charentais se situent à 2,4 km en aval hydraulique du projet. Les écoulements superficiels du secteur sont intégralement repris par les réseaux pluviaux de la Ville de La Rochelle qui rejoignent le Canal de Marans en aval.



## Zones humides commune de La Rochelle

Elaboration du Plan Local d'Urbanisme Intercommunal

Communauté  
d'Agglomération de  
La Rochelle



© Communauté d'Agglomération de La Rochelle - Tous droits réservés - Sources : ©IGN SCAN25® et BD TOPO® - Cartographie : Biotope, 2016



Carte 16 : localisation des zones humides de La Rochelle (PLU de La Rochelle)

Au regard de la distance entre le projet et les sites Natura 2000 des Pertuis Charentais et de la nature des eaux rejetées par pompage, une relation hydraulique existe entre Natura 2000 et le site du projet.

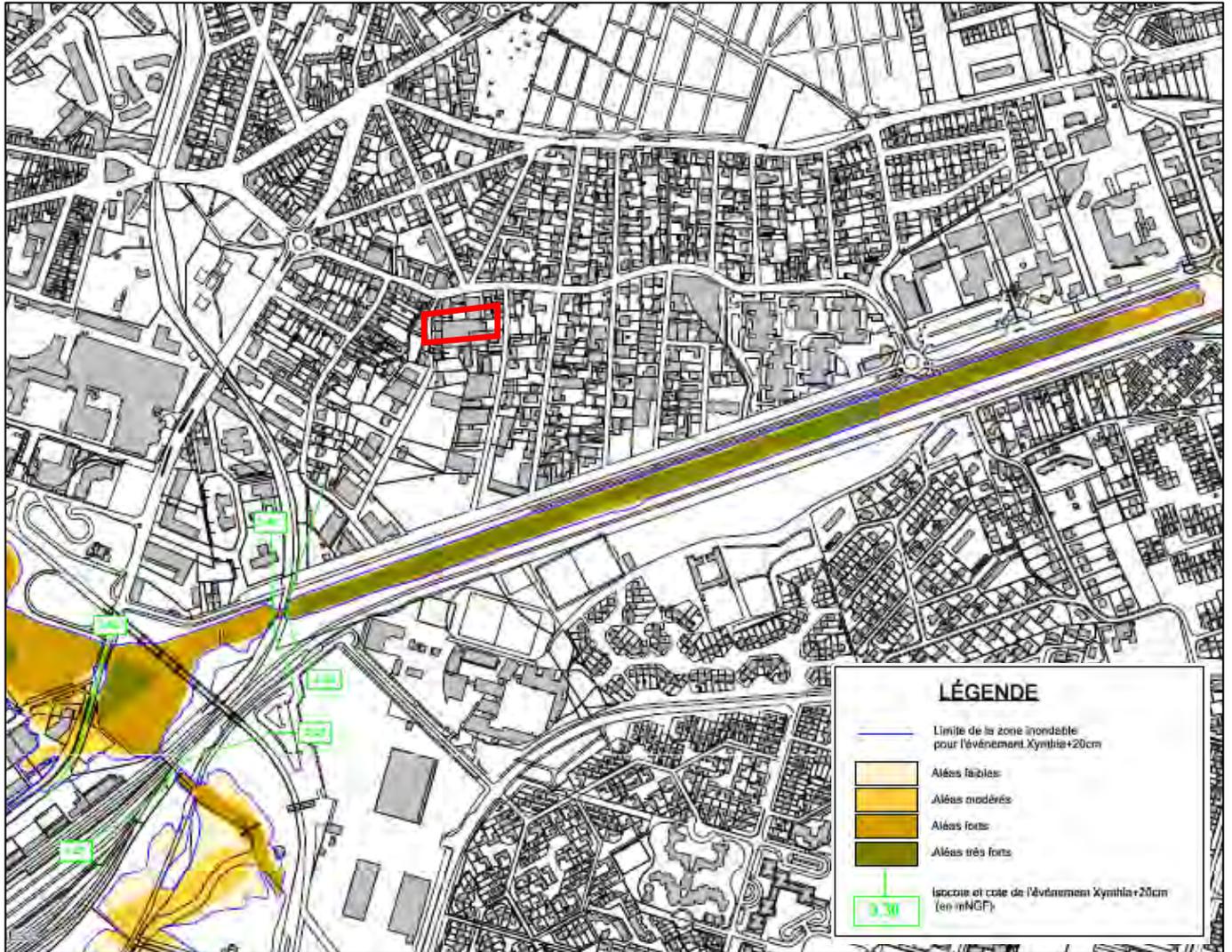
#### I.5. Les risques

En ce qui concerne les risques majeurs, la commune de La Rochelle est exposée aux menaces suivantes figurant au Dossier Départemental des Risques majeurs :

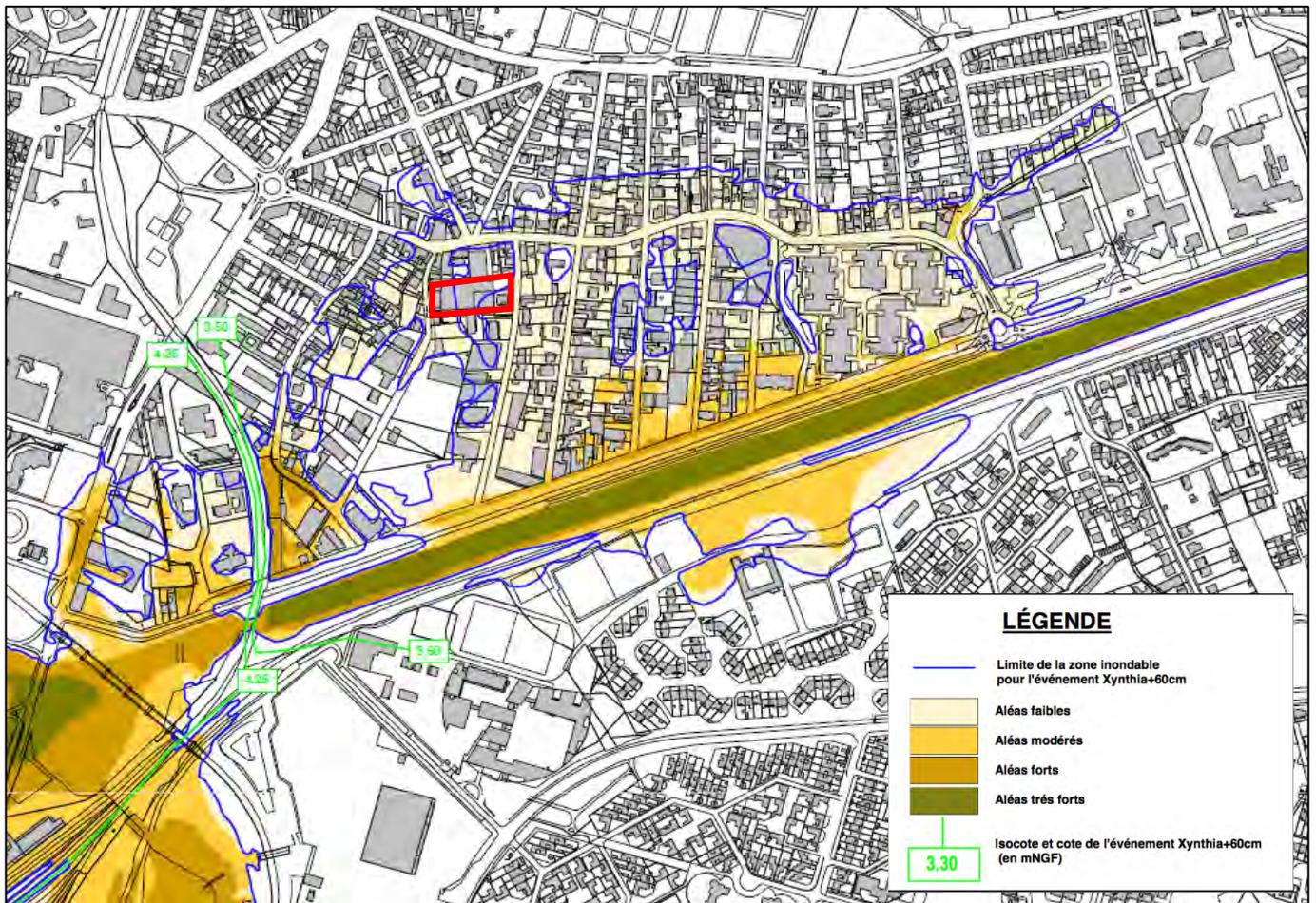
- inondation,
- mouvement de terrain,
- **phénomène lié à l'atmosphère,**
- phénomènes météorologiques (tempête et grains),
- séisme (zone de sismicité 3),
- transport de marchandises dangereuses.

La commune de La Rochelle est concernée par le risque de submersion. Un Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) a été prescrit par arrêté préfectoral du 26 juillet 2010 sur 16 communes du bassin de risque du Nord de la Charente-Maritime dont La Rochelle. Par **un arrêté n°3119 du 27 décembre 2012, l'établissement d'un PPRL a été prescrit sur le territoire de la Ville de la Rochelle par la Préfète de la Charente-Maritime. L'enquête publique préalable à l'approbation du PPRL s'est déroulée du 3 septembre au 5 octobre 2018. Le PPRL a été approuvé le 26/02/2019. La Rochelle est également dotée d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS). Enfin, l'agglomération rochelaise s'est dotée d'un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) labellisé par la Commission Mixte Inondation le 19/12/2012.**

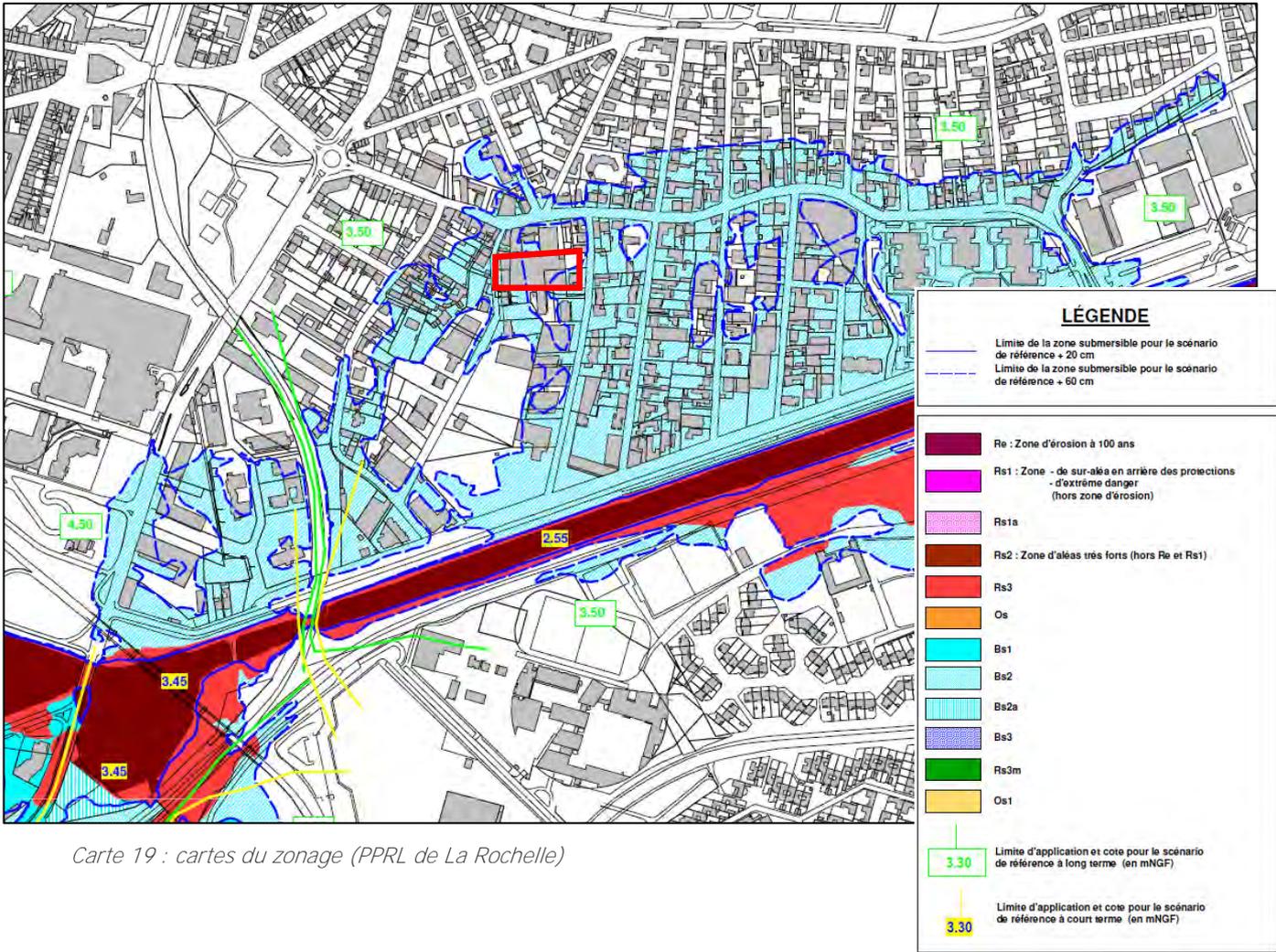
**D'après les carte d'aléas prenant en compte l'événement Xynthia + 20 cm du P.P.R.L.** (cf. extraits pages suivantes), le projet est situé hors zones à risque. Toutefois, **d'après l'événement Xynthia + 60 cm du PPRL,** le projet est situé en aléa faible. Il est zoné partiellement en BS2 du PPRL.



Carte 17 : extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +20 cm – P.P.R.L. de La Rochelle



Carte 18 : extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +60 cm – P.P.R.L. de La Rochelle



Carte 19 : cartes du zonage (PPRL de La Rochelle)

Le règlement ne présente pas de contre-**indication pour l'aménagement d'un résidence, sous-réserve** des conditions suivantes :

- les constructions, les aménagements et les installations admises ci-après ne devront pas, par leur implantation, entraver **l'écoulement des eaux ou aggraver les risques** ;
- **sauf s'il en est disposé** autrement, le niveau fini du premier plancher aménagé devra être situé au-dessus de la cote de référence (long terme) selon les dispositions du « chapitre 3. Règles de constructions – conditions d'utilisations et d'exploitations » sans utilisation possible des parties situées au-dessous de la cote de référence, sauf cas particulier repris dans les articles ci-après ;
- **Cette disposition ne s'applique pas aux annexes des habitations existantes** du type abri de jardin ou garage qui sont admis au terrain naturel ;
- **les travaux d'entretien et de gestion courants des bâtiments implantés antérieurement à la date de la présente application du PPRL**, notamment les aménagements internes, les traitements de façades et la réfection des toitures, sont admis ;
- la reconstruction totale ou partielle des bâtiments détruits, depuis moins de dix ans, par un sinistre **accidentel autre que la submersion marine, est admise sous réserve d'assurer la sécurité des personnes et de réduire la vulnérabilité des biens**, sauf cas particulier repris dans les articles ci-après. **Pour les bâtiments sensibles et stratégiques, il devra être démontré l'absence d'alternative hors zone submersible ou dans une zone d'aléa moins élevée.** Le ou les bâtiments reconstruits devront être résilients et **devront permettre une continuité de service pour l'événement de référence long terme.**

D'autre part, la création de stationnements souterrains pour les immeubles collectifs de plus de 10 logements ou pour les bâtiments d'activités est admise sous réserve que :

- les conditions fixées au chapitre 3 - **règles de construction, conditions d'utilisation et d'exploitation** soient remplies ;
  - le projet se limite à un seul niveau souterrain ;
  - **l'usage des stationnements** soit strictement réservé aux habitants ou usagers du bâtiment et ne soit pas ouvert au public ;
-

## II. Incidence du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique

### II.1. Incidences du pompage de rabattement de nappe sur les niveaux de nappe

Cette incidence a été évaluée sur la base des études conduites par les cabinets HYGEO, Alios et Compétence Géotechnique, et d'après **le retour d'expérience acquis à proximité du site d'étude sur des contextes géologiques similaires** (Projets au niveau de la rue Maurice Ravel). Ainsi, dans le cadre de ces projets, dès lors que les fouilles **n'ont pas percé la couche d'argile en place et atteint les marno-calcaires**, les débits de rabattement nécessaires sont restés très faibles voire **nuls en dehors d'épisodes pluvieux**. **A noter que l'épaisseur d'argile** au droit du présent dossier est bien supérieure à celle rencontrée au niveau des projets de la rue Maurice Ravel (9 m contre 3,5 à 4 m rue Maurice Ravel).

#### II.1.1. Hypothèses de calcul et résultats

Le programme hypothétique suivant des travaux :

- Mise hors d'eau du parking (par pompage de rabattement de nappe) du 28 octobre 2019 au 28 avril 2020 (184 jours, 6 mois)
- Profondeur des dalles finies des radiers des sous-sols (stade projet) : - 0,1 m NGF.
- Cote altimétrique du sol au centre du projet : +3,7 m NGF (plan géomètre),
- Marge sécuritaire rabattement de 1 m de profondeur.

L'évaluation du rabattement nécessaire pour la mise à sec de la fouille s'effectuera à partir des hypothèses **fournies par les éléments issus d'autres sites attenants au projet**. **Il est rappelé qu'aucun sondage et suivi piézométrique n'ont été mis en place** au droit du site même. **L'estimation des incidences prévisionnelles des pompages de rabattement de nappe** au droit du site a été effectuée par simulation à partir de deux schémas hydrogéologiques différents **s'appuyant sur les hypothèses établies pour des projets mitoyens** :

- Schéma 1 : Rabattement au droit de la nappe des remblais ;
- Schéma 2 : Rabattement au droit de la nappe des argiles.

Les données prises en compte sont les suivantes :

- Hauteur à rabattre : 4,5 m après 1 jour de pompage (valeur issue de la différence entre la cote de plus hautes eaux de + 3,4 m NGF et la profondeur de la fouille nécessaire à la création de la résidence de - 0,1 m NGF avec prise en compte d'une marge de sécurité de 1 m depuis la base du radier) ;
- Durée de pompage : 184 jours ;
- Perméabilité remblais :  $4,5 * 10^{-6}$  m/s ;
- Perméabilité argiles :  $10^{-7}$  m/s ;
- Rayon du puits de pompage égal à 60 m (au plus large de la fouille).

Deux méthodes ont été utilisées pour estimer les rabattements dans les remblais et les argiles faiblement aquifères à savoir la méthode de Forcheimer et de Schneebeli.

➤ Méthode de Forcheimer

La fouille est assimilée à un puits imparfait ne s'alimentant que par le fond :

$$Q = 4Kr\Delta H$$

Avec :  $\Delta H$  = Hauteur d'eau à rabattre en m

K = Perméabilité en m/s

r = Rayon de la fosse en m.

➤ Méthode de Schneebeli

Elle s'applique à une fouille ouverte à la surface d'une couche perméable très épaisse selon les hypothèses suivantes :

- Le milieu est isotrope,
- La charge hydraulique est constante sur la surface de fouille et égale à la hauteur de rabattement,
- **À l'extérieur de la fouille la surface de la nappe n'est pas perturbée et garde son niveau initial,**
- La nappe est infinie.

Il convient de prendre ces résultats comme ordre de grandeur et à titre indicatif puisque les remblais ne peuvent être considérés comme une nappe infinie et isotrope. La formule est :

$$Q = 2,5KH\sqrt{S}$$

Avec : H = Hauteur d'eau à rabattre en m,

K = Perméabilité en m/s,

S = Surface du projet en m<sup>2</sup> (3 443 m<sup>2</sup>).

*a. Scénario 1 : Rabattement au droit des remblais*

D'après la Méthode de Forcheimer, le débit de rabattement dans les remblais serait de 17,5 m<sup>3</sup>/h. D'après la Méthode de Schneebeli, le débit de rabattement serait de 10,7 m<sup>3</sup>/h.

*b. Scénario 1 : Rabattement au droit des argiles*

D'après la Méthode de Forcheimer, le débit de rabattement dans les argiles serait de 0,39 m<sup>3</sup>/h. D'après la Méthode de Schneebeli, le débit de rabattement serait de 0,24 m<sup>3</sup>/h.

*c. Conclusion*

Les 2 méthodes rendent des résultats similaires avec des débits de rabattement dans les remblais de **l'ordre de 10 à 18 m<sup>3</sup>/h et de moins d'1 m<sup>3</sup>/h** dans les argiles. Le débit de pompage prévisionnel devrait être au grand maximum de 30 m<sup>3</sup>/h en début de chantier. Au vue de la perméabilité très faible de **l'argile** et de son épaisseur, **l'impact du rabattement sur le niveau de la nappe aux environs du projet** sera très faible.

### *11.1.2. Incidences sur les captages d'alimentation en eau potable (AEP)*

Aucune incidence des pompages de rabattement de la nappe n'est mis en évidence sur les captages d'alimentation en eau potable (AEP) dans un rayon de 3 km autour du site, tant sur le débit exploité que sur la qualité de l'eau prélevée.

### *11.1.3. Incidences sur les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km*

Le recensement auprès de la Banque du Sous-Sol du BRGM et de la Ville de La Rochelle a permis de mettre en évidence l'existence de plusieurs ouvrages dans un rayon de 1 km, principalement représentés par des ouvrages domestiques captant tous la nappe des calcaires du Jurassique ou des piézomètres de surveillance.

Il s'ensuit, compte tenu de ce qui précède, que le pompage de rabattement de la nappe au droit du projet de résidence immobilière pourra avoir un impact **nul sur ces points d'eau puisqu'aucun des ouvrages ne capte** la nappe des argiles.

## 11.2. Incidence du pompage sur les eaux superficielles

### *11.2.1. Incidence quantitative du rabattement sur le milieu superficiel*

Le débit capable du réseau de Ø 1000 mm en aval du projet vers lequel les eaux d'exhaure seront rejetées est estimé à 2,8 m<sup>3</sup>/s. Le **rejet des eaux d'exhaure sera** au maximum de 30 m<sup>3</sup>/h, soit 8,3 l/s, ce qui pour le réseau exutoire ne constitue pas des débits notablement importants et ne se présentera que pendant les premières phases de travaux.

**Le rejet des eaux d'exhaure ne présentera donc pas d'incidence notable** sur le fonctionnement du réseau pluvial en aval.

### *11.2.2. Incidence qualitative du rabattement sur le milieu superficiel*

Les eaux issues de la nappe superficielle au droit du projet contribuent à l'alimentation du Canal de Marans. Les eaux d'exhaure qui seront rejetées vers ce canal présenteront donc vraisemblablement les mêmes caractéristiques chimiques.

Le rabattement au droit de la nappe ne sera pas susceptible de modifier la composition physico-chimique et bactérienne des eaux extraites. En revanche, les opérations d'excavation qui seront menées en début de chantier pourront entraîner une forte turbidité des eaux souterraines, par ruissellement direct dans la (ou les) fosse(s) pompée(s).

Un dispositif filtrant des eaux de rabattement de nappe devra par conséquent être mis en place (cf. III.1.2. Gestion des risques de rejet de matières fines en page 81).

### III. Mesures de réduction et d'accompagnement

#### III.1. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux d'exhaure

##### III.1.1. Suivi de la nappe et des eaux d'exhaure

Compte-tenu du débit de pompage prévisionnel qui devrait être au maximum de 30 m<sup>3</sup>/h, il est prévu de réaliser le suivi des pompages de rabattement de nappe au droit du site à partir de la (ou des) fosse(s) de pompage durant la totalité de la phase de rabattement de nappe.

Un suivi des volumes et débits pompés sera également mis en œuvre, soit par relevés manuels périodiques (journaliers le premier mois, hebdomadaires ensuite), soit de préférence de manière automatique à l'aide d'un enregistreur installé sur la conduite d'exhaure commune avant rejet dans le milieu naturel.

Un suivi du niveau piézométrique sera effectué de façon hebdomadaire durant la tenue du chantier. La demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau quant à l'installation du piézomètre (dans le cas où le piézomètre existant ne serait pas réutilisé) sera réalisée par le bureau d'études géotechnique qui aura été missionné pour la pose du piézomètre.

La qualité des eaux d'exhaure sera vérifiée par le biais d'analyses sur les paramètres suivants : T°, pH, Cond, Turbidité, MES, COT, indice hydrocarbures, *E. coli*, et entérocoques. L'état initial sera réalisé dès le premier jour du pompage au niveau des eaux d'exhaure puis durant la phase de terrassement (risque le plus important de production de matière en suspension) au niveau des eaux de pompage (exhaure), en amont de l'exutoire et en aval du chantier. Des analyses complémentaires seront réalisées en cas de demande de la Ville de La Rochelle et de la DDTM 17.

##### III.1.2. Gestion des risques de rejet de matières fines

Dans le cadre de ce chantier, il est nécessaire de prévoir des tranchées d'un mètre de profondeur et de largeur de 50 cm à 2 m. Ces tranchées permettent en période pluvieuse et de terrassement de réaliser une première décantation avant pompage. Afin de limiter le rejet de fines en direction du réseau pluvial communal aboutissant dans le Canal de Rompsay, un dispositif filtrant devra être mis en place. Ce dispositif prendra la forme d'un ou plusieurs **puisards de rabattement munis d'un système de filtration** qui assureront un rôle de filtration et de piégeage des fines (cf. figure suivante).

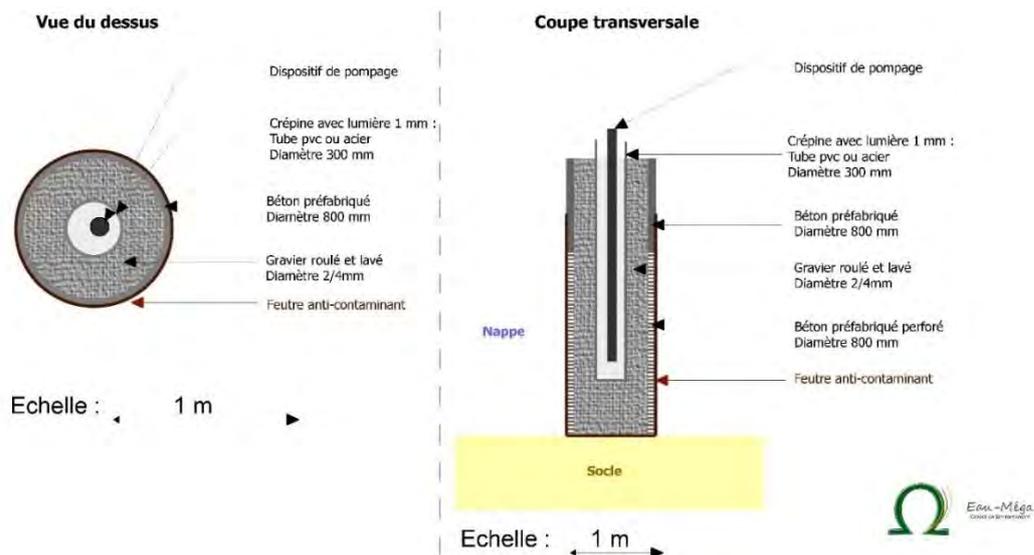


Figure 10 : schéma de principe du système de filtration des eaux – prise d'eau de rabattement de nappe

De surcroît, un dispositif de décantation complémentaire sera prévu. Les techniques usuellement retenues et conseillées dans ce type de chantier (rabattement de nappes) consistent en la mise en place de bacs de décantation en sortie de système de pompage et de puits filtrant. **L'objectif sera d'obtenir un niveau de rejet correspondant à la demande des services de la Ville de La Rochelle, soit un Très bon état écologique des cours d'eau : 25 mg/l de M.E.S.** Pour ce faire, un décanteur sera installé et convenablement dimensionné (fonction du débit d'alimentation et de la vitesse de chute des particules à sédimenter) durant la phase la plus sensible du chantier que constitue le terrassement, phase durant laquelle des fines seront susceptibles d'être mobilisées et rejetées avec les eaux d'exhaure. Par sécurité et en cas d'eaux très fortement chargées en matières en suspension, des bottes de paille seront disposées au sein du fossé exutoire en aval du rejet des eaux d'exhaure avant de rejoindre le réseau d'eaux pluviales de la Ville puis le Canal de Rompsay.

#### a. Les types de décanteurs

Deux types de décanteurs sont possibles selon les débits attendus, les surfaces disponibles et l'exigence de niveau de rejet :

##### • Décanteur horizontal

Théoriquement, l'efficacité d'un décanteur horizontal ne dépend que de sa vitesse de Hazen et non de sa hauteur ou de son temps de rétention (soit de 0,5 à 1,5 m/h). Cependant, les particules contenues dans l'eau entrant dans le décanteur présentent toute une gamme de dimensions. Pendant leur parcours dans l'ouvrage les plus petites peuvent s'agglutiner entre elles, c'est le phénomène de coalescence. Leur taille, et donc la vitesse de sédimentation augmente avec le temps. La trajectoire devient de ce fait curviligne et l'efficacité de la décantation dépend donc aussi du temps de rétention.

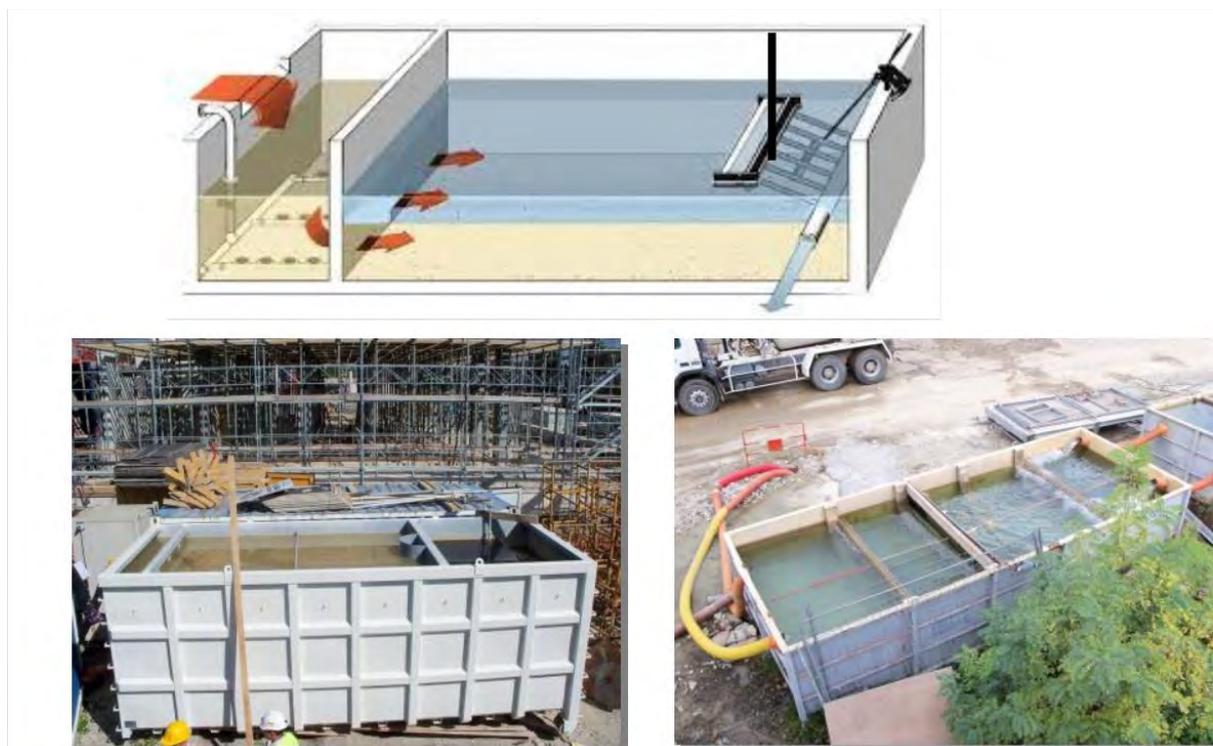


Figure 11 : schéma et exemples de décanteurs horizontaux (source : Chambéry Métropole)

Ainsi, les hypothèses qui sont à la base de la théorie de Hazen sont loin de refléter la réalité. Elles négligent en particulier la turbulence et la dispersion des particules n'est pas prise en compte. Il s'agit pourtant d'un phénomène important dans la plupart des ouvrages de rétention. Pour optimiser le rendement du décanteur on le fait souvent précéder d'un compartiment de tranquillisation dans lequel une sensible diminution de la vitesse de transfert permet la décantation des particules les plus grosses et la coalescence du floc le plus fin.

### • Décanteur lamellaire

La décantation lamellaire est fondée sur le principe de la décantation à flux horizontal. Ainsi, on constate que la décantation d'une particule est liée uniquement au débit  $Q$  et à la surface horizontale  $S$ , et qu'elle est théoriquement indépendante de la hauteur  $H$  de décantation.

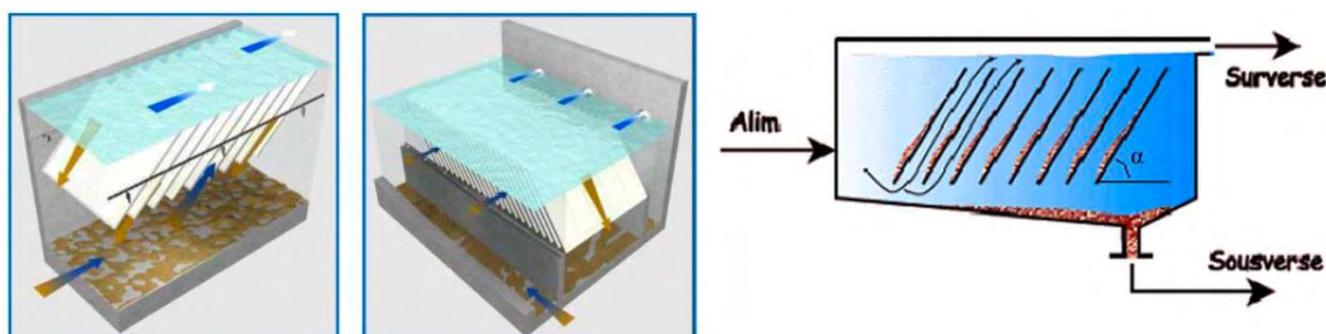


Figure 12 : schéma d'un décanteur lamellaire (source : Guide Nr HOE, 2014)

Si on répartit le débit  $Q$  sur "n" lamelles parallèles de surface unitaire  $SL = S/n$ , on obtient une décantation théoriquement identique à celle obtenue dans le bassin de la figure ci-dessus. Afin de pouvoir extraire en continu les solides décantés, et pour des raisons pratiques de fonctionnement et d'exploitation, les lamelles sont inclinées d'un angle  $\alpha$ , compris entre 30° et 60° par rapport à l'horizontale selon le type de décanteur. Une telle disposition permet, pour un rendement identique, de construire des ouvrages plus compacts qu'un bassin classique.

Les structures de type alvéolaire (type nid d'abeilles) sont à déconseiller : l'expérience a mis en évidence une moins grande efficacité : les MES sont piégées dans la structure et ont du mal à décanter. La structure alvéolaire est davantage destinée à la séparation de phase avec un effluent dont le polluant a une densité inférieure à celle de l'eau (ex : hydrocarbures).

Un autre point important est le coût de ces ouvrages. Celui-ci varie selon le débit d'entrée. Les tarifs oscillent entre 3 000 € pour un décanteur particulière 3 l/s en béton et 20 000 € pour un décanteur lamellaire 56 l/s en acier. Dans le cas présent, le débit d'entrée en pointe sera au maximum de 11 l/s.

Le tableau ci-après présente une analyse multicritère des deux types de décanteurs basée sur des retours d'expériences et donnée à titre indicatif :

	Coût investissement	Coût de fonctionnement	Exploitation (facilité, entretien...)	Emprise	Efficacité
<b>Décanteur horizontal</b>	+++	+++	+++	+	+
					Efficacité limitée pour les polluants dont la densité est inférieure à l'eau (huile de coffrage)
<b>Décanteur lamellaire</b>	+	+++	++ Attention à la répartition homogène des débits	+++	++
					Certaine efficacité pour les polluants dont la densité est inférieure à l'eau (huile de coffrage)

**Légende :**

+++ = **très bon** (coût faible, exploitation facile, faible emprise, très bonne efficacité)

++ = **bon** (coût moyennement élevé, exploitation assez facile, emprise moyenne, bonne efficacité)

+ = **moyen** (coût élevé, exploitation assez difficile, emprise élevée, efficacité moyenne)

Figure 13 : analyse multicritère des types de décanteurs

b. Conclusion et dimensionnement

Dans le cas présent, au regard de la faible emprise disponible, il sera nécessaire de **s'orienter** vers un système lamellaire.

Le tableau ci-après donne le rendement atteint pour l'abattement des matières en suspension en fonction de la vitesse de chute. **Dans le cadre de l'opération**, on recherchera un rendement minimum proche de 90 %, soit une vitesse de chute minimale de 0,2 m/h.

Vitesse de chute (cm/s)	Vitesse de chute (m/h)	Rendement (%)
0,0003	0,01	100
0,001	0,04	98
0,003	0,1	95
0,014	0,5	88
0,027	1	80
0,14	5	60
0,28	10	40
1,39	50	15
2,78	100	10
13,89	500	7
27,78	1 000	5

Tableau 15 : taux d'abattement des M.E.S. selon la vitesse de chute

III.2. Prise en compte du risque de départ de polluants vers le canal de Marans (pollution accidentelle)

En cas de pollution accidentelle, si minime soit-elle, le système de pompage sera mis en panne et ne sera remis en fonction qu'une fois l'intégralité de la source de pollution éliminée du site.

### III.3. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux de ruissellement

La vérification, l'entretien suivi et régulier du matériel et l'utilisation d'engins en bon état permettront de réduire les risques de pollution par hydrocarbures en phase travaux. Différents phénomènes présentent des risques d'impacts sur le milieu aquatique superficiel :

- les installations de chantier avec stockage d'engins, d'huiles, de carburants, les rejets d'eaux usées,...
- l'entraînement des fines dû aux ruissellements des eaux pluviales sur des terrassements non stabilisés,
- les risques de pollution par des déversements accidentels (renversement de fûts, d'engins, ...) ou par négligences (déchets non évacués ...).

Afin de minimiser ces impacts (le risque zéro en phase chantier n'existe pas), plusieurs précautions peuvent être prises :

- bien séparer les différentes eaux des installations de chantier,
- en cas de fuite de fuel ou d'huile, les matériaux souillés sont évacués vers des décharges agréées,
- les eaux usées seront évacuées dans les réseaux communaux,
- les zones de stockage des huiles et hydrocarbures seront rendues étanches et confinées (bac de rétention),
- les dispositifs de régulation et de traitement prévus (ou temporaires - cf. clichés ci-dessous) seront mis en place dès le début des travaux.



Figure 14 : bassin de décantation temporaire des eaux de ruissellement en phase de chantier avec filtre à paille en sortie

Les vidanges, nettoyages, entretien et ravitaillement des engins devront impérativement être réalisés en dehors du site du projet. Ces opérations interviendront avant l'amenée des matériels sur le chantier, sur la plateforme des entreprises qui conduiront les travaux. En cas de déversement polluant accidentel, les terres souillées devront être enlevées immédiatement et transportées dans des décharges agréées pour recevoir ce type de déchets.

#### IV. Incidence du projet sur les sites Natura 2000 et mesures prévues

Il a été montré dans **l'état initial qu'il existait** un lien hydraulique entre le projet et les sites Natura 2000 des Pertuis Charentais.

Le dispositif de pompage ainsi que le respect des préconisations prévues permettront **d'éviter** tout risque de pollution des eaux superficielles du Canal de Marans et donc des sites du réseau Natura 2000 situés en aval hydraulique.

**Enfin, l'absence au droit du projet de tout habitat ou espèce d'intérêt communautaire permet d'écartier tout risque d'incidence** directe du projet sur Natura 2000.

Au final, le respect des préconisations développées dans le **présent document permettra d'éviter toute** incidence notable dommageable du projet sur les sites Natura 2000.

## V. Compatibilité du Projet avec le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.) Loire-Bretagne a été adopté le 4 novembre 2015 pour la période 2016-2021. Les objectifs du S.D.A.G.E. consistent en la mise en place d'une stratégie visant un retour au bon état écologique des deux tiers des eaux du bassin Loire-Bretagne contre seulement un quart aujourd'hui.

Pour cela les orientations fondamentales et les dispositions prévues sont présentées dans le tableau suivant ainsi que les mesures prises dans le cadre du projet pour les objectifs le concernant (les objectifs du S.D.A.G.E. ne concernant pas directement le projet seront mentionnés NDC dans le tableau ci-après).

Tableau 16 : compatibilité du projet avec le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne

<u>OBJECTIFS DU S.D.A.G.E.</u>	<u>Application au projet</u> (NDC : Non Directement Concerné)
<i>CHAPITRE 1 : Repenser les aménagements de cours d'eau</i>	
1a - Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	NDC
1b - <b>Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et des submersions marines</b>	
1c - <b>Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau</b> , des zones estuariennes et des annexes hydrauliques	
1d - <b>Assurer la continuité longitudinale des cours d'eau</b>	
1e - <b>Limitier et encadrer la création de plans d'eau</b>	
1f - Limiter et encadrer les extractions de granulats alluvionnaires en lit majeur	
1g - Favoriser la prise de conscience	
1h - Améliorer la connaissance	
<i>CHAPITRE 2 : Réduire la pollution par les nitrates</i>	
2a - Rendre cohérentes les zones vulnérables avec les objectifs du SDAGE	NDC
2b - Adapter les programmes d'actions en zones vulnérables sur la base des diagnostics régionaux	
2c - <b>Développer l'incitation sur les territoires prioritaires</b>	
2d - Améliorer la connaissance	
<i>CHAPITRE 3 : Réduire la pollution organique et bactériologique</i>	
3a - Poursuivre la réduction des rejets directs des polluants organiques et notamment du phosphore	Le projet sera raccordé au réseau d'assainissement collectif et le réseau d'assainissement mis en place sera étanche et contrôlé aussi régulièrement que nécessaire
3b - Prévenir les apports de phosphore diffus	
3c - <b>Améliorer l'efficacité de la collecte des effluents</b>	
3d - <b>Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée</b>	
3e - Réhabiliter les installations d'assainissement non-collectif non conformes	
<i>CHAPITRE 4 : Réduire la pollution par les pesticides</i>	
4a - <b>Réduire l'utilisation des pesticides</b>	L'usage de pesticides sera interdit dans le cadre de l'entretien des espaces verts du projet.
4b - Aménager les bassins versants pour réduire le transfert de pollutions diffuses	
4c - Promouvoir les méthodes sans pesticides dans les villes et sur les infrastructures publiques	
4d - Développer la formation des professionnels	
4e - Accompagner les particuliers non agricoles pour supprimer l'usage des pesticides	
4f - Améliorer la connaissance	
<i>CHAPITRE 5 : Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses</i>	
5a - <b>Poursuivre l'acquisition et la diffusion des connaissances</b>	
5b - Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives	

<i>OBJECTIFS DU S.D.A.G.E.</i>	<i>Application au projet (NDC : Non Directement Concerné)</i>
5c - Impliquer les acteurs régionaux, départementaux et les grandes agglomérations	Le site comportera des dispositifs permettant de piéger une pollution accidentelle.
<i>CHAPITRE 6 : Protéger la santé en protégeant la ressource en eau</i>	
6a - <b>Améliorer l'information sur les ressources et équipements utilisés pour l'alimentation en eau potable</b>	NDC
6b - Finaliser la mise en place des arrêtés de périmètres de protection sur les captages	
6c - Lutter contre les pollutions diffuses par les nitrates et pesticides dans les <b>aires d'alimentation des captages</b>	
6d - <b>Mettre en place des schémas d'alerte pour les captages</b>	
6e - <b>Réserver certaines ressources à l'eau potable</b>	
6f - Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	
6g - <b>Mieux connaître les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants</b>	
<i>CHAPITRE 7 : Maîtriser les prélèvements d'eau</i>	
7a - Anticiper les effets du changement climatique par une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau	Le rabattement de nappe temporaire mis en place pour les travaux est redirigé vers le canal de Marans, lequel permet la réalimentation partielle de la nappe avec laquelle il communique.
7b - <b>Assurer l'équilibre entre la ressource et les besoins à l'étiage</b>	
7c - Gérer les prélèvements de manière collective dans les zones de répartition des eaux	
7d - Faire évoluer la répartition spatiale et temporelle des prélèvements, par stockage hivernal	
7e - Gérer la crise	
<i>CHAPITRE 8 : Préserver les zones humides</i>	
8a - Préserver les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités	NDC
8b - Préserver les zones <b>humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités</b>	
8c - Préserver les grands marais littoraux	
8d - Favoriser la prise de conscience	
8e - Améliorer la connaissance	
<i>CHAPITRE 9 : Préserver la biodiversité aquatique</i>	
9a - Restaurer le fonctionnement des circuits de migration	NDC
9b - Assurer une gestion équilibrée des espèces patrimoniales inféodées aux milieux aquatiques et de leurs habitats	
9c - Mettre en valeur le patrimoine halieutique	
9d - Contrôler les espèces envahissantes	
<i>CHAPITRE 10 : Préserver le littoral</i>	
10a - Réduire <b>significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition</b>	Les mesures prévues en phase travaux <b>limiteront grandement l'incidence des matières fines issues des eaux d'exhaure</b> sur le milieu superficiel.
10b - Limiter ou supprimer certains rejets en mer	
10c - Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux de baignade	
10d - Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle	
10e - Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones de pêche à pied de loisir	
10f - <b>Aménager le littoral en prenant en compte l'environnement</b>	
10g - Améliorer la connaissance des milieux littoraux	
10h - Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux	
10i - Préciser les <b>conditions d'extraction de certains matériaux marins</b>	
<i>CHAPITRE 11 : Préserver les têtes de bassin versant</i>	
11a - Restaurer et préserver les têtes de bassin versant	NDC
11b - favoriser la prise de conscience et la valorisation des têtes de bassin versant	

<u>OBJECTIFS DU S.D.A.G.E.</u>	<u>Application au projet</u> (NDC : Non Directement Concerné)
<i>CHAPITRE 12 : Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques</i>	
12a - <b>Des SAGE partout où c'est nécessaire</b>	NDC
12b - <b>Renforcer l'autorité des commissions locales de l'eau</b>	
12c - Renforcer la cohérence des politiques publiques	
12d - Renforcer la cohérence des sage voisins	
12e - Structurer les maîtrises <b>d'ouvrage territoriales dans le domaine de l'eau</b>	
12f - <b>Utiliser l'analyse économique comme outil d'aide à la décision pour atteindre le bon état des eaux</b>	
<i>CHAPITRE 13 : Mettre en place des outils réglementaires et financiers</i>	
13a - Mieux coordonner l'action réglementaire de l'Etat et l'action financière de l'agence de l'eau	NDC
13b - Optimiser l'action financière	
<i>CHAPITRE 14 : Informer, sensibiliser, favoriser les échanges</i>	
14a - <b>Mobiliser les acteurs et favoriser l'émergence de solutions partagées</b>	NDC
14b - Favoriser la prise de conscience	
14c - <b>Améliorer l'accès à l'information sur l'eau</b>	

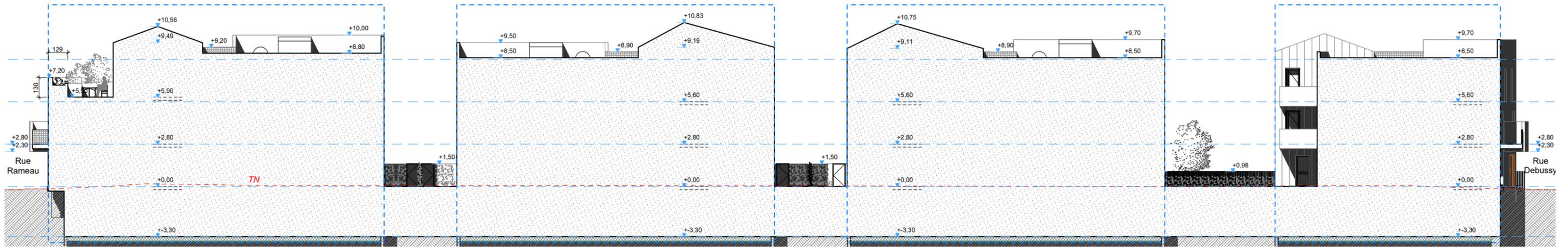
Ainsi, le projet est compatible avec les préconisations émises dans le cadre du S.D.A.G.E. Loire-Bretagne.

## VI. Raisons pour lesquelles le projet a été retenu

La présence d'une nappe superficielle ne laisse aucune alternative à un pompage de rabattement provisoire en phase de travaux pour la réalisation d'un niveau souterrain, lequel est imposé par le P.L.U. de la Ville de La Rochelle. S'agissant d'un projet urbain dense, la nécessité d'un parking souterrain, rend obligatoire la réalisation d'une profondeur de fouille importante en phase de travaux.

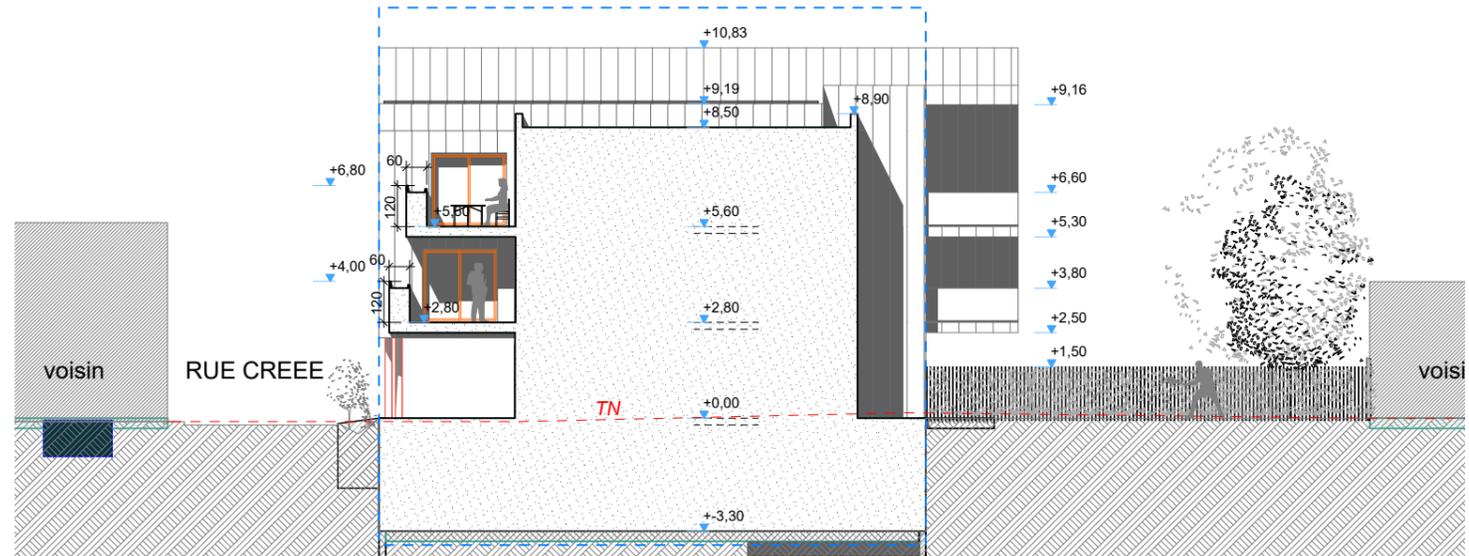
Afin de garantir une maîtrise qualitative des rejets, le choix de la solution de gestion des eaux d'exhaure s'est fondé sur la mise en place de prescriptions adaptées au projet (tranchées, filtre, décanteur, surveillance de la qualité des eaux rejetées et du niveau de la nappe pompée).

PIECE VI : ELEMENTS GRAPHIQUES, PLANS OU  
CARTES UTILES A LA COMPREHENSION DES PIECES DU  
DOSSIER



COUPE AA SUR TERRAIN

1:250

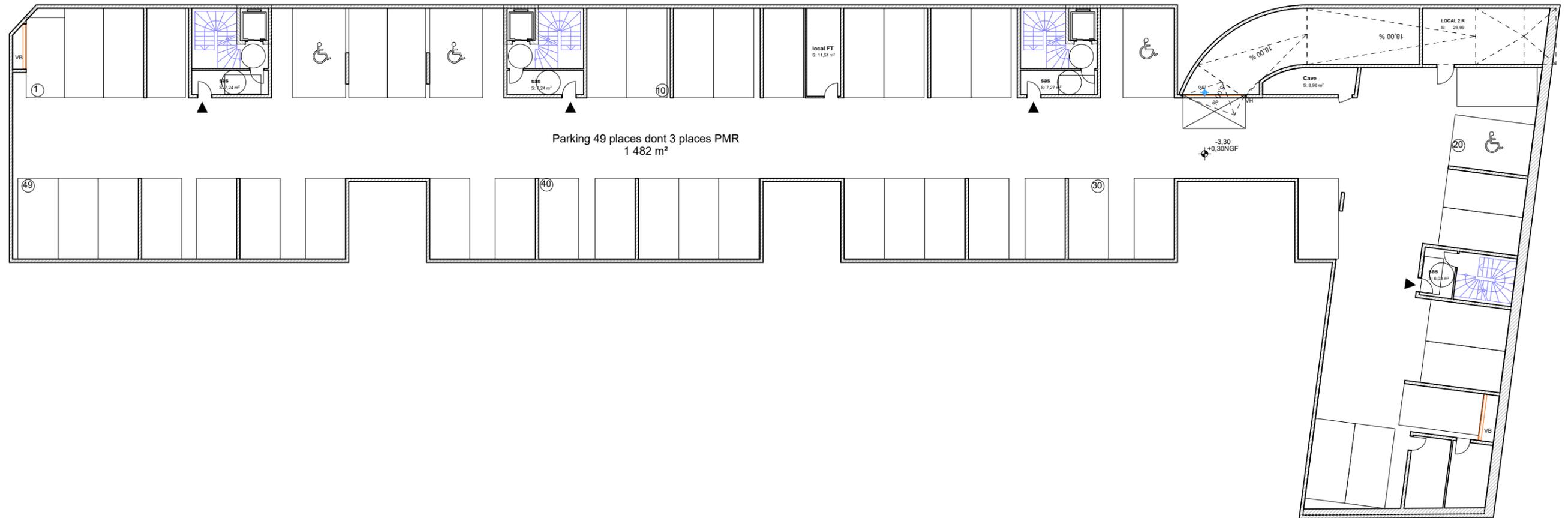
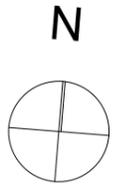


FACADE EST

1:200

Polygone d'emprise constructible

	<b>Construction de 43 logements ROMPSAY (17000 La Rochelle)</b>		<b>PC3</b>	GRIS F8BAA47D.jpg
	Maître d'Ouvrage : <b>SARL MEDIATIM PROMOTION</b>	D11.18 <b>COUPES AA ET BB</b>		



<b>PC</b> <b>PC5</b>	<b>Construction de 43 logements</b> <b>ROMPSAY (17000 La Rochelle)</b>		<b>PC5</b> PLAN n°	GRIS F8BAA47D.jpg
	Maître d'Ouvrage : <b>SARL MEDIATIM</b> <b>PROMOTION</b>	Ech : 1:250 <b>PLAN SOUSSOL</b>		

PIECE VII : NOTE DE PRESENTATION NON  
TECHNIQUE

## I. Présentation du projet et son contexte

Le projet de résidence immobilière de la société H9 se situe entre la rue Rameau et la rue Debussy à La Rochelle. Il comprendra un parking souterrain ce qui entraîne la nécessité de réaliser un travail important de terrassement. Une nappe superficielle étant présente, il est nécessaire de prévoir un rabattement temporaire pour permettre la réalisation de ce parking. Le débit de pompage sera au maximum de 30 m<sup>3</sup>/h. La durée de pompage, estimée à 184 jours à partir du 28 octobre 2019, **génèrera un volume d'eau d'exhaure** maximum de 132 480 m<sup>3</sup> sur la période.

**D'après la** géologie locale et les études pédologiques, le site présente des alluvions argileuses marines et fluvi-marines du Quaternaire sur une épaisseur minimale de 3,1 m (refus atteint) et pouvant aller **jusqu'à 9,6 m**. Les calcaires altérés beiges plus ou moins argileux du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien supérieur (Jurassique supérieur) constituent le principal aquifère rencontré dans la zone d'étude.

**D'après le B.R.G.M., au droit du projet**, la sensibilité liée aux remontées de nappes phréatiques est prégnante avec une nappe sub-affleurante.

**D'après les renseignements communiqués par l'A.R.S.** Nouvelle-Aquitaine, la commune de La Rochelle **n'est concernée par aucun périmètre de protection de captage destiné à l'adduction d'eau potable**.

La masse d'eau souterraine FRGG106 des *Calcaires et Marnes libres du Jurassique supérieur de l'Aunis* est concernée par le projet. De qualité médiocre, ses objectifs de bon état chimique, quantitatif et global sont fixés au plus tard à 2027.

**La masse d'eau superficielle en aval du projet est celle des Canaux de Marans** référencée sous le numéro FRGR0925 dont l'état global est médiocre. Cette masse d'eau rejoint l'océan et la masse d'eau littorale de *La Rochelle* dont l'état global est bon.

Sur un plan écologique, le site du projet ne présente aucun intérêt. Le rejet **des eaux d'exhaure rejoint**, après un parcours hydraulique relativement long (2,4 km), les sites Natura 2000 des Pertuis Charentais.

## II. Incidence du projet et mesures mises en œuvre pour les supprimer, réduire ou compenser

### II.1. Incidence et mesures sur les eaux superficielles

Le rejet de matières en suspension vers le canal de Marans en période de pompage présente un risque limité par la mise en place de tranchées de décantation, de **puisards de rabattement munis d'un** système de filtration qui assureront un rôle de piégeage des fines, complétés par un système de décantation lamellaire.

### II.2. Incidences et mesures concernant les captages d'alimentation en eau potable (AEP)

Aucune incidence significative **n'est attendue du fait de l'absence de captage ou de** périmètre de protection de captage dans les environs du projet.

### II.3. Incidences et mesures concernant les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km

Le pompage de rabattement de la nappe au droit du projet de résidence immobilière **n'aura**, à partir du **principe où les terrassements s'effectueront uniquement dans les argiles**, aucun impact significatif. De plus, le rabattement ne sera que temporaire.

### II.4. Incidence et mesures concernant le milieu naturel et les sites Natura 2000

Le projet se situe au **sein du tissu urbain de l'agglomération de La Rochelle. Aucun habitat d'intérêt n'est présent et l'occupation actuelle des sols ne présente pas d'intérêt** pour les espèces animales et végétales des **sites Natura 2000 qui ne sont donc pas susceptibles de s'y trouver** de façon régulière ou pérenne.

**Il a été montré dans l'état initial qu'il existait un lien hydraulique entre le projet et les sites Natura 2000** des Pertuis Charentais.

Le dispositif de pompage ainsi que le respect des préconisations prévues **permettront d'éviter tout risque** de pollution des eaux superficielles du Canal de Marans et donc des sites du réseau Natura 2000 situés en aval hydraulique.

---

# ANNEXES

Annexe 1 : Etude géotechnique de conception, phase avant-projet, Alios Ingénierie, 2016



# ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET



ATLANTIC AMENAGEMENT



*CONSTRUCTION DE 14 LOGEMENTS – RUE RAVEL*



LA ROCHELLE (17)

Indice	Date	Intitulé	Rédaction	Relecture	Nb. Pages + annexes
0	20/05/2016	1 <sup>ère</sup> diffusion	G. FERNANDES	F. EVRARD	29 + 7

DOSSIER ANI 167029

CHAURAY, le 20 mai 2016



# SOMMAIRE

<b>1) CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
<b>2) SITUATION DU PROJET, TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SITE.....</b>	<b>5</b>
<b>3) ENQUETE DOCUMENTAIRE.....</b>	<b>5</b>
3.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	5
3.2 RISQUES GEOTECHNIQUES REFERENCES.....	6
<b>4) DESCRIPTION DU PROJET.....</b>	<b>8</b>
<b>5) SYNTHESE DES RESULTATS : CARACTERISTIQUES DU SITE.....</b>	<b>9</b>
5.1 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES IN SITU DES MATERIAUX.....	9
5.2 HYDROGEOLOGIE.....	11
5.3 ESSAI DE PERMEABILITE – METHODE PORCHET.....	12
5.4 SISMICITE.....	13
<b>6) SYNTHESE GEOTECHNIQUE / ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE.....</b>	<b>14</b>
6.1 SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	14
6.2 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG).....	14
6.3 ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE.....	15
<b>7) FONDATIONS PROFONDES.....</b>	<b>15</b>
7.1 TYPE DE FONDATIONS, NIVEAU D'ASSISE ET COUPE DE SOLS PRISE EN COMPTE.....	15
7.2 METHODES DE CALCULS.....	16
7.3 PREDIMENSIONNEMENT DES MICROPIEUX.....	18
7.4 PREDIMENSIONNEMENT DES PIEUX.....	19
<b>8) NIVEAUX BAS.....</b>	<b>20</b>
<b>9) REMARQUES IMPORTANTES ET SUJETIONS D'EXECUTION.....</b>	<b>20</b>
9.1 CONTRAINTES LIEES A LA NAPPE.....	20
9.2 TERRASSEMENTS.....	21
9.3 EXISTANTS / MITOYENS.....	21
9.4 FONDATIONS PROFONDES.....	22
9.5 ALEAS GEOTECHNIQUES.....	23
CONDITIONS GENERALES.....	24

## Annexes (07 pages)

- Plan de situation et carte géologique,
- Schéma d'implantation des sondages,
- Coupe lithologique et log pressiométrique SP1,
- Coupe lithologique T1,
- Diagramme de pénétration dynamique PD1,
- Essai d'infiltration P1 (2 pages).

## 1 ) CONTEXTE DE L'ETUDE

A la demande et pour le compte de ATLANTIC AMENAGEMENT - 9, avenue Jean Guilton - 17026 LA ROCHELLE Cedex 01, la société ALIOS INGENIERIE - 560, route de Paris - 79180 CHAURAY – a réalisé une étude géotechnique dans le cadre du projet de construction de 14 logements dans la rue Ravel sur la commune de LA ROCHELLE (17).

La campagne de reconnaissances fait suite au devis référencé PNI167048 du 02/03/2016 accepté par le client le 01/04/2016.

### Mission géotechnique confiée à ALIOS

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 phase AVP), conformément aux missions géotechniques de l'USG et objet de la norme NF P 94-500 (révisée en novembre 2013). Elle a pour buts :

- de définir le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- de reconnaître les caractéristiques géotechniques des formations rencontrées sur le site ;
- de mesurer le niveau de l'eau au moment des sondages ;
- de proposer le ou les type(s) de fondation(s) envisageable(s) pour le projet, de fournir les paramètres permettant le dimensionnement des fondations et d'évaluer les tassements prévisionnels ;
- de définir les possibilités de dallages et, le cas échéant, de prédimensionner leur couche de forme et de fournir les critères de réception des plateformes ;
- d'estimer, si nécessaire, les modules élastiques des formations rencontrées conformément au DTU13.3 ;
- d'évaluer les conditions et les modalités de réalisation des travaux (terrassements,...).

L'estimation approchée des quantités sera exclue de cette présente mission.

## Programme des investigations

Les investigations, menées *In Situ* du 12/04 au 14/04/2016, ont comporté :

- Un sondage pressiométrique, réalisé suivant la norme NF P 94-110-1. Les essais pressiométriques permettent de déterminer les caractéristiques mécaniques des différentes formations (Module pressiométrique  $E_M$ , pression de fluage  $p_f$ , pression limite  $p_l^*$ ). Descendu jusqu'à 20.5 m de profondeur, le forage est reporté SP1 sur le schéma d'implantation des sondages.
- Un sondage à la tarière hélicoïdale  $\varnothing$  63 mm, descendu jusqu'à 15.0 m de profondeur pour l'identification visuelle de la nature des sols et des éventuelles venues d'eau. Il est reporté T1 sur le schéma d'implantation des sondages.
- Un essai de pénétration dynamique, exécuté au pénétromètre dynamique lourd 64 kg, 75 cm de chute suivant la norme NFP 94-115. L'essai, référencé PD1 sur le schéma d'implantation des sondages, a été descendu jusqu'à 6.2 m de profondeur (refus de battage).
- Un essai d'infiltration de type PORCHET, reporté P1 sur le schéma d'implantation des sondages.

## Remarques

Le schéma d'implantation des sondages est donné en annexe.

Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont données par rapport à la surface du terrain relevée au moment des sondages (terrain naturel – m/TN).

## Documents d'étude

Pour notre intervention, nous disposons du document suivant :

- état projeté : plan de masse au 1/200, daté du 19/02/2016 et référencé PC 02.2,

En complément, nous avons consulté le site INFOTERRE du BRGM où sont répertoriés les sondages déjà réalisés à proximité, les points d'eau et les mouvements de terrains archivés.

## 2 ) SITUATION DU PROJET, TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SITE

Le projet est situé au n°10 de la rue Maurice Ravel sur la commune de LA ROCHELLE (17).

Le site ne présente pas de particularité topographique notable (subhorizontal).

Lors de notre intervention, le site était occupé par :

- un bâtiment de type industriel (ancien commerce) qui sera démoli dans le cadre du projet ;
- des stationnements, des voiries, des trottoirs ;
- de réseaux sur le site.

Il convient de noter la présence, en mitoyenneté du projet, d'un bâtiment à ossature métallique. Ces ouvrages ne comportent pas de niveau de sous-sol d'après les informations communiquées ;

## 3 ) ENQUETE DOCUMENTAIRE

### 3.1 Contexte géologique

Les diverses banques de données géotechniques (site infoterre.fr, archives ALIOS) et géologiques (carte de LA ROCHELLE au 1/50000) indiquent que la parcelle se situe sur les calcaires à interlits marneux datés du Kimméridgien inférieur (Jurassique) notées j7b.

Compte tenu de la proximité du canal de Rompsay et de la présence d'un ancien marais au droit du projet, on s'attend à rencontrer des remblais d'aménagement surmontant des argiles alluvionnaires saturées et peu consistantes.

### 3.2 Risques géotechniques référencés

Selon le site internet « PRIM.NET », les risques affectant la localité sont :

- sismicité ;
- inondation ;
- inondation – ruissellement et coulée de boue ;
- mouvement de terrain.

#### Sismicité

Depuis le 1er mai 2011 et l'entrée en vigueur du nouveau zonage sismique (Eurocode 8), la commune de LA ROCHELLE est située en zone 3 (sismicité modérée).

#### Aléa remontées de nappes

La parcelle est référencée en zone de risque « très élevé – nappe subaffleurante » sur la carte d'aléa « inondation des sédiments » établie par le BRGM. Notons que compte-tenu de l'échelle de la carte, le référencement de la parcelle face à ce risque est à considérer avec prudence.

La question de l'inondabilité du site ne fait pas partie de la mission confiée à ALIOS.

#### Aléa retrait-gonflement des argiles

La parcelle est référencée en zone de risque « moyen » sur la carte d'aléa « retrait-gonflement des argiles » établie par le BRGM. Notons que compte-tenu de l'échelle de la carte, le référencement de la parcelle face à ce risque est à considérer avec prudence.

## Arrêtés catastrophes naturelles référencés

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
Inondations et coulées de boue	24/08/1987	24/08/1987	03/11/1987	11/11/1987
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/06/1989	31/12/1989	24/07/1990	15/08/1990
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1990	31/12/1990	14/05/1991	12/06/1991
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
Inondations et coulées de boue	29/09/1999	30/09/1999	14/04/2000	28/04/2000
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	01/01/2001	01/01/2001	23/01/2002	09/02/2002
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
Inondations, coulées de boue, mouvements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	02/03/2010
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012

## Risques pris en compte dans l'aménagement

Bassin de risque	Plan	Aléa	Prescrit le / Prorogé le	Enquêté le	Appliqué par anticipation le / Approuvé le	Modifié le / Revisé le	Annexé au PLU le	Déprescrit le / Annulé le / Abrogé le
Bassin Nord du département	PPRn	Inondation - Par submersion marine	27/05/2015 / -	-	- / -	-	-	- / - / -

#### 4 ) DESCRIPTION DU PROJET

Il est projeté la construction de deux bâtiments comportant un total de 14 logements. Ces ouvrages sont prévus en maçonnerie d'agglomérés de béton ou de briques voire de béton banché.

Le niveau définitif du projet n'est pas calé mais sera vraisemblablement établi en profil rasant (reprofilage simple du terrain).

D'après les informations communiquées, les descentes de charges seront de l'ordre de :

- 90 t sous les appuis ponctuels ;
- 25 t/ml sous les appuis filants ;
- les charges permanentes réparties sur les dallages seront de l'ordre de  $500 \text{ kg/m}^2$ ,
- les charges d'exploitation réparties sur les dallages seront de l'ordre de  $150 \text{ kg/m}^2$ .

Les autres caractéristiques du projet et les autres actions induites par celui-ci ne sont pas déterminées à l'heure actuelle.

## 5 ) SYNTHESE DES RESULTATS : CARACTERISTIQUES DU SITE

### 5.1 Lithologie et caractéristiques in situ des matériaux

→ Sur le site, les coupes lithologiques obtenues au droit des sondages SP1 et T1 rendent compte sous des structures de voirie légère :

- de remblais de blocs calcaires compacts à raides, jusqu'à -1.2/-1.3 m/TN ;
- d'argiles grises/bleutées molles saturées jusqu'à -5.3/-6.5 m/TN,
- de marnes et marno-calcaires beiges/gris tendres à compacts reconnus jusqu'en fin de sondages à -15.0/-20.5 m/TN.

→ Les essais pressiométriques ont permis de déterminer les valeurs de pression limite nette ( $p_l^*$ )<sup>1</sup> et de module pressiométrique (E).

- La pression limite nette rend compte de la pression de rupture des matériaux testés,
- Le module pressiométrique témoigne du comportement du matériau dans le domaine des déformations pseudo-élastiques.

→ Les essais de pénétration dynamique permettent de suivre l'évolution des résistances dynamiques ( $q_d$ ) suivant la profondeur.

La synthèse des résultats des sondages et des essais réalisés permet de mettre en évidence les ensembles suivants :

#### Faciès n°1 :

- Nature : Remblais de blocs calcaires fermes
- Base de la formation : - 1.2/-1.3 m/TN
- Caractéristiques pressiométriques : (1 seul essai)
- Pression limite nette :  $p_l^* = 1.29$  MPa
- Module pressiométrique :  $E = 11.3$  MPa

---

<sup>1</sup>  $p_l^* = p_l - p_o$

où  $p_l$  = pression limite brute

$p_o$  est la contrainte horizontale dans le sol au niveau concerné au moment où l'on fait l'essai

### Faciès n°2 :

- Nature : Argiles grises molles saturées
- Base de la formation : -5.3/-6.5 m/TN
- Caractéristiques pressiométriques :
  - Pression limite nette :  $p_l^* > 0.02$  et plus de 0.46 MPa
  - Module pressiométrique :  $E = 3.6$  et 5.0 MPa
- Caractéristiques pénétrométriques :  $q_d = 0.6$  à 5.5 MPa jusqu'à -4.6 m/TN en PD1

### Faciès n°3 :

- Nature : Marnes et Marno-calcaires  
Tendres à compacts
- Base de la formation : -sous -15.0/-20.5 m/TN
- Caractéristiques pressiométriques :
  - Pression limite nette :  $p_l^* = 2.85$  à plus de 4.66 MPa
  - Module pressiométrique :  $E = 31.9$  à 279.0 MPa
- Caractéristiques pénétrométriques : refus à -6.5 m/TN en PD1

### Observations générales :

Les épaisseurs relevées sont celles mesurées au droit des sondages. Elles peuvent subir des fluctuations entre ces points notamment à proximité et au droit des ouvrages existants (surépaisseurs de remblais,...).

L'appréciation de la limite entre les formations est rendue difficile car leurs matrices sont similaires.

Compte-tenu du petit diamètre de l'outil et de l'état dans lequel remontent les débris (lorsqu'ils remontent), les lithologies décrites en sondage destructif sont indicatives. Seule la réalisation d'un sondage carotté permettrait de valider les lithologies indiquées sur les coupes de ces sondages.

## 5.2 Hydrogéologie

Lors des investigations, du 12/04 au 14/04/2016, les niveaux d'eau suivants ont été relevés en cours de chantier :

Sondage	SP1	T1
Profondeur (m/TN)	-1.60	-2.72
Nature	Niveau d'eau non stabilisé	Niveau d'eau non stabilisé

Notons que ces niveaux évoluent au cours du temps et ne présumant en rien du niveau des plus hautes eaux (NPHE).

Lors de nos forages, nous avons identifié des écoulements d'eau depuis la base des remblais (gros blocs) à l'interface avec les argiles molle sous-jacentes.

La présence d'eau à faible profondeur pourra constituer une sujétion très importante lors de la réalisation des travaux.

Seules les mises en œuvre d'un piézomètre et la réalisation d'un suivi sur un cycle hydrogéologique complet permettraient de connaître les fluctuations des niveaux d'eau.

Nous rappelons que le site est classé en aléa très élevé vis à vis de la remontée de nappe voire en zone de nappe sub-affleurante. Des niveaux d'eau pourront se rencontrer à faible profondeur en période climatique pluvieuse et/ou hivernale.

### 5.3 Essai de perméabilité – Méthode Porchet

L'essai d'infiltration de type Porchet P1 a été réalisé en partie centrale de la parcelle, après saturation des sols.

Les résultats sont les suivants :

Sondage	Dimensions de la fosse (m)	Nature des sols	Perméabilité (m/s)
P1	0.90 x 0.30 x 0.85	Remblais (blocs calcaires, marnes et béton)	Quasi nulle

La perméabilité mesurée est quasi nulle et liée à la grande compacité des remblais calcaire superficiels dont la proportion de fines et petites graves ont l'obtention de couche de forme bien « fermées » par compactage intense.

Il convient de rappeler qu'il s'agit d'un essai ponctuel et que des variations latérales ne sont donc pas à exclure.

Si l'infiltration des eaux pluviales est retenue, il conviendra d'adapter le niveau bas des ouvrages au NPHE le cas échéant. L'infiltration directe dans la nappe sera également à proscrire.

Enfin, il conviendra de vérifier que l'infiltration des eaux sur site ne risque pas de porter préjudice aux parcelles, voiries et ouvrages (actuels et futurs) avoisinants notamment ceux à l'aval hydraulique du site d'étude.

#### 5.4 Sismicité

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), la classification des sols du site est la suivante :

- zone de sismicité : 3 (modérée) ;
- type de sol : Catégorie A ;
- classe d'importance des bâtiments : II (à valider par le Maître d'Ouvrage) ;
- coefficient d'importance : 1.00 ;
- accélération sismique de référence : 1.1 m/s<sup>2</sup> ;
- paramètre de sol S à prendre en compte : 1,00.

Les reconnaissances réalisées dans le cadre de ce projet ne permettent pas de statuer sur le risque de liquéfaction.

La compacité des remblais et du substratum et la relative plasticité des argiles intermédiaires permet de considérer les sols reconnus comme *a priori* non liquéfiables sous contraintes sismiques.

## 6 ) SYNTHESE GEOTECHNIQUE / ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE

### 6.1 Synthèse géotechnique

Sous la structure de voirie existante, nos investigations ont permis de mettre en évidence la succession d'horizons géologiques suivante :

- des remblais très compacts de blocs calcaires présents jusqu'à -1.2/-1.3 m/TN,
- des argiles molles saturées jusqu'à -5.3/-6.5 m/TN,
- le substratum constitué marnes et marno-calcaires tendres à très raides reconnus jusqu'à -15.0/-20.5 m/TN (arrêts des sondages).

Lors de nos investigations, du 12/04 au 14/04/2016, le niveau de l'eau non stabilisé a été mesuré à 1.60 et 2.72 m de profondeur au droit de nos sondages SP1 et T1. Nous avons aussi identifié des circulations d'eau à la base des remblais, à l'interface avec les argiles molles sous-jacentes.

### 6.2 Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Définition de la ZIG : Volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain (du fait de sa réalisation et/ou de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants). Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage et peuvent largement déborder de la zone d'étude.

Le projet interférera avec les bâtiments mitoyens ainsi qu'avec les ouvrages avoisinants (bâtiments, voiries,...).

L'influence du projet sur son environnement consistera notamment en :

- la réalisation de travaux avec un bâtiment mitoyen dont les fondations n'ont pas été reconnues ;
- la réalisation de fondations profondes traversant des horizons saturés et peu consistants.

Remarque : L'entrepreneur en charge du chantier s'assurera que les engins utilisés ne portent pas préjudice à la stabilité des ouvrages existants (*notamment vis-à-vis des vibrations générées par la circulation et l'utilisation des engins de chantier*).

### 6.3 Adaptation des ouvrages au site

Compte-tenu de ces observations et des caractéristiques du projet, il est nécessaire de reporter les charges au sein du substratum marneux et marno-calcaire compact reconnu à partir de – 5.3/6.5 m/TN. Nous étudierons par la suite des fondations profondes de type pieux et micropieux.

## 7 ) FONDATEIONS PROFONDES

### 7.1 Type de fondations, niveau d'assise et coupe de sols prise en compte

Les hypothèses de pieux « forés tubés » (classe 1 – catégorie 3 de la norme NF P 94-262) ou de micropieux de type III (classe 8 – catégorie 19 de la norme NF P 94-262) ont été retenues. Il appartiendra à l'entreprise d'adapter la technique de réalisation des fondations profondes en fonction des caractéristiques du site et des sols.

Les pieux seront ancrés de trois diamètres minimum dans le substratum marneux et marno-calcaire compact.

La coupe des sols prise en compte dans les calculs est la suivante :

Formation	Base (m/TN)	$p_{le}^*$ moyen (MPa)	E moyen (MPa)
Neutralisation du frottement latéral	5.3/6.5	/	/
Marnes et marno-calcaire	> 20.5	4.43	134.0

## 7.2 Méthodes de calculs

D'après la norme NF EN 1997-2 et son complément NF P 94-262 relatif aux fondations profondes, un calcul de pieux et de micropieux peut être mené à partir des expressions fournies ci-après. Les critères principaux à vérifier aux états limites sont les suivants :

$$E_d \text{ (ELU)} \leq R_d$$

$$E_d \text{ (ELS)} \leq C_d$$

Avec :

$E_d$  = valeur de calcul des effets des actions aux états limites (ELU ou ELS)

$R_d$  = valeur de résistance du terrain

$C_d$  = valeur limite de calcul du critère d'aptitude au service considéré

L'approche de calcul envisagée est une approche de type 2. Les combinaisons à utiliser sont donc les suivantes :

$$\ll A1 \gg + \ll M1 \gg + \ll R2 \gg$$

Nota : il faudra donc calculer les actions avec le jeu de coefficients de type « A1 ».

Deux types de modèle sont possibles. Dans notre cas, nous utiliserons le modèle de terrain.

- pour le calcul, le terme de résistance de pointe, selon le « modèle terrain », se déduit de la façon suivante :

$$R_{b;k} = A_b \times q_{b;k}$$

Avec :

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base (terme de pointe)

$A_b$  = section du pieu

$q_{b;k} = q_b / (\gamma_{Rd;1} \times \gamma_{Rd;2})$  = contrainte de calcul caractéristique pondérée par :

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (1,15 pour la méthode pressiométrique catégorie pieu 6)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

où

$q_b = k_p \times p_{le}$  avec  $k_p$  donné dans le tableau F4.2.1 de la norme

- pour le calcul, le terme de frottement latéral, selon le « modèle terrain », se déduit de la façon suivante :

$$R_{s;k} = \pi \cdot \theta \cdot \sum_i h_i \cdot q_{sik}$$

Avec :

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement

$\theta$  : diamètre du pieu

$q_{sik}$  : frottement latéral unitaire dans la couche  $h_i$  déduit des abaques par la méthode pressiométrique  $q_{sik} = q_{si} / (\gamma_{Rd;1} \times \gamma_{Rd;2})$  = frottement latéral de calcul caractéristique pondéré par :

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (1,15 pour la méthode pressiométrique catégorie pieu 1 et 2,00 pour la méthode pressiométrique catégorie micropieu 19)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

où

$q_{si} = \alpha \times F_{sol}$  avec  $F_{sol}$  donné dans les abaques de l'annexe F.5.2.1 de la norme

- pour la justification aux ELU en compression, la valeur de calcul se déduit de la façon suivante :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_{Rt} = (R_{s;k} + R_{b;k}) / \gamma_{Rt}$$

Avec :

$R_{c;k}$  = valeur de calcul caractéristique en compression

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement latéral

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base

$\gamma_{Rt}$  = facteurs partiels de résistance dépendant des situations. S'il s'agit de situations durables et transitoires, la valeur est de 1,10 et de 1,00 s'il s'agit de situations accidentelles.

- pour la justification aux ELS en compression, la valeur de calcul se déduit de la façon suivante :

$$R_{c;d} = (0.7 R_{s;k} + 0.5 R_{b;k}) / \gamma_{cr}$$

Avec :

$R_{s;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en frottement latéral

$R_{b;k}$  = valeur de calcul caractéristique du pieu en base

$\gamma_{cr}$  = facteurs partiels de résistance dépendant du type de combinaison « caractéristique » (0,90) ou quasi-permanente (1,10)

### 7.3 Prédimensionnement des micropieux

Conformément aux recommandations de la norme, on retiendra pour les éléments de dimensionnement suivants pour des micropieux de type III :

#### Frottement latéral

Formation	Profondeur de la base (m/TN)	Valeur $\alpha$	$p_{le}^*$ (MPa)	Courbe de frottement latéral $f_{sol}$	Valeur du frottement latéral $f_{sol}$ (kPa)	Valeur du frottement latéral arrondie $q_{si} = \alpha f_{sol}$ (kPa)
Neutralisation du frottement latéral	-6.5	/	/	/	/	/
Marnes et marno-calcaires tendres à très raides	Sous -20.5	2.40	4.40	Q4	115	277

#### Effort de pointe

Sans objet dans le cas de micropieux.

#### Prédimensionnement

Pour un micropieu de type III descendu à - 19.0 m/TN :

Charge nominale ELU - Situation Durable et Transitoire	$\gamma_{Rt}$
1 124 kN	1.10

Charge nominale ELU - Situation Accidentelle	$\gamma_{Rt}$
1 236 kN	1.00

Charge nominale ELS - Situation Quasi-Permanente	$\gamma_{Cr}$
787 kN	1.10

Charge nominale ELS - Situation Caractéristique	$\gamma_{Cr}$
962 kN	0.90

$\gamma_{Rd;1}$  = coefficient de modèle (2,00 pour la méthode pressiométrique micropieu catégorie 19)

$\gamma_{Rd;2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

<sup>(3)</sup>  $\gamma_{Cr}$  = 0,90 (ELS combinaison caractéristique)

<sup>(4)</sup>  $\gamma_{Rt}$  = 1,10 (ELU situations durables et transitoires)

#### 7.4 Prédimensionnement des pieux

Conformément aux recommandations de la norme, on retiendra pour les éléments de dimensionnement suivants pour des pieux forés tubés :

##### Frottement latéral

Formation	Profondeur de la base (m/TN)	Valeur $\alpha$	$p_{le}^*$ (MPa)	Courbe de frottement latéral $f_{sol}$	Valeur du frottement latéral $f_{sol}$ (kPa)	Valeur du frottement latéral arrondie $q_{si} = \alpha f_{sol}$ (kPa)
Neutralisation du frottement latéral	-6.5	/	/	/	/	/
Marnes et marno-calcaires tendres à très raides	Sous -20.5	1.40	4.40	Q4	115	162

##### Prédimensionnement

Pour un pieu foré tubé de classe 4  $\emptyset = 0.62$  m et descendu à - 8.0 m/TN :

Charge nominale ELU - Situation Durable et Transitoire	$\gamma_{Rt}$
1 959 kN	1.10

Charge nominale ELU - Situation Accidentelle	$\gamma_{Rt}$
2 155 kN	1.00

Charge nominale ELS - Situation Quasi-Permanente	$\gamma_{cr}$
1 093 kN	1.10

Charge nominale ELS - Situation Caractéristique	$\gamma_{cr}$
1 336 kN	0.90

$\gamma_{Rd:1}$  = coefficient de modèle (1.15 pour la méthode pressiométrique micropieu catégorie 19)

$\gamma_{Rd:2}$  = coefficient de procédure (1,10 pour le modèle de terrain)

<sup>(3)</sup>  $\gamma_{cr}$  = 0,90 (ELS combinaison caractéristique)

<sup>(4)</sup>  $\gamma_{Rt}$  = 1,10 (ELU situations durables et transitoires)

Remarques :

- Dans le cas où des remblais seraient mis en œuvre au droit du projet, un terme de frottement négatif devra être pris en compte dans le dimensionnement des micropieux.
- Les armatures des micropieux devront être adaptées aux éventuels efforts horizontaux induits par le vent, la consolidation différentielle de matériaux compressibles en fonction des différences de charges appliquées, etc...
- Les micropieux devront être vérifiés au flambement.

8 ) NIVEAUX BAS

La présence de remblais et d'argiles de mauvaises consistances, impose la mise en œuvre de planchers portés par les fondations.

9 ) REMARQUES IMPORTANTES ET SUJETIONS D'EXECUTION

9.1 Contraintes liées à la nappe

Les sondages ont mis en évidence des niveaux d'eau non stabilisés vers -1.60/-2.72 m/TN.

Compte tenu de la présence de la nappe à faible profondeur, l'entreprise qui réalisera les fondations devra prendre les dispositions nécessaires pour assurer la bonne tenue des parois des forages (tubage pour les pieux, chemisage pour les micropieux) et assurer l'injection du coulis en présence d'eau.

## 9.2 Terrassements

Les éventuelles arases argileuses seront très sensibles à l'eau. Il conviendra donc, le cas échéant, de réaliser les travaux en période climatique favorable. La création de pistes et de plateformes de portance correcte pourrait alors s'avérer nécessaire pour permettre d'assurer la traficabilité.

## 9.3 Existants / mitoyens

La reconnaissance des fondations des existants / mitoyens devra être réalisée afin de relever le niveau d'assise et la géométrie de leurs fondations.

Dans le cadre de la mise en œuvre de fondations profondes, les moyens mis en œuvre par l'entreprise devront garantir la stabilité des existants et des avoisinants en phase chantier comme en phase définitive.

Dans le cadre de la mise en œuvre de fondations profondes, le trépanage ou le battage des pieux seront proscrits au sein des matériaux rocheux (remblais superficiels, substratum) sous peine d'engendrer des dommages sur les constructions voisines.

Dans tous les cas, on veillera à désolidariser le projet de l'existant mitoyen afin de permettre les mouvements différentiels.

L'entrepreneur en charge du chantier s'assurera que les engins utilisés ne portent pas préjudice à la stabilité des ouvrages existants (notamment vis-à-vis des vibrations générées par la circulation et l'utilisation des engins de chantier).

#### 9.4 Fondations profondes

Les fondations prédimensionnées sont des pieux forés micropieux de type III. D'autres types de pieux ou de micropieux pourraient être envisageables et devront faire l'objet d'une nouvelle mission de faisabilité.

Il devra être tenu compte dans le dimensionnement définitif des fondations profondes (choix du diamètre et définition du ferrailage) des efforts parasites éventuels (efforts horizontaux, poussée latérale...).

Des surconsommations de coulis / béton sont prévisibles au passage des matériaux peuconsistants.

Dans tous les cas, tous les moyens nécessaires à la stabilité des avoisinants en phase chantier comme en phase définitive devront être mis en œuvre par l'entreprise qui réalisera les fondations.

Lors de la réalisation des pieux/micropieux, il conviendra :

- de réaliser éventuellement une couche de forme afin de permettre la circulation des engins sur la plateforme ;
- de vérifier précisément la nature des matériaux extraits lors du forage pour s'assurer du bon ancrage ;
- d'injecter/couler le coulis/béton aussitôt après forage.

## 9.5 Aléas géotechniques

Le présent rapport clôt la mission (phase Avant-Projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2) confiée à ALIOS INGENIERIE. L'enchaînement des différentes phases des missions géotechniques tel que défini dans la norme NF P 94-500 révisée en 2013 permettra de mieux appréhender les aléas géotechniques subsistant au terme de cette mission, et portera notamment sur les aléas connus suivants :

- implantation et le calage altimétrique des ouvrages projetés ;
- confirmation de la nature lithologique, des caractéristiques géotechniques et de la continuité des formations au droit des appuis et validation des dispositions constructives suggérées ;
- validation des solutions proposées vis-à-vis des descentes de charges et des tassements associés,
- reconnaissances des fondations des mitoyens.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le choix et le coût final des ouvrages géotechniques.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions générales jointes en annexe.

Rédigé par :  
**G. FERNANDES**

Relu par :  
**F. EVRARD**



# Conditions Générales

## 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit d'ALIOS INGENIERIE.

## 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité d'ALIOS INGENIERIE ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

## 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis d'ALIOS INGENIERIE. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu qu'ALIOS INGENIERIE s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. ALIOS INGENIERIE réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

ALIOS INGENIERIE n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si ALIOS INGENIERIE déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte qu'ALIOS INGENIERIE puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

## 4. Plans et documents contractuels

ALIOS INGENIERIE réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, ALIOS INGENIERIE est exonéré de toute responsabilité.

## 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager ALIOS INGENIERIE. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité d'ALIOS INGENIERIE est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur à ALIOS INGENIERIE modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

ALIOS INGENIERIE n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou ALIOS INGENIERIE avec un autre Prestataire.

## 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à ALIOS INGENIERIE en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui d'ALIOS INGENIERIE, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à ALIOS INGENIERIE avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, ALIOS INGENIERIE est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, ALIOS INGENIERIE a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 - phase PRO. Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance d'ALIOS INGENIERIE ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

#### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins d'ALIOS INGENIERIE dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par ALIOS INGENIERIE qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable d'ALIOS INGENIERIE. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire d'ALIOS INGENIERIE, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit d'ALIOS INGENIERIE. Si dans le cadre de sa mission, ALIOS INGENIERIE mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. ALIOS INGENIERIE serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

#### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par ALIOS INGENIERIE au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent ALIOS INGENIERIE à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. ALIOS INGENIERIE est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où ALIOS INGENIERIE est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

#### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité d'ALIOS INGENIERIE et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité d'ALIOS INGENIERIE ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

#### 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, ALIOS INGENIERIE peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures d'ALIOS INGENIERIE sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

D'un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes d'ALIOS INGENIERIE, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par ALIOS INGENIERIE au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

ALIOS INGENIERIE n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil d'ALIOS INGENIERIE vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué à ALIOS INGENIERIE qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, ALIOS INGENIERIE ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par ALIOS INGENIERIE ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

##### Assurance décennale obligatoire

ALIOS INGENIERIE bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à l'obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer ALIOS INGENIERIE d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, et fournit tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel ALIOS INGENIERIE sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS INGENIERIE par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie d'ALIOS INGENIERIE qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer ALIOS INGENIERIE de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

##### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès d'ALIOS INGENIERIE qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels ALIOS INGENIERIE participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS INGENIERIE par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

ALIOS INGENIERIE assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défektivité lui est imputable. ALIOS INGENIERIE sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant ALIOS INGENIERIE qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée d'ALIOS INGENIERIE au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu qu'ALIOS INGENIERIE ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social d'ALIOS INGENIERIE, sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



## CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Version novembre 2013)

### 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.
- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.
- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.
- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.
- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.
- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

### 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

#### 4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution ( <i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i> )	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution ( <i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i> )	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

#### Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

#### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

#### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

### **SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

### **DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

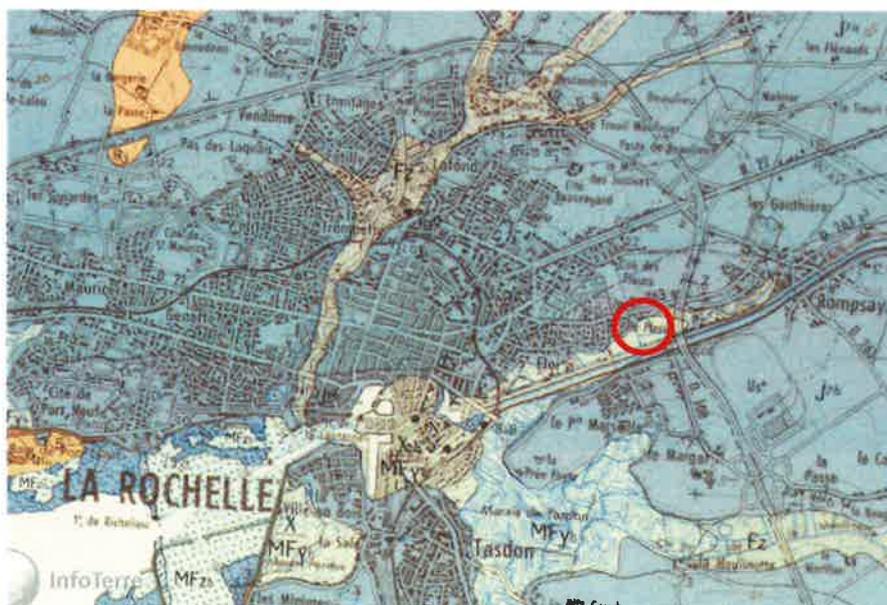
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

# ANNEXES

# PLAN DE SITUATION



© IGN



© BRGM

**AFFAIRE :** Projet de 14 logements

**CLIENT :** ATLANTIC AMENAGEMENT

**LIEU :** LA ROCHELLE (17)

**DOSSIER N° :** ANI167029

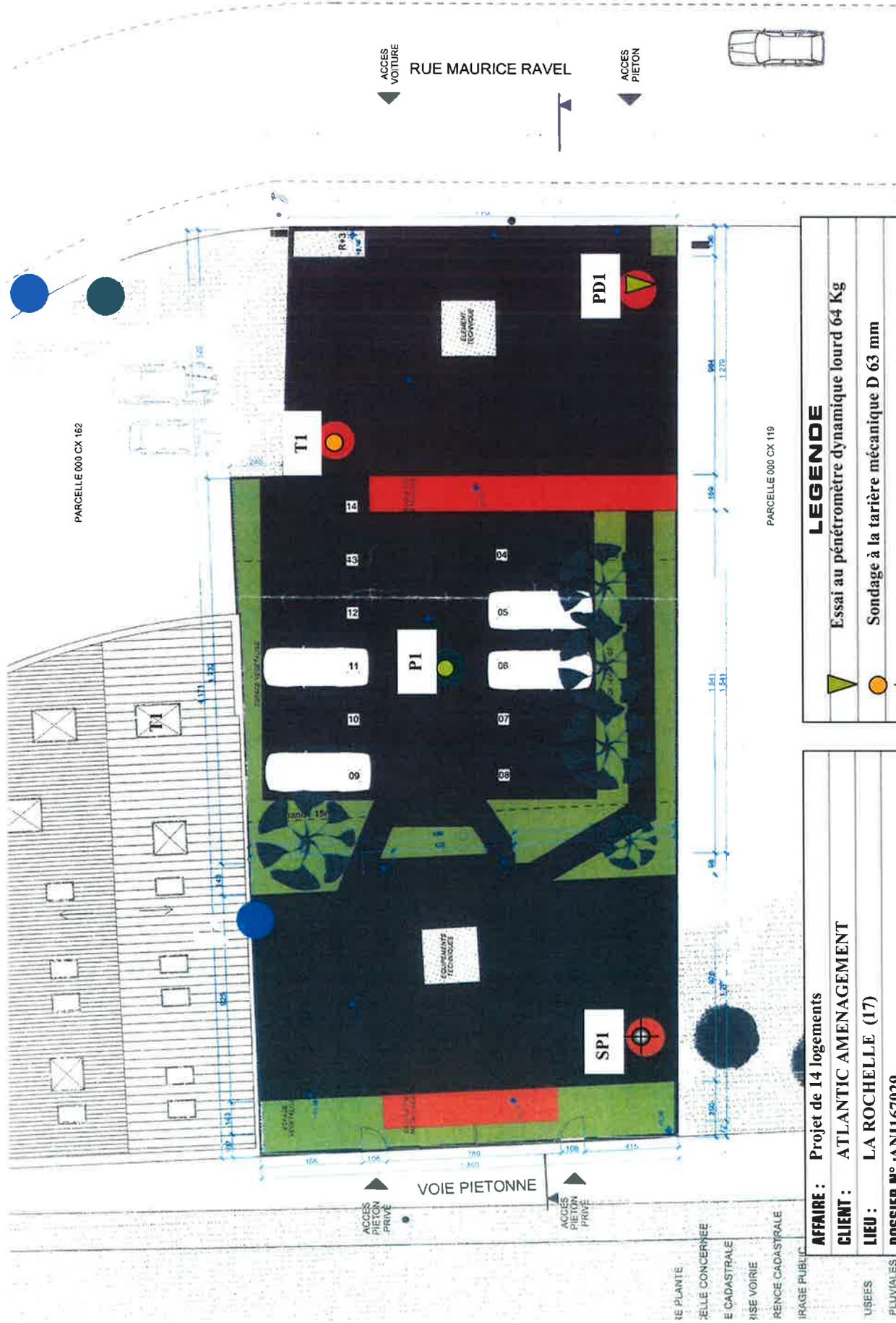
**ALIOS** 560, route de Paris - 79180 CHAURAY  
Tél. +33 5 49 33 47 66 - Fax +33 5 49 35 42 25 - niort@alios.fr  
INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE & GÉOLOGIQUE - BOURGEOIS - ÉTUDES - SOUS-ŒUVRE - MAINTENANCE - TRAVAUX DE RÉNOUVELLEMENT - TRAVAUX DE RÉPARATION - TRAVAUX DE RÉCONSTRUCTION - TRAVAUX DE RÉNOUVELLEMENT

[www.alios.fr](http://www.alios.fr)

## LEGENDE

Carte géologique de LA ROCHELLE au 1 / 50000<sup>ème</sup>

# SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES



LEGENDE	
	Essai au pénétromètre dynamique lourd 64 Kg
	Sondage à la tarière mécanique D 63 mm
	Sondage et essais pressiométriques
	Essai de perméabilité

<b>AFFAIRE :</b>	Projet de 14 logements
<b>CLIENT :</b>	ATLANTIC AMENAGEMENT
<b>LIEU :</b>	LA ROCHELLE (17)
<b>DOSSIER N° :</b>	AN1167029
560, route de Paris - 79180 CHAURAY Tél. +33 5 49 33 47 66 - Fax +33 5 49 35 42 25 - niort@alios.fr PRESSIONS EXPLOITATION & ENTRETIEN - ASSURANCE - ASSISTANCE - BUREAU INGENIERIE - BUREAU D'ETUDES - TRAVAUX DE PROJET - REVISION	

USAGES  
FLUVIALES

Chantier : **Projet de 14 logement - LA ROCHELLE (17)**

Localisation

Date : 12/04/2016

Client : ATLANTIC AMENAGEMENT

- X :

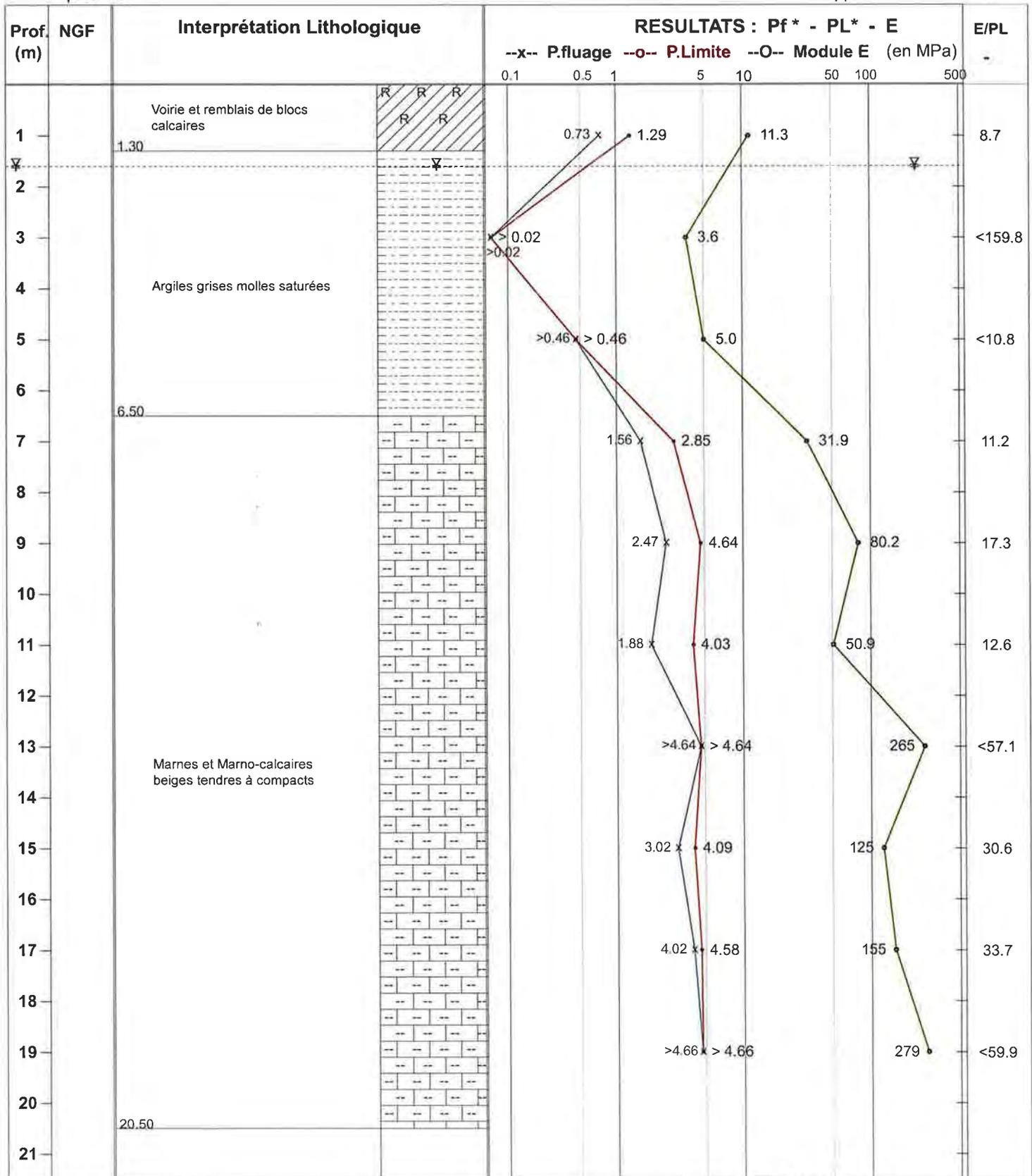
Dossier : ANI167029

- Y :

- Z :

Echelle prof. : /

Nappe : eau à 1.60 m.



**OUTILS DE FORAGE**

Tarière Ø 63 mm	20.50 m

**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

12/04/2016	20.50 m

OBSERVATIONS : Arrivées d'eau mesurées à -2.20 m/TN en cours de sondage. Niveau d'eau mesuré à - 1.60 m/TN en fin de sondage.

ESPRESS-2 Version 6.38 - Traitement d'essais pressiométriques selon la norme NF P 94-110-1

Chantier : Projet de 14 logements - LA ROCHELLE (17)

Client : ATLANTIC AMENAGEMENT

Dossier : ANI167029

Localisation

- X :  
- Y :  
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : eau à 2.72 m, le 14/04/2016

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.	Remarques
	1.20		<p>Vorie et remblais de blocs calcaires</p> <p>Argiles grises/bleutées molles saturées</p> <p>Marnes et marno-calcaires gris tendres à compacts</p> <p>Fin du sondage</p>		
	5.30				
	15.00				

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 19/05/2016

### OUTILS DE FORAGE

Tarière Ø 63 mm	15.00 m

### TUBAGES

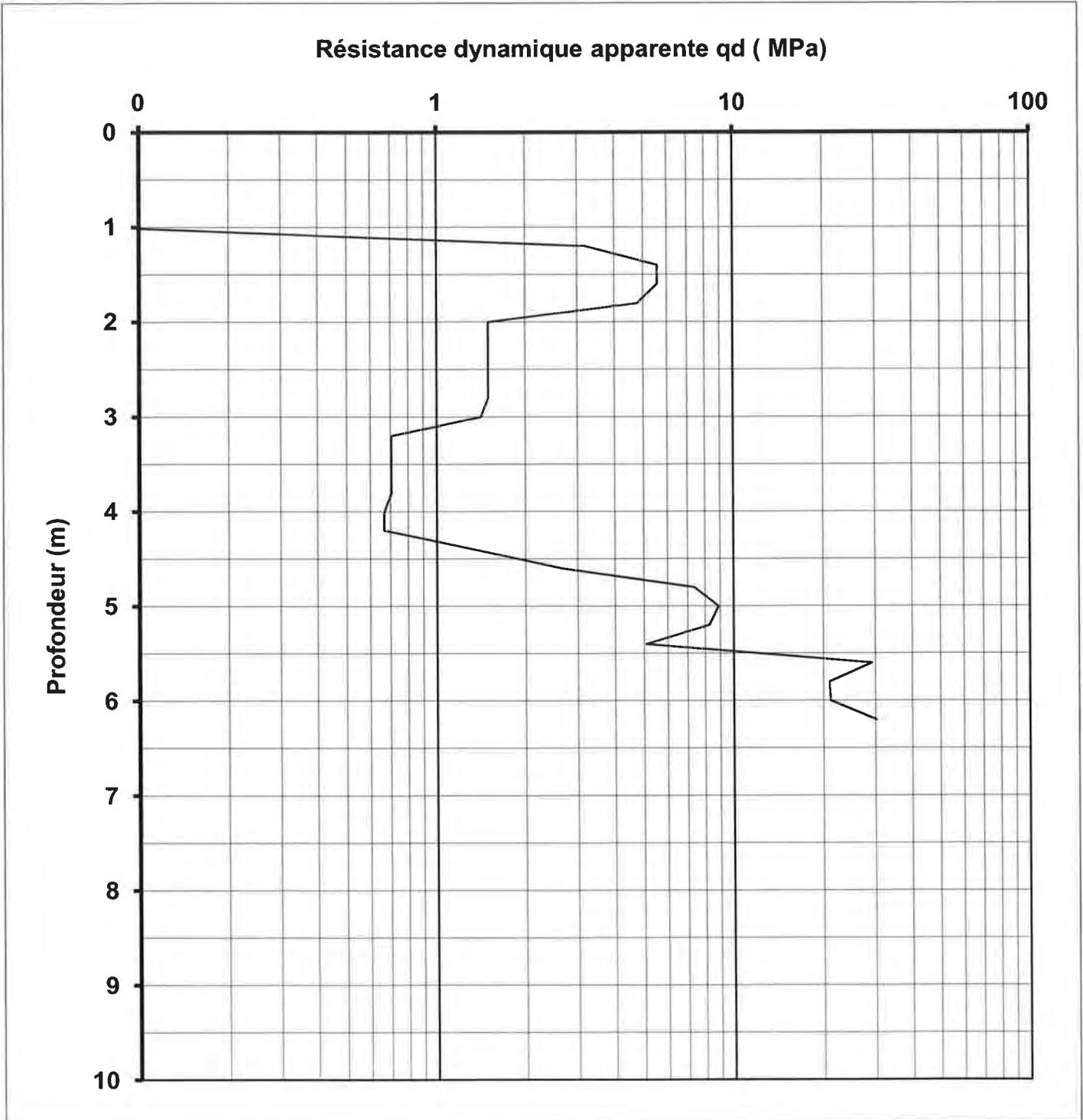

### DATES D'EXECUTION

14/04/2016	00.00 m

OBSERVATIONS : Arrivées d'eau observées à - 4.50 m/TN en cours de forage. Niveau d'eau mesuré à - 2.72 m/TN en fin de sondag

# ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

<b>ALIOS Ingénierie</b>  560, route de Paris 79180 CHAURAY Tel. 05.49.33.47.66 Fax. 05.49.35.42.25	<b>CHANTIER</b> <b>Projet de 14 logements - LA ROCHELLE (17)</b>  Dossier :    ANI167029 Client :      ATLANTIC AMENAGEMENT  Nappe :	<b>ESSAI</b> <b>PD1</b>  <b>DATE</b> <b>14/04/2016</b>
---	---	--



Poids du mouton (kg)    63.5 hauteur de chute (m)    0.75 poids mort (kg)            21 hauteur initiale (m)      1 poids d'une tige (kg)     6.2	<b>Observations:</b> Fouille de reconnaissance réalisée jusqu'à 1.00 m de profondeur. Refus de battage à 6.20 m de profondeur.
---	--

**Chantier : Projet de 14 logements - LA ROCHELLE (17)**

**Localisation**

**Client : ATLANTIC AMENAGEMENT**  
**Dossier : ANI167029**

- X :
- Y :
- Z : NGF

Echelle prof. : /

SONDEUSE :

Nappe : /

Récup %	Prof. (m)	NGF (m)	SOLS	E.C.H.					Remarques
	0.18		Graves dioritiques						
	0.54		Graves calcaires						
	0.85		Remblais (blocs calcaires, marnes et béton)						
			<b>Fin du sondage</b>						

Sondage pour Windows Version 3.45 - imprimé le 19/05/2016

**OUTILS DE FORAGE**

Mini pelle	00.85 m

**TUBAGES**


**DATES D'EXECUTION**

14/04/2016	00.85 m

OBSERVATIONS : Refus à - 0.85 m/TN.

## ESSAI D'INFILTRATION - METHODE FOSSE

<b>ALIOS Ingénierie</b>  560, route de Paris 79180 CHAURAY Tel. 05.49.33.47.66 Fax. 05.49.35.42.25	<b>CHANTIER : Projet de 14 logements LA ROCHELLE (17)</b>  Client : ATLANTIC AMENAGEMENT Dossier : ANI167029	<b>ESSAI N°P1</b>  <b>DATE 14/04/2016</b>
---	---	---

**Caractéristiques du trou :**

Longueur (m) = 0.90  
 Largeur (m) = 0.30  
 Profondeur (m) = 0.85

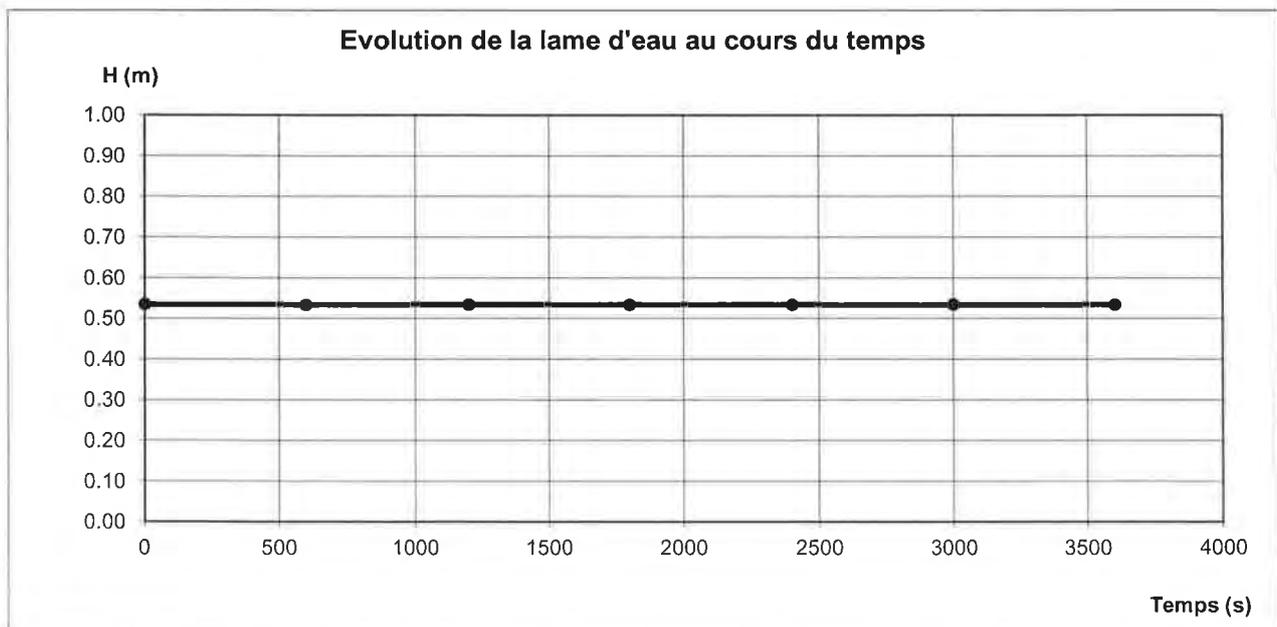
**Paramètres de calcul :**

A1 = 0.54 m  
 A2 = 0.54 m  
 Δ t = 2400 s  
 C = 0.0E+00 s-1

$$C = \frac{(\log(l + BA1) - \log(l + BA2))}{\Delta t} \quad K = \frac{2.3}{B} C$$

**Résultats :**

Perméabilité **K = 0.0E+00 m/s**  
0 mm/h



Annexe 2 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, Compétence géotechnique atlantique, 2018



## ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION

### Mission G2 PRO

### LA ROCHELLE (17)

8 Rue Debussy

Construction d'un ensemble de logements collectifs

### GEOTECHNIQUE OUEST

53 rue du Bois d'Amour

86280 ST BENOIT

Tel : 05.49.51.24.24

Contact86@geotechnique-sas.com

Maître d'ouvrage :

MEDIATIM PROMOTION

Architecte:

LIONEL COURTIER

BET Structure :

BAG

ETUDES

RECONNAISSANCES

ANALYSES

AUSCULTATION

Dossier VJT2018-08-121					
C	20/02/2019	17	W FRIKHA	V. JAMET	
B	12/02/2019	15	W. FRIKHA	V. JAMET	
A	21/01/2019	25	P. JOUBERT	V. JAMET	Première diffusion
Indice	Date	Nb de pages	Établi par	Validé par	Modification / Observations

## **SOMMAIRE**

↳ SOMMAIRE	2
↳ PRÉSENTATION	3
1. Définition de l'opération .....	3
2. Missions .....	3
3. Données générales sur le site et le projet .....	3
↳ RESULTATS ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES	4
4. Implantation et nivellement .....	4
5. Sondages de reconnaissance et essais mécaniques " <i>in situ</i> " .....	4
7. Synthèse géologique et hydrogéologique .....	5
8. Synthèse géotechnique .....	6
↳ RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET	8
9. Examen du contexte géotechnique .....	8
11. Terrassements - dispositions constructives .....	9
10. Principes de fondation des superstructures .....	10
11. Les terrassements généraux et stabilité des terrains en déblais .....	13

**Annexe 1**: Plan d'implantation – 5 coupes des sondages et diagrammes des essais

**Annexe 2** : Notes de calcul

**Annexe 3** : Conditions de validité de l'étude

**Annexe 4** : Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique



## **PRÉSENTATION**

### **1. Définition de l'opération**

Lieu : LA ROCHELLE (17000)  
8 Rue Debussy

Désignation : Construction d'un ensemble de logements collectifs

Maître d'ouvrage : SAS MEDIATIM PROMOTION  
40 Rue de la Désirée  
17000 LA ROCHELLE

Architecte : LIONEL COURTIER ARCHITECTE  
88 Avenue des Cordeliers  
17000 LA ROCHELLE

BET Structure : BAG  
7 Rue du Bois d'Huré  
17140 LAGORD

Document communiqué :

- Plan masse des bâtiments à démolir

### **2. Missions**

Il s'agit d'une mission de type G2 – Phase AVP selon la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

La mission G2 – Phase PRO sera réalisée ultérieurement, lorsque les caractéristiques complètes du projet seront définies.

### **3. Données générales sur le site et le projet**

La zone d'étude est en grande partie occupée un bâtiment « industriel » qui sera démoli.

Il est prévu de construire un ensemble de bâtiments à usage de logement, comportant sous-sol, RdC, R+1 et R+2.

Les descentes de charges seront de 30t/ml en continu et de 100 t en ponctuel.

Les cotes de construction ne sont pas connues. Il a été pris pour hypothèse des travaux de terrassement de l'ordre de 3,0 m pour la suite du rapport.

Les fondations des ouvrages existants n'ont pas été reconnues (hors mission).

## **RESULTATS ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES**

### **4. Implantation et nivellement**

L'implantation des sondages est indiquée sur le plan joint en annexe 1.

Ces sondages ont été nivelés par rapport au seuil du portail du bâtiment existant.

Ce repère de nivellement indépendant à été arbitrairement calé à la cote +100,00.

Les cotes « locales » ainsi mesurées sont indiquées dans le tableau du paragraphe suivant.

### **5. Sondages de reconnaissance et essais mécaniques "in situ"**

Les premiers sondages ont été forés à la tarière hélicoïdale de diamètre 63 mm dans le cadre de la mission G2 AVP :

Type sondage	Réf	Cote	Profondeur atteinte (m)	Nb d'essai
<b>Pressiométrique</b>	SP1	100,04	8,0	4
	SP2	100,05	10,5	7
	SP3	100,07	8,0	4
<b>Reconnaissance</b>	S4	99,97	5,0	/
	S5	99,95	2,0	/

Une deuxième campagne géotechnique complémentaire plus profonde a été réalisée dans le cadre de la mission G2 PRO et consiste à :

Type sondage	Réf	Cote	Profondeur atteinte (m)	Nb d'essai
<b>Pressiométrique</b> <b>Outils de forage :</b> forage destructif par roto percussion avec enregistrement de paramètres	SP101	100,00	19,3	5
<b>Reconnaissance</b> <b>Outils de forage :</b> forage destructif par roto percussion avec enregistrement de paramètres	S102	100,00	21,2	
<b>Reconnaissance</b> <b>Outils de forage :</b> carottier battu	S102bis	100,00	4,0	

Les coupes des sondages et les résultats des essais sont présentés en annexe 1.

**6. Zonage sismique**

Selon le zonage sismique (décret N° 2010-1255 du 22 octobre 2010), le site est en zone de sismicité 3 (modérée).

D'après les résultats des sondages, le site peut être classé E (« rocher » présent à moins de 20 m de profondeur).

Ce qui conduit à une accélération du sol « au rocher »  $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$  et un coefficient de sol  $S = 1,8$

Les échantillons de sols observés sont considérés comme exempts de risque de liquéfaction.

**7. Synthèse géologique et hydrogéologique**

La description des faciès géologiques mis en évidence par les sondages est la suivante :

**Faciès 01 :**

Remblais divers, le plus souvent constitués par des limons marneux beiges, des limons argileux et des argiles grisâtres, contenant des graviers, cailloutis et gravats.

Ces remblais sont recouverts par du béton (# 10-15 cm) et par un enduit bitumineux. Leur épaisseur est variable de 0,6-0,7 m au SP101 et S102, 1,7 m au SP3 à 3,1 m au SP2

Leur épaisseur pourra être plus importante compte tenu du caractère aménagé et construit du site. Les travaux de démolition engendreront également des remaniements de sol.

**Faciès 02 :**

Argiles plastiques, gris-bleu, en deçà

L'épaisseur de cette couche n'a pas été détectée lors des premiers sondages qu'au niveau de SP2 (6,00 m). D'après la deuxième campagne d'essai, elle est entre 8,00 m (S102) et 9,60 m (SP101).

**Faciès 03 :**

Calcaires atteints uniquement dans le sondage SP2 à 9,1 m de profondeur dans la première campagne et à 8,6 m dans S102 et à 10,3 m dans SP101 dans la deuxième campagne.

\*

\*

\*

Après les travaux de forage (première intervention), des niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés aux profondeurs suivantes.

Sondage	Profondeur (m)
SP1	3,8
SP2	4,1
SP3	3,9
S4	2,9

Ces profondeurs sont susceptibles de varier en fonction des saisons, de la pluviosité et des marées.

Le sondage S4 a été équipé d'un tube crépiné. Le suivi régulier et à long terme du tube crépiné permettrait d'apprécier les fluctuations du niveau d'eau dans le sous-sol.

Lors de la seconde intervention, un relevé du niveau d'eau a été réalisé à 3,8 m de profondeur dans le piézomètre installé en S4.

D'après les renseignements recueillis, le niveau des plus hautes eaux connues dans le secteur est très proche du niveau actuel (soit 2,5 à 3,0 m de profondeur).

## 8. Synthèse géotechnique

### 8.1. Essais préssiométriques

Les valeurs de la pression limite  $PI$  et du module pressiométrique  $E_M$  sont les suivantes :

**Remblais 01 :**  $PI = 0,60$  à  $0,70$  MPa  $E_M = 5,2$  à  $8,5$  MPa

**Argiles 02 :**  $PI = 0,55$  à  $1,10$  MPa  $E_M = 5,3$  à  $10,8$  MPa

**Calcaires 03 :**  $PI = 3,0$  à  $>5$  MPa  $E_M = 28$  MPa à  $227$  MPa

### 8.1. Essais en laboratoire

Deux essais de cisaillement ont été réalisés sur les échantillons prélevés à 2,0 m et 3,0 m dans le sondage S102bis. Les valeurs sont les suivantes :

**Argiles 02 :**  $C$  (cohésion) = 10 à 18 MPa  $\varphi$  : Angle de frottement = 15 et 20°

---

## **8.2. Essai d'infiltration**

Cet essai a été effectué dans le sondage S5 foré jusqu'à 2,0 m de profondeur au sein des remblais 01.

La vitesse d'infiltration est égale à  $4,5 \cdot 10^{-6}$  m/s (16 mm/h).

Cette vitesse pourra varier notablement en fonction des épaisseurs et de la nature des remblais 01.

Les argiles 02 peuvent être considérées comme quasi imperméables, compte tenu de leur caractéristiques physiques.

## **RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET**

### **9. Examen du contexte géotechnique**

Les remblais 01 dont l'historique et les conditions de mise en œuvre ne sont pas connus, peuvent présenter des variations rapides et notables de nature, épaisseur et compacité.

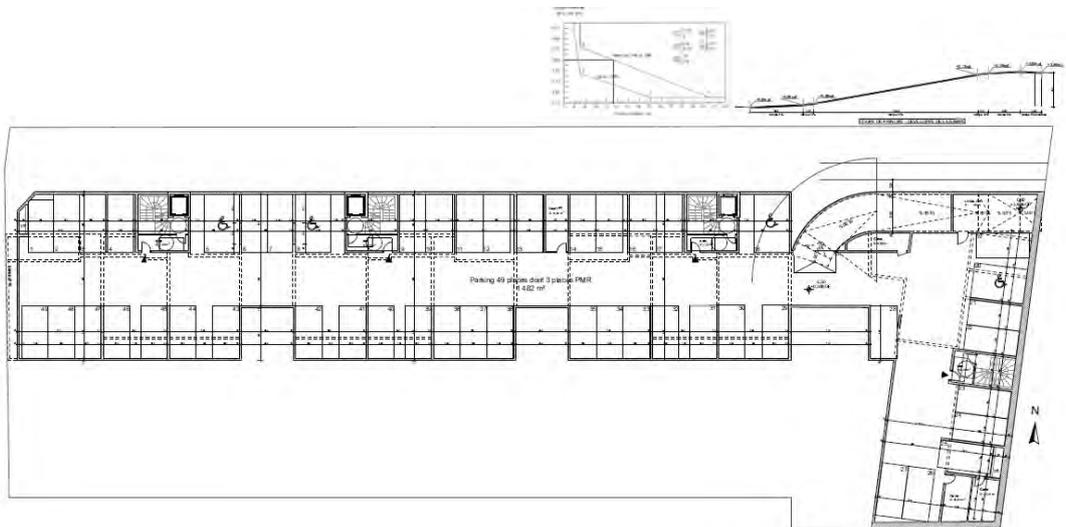
Les argiles 02 sous jacentes (présentes à partir des profondeurs variant de 0,6 à 3,1 m) sont beaucoup plus déformables que les calcaires 03.

Ces calcaires 03 ont été atteints dans le sondage SP2 à 9,1 m de profondeur, à 8,6 m dans le sondage S102 et à 10,3 m dans le sondage SP101.

Lors de notre intervention, le niveau d'eau non stabilisé a été mesuré à 3,1 m de profondeur au S4 (suivi piézométrique en cours).

Les fondations du bâtiment existant et des ouvrages limitrophes n'ont pas été reconnues.

Les cotes de construction des futurs bâtiments seront à -3,50m au-dessous du TN existant.



L'interprétation géotechnique présentée dans ce rapport correspond à la structure du sous-sol reconnue au droit des sondages.

Il est vraisemblable que des variations des caractéristiques géométriques et mécaniques des faciès géologiques, et aussi des conditions d'exécution seront rencontrées au cours des travaux.

**11. Terrassements  
- dispositions  
constructives**

Les terrassements généraux seront principalement réalisés en milieu meuble, sensible à l'eau et au remaniement.

L'extraction des vestiges de construction pourra poser de difficultés et entraîner la déstructuration des parois des fouilles.

Les remblais 01 et les argiles 02 deviendront rapidement instables, notamment en présence d'eau.

La zone de construction et ses abords seront aménagés de manière à éviter les circulations et accumulations d'eau (→ ruissellement, infiltration).

Les venues d'eau mises à jour au cours des travaux devront être captées et canalisées en dehors des fouilles en grand.

Toutes les précautions devront être prises pour assurer la stabilité des parois de ces fouilles pendant la durée des travaux, et pour ne pas créer de dommages aux ouvrages voisins, tant en phase travaux qu'au stade définitif.

Les murs enterrés devront être conçus pour résister à la poussée des terres.

Les coefficients de poussée à l'arrière de ces murs dépendront directement de la nature du remblai d'apport et des conditions de sa mise en œuvre.

Il est conseillé de retenir des matériaux granulaires, « frottants et drainants ».

Afin d'éviter toute poussée hydrostatique à l'arrière des murs et éviter les infiltrations d'eau dans le sous-sol, il conviendra de mettre en œuvre des systèmes de drainages périphériques complétés par des membranes d'étanchéité et associés si nécessaire à un tapis drainant sous le dallage.

Ces dispositifs visitables devront être conçus suivant les règles de l'art (cf. DTU 20-1) de manière à assurer un fonctionnement efficace et pérenne.

Cependant compte tenu des cotes de construction des niveaux bas et de leur usage, ainsi que des variations des niveaux d'eau (suivi en cours), il sera indispensable de traiter ces niveaux en cuvelages étanches.

## 10. Principes de fondation des superstructures

Dans le contexte géotechnique présent et compte tenu de nos connaissances sur le projet, et pour éviter des tassements excessifs, il est préconisé de construire des fondations profondes (pieux ou micropieux) ancrés dans les **calcaires 03**.

### 10.1 Eléments de choix du système de fondation.

Dans les conditions géotechniques du site et compte tenu des caractéristiques du projet, les charges de la superstructure devront être reportées au sein des horizons compacts par l'intermédiaire de fondations profondes

A ce stade, plusieurs types de pieux et techniques d'exécution sont envisageables. Le choix devra être guidé par :

- les valeurs de descente de charges du projet qui conditionneront, en fonction du diamètre retenu pour les pieux, les valeurs des ancrages minimaux des fondations dans l'horizon compact (à définir),
- la compressibilité des formations argileuse
- la présence de **soils de couverture 01** en épaisseur variable, constitués pour partie de remblais, au sein desquels, bien qu'aucune difficulté majeure de forage n'ait été mise en évidence au droit des points d'investigation, on ne peut exclure la présence de blocs et débris encombrants divers pouvant constituer des obstacles de forage pour les pieux,
- la présence d'une nappe à faible profondeur,
- les moyens dont disposera l'Entreprise titulaire du marché avec, dans tous les cas, une obligation de bonne exécution des fondations. L'Entreprise devra s'assurer en toute connaissance du site qu'elle disposera de la technicité et du matériel suffisant pour réaliser les pieux et les ancrages correspondants d'une part aux conditions qui seront présentées dans sa note de calcul de justification de capacité portante de chaque pieux au droit des points de sondages, d'autre part en phase d'exécution, aux variations prévisibles du terrain entre les points de sondages. Elle pourra à loisir procéder à des investigations géotechniques complémentaires en inter-maille, si cela s'avérerait nécessaire, dans le cadre de son marché,
- la nécessité d'assurer, dans le cas de pieux en béton, la qualité et la continuité du bétonnage. Des contrôles à posteriori de l'intégrité des pieux, en particulier dans le cas de petit diamètre sont recommandés.

### 10.2 Orientation du système de fondation

GEOTECHNIQUE SAS propose de retenir la technique du pieu foré simple ou à la tarière creuse.

Les pieux forés simples sont réalisés par mise en œuvre du béton à l'aide d'une colonne de bétonnage dans un forage exécuté sans soutènement des parois, alors que les pieux à la tarière creuse sont réalisés au moyen d'une tarière à axe creux vissée dans le sol sans extraction notable du terrain. La tarière est ensuite extraite du sol sans dévisser pendant que, simultanément, du béton est injecté par l'axe creux de la tarière.

### 10.3 Éléments de dimensionnement des fondations par pieux

La justification des pieux sera conduite selon la méthode proposée par la norme NF P 94-262, dans les conditions suivantes :

- la valeur du frottement latéral sera neutralisée sur la hauteur des **soles de couverture 01**,
- quelle que soit la valeur de la charge à reprendre, l'ancrage de la fondation dans les **calcaires** ne devra pas être inférieur à max [3  $\phi$  pieu, 2,0 m]. Par ailleurs, la valeur de  $K_p$  sera fonction du facteur  $H_e/R$  dans l'horizon porteur,
- la profondeur de la fiche des pieux sera fonction des charges à reprendre.

### 10.4 Méthode de calcul

D'après la norme NF P 94-262, la charge limite d'un pieu ( $R_c$ ) est donnée par la relation :

$$R_c = R_b + R_s$$

avec :

- $R_b$  : résistance de pointe (kN),
- $R_s$  : résistance de frottement axial (kN)

L'effort limite mobilisable par frottement latéral ( $R_s$ ), sur toute la hauteur  $h$  concernée du fût du pieu est calculé par l'expression suivante :

$$R_s = P_s \int_0^D q_s(z) dz$$

$$\text{où } q_s(z) = \alpha_{\text{pieu.sol}} (a \times Pl^* + b) (1 - e^{-c \times Pl})$$

avec :

- $P_s$  : périmètre du fût du pieu (m)
- $\alpha_{\text{pieu.sol}}$  : paramètre dépendant de la nature du sol et du mode de mise en place du pieu,
- $a$ ,  $b$  et  $c$  : paramètre dépendant de la nature du sol,
- $Pl$  : pression limite nette (MPa).

La résistance de frottement ( $R_s$ ) et la résistance de pointe ( $R_b$ ) permettent le calcul de la :

- résistance de frottement caractéristique :  $R_{s;k} = R_s / (\gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2})$
- résistance de pointe caractéristique :  $R_{b;k} = R_b / (\gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2})$

où  $\gamma_{Rd1}$  et  $\gamma_{Rd2}$  sont des coefficients de modèle, dépendant du type de pieu réalisé et de son type de fonctionnement (compression ou traction).

La norme NF P 94-262 impose aux états limites les contraintes suivantes :

- $Q_{ELS} \text{ caractéristique} = 0.5 R_{b;k} + 0.7 R_{s;k}$
- $Q_{ELS} \text{ combinaison caractéristique} = Q_{ELS} \text{ caractéristique} / \gamma_{cr} \text{ caractéristique } 1$
- $Q_{ELS} \text{ quasi permanent} = Q_{ELS} \text{ caractéristique} / \gamma_{cr} \text{ caractéristique } 2$
- $Q_{ELU} \text{ durable et transitoire} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$
- $Q_{ELU} \text{ accidentel} = R_{s;k} / \gamma_{s(acc)} + R_{b;k} / \gamma_{b(acc)}$

où  $\gamma_{cr}$  caractéristique 1,  $\gamma_{cr}$  caractéristique 2,  $\gamma_s$ ,  $\gamma_b$ ,  $\gamma_{s(acc)}$  et  $\gamma_{b(acc)}$  sont des facteurs partiels de résistance.

Les fondations devront être vérifiées selon ces différentes combinaisons dans les notes de calculs de l'entreprise retenue pour la réalisation des fondations.

Les pieux devront être dimensionnés en intégrant les éventuels efforts horizontaux (ex : sismique...) non connus à ce stade.

### 10.5 Conditions de sols

Pour le dimensionnement de fondations profondes (cf. NF P 94-262), on pourra retenir, selon les techniques, les coefficients de frottement suivants

Faciès	PI retenue (MPa)	FS (Foré simple)		FTC (tarière creuse)	
		$\alpha$ pieu-sol	qs (KPa)	$\alpha$ pieu-sol	qs (KPa)
Argiles 02	0,6	1,1	45	1,5	60
Calcaires 03	>3	1,6	176	1,6	176

### 10.6 Prédimensionnement des fondations

Les résultats détaillés des calculs de prédimensionnement de différents types de fondations profondes sont présentés en annexe 2.

Les fiches de pieux ont été calculées en fonction des charges (100, 150 et 200 t) et au droit des sondages SP3 et SP101.

Elles sont résumées ci-dessous :

Charges Extrêmes		FS			FTC		
		ELS 100 t	ELS 150t	ELS 200t	ELS 100 t	ELS 150t	ELS 200t
Longueur	Diamètre 400mm	11m	15m	19m	9m	13m	17m
	Diamètre 600mm	9 m	10 m	12 m	9 m	9 m	10 m

## 10.7 Précaution et conditions de réalisation des fondations

Dans le cas de pieux en béton exécutés en place, l'entreprise devra intégrer toutes les sujétions liées aux surconsommations de béton et à la conservation de l'intégrité des pieux fraîchement réalisés. En particulier on veillera au cheminement de la machine de forage sur la plate-forme pour éviter le cisaillement des pieux et au respect des distances minimales entre deux pieux voisins exécutés le même jour (influence du forage et du bétonnage sur le pieu voisin).

L'entreprise devra s'engager strictement, en fonction de sa technologie propre, sur sa solution, documents techniques à l'appui. Une procédure de contrôle renforcé au stade de l'exécution, associée à des essais d'auscultation permettant de vérifier a posteriori l'intégrité des pieux sera impérativement à prévoir. La fréquence des essais et les critères de réception devront être précisés au moment de la notification du marché.

Les valeurs de  $q_s$  et  $k_p$  retenues seront fonctions de la technique de pieux choisi, et conforme à la norme NF P 94-292.

Par ailleurs, la rédaction d'un document technique de type « P.A.Q » qui présentera, en accompagnement à la note de calcul et au planning de travaux et préalablement à l'intervention sur site, les moyens humains et matériel (type de machine, puissance, pompe à béton, type d'enregistreur, qualité des bétons, type de contrôle ....) envisagés pour la réalisation des fondations est fortement recommandé

Ce document définira toutes les dispositions mises en place dans le cadre du système de contrôle interne ou externe de l'entreprise

**Quel que soit la technique de pieu retenue, l'Entreprise devra prévoir la réalisation d'un pieu test avec réalisation d'essais d'impédance**

## 11. Les terrassements généraux et stabilité des terrains en déblais

### 11.1 Terrassabilité des matériaux

Les **sols de couverture 01** devront être totalement décapés sur l'ensemble du site, tant dans la zone en déblai qu'en remblai, afin d'obtenir une arase des terrassements homogène constituée par les argiles **02**.

Les terrassements pourront être réalisés à l'aide d'engins courants, au sein des faciès **02**.

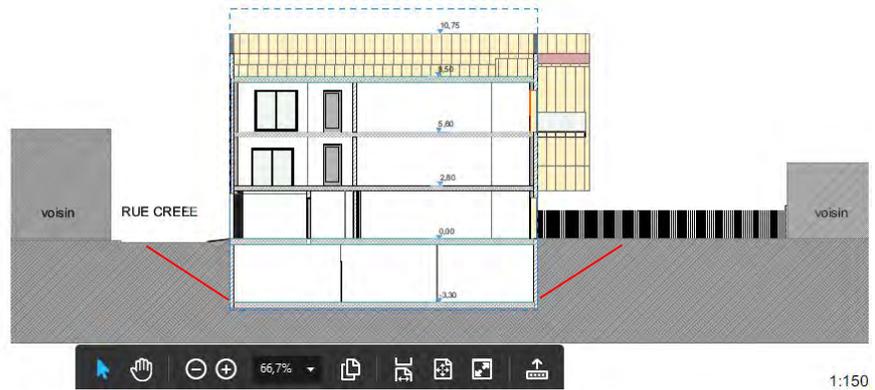
Les sols en place sont sensibles aux variations de teneur en eau et donc aux intempéries ainsi qu'aux circulations des engins de chantier. Des précipitations, même peu importantes, produiront une diminution très nette de la portance

### 11.2 Stabilité des terrains en déblai

Il est à prévoir la réalisation de talus provisoires de part et d'autre du bâtiment projeté côté Nord et Sud.

Les conditions de stabilité des talus seront fonction de différents facteurs :

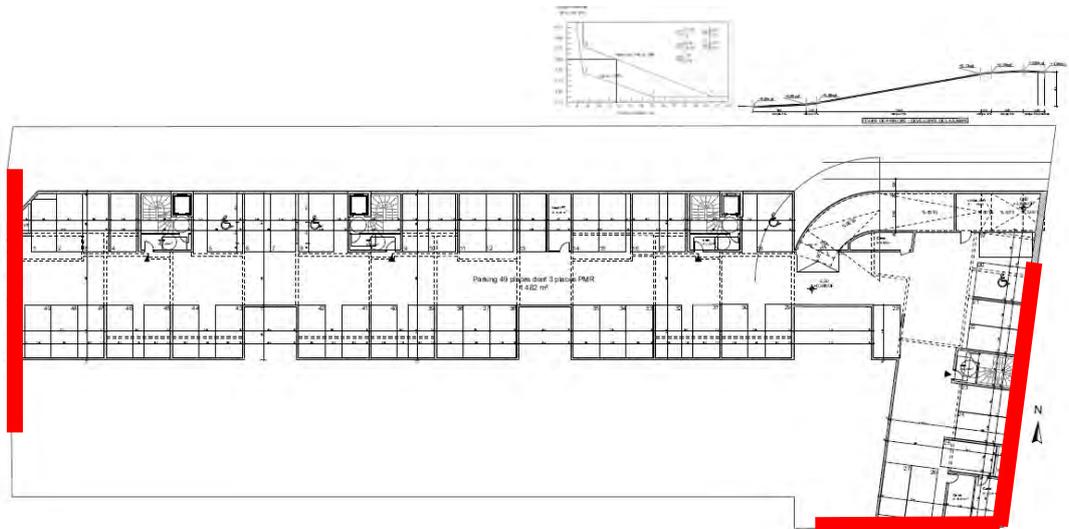
- la géométrie,
- la résistance au cisaillement des sols (ou des roches),
- les pressions de l'eau interstitielle,
- les sollicitations extérieures (climatiques et anthropiques).



Compte tenu des espaces disponibles côté Nord et Sud, les talus pourront être dressés avec une pente de 3 de base 2 de hauteur, à adapter lors des travaux de terrassement si cela s'avère nécessaire. Ils devront être protégés par des feuilles de polyane soigneusement fixées.

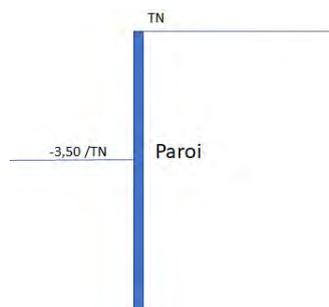
### 11.3 Ouvrage de soutènement

D'après les plans d'implantation, d'élévation et des vues en coupes fournies ; l'exécution d'ouvrages de soutènement provisoires est indispensable pour pouvoir exécuter le niveau sous-sols. Leurs positions seront les suivantes :



Nous proposons des parois provisoires de type berlinoise, ou provisoires voire définitives de type pieux sécants ou parois lutéciennes.

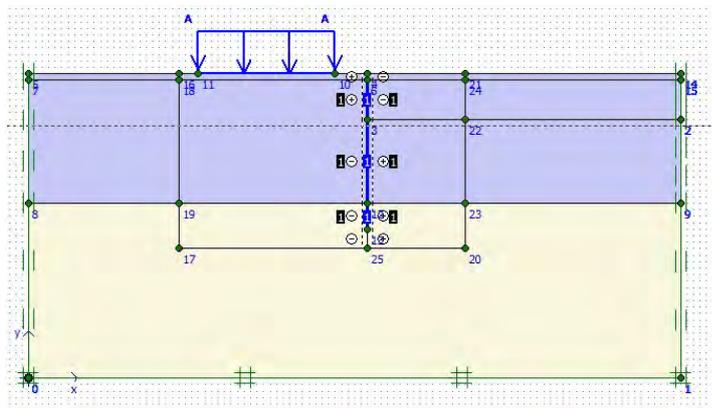
Une coupe géotechnique est proposée :



Initialement le calcul a été effectué dans le cas de soutènement par parois Mico-berlinoises auto-stable en utilisant la méthode des éléments finis.

Les hypothèses suivantes sont considérées :

- Les caractéristiques mécaniques de la couche d'argile sont :  $c=15\text{kPa}$ ,  $\varphi=18^\circ$  et  $E=15\text{MPa}$
- Les caractéristiques mécaniques de la couche de calcaire sont :  $c=40\text{kPa}$ ,  $\varphi=35^\circ$  et  $E=100\text{MPa}$
- La nappe est située à  $-4,00/\text{TN}$
- La profondeur de l'excavation est à  $-3,50\text{m}/\text{TN}$
- La longueur de micropieux (parois berlinoises) est de 12 m
- Une charge de  $15\text{ kN}/\text{m}^2$  est considérée en haut de l'excavation (voirie)



Les matériaux retenus pour la conception de la paroi Micro-berlinoise sont les suivants :

- Profils métalliques :
  - Type HEB 160 avec un espacement de 2.0 m mis en œuvre dans un forage préalable
  - Nuance d'acier : S235,
  - Module d'élasticité de l'acier :  $E_a = 210\ 000\ \text{MPa}$ ,
  - Produit d'inertie  $EI$  :  $2616\ \text{kN m}^2$ ,
  - $EA=407400\ \text{kN}$
- Parement inter-profilés :
  - Boisage,
  - Module d'élasticité du bois :  $> 10\ 000\ \text{MPa}$ ,
  - Résistance en flexion  $f_y$  :  $> 10\ \text{MPa}$ .
  - Produit d'inertie  $EI$  : *négligé en paroi provisoire.*

Un modèle géo-mécanique à partir de la méthode des éléments finis a été réalisé pour étudier la stabilité de la paroi. Le détail du modèle et les enveloppes des sollicitations sont présentés dans l'annexe 2.

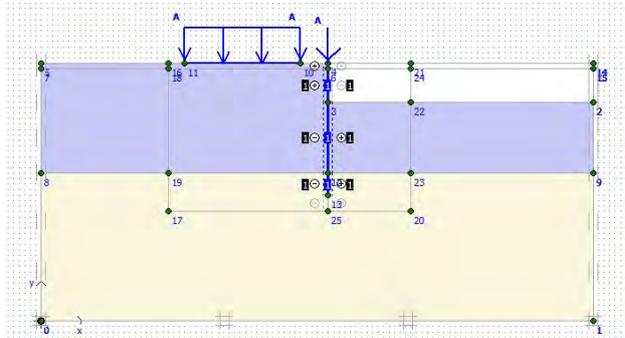
L'étude de la stabilité générale vis-à-vis des grands déplacements a été effectuée en utilisant la méthode de réduction de résistance au cisaillement du sol. Cette méthode permet de calculer un coefficient de sécurité pour une situation donnée en réduisant les paramètres de cisaillement du sol. La valeur du coefficient de sécurité calculée est 1,4 légèrement supérieure à 1,3.

Vu que les fondations préconisées pour le bâtiment sont de type fondations profondes, une deuxième variante de soutènement est proposée, il s'agit de soutènement de type Lutécienne. Les pieux peuvent servir à la fois comme fondations et éléments de soutènement.

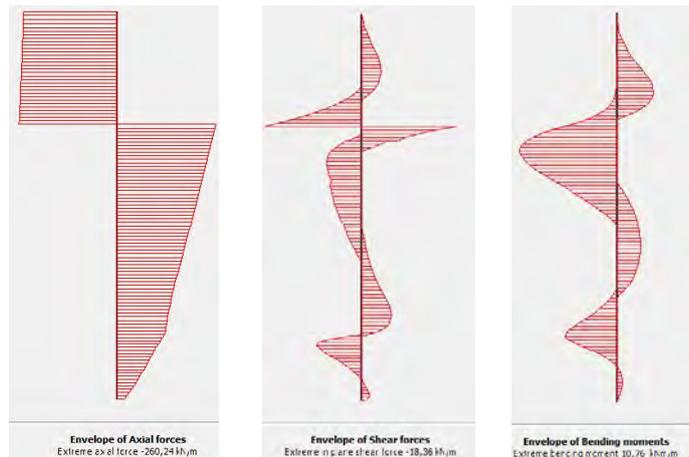
Les matériaux retenus pour la conception de la paroi lutécienne sont les suivants :

- Pieux :
  - o Pieux forés simple ou à la tarière de diamètre minimal 400mm, espacés de 1,5m
  - o Module d'élasticité différent du béton :  $E_b = 10\ 000\ \text{MPa}$ ,
  - o Produit d'inertie  $EI : 8378\ \text{kN m}^2$  (pour les pieux de 400mm),
  - o  $EA=837758\ \text{kN/m}$  (pour les pieux de 400mm).
- Parement inter-pieux :
  - o Le parement sera constitué de béton projeté et renforcé par des treillis soudés.
  - o Produit d'inertie  $EI : \textit{négligé en phase provisoire}$ .

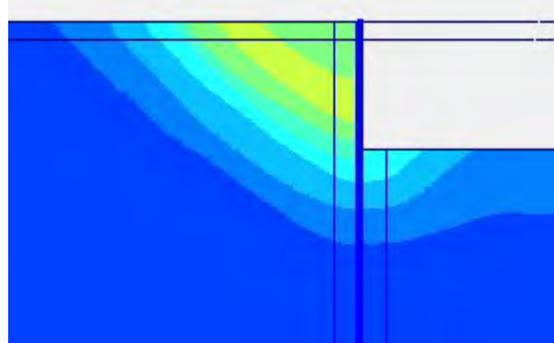
La longueur de pieux est au moins 12 m (en fonction de la charge verticale). En plus des hypothèses ci-dessus énumérées, une charge verticale est considérée sur le pieux de 25t/ml. La cohésion de la couche d'argile considérée dans ce modèle est de 10 kPa.



Un modèle géo-mécanique à partir de la méthode des éléments finis a été réalisé pour étudier la stabilité de la paroi : Le déplacement maximal obtenu de la paroi est 1,5 cm. Les enveloppes des sollicitations sont :



L'étude de la stabilité générale vis-à-vis des grands déplacements a été effectuée en utilisant la méthode de réduction de résistance au cisaillement du sol. Cette méthode permet de calculer un coefficient de sécurité pour une situation donnée en réduisant les paramètres de cisaillement du sol. La valeur du coefficient de sécurité calculée est 1,9. Cette valeur est admissible pour ce type d'ouvrage. Le mécanisme de rupture et les surfaces de glissement associées sont représentés dans la figure suivante



A fin de garantir la stabilité du fond de fouille, la fiche hydraulique a été calculée en vérifiant les conditions de Renard, de boullance, etc.

Pour vérifier la portance de pieux vis-à-vis de charges horizontales et verticales, un calcul a été effectué à l'ELS sur GEOFOND pour un exemple de pieu FTC de 400mm de diamètre. Le torseur de charges considéré est : charge verticale de 50t, charge horizontale de 3t et moment de flexion de 2t.m. Le modèle est vérifié en capacité portante et en tassement.

L'ingénieur chargé du dossier  
W. FRIKHA

# **ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**

***Mission G2 – Phase PRO***

**LA ROCHELLE (17)**

**Affaire VJT2018-08-121-2**

**Annexe1**

Plan d'implantation  
Coupes des sondages et diagrammes des essais

MEDIATIM PROMOTION

**LA ROCHELLE (17)**  
**8, rue Debussy**

Quartier Rompsay

VJt2018-08-121/2

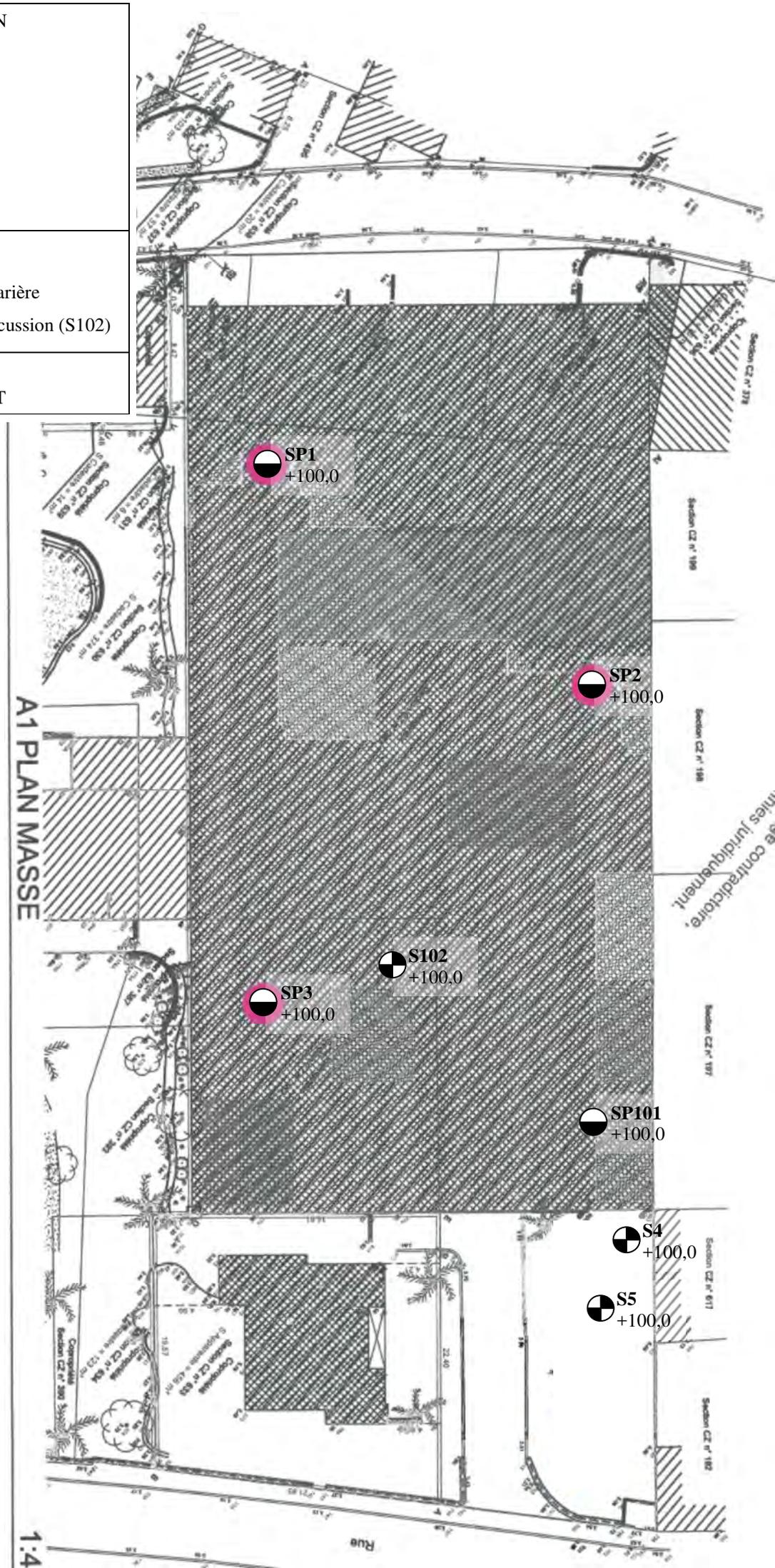


Sondage pressiométrique (SP)



Sondage de reconnaissance à la tarière  
mécanique (S4, S5) et en rotoperçusion (S102)

FEVRIER 2019  
GEOTECHNIQUE OUEST



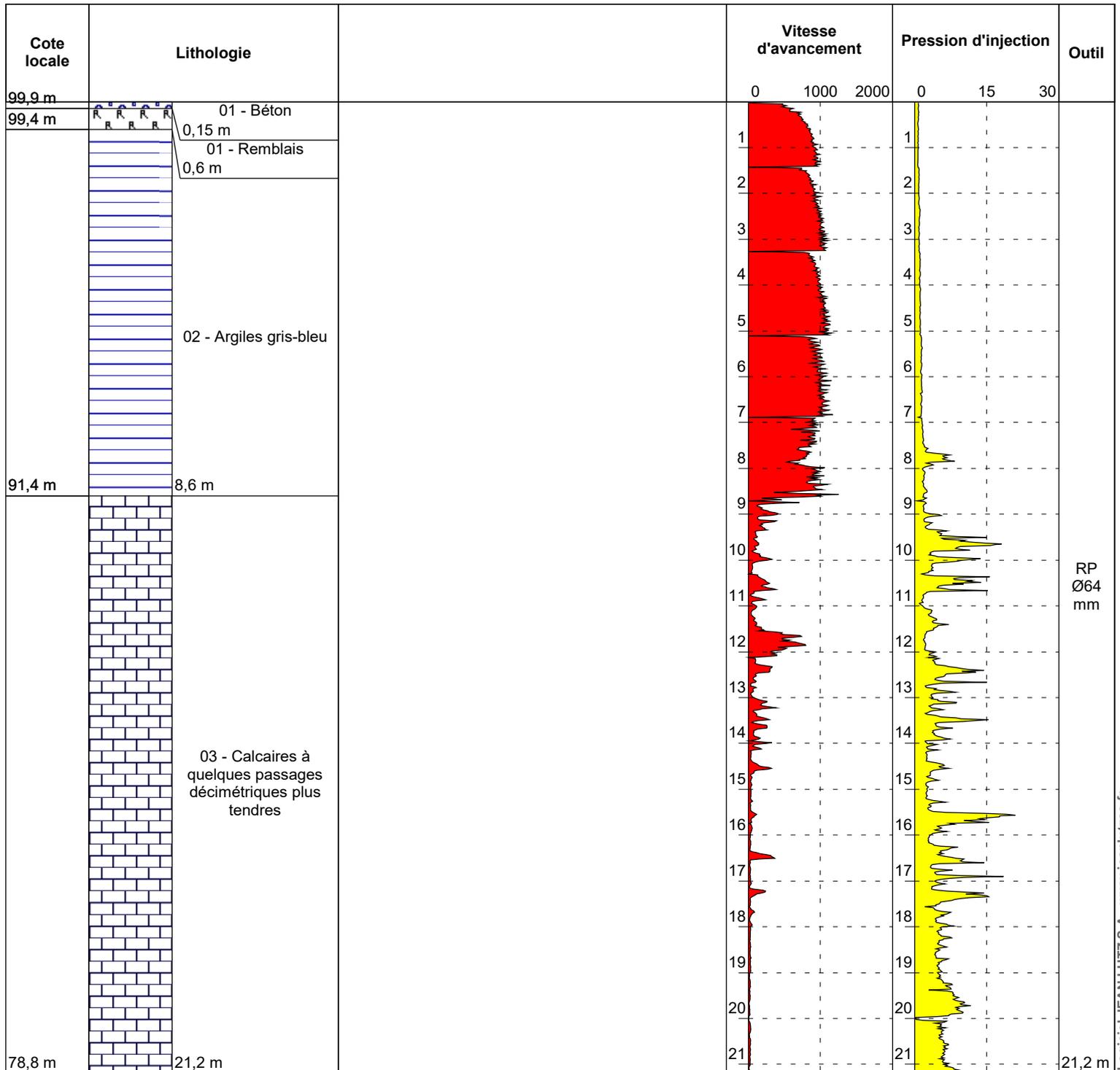
Cote locale : 100.0

Machine : EMCI SILEA 450

1/120

**Forage : S102**

EXGTE B3.20.7/LUT3EPF503FR



Arrêt à 21,2 m  
Niveau d'eau non mesurable durant le forage avec injection de boue

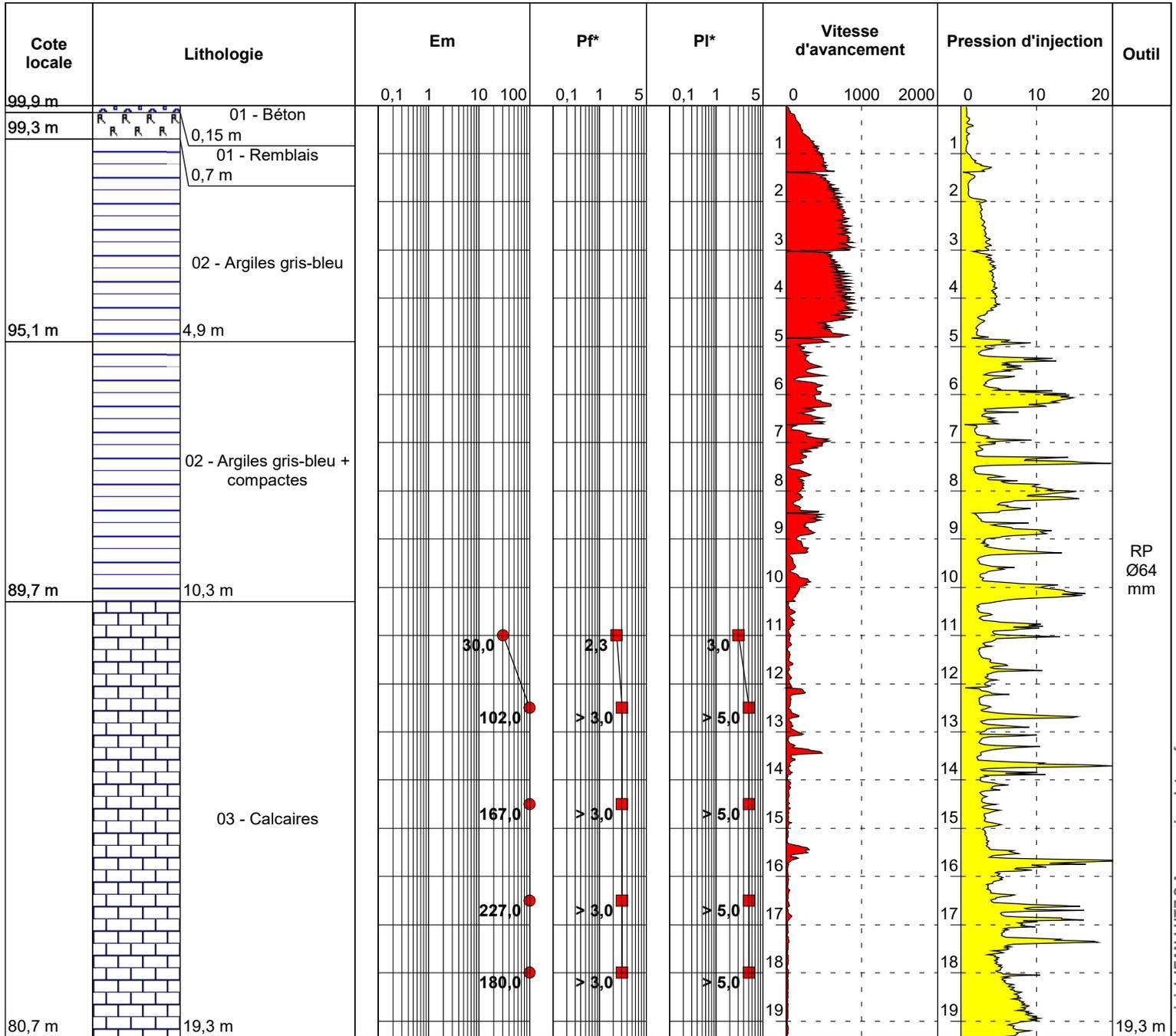
Cote locale : 100.0

Machine : EMCI SILEA 450

1/120

### Forage : SP101

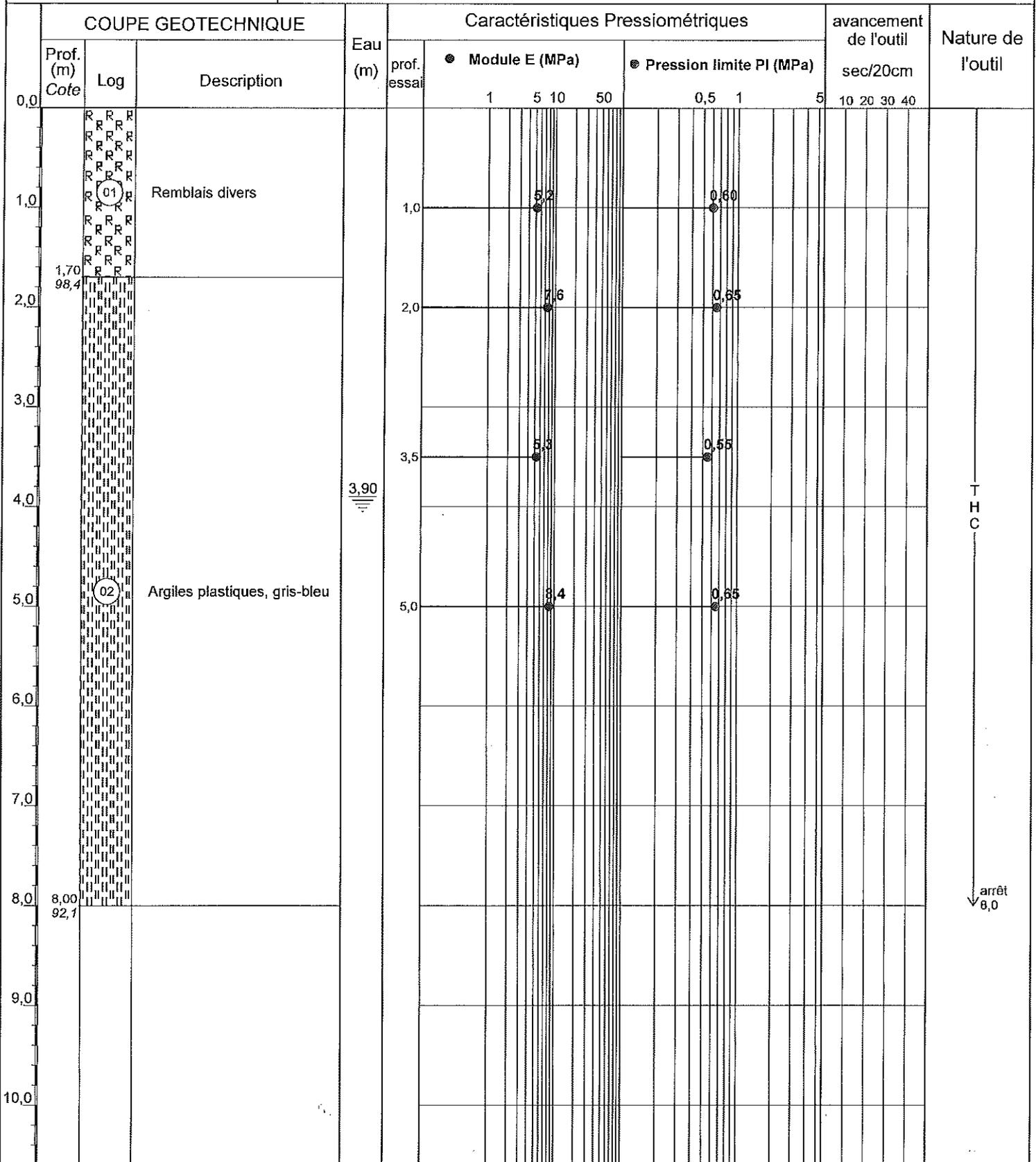
EXGTE B3.20.7/LUT3EPF503FR



Arrêt à 19,3 m  
Niveau d'eau non mesurable durant le forage avec injection de boue







Niveau d'eau stabilisé : 3,90m (cote : 96,2)

MATERIEL ET OUTILS UTILISES  
 √ Arrêt volontaire      X REFUS  
 THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm





# **ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**

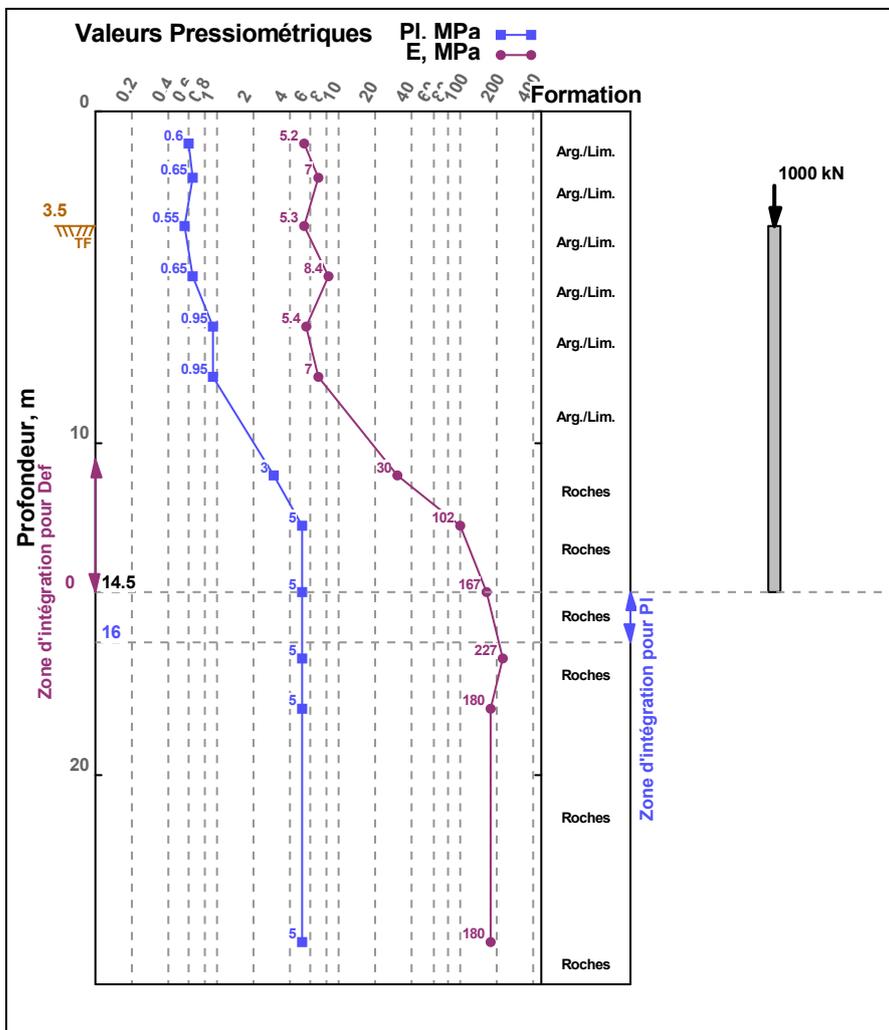
***Mission G2 – Phase PRO***

**LA ROCHELLE (17)**

**Affaire VJT2018-08-121-2**

**Annexe2**

Notes de calcul



### Pieu

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 14.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1
Fd (ELS) caractéristique :		1
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FS\_100T

### Résultats de calcul : Capacité portante

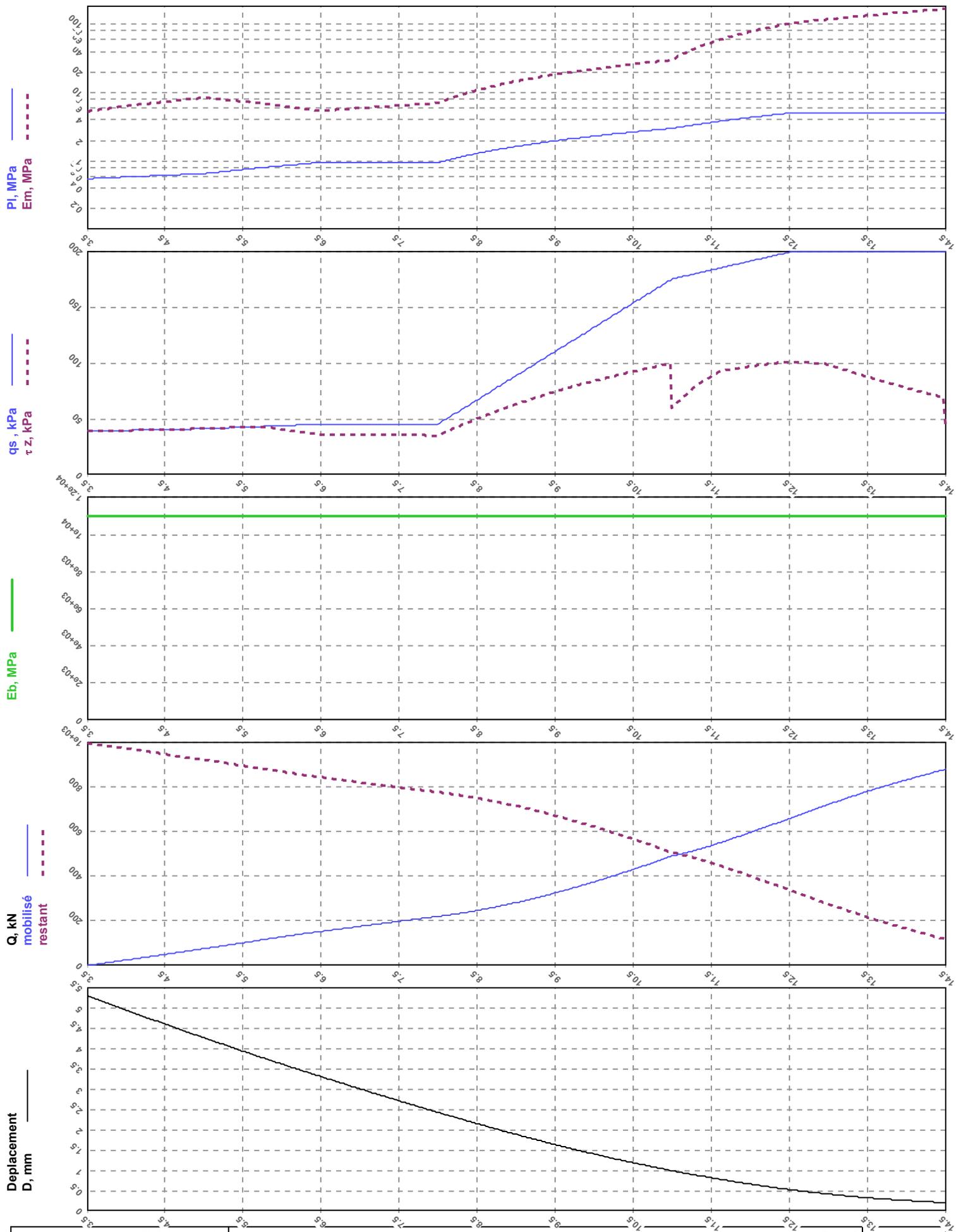
Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 1.52 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.2 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 0.986 MN      Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 1.45      Tab. F4.2.1  
 Def = 3.48 m           kp = 1.45      Ann. F4.2  
 qb = 7.25 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 0.911 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.72 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 1.2 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.69 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 1.75 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 1.92 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 1.75 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.33 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.09 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.857 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 0.939 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 0.857 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.627 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.46 MN

### Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.96 MPa

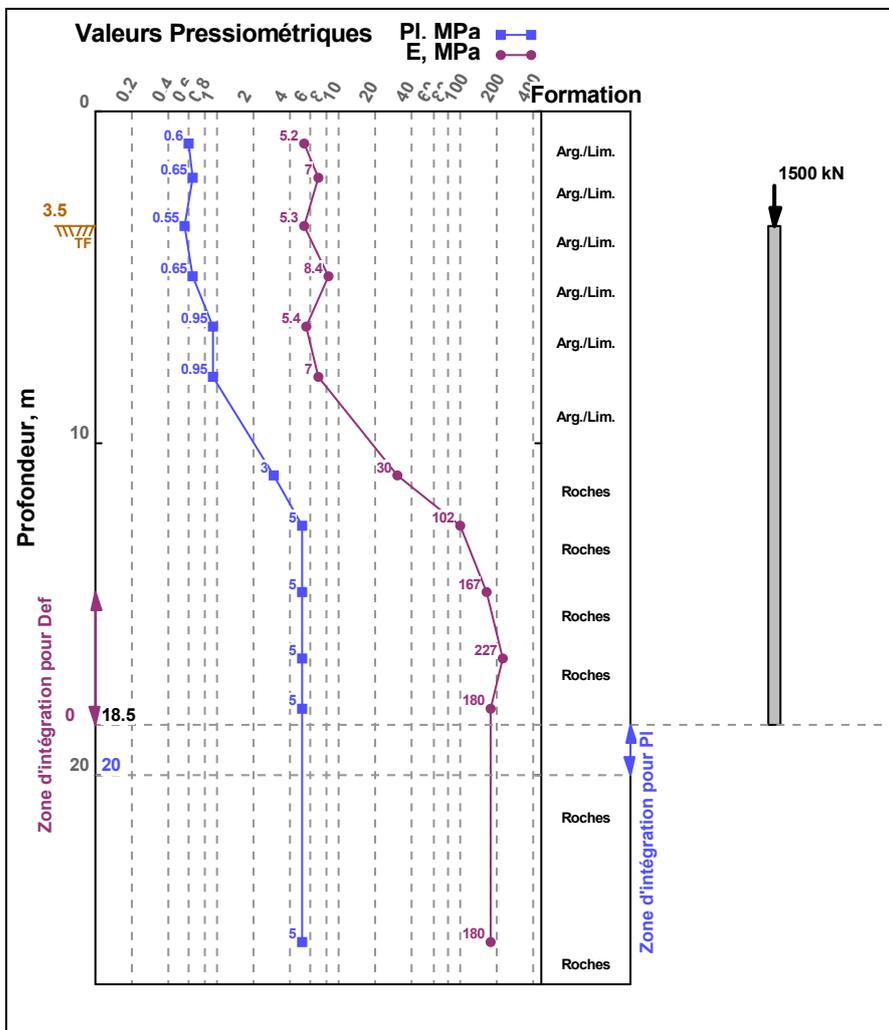
Par la méthode de Frank & Zhao  
 q(14.5) = 7.25e+03 kPa  
 qp(14.5) = 954 kPa  
 q'u(14.5) = 120 kN  
 Tassement D = 5.32 mm



12/02/2019 15:09

Page 2

FIGURE



**Pieu**

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 18.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr.formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

**Charge :**

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1.5
Fd (ELS) caractéristique :		1.5
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

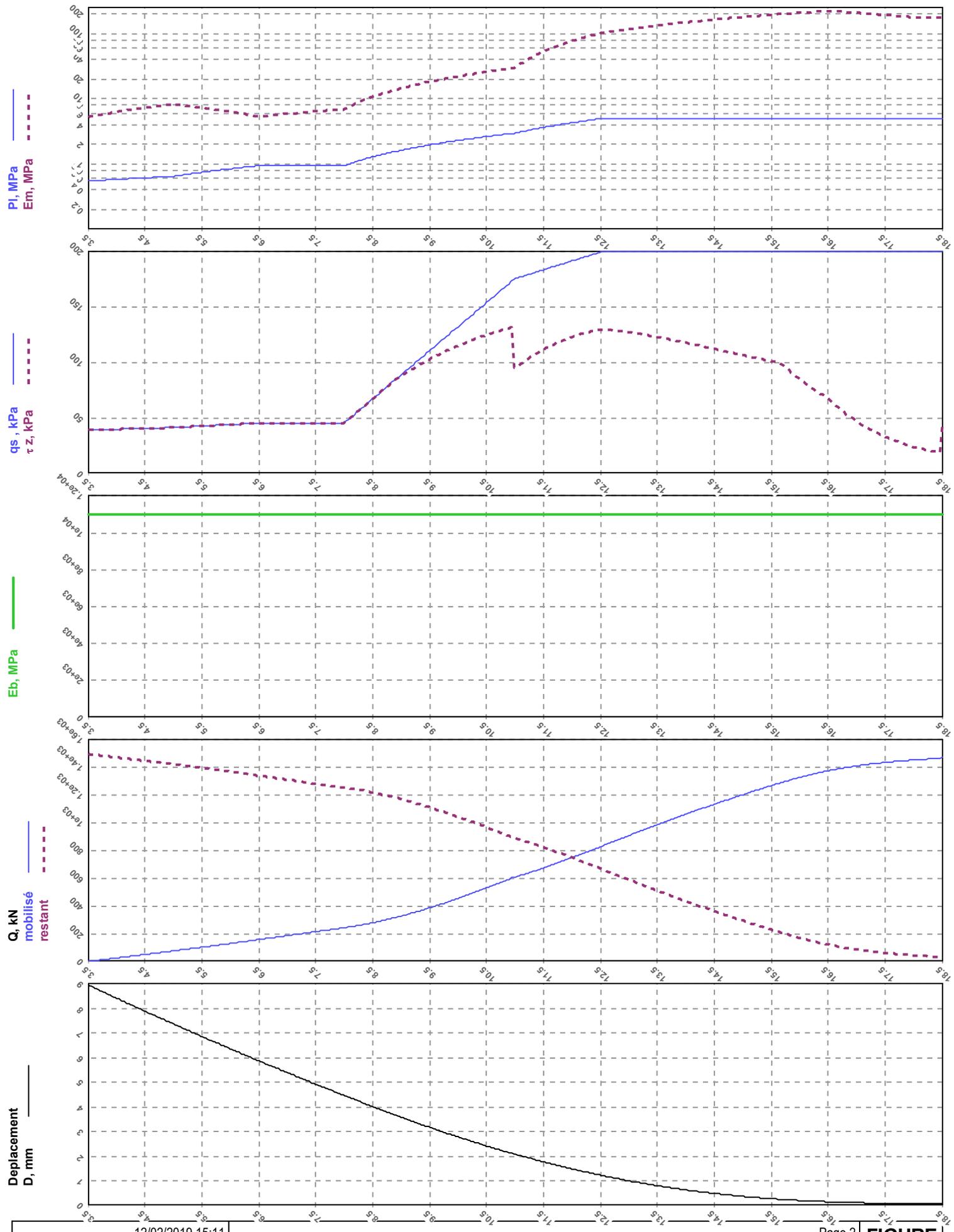
Fichier : FS\_150T

**Résultats de calcul : Capacité portante**

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain  
 Rs = 2.52 MN Ann. F.5  
 Rs;k = 1.99 MN Chap 9.2.4 Rs;k trac = 1.64 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa Ann. F4.2.3 k<sub>pmax</sub> = 1.45 Tab. F4.2.1  
 Def = 4 m k<sub>p</sub> = 1.45 Ann. F4.2  
 qb = 7.25 MPa Ann. F4.2.1 Rb = 0.911 MN Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.72 MN Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 1.76 MN Chap 14.2.2 Rt;cr;k = 1.15 MN Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.47 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 2.71 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 2.47 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.95 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.6 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.42 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.56 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.42 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.04 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.765 MN

**Résultats de calcul : Tassement**

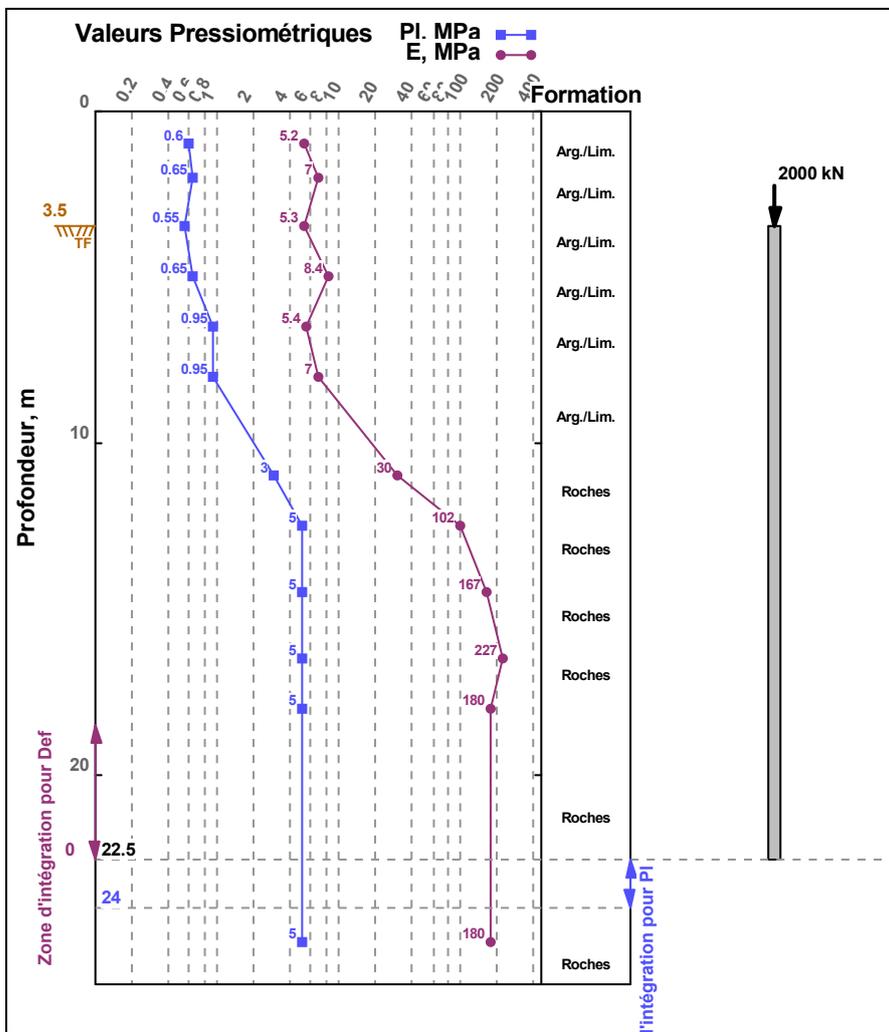
Sous une contrainte q<sub>ref</sub> = 11.9 MPa  
 Par la méthode de Frank & Zhao  
 q(18.5) = 7.25e+03 kPa  
 qp(18.5) = 261 kPa  
 q'u(18.5) = 32.9 kN  
 Tassement D = 8.97 mm



12/02/2019 15:11

Page 2

FIGURE



## Pieu

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 22.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

## Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :	2	2
Fd (ELS) caractéristique :		2
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FS\_200T



GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS  
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 Avenue Marie Curie  
 Bât. Europa 2, Archamps Technopole, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

## Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 3.53 MN Ann. F.5  
 Rs;k = 2.79 MN Chap 9.2.4 Rs;k trac = 2.29 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa Ann. F4.2.3 k<sub>pmax</sub> = 1.45 Tab. F4.2.1  
 Def = 4 m k<sub>p</sub> = 1.45 Ann. F4.2  
 qb = 7.25 MPa Ann. F4.2.1 Rb = 0.911 MN Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.72 MN Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2.31 MN Chap 14.2.2 Rt;cr;k = 1.6 MN Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.19 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.51 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.19 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.57 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.1 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.99 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 2.18 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.99 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.46 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.07 MN

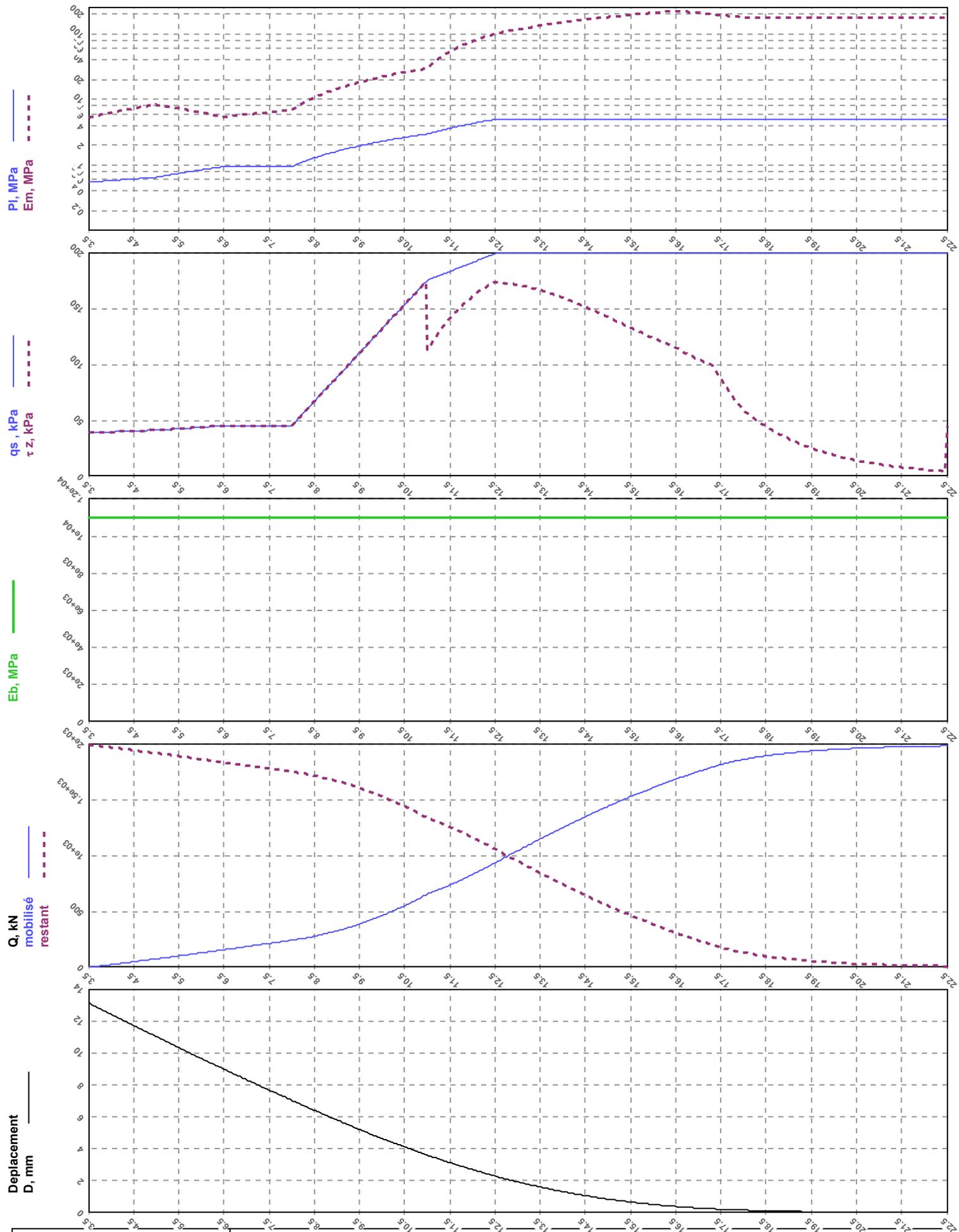
## Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte q<sub>ref</sub> = 15.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(22.5) = 7.25e+03 kPa  
 qp(22.5) = 59.6 kPa  
 q'u(22.5) = 7.49 kN

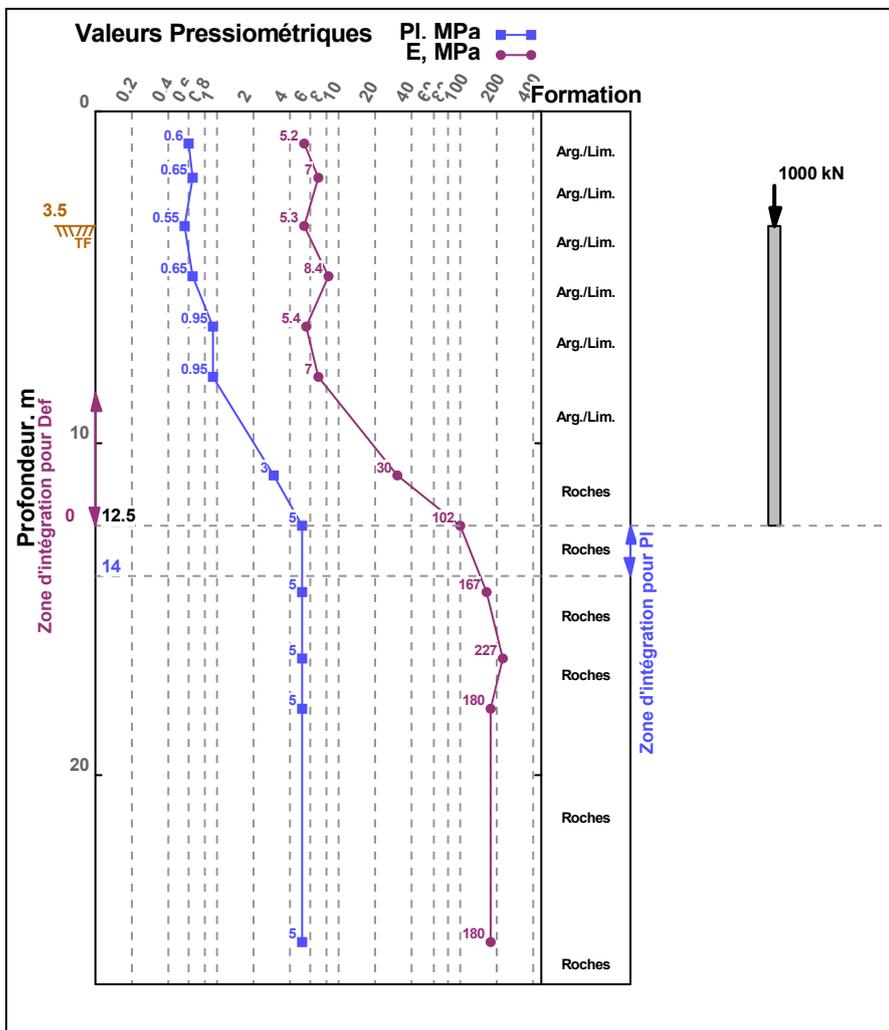
Tassement D = 13.2 mm



12/02/2019 15:12

Page 2

FIGURE



**Pieu**

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 12.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr.formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

**Charge :**

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1
Fd (ELS) caractéristique :		1
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

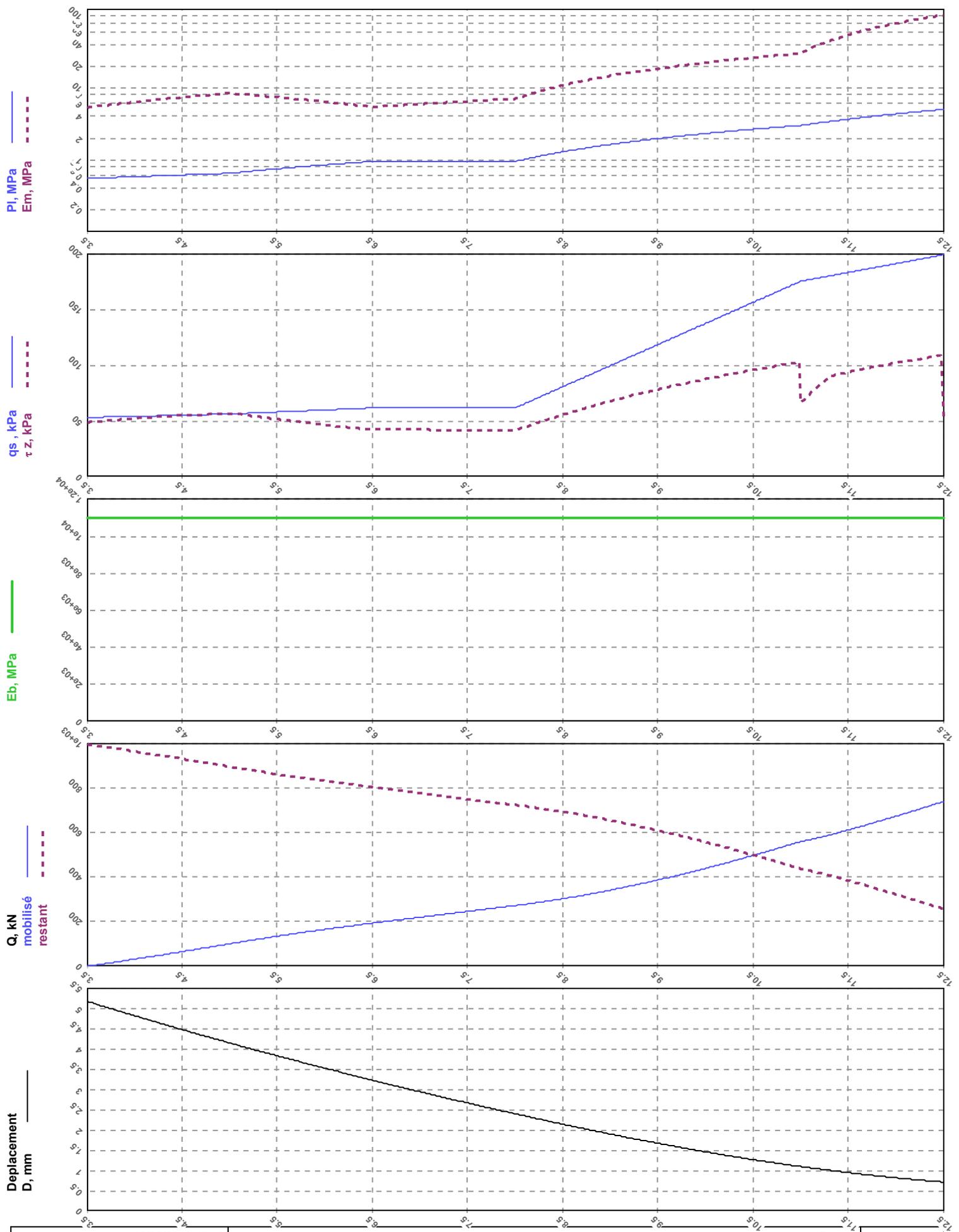
Fichier : FTC\_100T

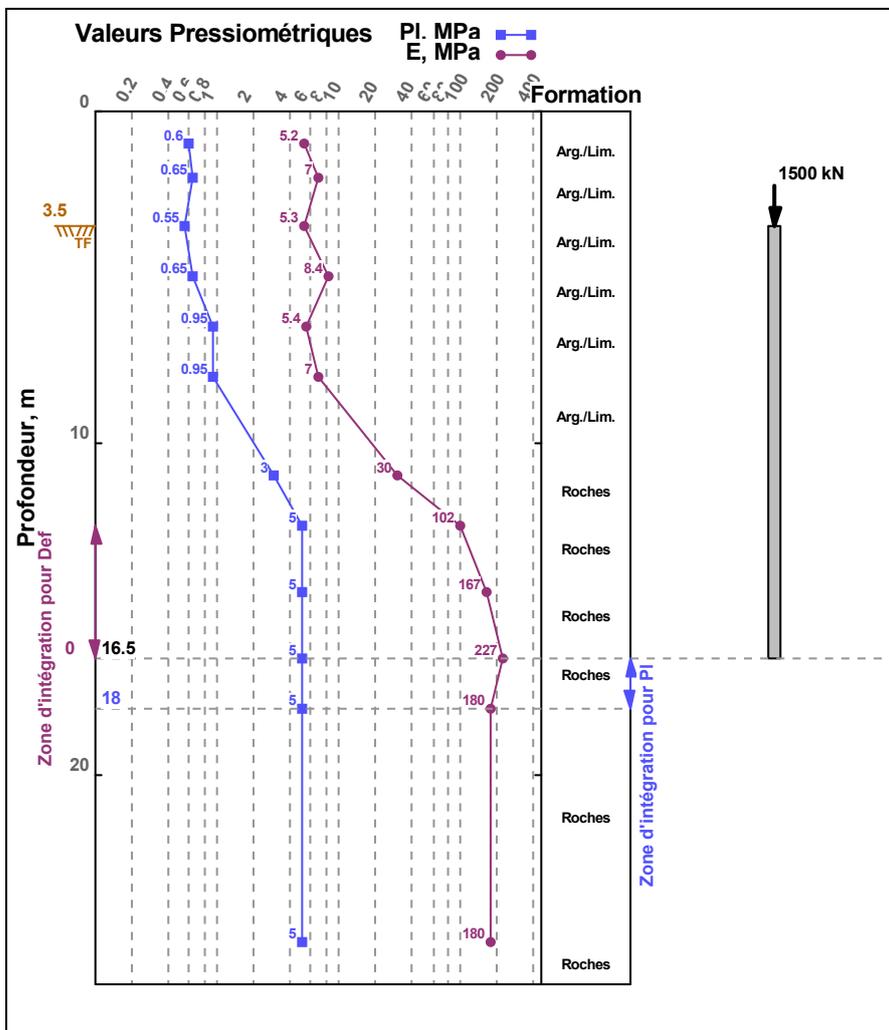
**Résultats de calcul : Capacité portante**

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain  
 Rs = 1.13 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 0.897 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 0.737 MN      Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 2      Tab. F4.2.1  
 Def = 2.27 m      kp = 2      Ann. F4.2  
 qb = 10 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 1.26 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.993 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 1.12 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.516 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 1.72 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 1.89 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 1.72 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.25 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.02 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.641 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 0.702 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 0.641 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.469 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.344 MN

**Résultats de calcul : Tassement**

Sous une contrainte qref = 7.96 MPa  
 Par la méthode de Frank & Zhao  
 q(12.5) = 1e+04 kPa  
 qp(12.5) = 2.02e+03 kPa  
 q'u(12.5) = 253 kN  
 Tassement D = 5.2 mm





### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 16.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1.5
Fd (ELS) caractéristique :		1.5
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FTC\_150T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 2.14 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.69 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.39 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 2      Tab. F4.2.1  
 Def = 4 m      kp = 2      Ann. F4.2  
 qb = 10 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 1.26 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.993 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 1.68 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.973 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.44 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 2.69 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 2.44 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.87 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.53 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.21 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.32 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.21 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.884 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.649 MN

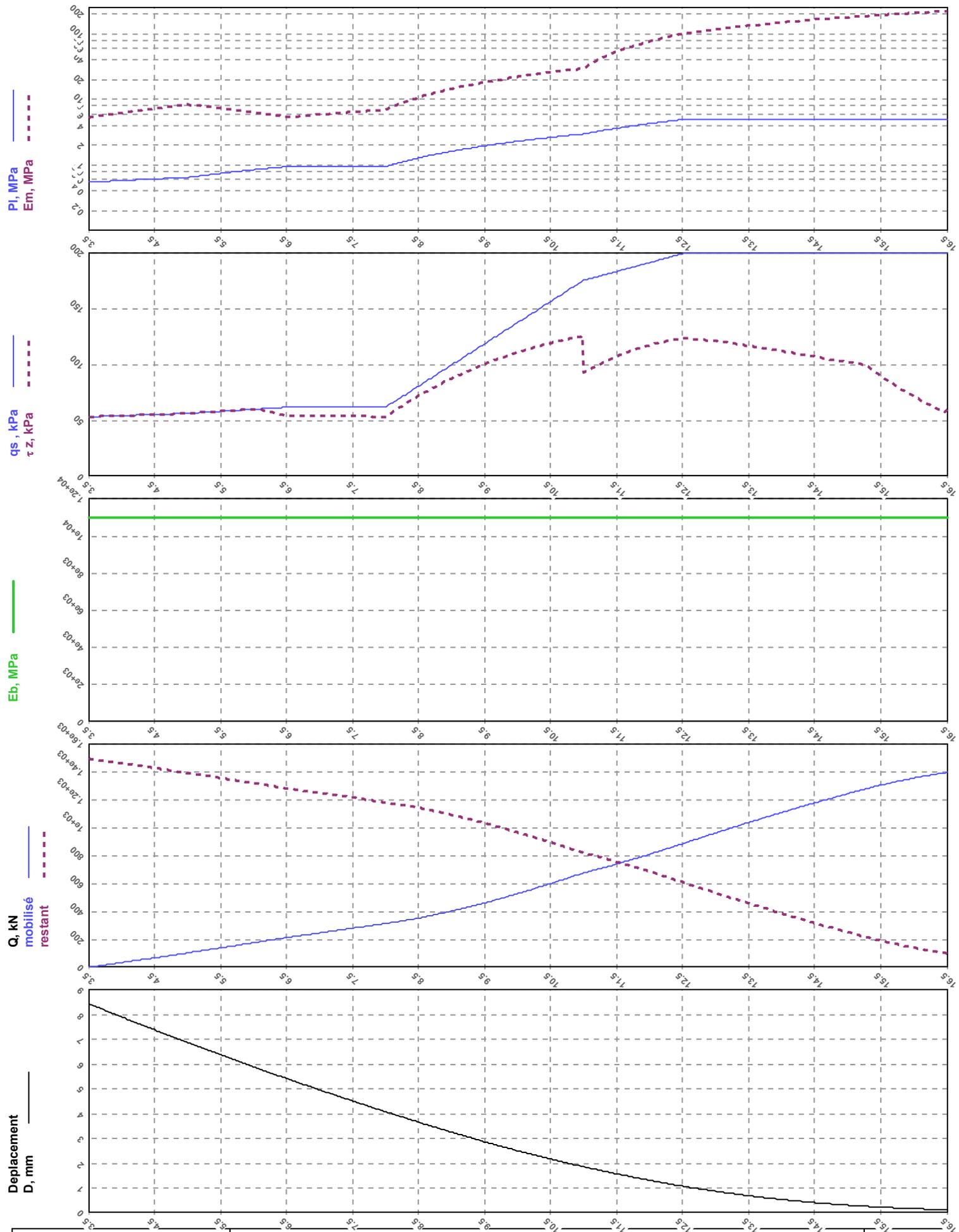
### Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 11.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(16.5) = 1e+04 kPa  
 qp(16.5) = 785 kPa  
 q'u(16.5) = 98.7 kN

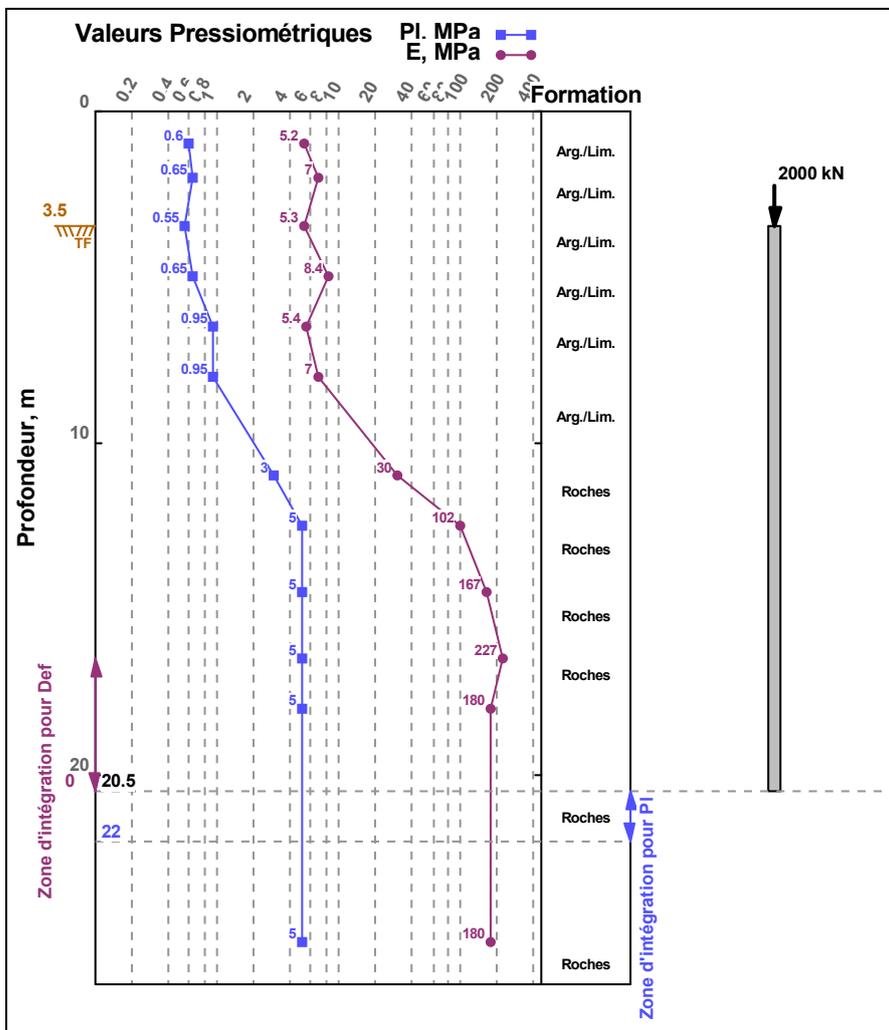
Tassement D = 8.46 mm



12/02/2019 15:14

Page 2

FIGURE



### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 20.5 m  
 Largeur B : 0.4 m  
 Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m<sup>2</sup>  
 Encastr.formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		2
Fd (ELS) caractéristique :		2
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FTC\_200T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 3.15 MN Ann. F.5  
 Rs;k = 2.49 MN Chap 9.2.4 Rs;k trac = 2.04 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa Ann. F4.2.3 k<sub>pmax</sub> = 2 Tab. F4.2.1  
 Def = 4 m kp = 2 Ann. F4.2  
 qb = 10 MPa Ann. F4.2.1 Rb = 1.26 MN Ann. F4.1  
 Rb;k = 0.993 MN Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2.24 MN Chap 14.2.2 Rt;cr;k = 1.43 MN Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.16 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.48 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.16 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.49 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.03 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.78 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.95 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.78 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.3 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.953 MN

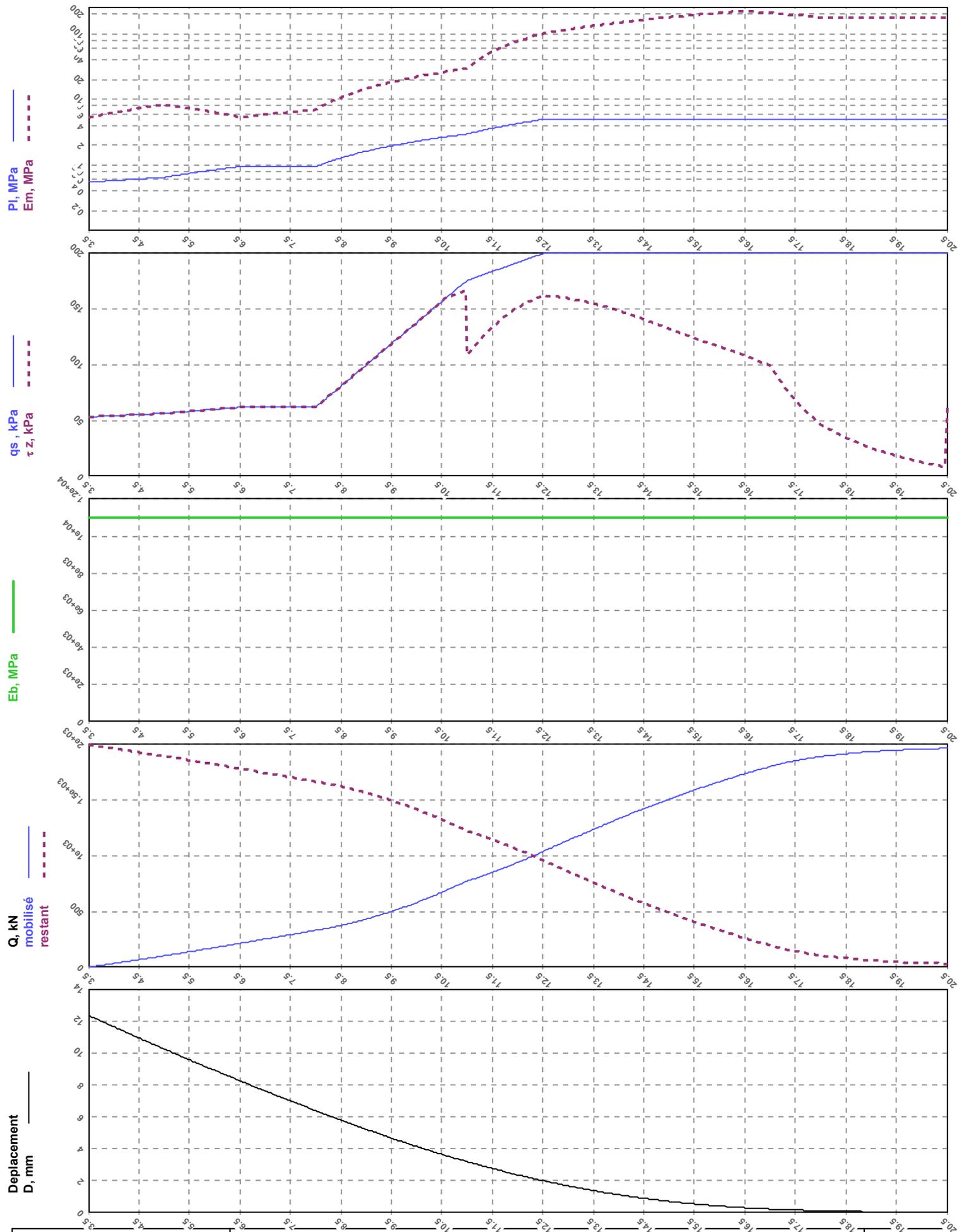
### Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte q<sub>ref</sub> = 15.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(20.5) = 1e+04 kPa  
 qp(20.5) = 114 kPa  
 q'u(20.5) = 14.3 kN

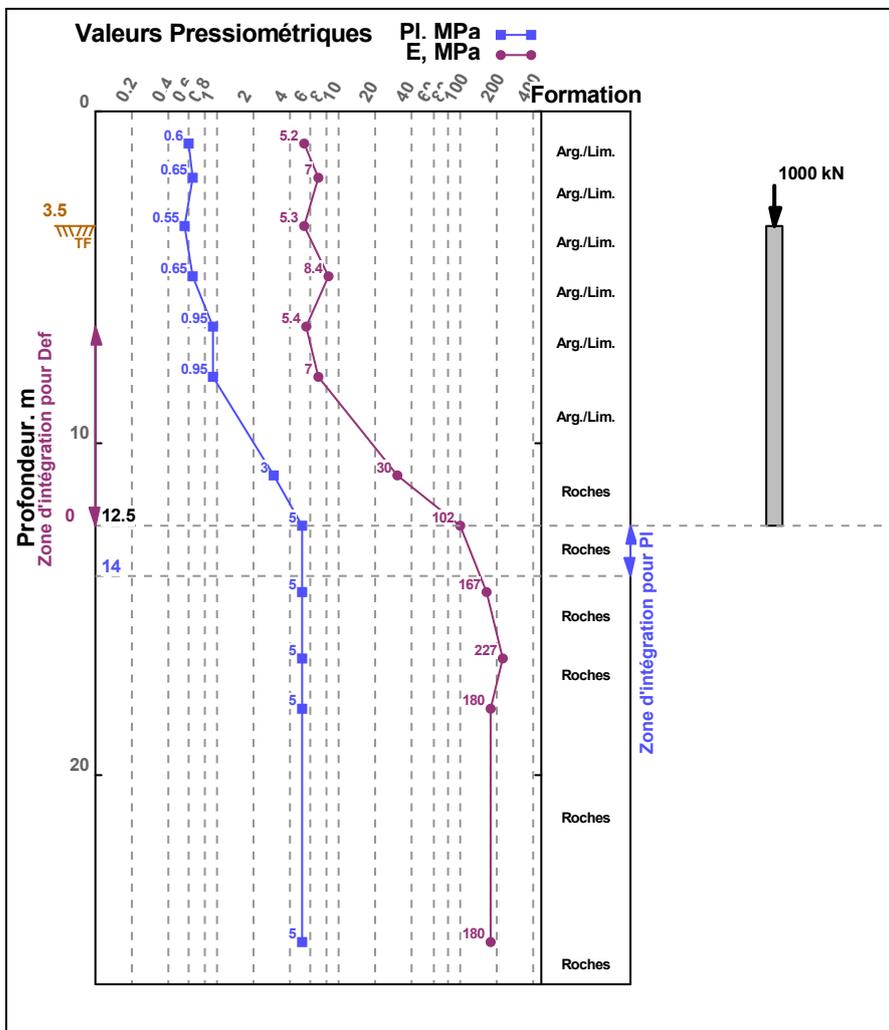
Tassement D = 12.4 mm



12/02/2019 15:15

Page 2

FIGURE



### Pieu

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 12.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1
Fd (ELS) caractéristique :		1
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FS\_100T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 1.52 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.2 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 0.989 MN      Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 1.45      Tab. F4.2.1  
 Def = 2.67 m           kp = 1.4      Ann. F4.2  
 qb = 7 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 1.98 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 1.57 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 1.63 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.692 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.52 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 2.77 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 2.52 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.81 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.48 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.86 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 0.942 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 0.86 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.629 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.461 MN

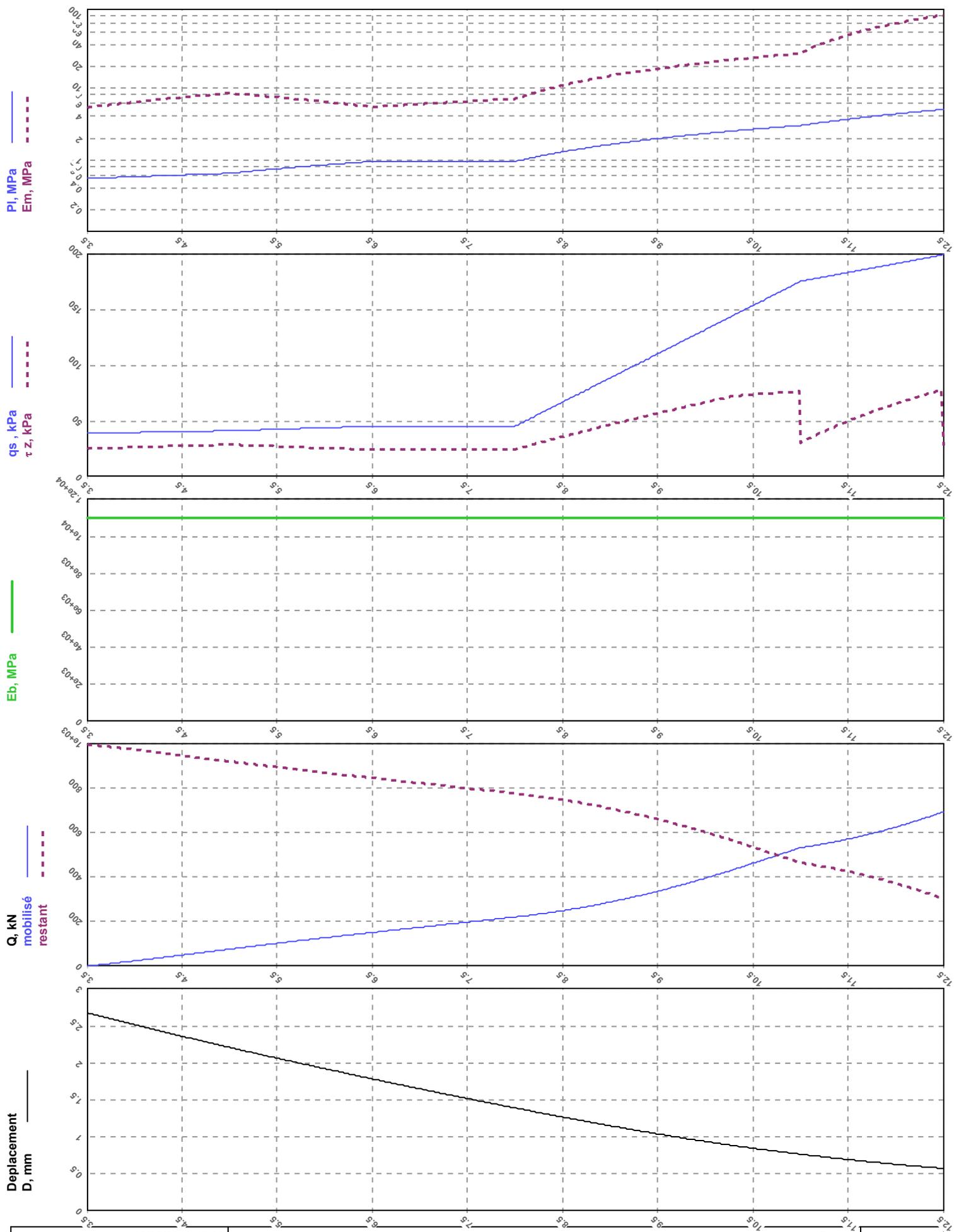
### Résultats de calcul : Tassement

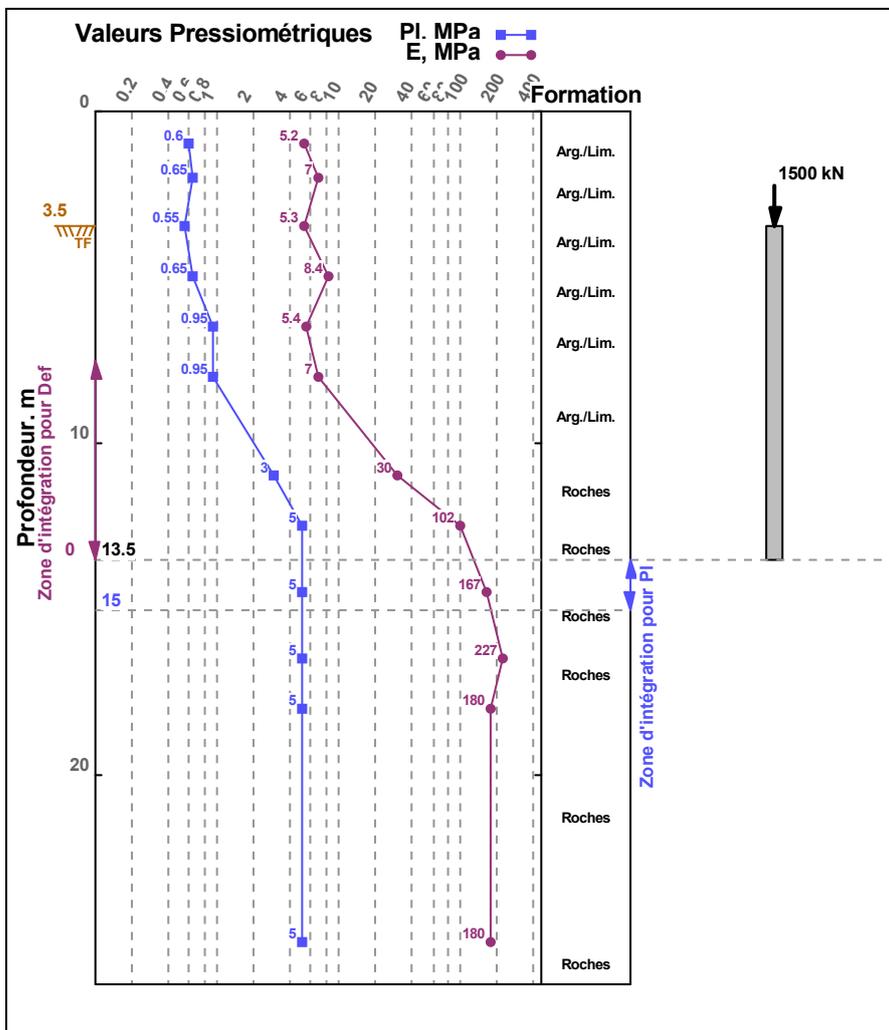
Sous une contrainte qref = 3.54 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(12.5) = 7e+03 kPa  
 qp(12.5) = 1.08e+03 kPa  
 q'u(12.5) = 305 kN

Tassement D = 2.68 mm





### Pieu

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 13.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1.5
Fd (ELS) caractéristique :		1.5
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FS\_150T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 1.9 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.5 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.23 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      k<sub>pmax</sub> = 1.45      Tab. F4.2.1  
 Def = 3.48 m           k<sub>p</sub> = 1.45      Ann. F4.2  
 qb = 7.25 MPa      Ann. F4.2.1      R<sub>b</sub> = 2.05 MN      Ann. F4.1  
 R<sub>b</sub>;k = 1.62 MN      Ann. C.2.6  
 R<sub>c</sub>;c<sub>r</sub>;k = 1.86 MN      Chap 14.2.2      R<sub>t</sub>;c<sub>r</sub>;k = 0.863 MN      Chap 14.2.2  
 R<sub>c</sub>;d (ELU durables et transitoires) = 2.84 MN  
 R<sub>c</sub>;d (ELU accidentel) = 3.12 MN  
 R<sub>c</sub>;d (ELU sismique) = 2.84 MN  
 R<sub>c</sub>;c<sub>r</sub>;d (ELS caractéristiques) = 2.07 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 R<sub>c</sub>;c<sub>r</sub>;d (ELS quasi-permanent) = 1.69 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 R<sub>t</sub>;d (ELU durables et transitoires) = 1.07 MN  
 R<sub>t</sub>;d (ELU accidentel) = 1.17 MN  
 R<sub>t</sub>;d (ELU sismique) = 1.07 MN  
 R<sub>t</sub>;c<sub>r</sub>;d (ELS caractéristiques) = 0.785 MN  
 R<sub>t</sub>;c<sub>r</sub>;d (ELS quasi-permanent) = 0.576 MN

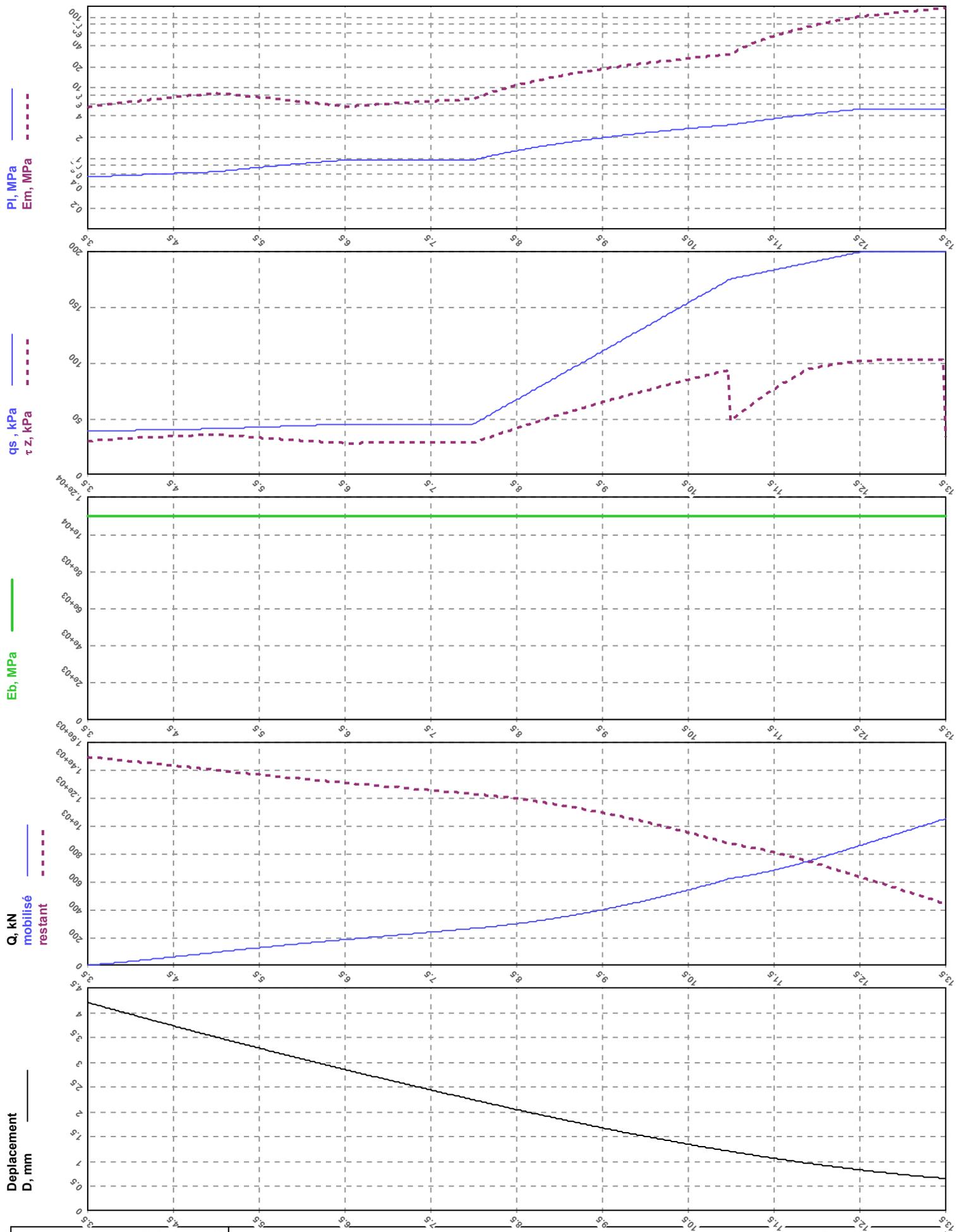
### Résultats de calcul : Tassement

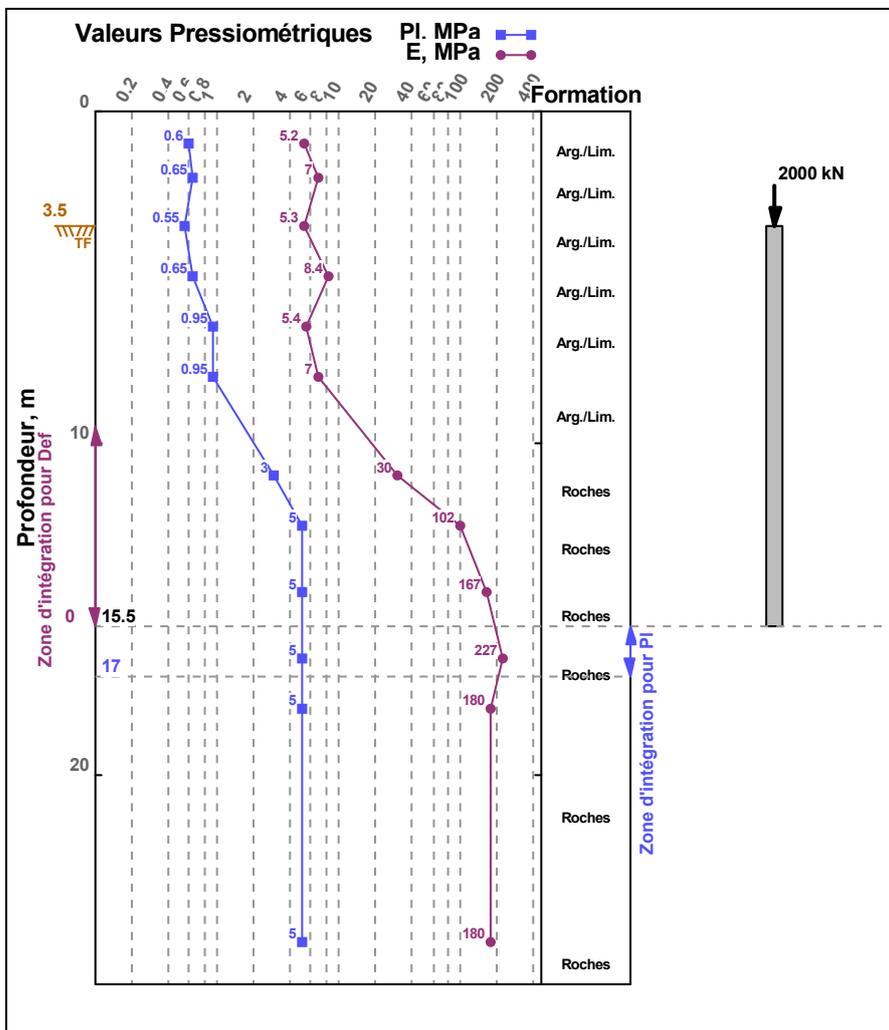
Sous une contrainte q<sub>ref</sub> = 5.31 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(13.5) = 7.25e+03 kPa  
 qp(13.5) = 1.62e+03 kPa  
 q'u(13.5) = 458 kN

Tassement D = 4.22 mm





### Pieu

Type de pieu : Foré simple (pieux et barrettes)  
 Prof. Base : 15.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		2
Fd (ELS) caractéristique :		2
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FS\_200T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 2.65 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 2.1 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.72 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 1.45      Tab. F4.2.1  
 Def = 4.95 m           kp = 1.45      Ann. F4.2  
 qb = 7.25 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 2.05 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 1.62 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2.28 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 1.21 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.38 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.72 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.38 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.53 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.07 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.5 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.64 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.5 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.1 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.804 MN

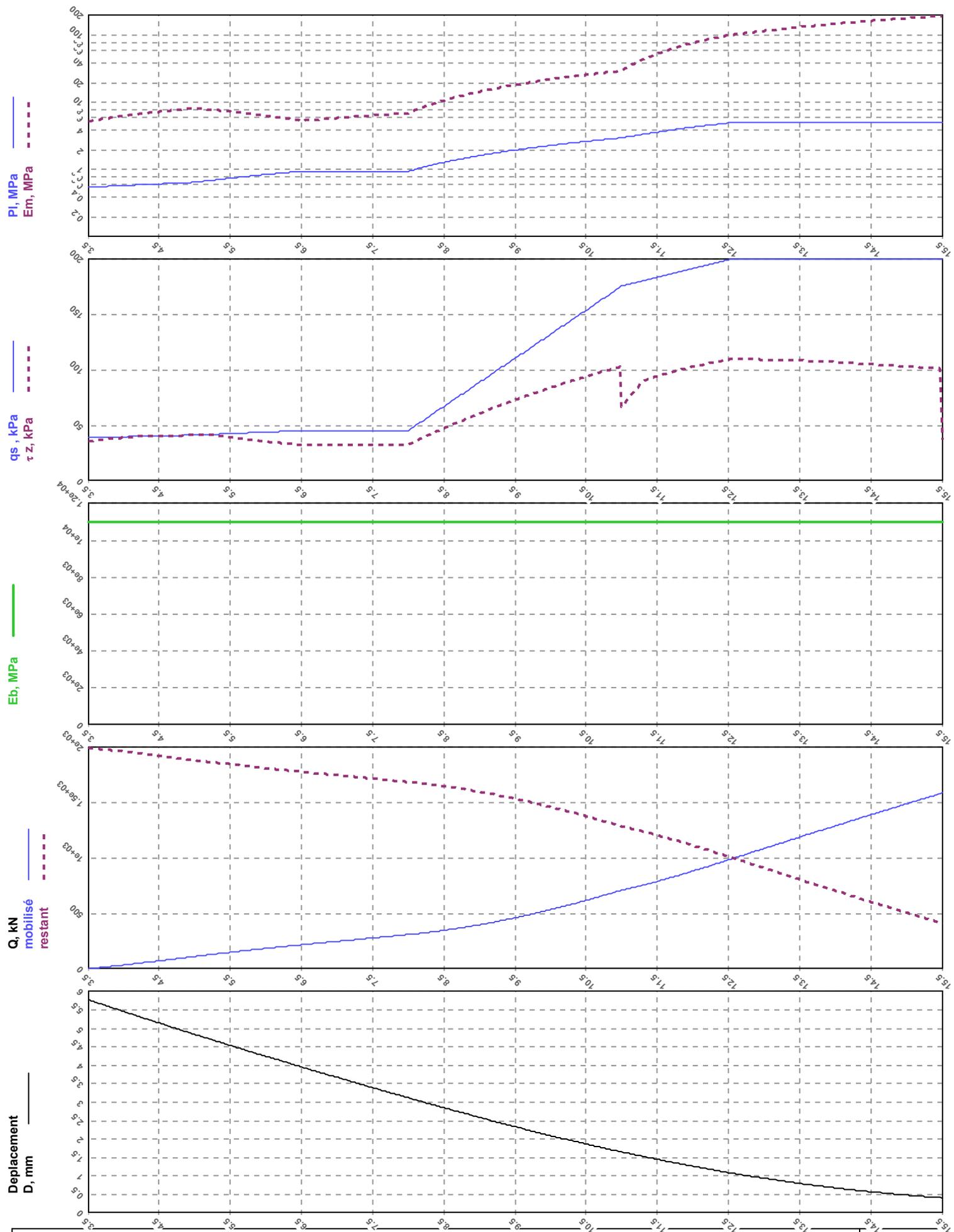
### Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.07 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(15.5) = 7.25e+03 kPa  
 qp(15.5) = 1.48e+03 kPa  
 q'u(15.5) = 419 kN

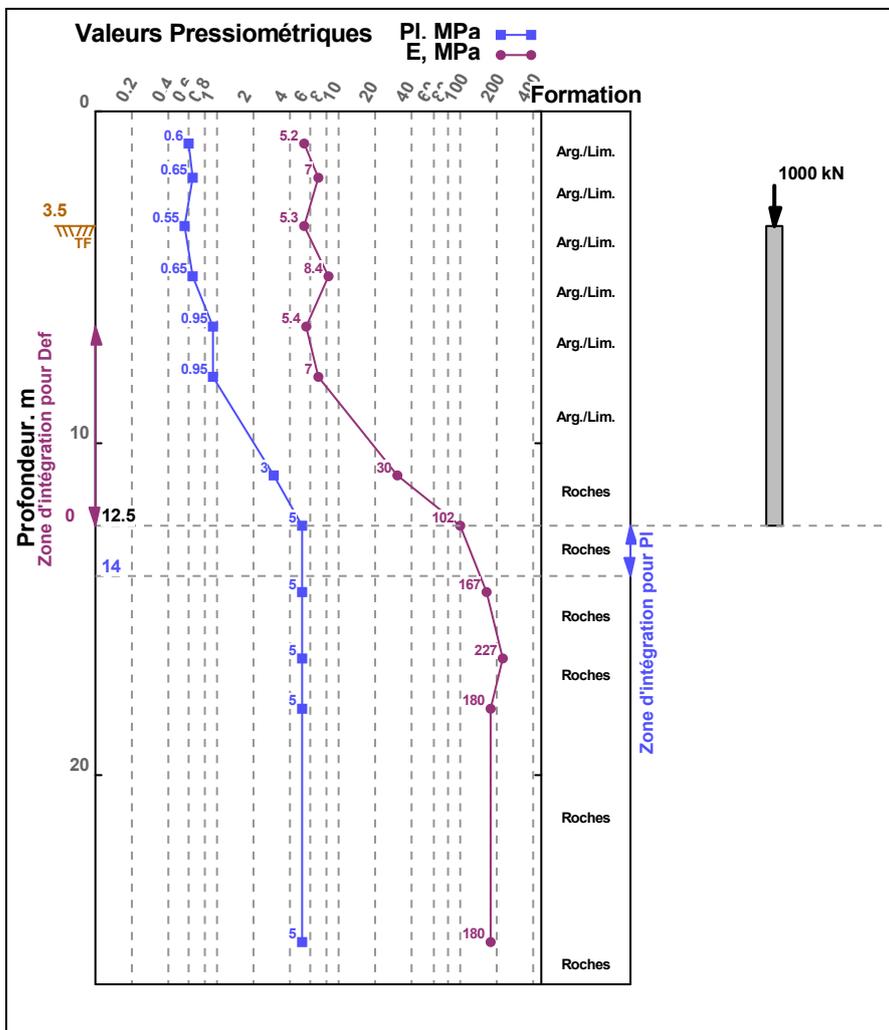
Tassement D = 5.78 mm



12/02/2019 15:02

Page 2

FIGURE



### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 12.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1
Fd (ELS) caractéristique :		1
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FTC\_100T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 1.7 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.35 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.11 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      k<sub>pmax</sub> = 2      Tab. F4.2.1  
 Def = 2.67 m           k<sub>p</sub> = 1.89      Ann. F4.2  
 qb = 9.45 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 2.67 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 2.11 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.774 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.14 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.46 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.14 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.22 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.82 MN > 1 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.961 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.05 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 0.961 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.703 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.516 MN

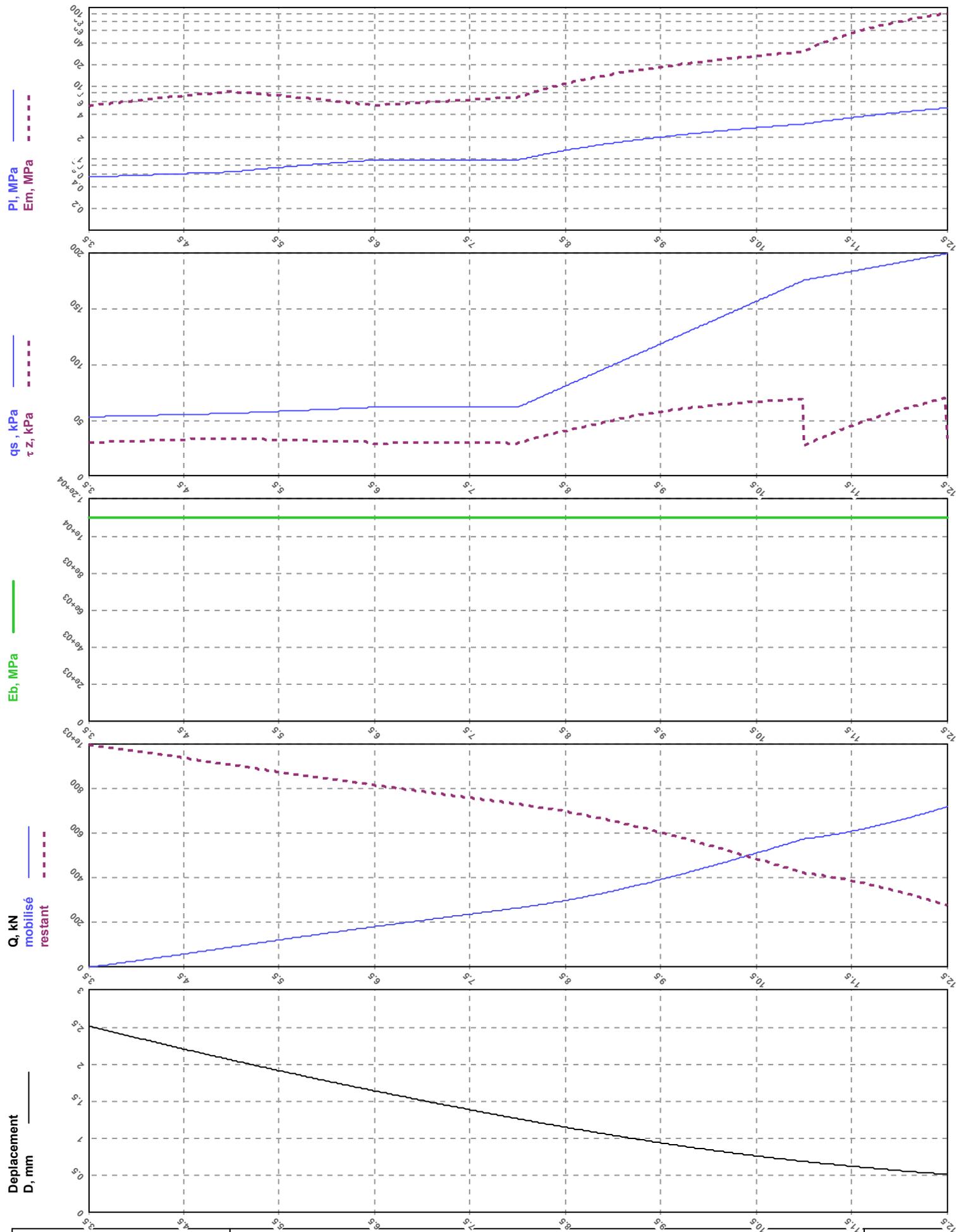
### Résultats de calcul : Tassement

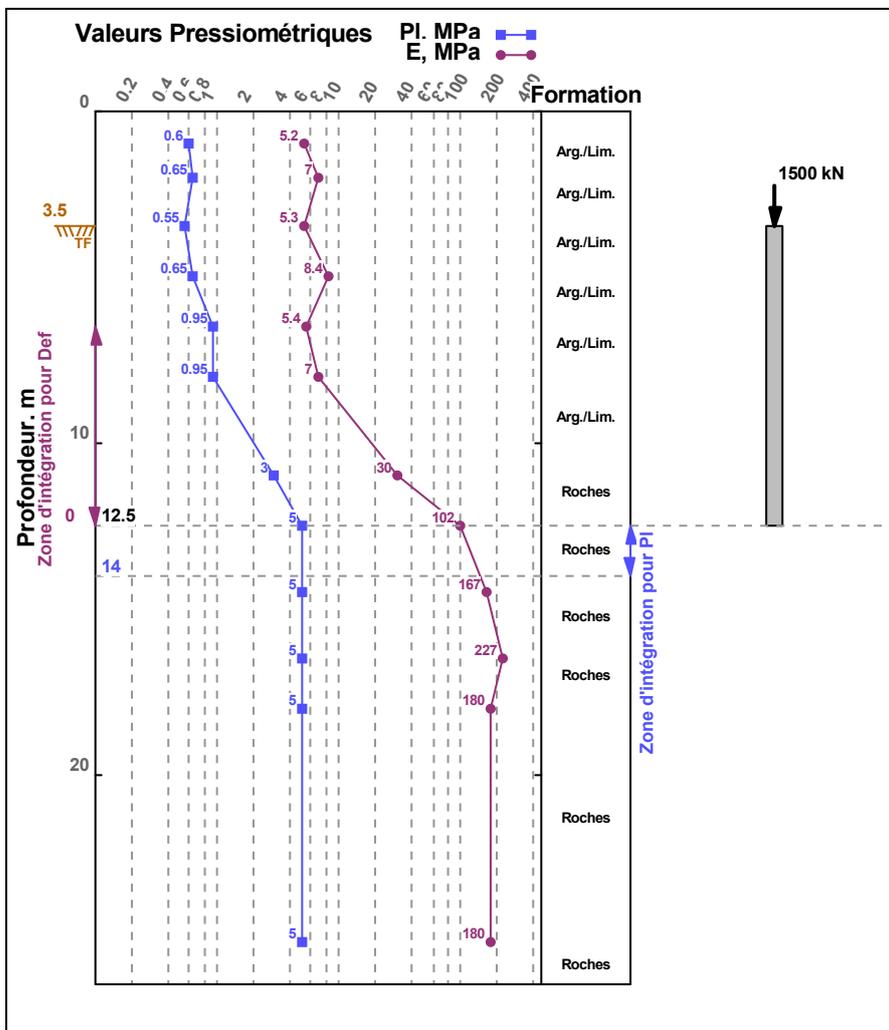
Sous une contrainte q<sub>ref</sub> = 3.54 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(12.5) = 9.45e+03 kPa  
 qp(12.5) = 970 kPa  
 q'u(12.5) = 274 kN

Tassement D = 2.52 mm





### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 12.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr. formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		1.5
Fd (ELS) caractéristique :		1.5
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FTC\_150T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 1.7 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.35 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.11 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 2      Tab. F4.2.1  
 Def = 2.67 m      kp = 1.89      Ann. F4.2  
 qb = 9.45 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 2.67 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 2.11 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.774 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.14 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.46 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.14 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.22 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.82 MN > 1.5 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.961 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.05 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 0.961 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.703 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.516 MN

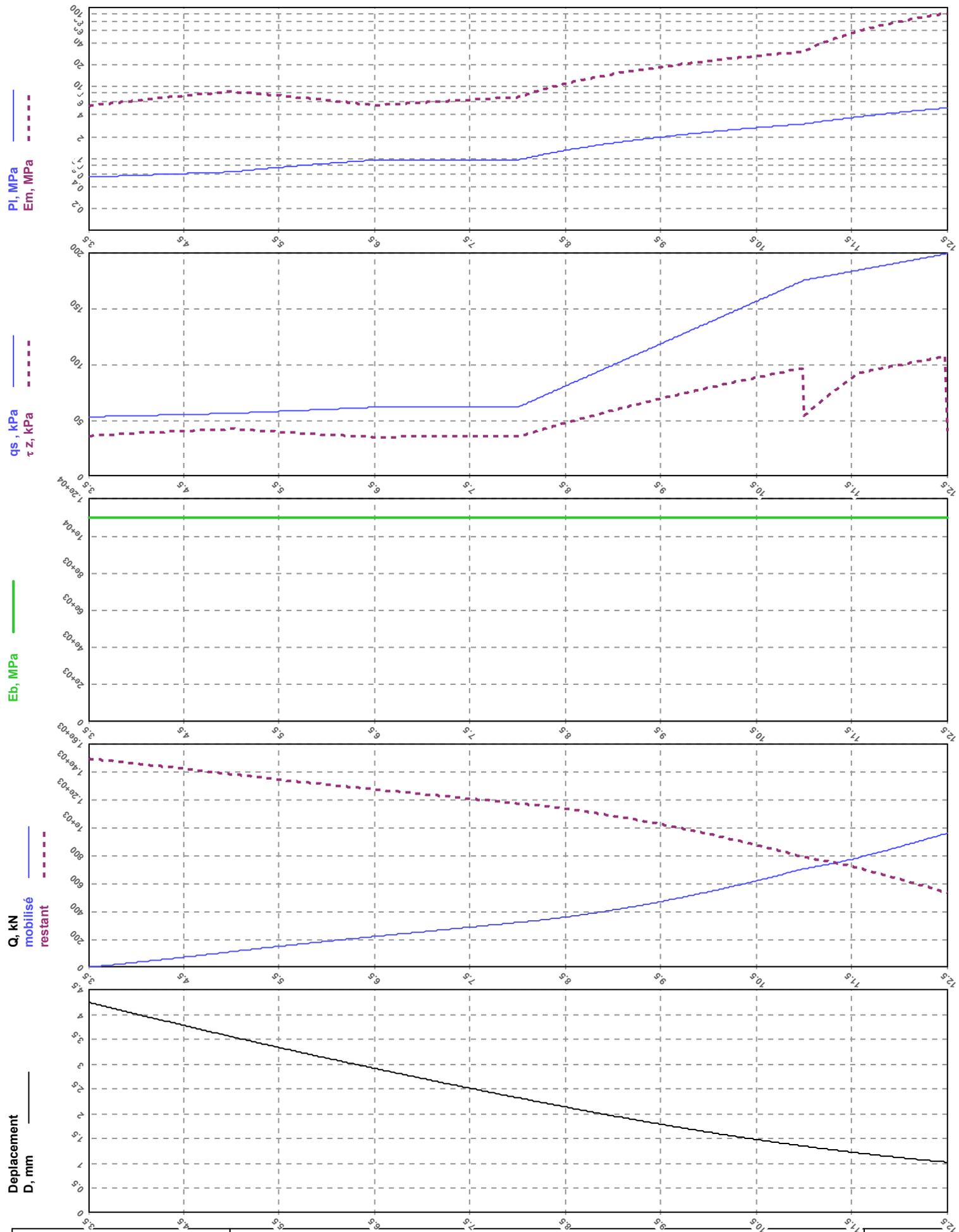
### Résultats de calcul : Tassement

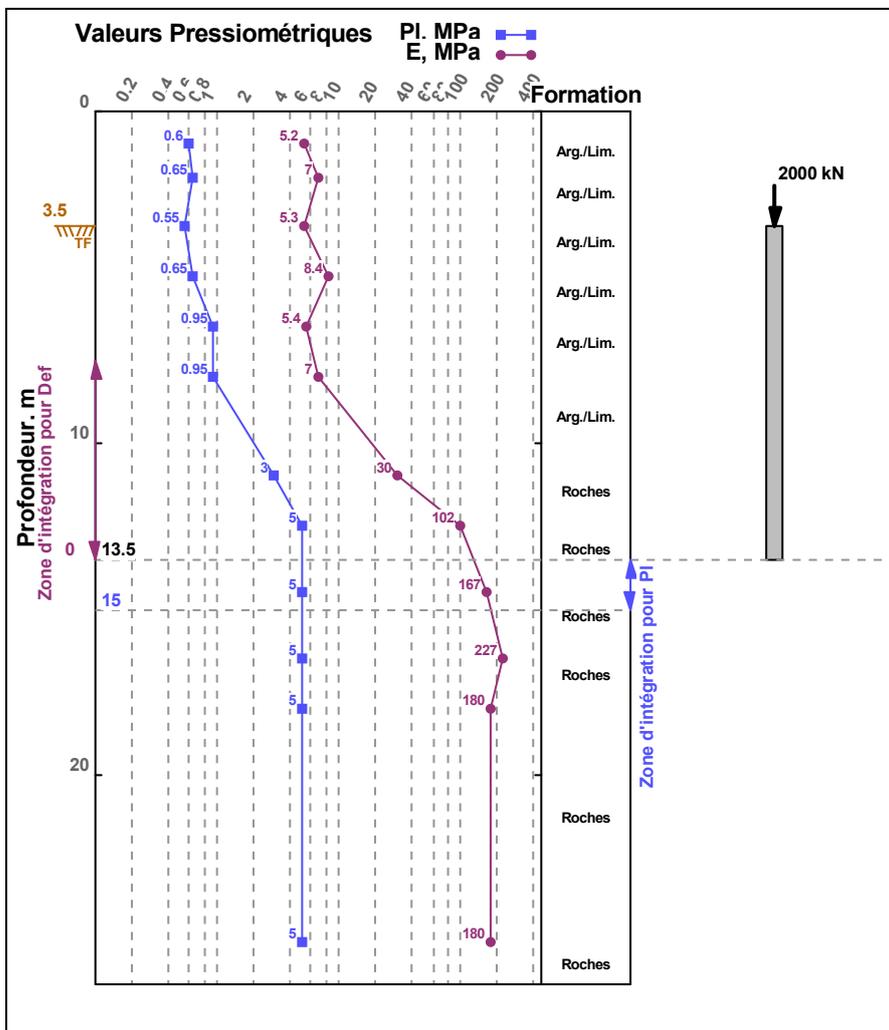
Sous une contrainte qref = 5.31 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(12.5) = 9.45e+03 kPa  
 qp(12.5) = 1.91e+03 kPa  
 q'u(12.5) = 541 kN

Tassement D = 4.26 mm





### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Prof. Base : 13.5 m  
 Largeur B : 0.6 m  
 Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m<sup>2</sup>  
 Encastr.formation porteuse : 0 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		2
Fd (ELS) caractéristique :		2
Fd (ELU) durable et trans. :		
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : FTC\_200T

### Résultats de calcul : Capacité portante

Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Rs = 2.08 MN      Ann. F.5  
 Rs;k = 1.64 MN      Chap 9.2.4      Rs;k trac = 1.35 MN Chap 10.2.4  
 Ple = 5 MPa      Ann. F4.2.3      kpmax = 2      Tab. F4.2.1  
 Def = 3.48 m           kp = 2      Ann. F4.2  
 qb = 10 MPa      Ann. F4.2.1      Rb = 2.83 MN      Ann. F4.1  
 Rb;k = 2.24 MN      Ann. C.2.6  
 Rc;cr;k = 2.27 MN      Chap 14.2.2      Rt;cr;k = 0.945 MN      Chap 14.2.2  
 Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.53 MN  
 Rc;d (ELU accidentel) = 3.88 MN  
 Rc;d (ELU sismique) = 3.53 MN  
 Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.52 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.06 MN > 2 MN : Cond. vérifiée  
 Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.17 MN  
 Rt;d (ELU accidentel) = 1.29 MN  
 Rt;d (ELU sismique) = 1.17 MN  
 Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.859 MN  
 Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.63 MN

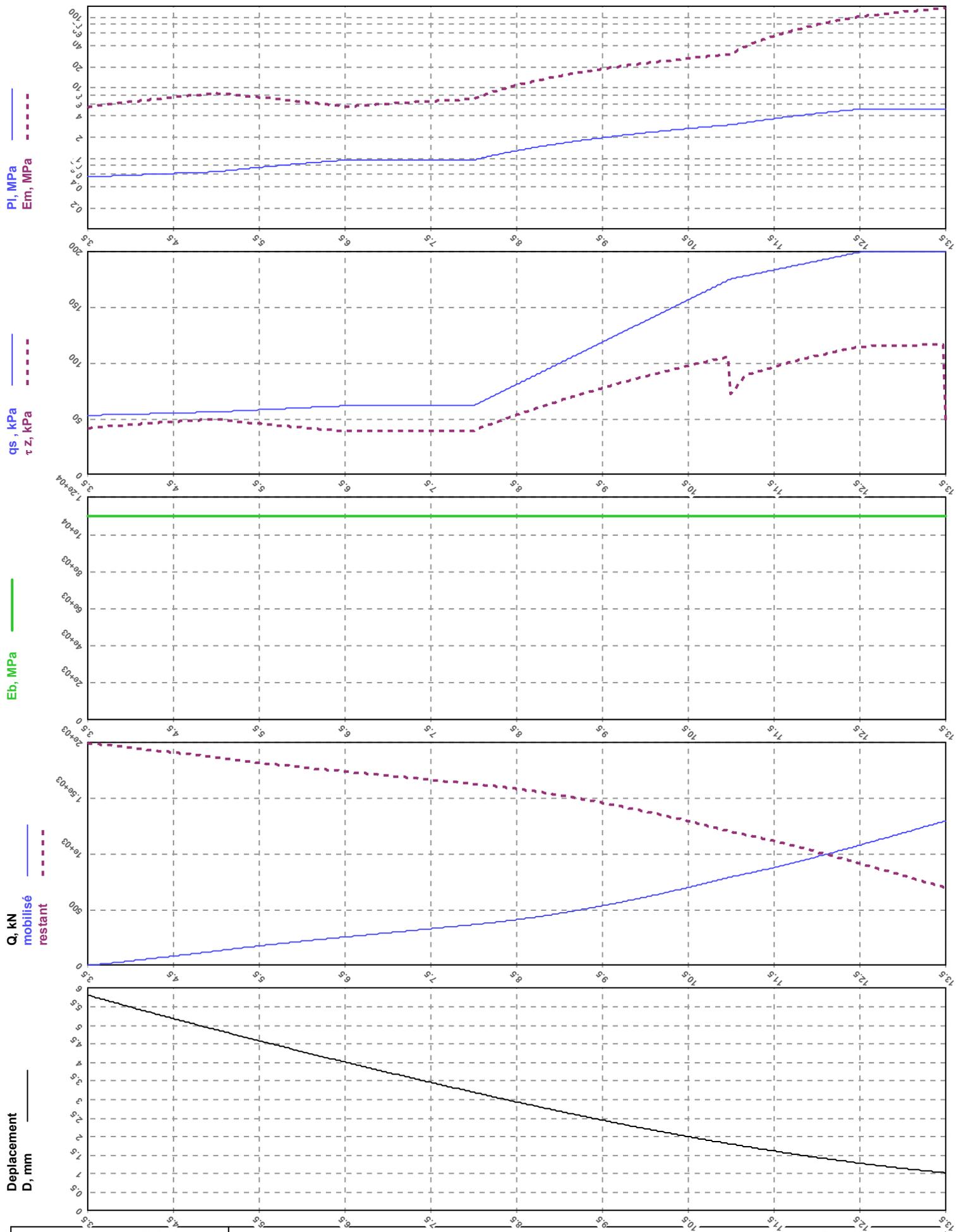
### Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.07 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao

q(13.5) = 1e+04 kPa  
 qp(13.5) = 2.53e+03 kPa  
 q'u(13.5) = 717 kN

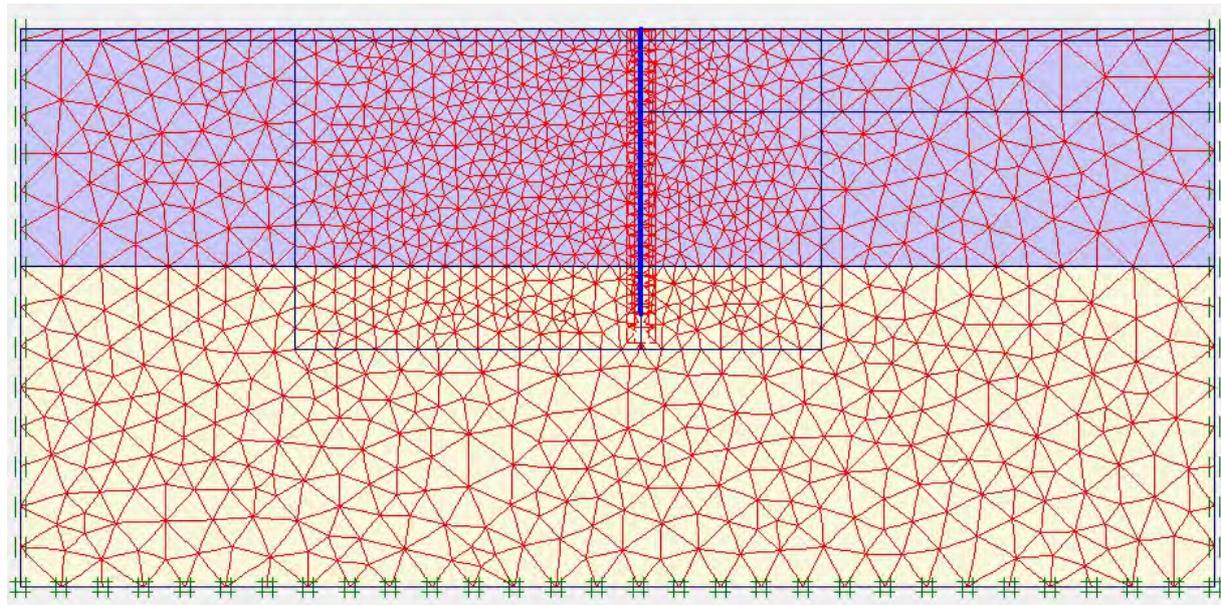
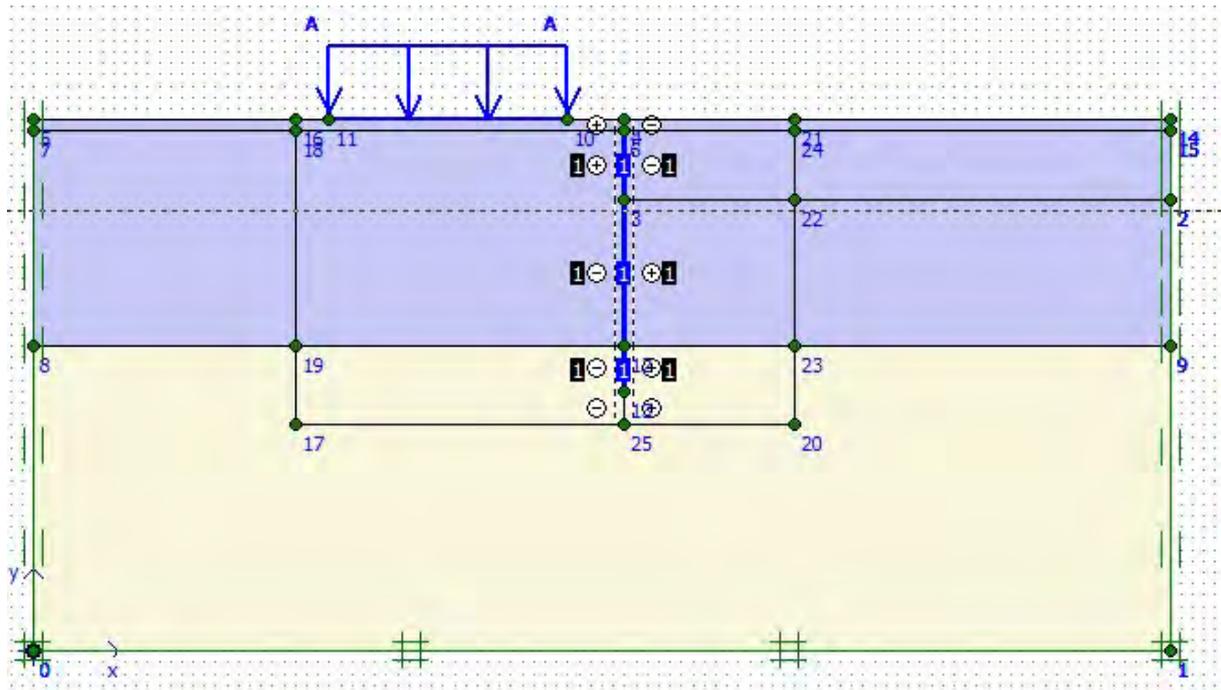
Tassement D = 5.82 mm

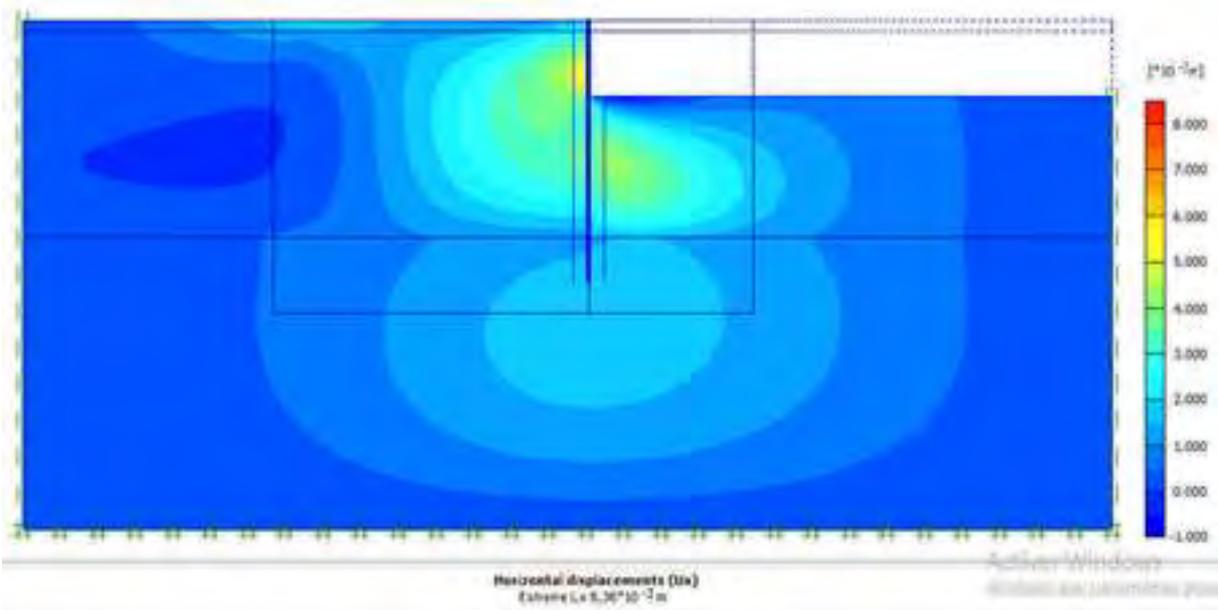
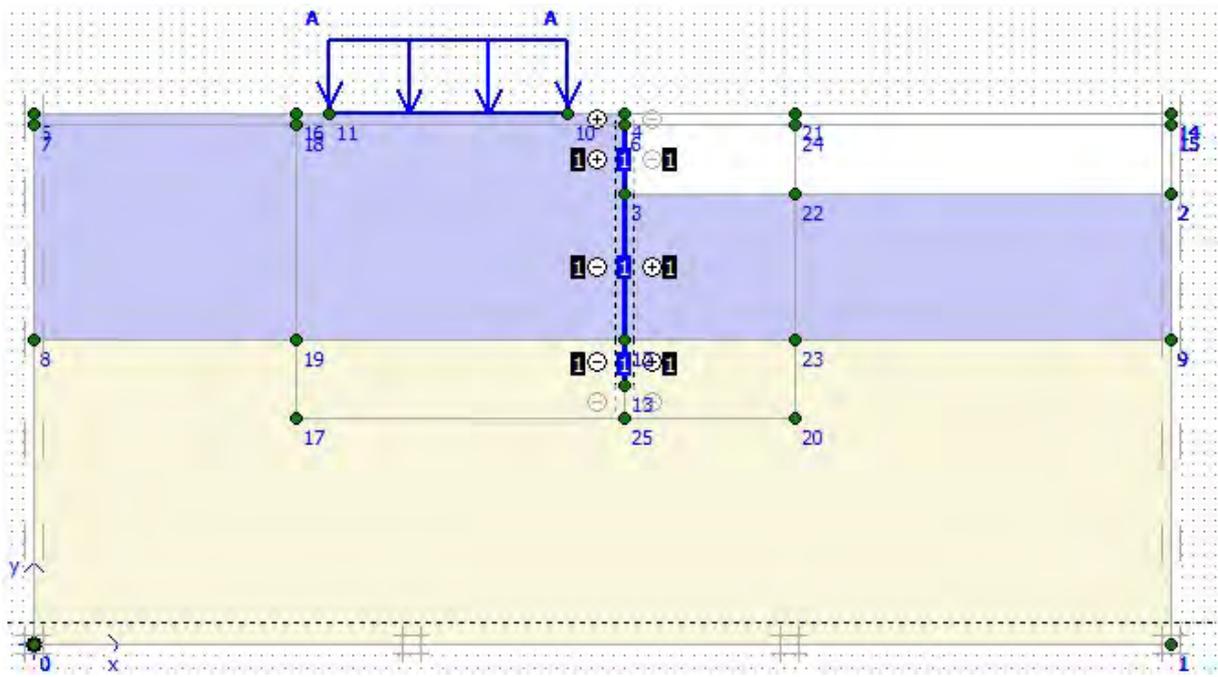


12/02/2019 15:05

Page 2

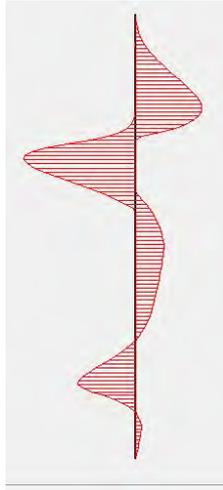
FIGURE



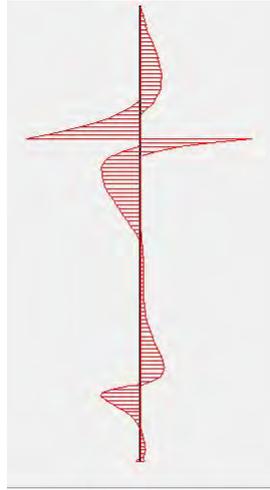




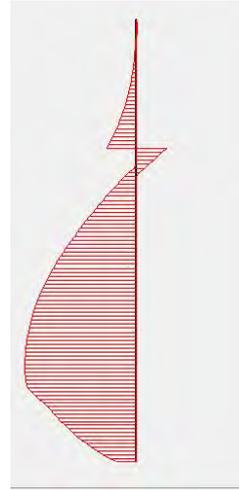
**Total displacements ( $U_{tot}$ )**  
Extreme  $U_{tot}$   $12,52 \cdot 10^{-3}$  m



**Envelope of Bending moments**  
Extreme bending moment 5,85 kNm/m



**Envelope of Shear forces**  
Extreme in pure shear force -16,13 kN/m



**Envelope of Axial forces**  
Extreme axial force 64,96 kN/m

# **ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**

*Mission G2 – Phase PRO*

**LA ROCHELLE (17)**

**Affaire VJT2018-08-121-2**

**Annexe 3**

**Annexe 3 : Conditions de validité de l'étude**

## **Annexe 3 : conditions de validité de l'étude**

**1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE OUEST au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.**

**2 - Ce rapport ne tient pas compte des variations entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE OUEST.**

**3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.**

**4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE OUEST qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.**

**5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE OUEST afin d'étudier les adaptations nécessaires.**

**6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.**

**ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION**

*Mission G2 – Phase AVP*

**LA ROCHELLE (17)**

**Affaire VJt2018-08-121**

**Annexe 4**

**Conditions générales des missions d'ingénierie géotechnique**

## **Annexe 4 : CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Version novembre 2013)**

### **1. Cadre de la mission**

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.

- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.

- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.

- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.

- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, couts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.

- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

## 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

## 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013

## 4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

**Tableau 2 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

**EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500**

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

#### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

##### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

##### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

##### Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

##### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

##### Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe 3 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, GEOTECHNIQUE OUEST, 2019



*Compétence Géotechnique  
Atlantique*

Sondages et essais  
Etudes de sol  
Ingénierie - Instrumentation  
Laboratoire – Expertises

ZAC des Groix – 8 imp. des Petits Fossés  
17120 COZES  
Tél. : 05.46.90.22.90  
Fax : 05.46.90.28.30  
atlantique@competence-geotechnique.fr



## LA ROCHELLE (17)

— Rue Maurice Ravel

Construction de bâtiments de logements

Dossier W18-362B V2

Mission G2 PRO

Le 08 février 2019

*Groupe Compétence Géotechnique :*  
COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),  
FONDETTES (37), SEYCHES (47),  
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)

**HISTORIQUE DU DOCUMENT**

<b>DATE</b>	08/02/2019	
<b>INDICE</b>	Version 2	
<b>OBJET/ MODIFICATIONS</b>	Compléments et corrections	
<b>DATE</b>	29/01/2019	
<b>INDICE</b>	Version 1	
<b>OBJET/ MODIFICATIONS</b>	Création du document	
<b>ETABLI PAR</b>	Laurent DESINDES	
<b>VERIFIE PAR</b>	Eric DUCLOS	

**DIFFUSION DU DOCUMENT : le 08/02/2019**

<b>DESTINATAIRE / @</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>COURRIER</b>	<b>MAIL</b>
MEDIATIM PROMOTION, M. BOUSCHARAIN (t.bouscharain@mediatim.fr)	Maître d'ouvrage	X	X
Architecte, Cointet et Associés (cointetassocies@cointet-architecte.fr)	Architecte		X
TE.CO, M. BARRAULT (teco@bts-17.fr)	Bureau d'études structures		X

# SOMMAIRE

<b>I - MISSION.....</b>	<b>3</b>
<b>II - LE PROJET.....</b>	<b>3</b>
<b>III - LE SITE.....</b>	<b>6</b>
<b>IV – SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE.....</b>	<b>8</b>
<b>V – SOLUTIONS TECHNIQUES A RETENIR .....</b>	<b>12</b>
5.1 SOLLICITATIONS ENVELOPPES.....	12
5.2 FONDATIONS.....	12
5.3 TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS.....	13
<b>VI – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS .....</b>	<b>14</b>
6.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX AUX ÉTATS LIMITES .....	14
6.1.1 États limites ultimes.....	14
6.1.2 États limite de service.....	14
6.2 STABILITÉ GÉNÉRALE DU SITE (ELU) .....	15
6.3 ÉTAT LIMITE DE PORTANCE (ELU) .....	15
6.3.1 Base théorique .....	15
6.3.2 Caractéristiques des pieux.....	16
6.3.3 Modèle de terrain.....	16
6.3.4 Applications numériques.....	16
6.4 ÉTAT LIMITE DE TRACTION (ELU) .....	17
6.4.1 Base théorique .....	17
6.4.2 Applications numériques.....	18
6.5 RÉSISTANCE AUX CHARGES TRANSVERSALES (ELU).....	19
6.6 RÉSISTANCE STRUCTURALE (ELU ET ELS).....	20
6.6.1 Béton, coulis ou mortier.....	20
6.6.2 Acier.....	21
6.7 MOBILISATION DU SOL SUPPORT (ELS).....	21
6.7.1 Base théorique .....	21
6.7.2 Application numérique.....	21
6.8 DÉPLACEMENT DES FONDATIONS PROFONDES (ELS).....	22
6.9 PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE DES FONDATIONS .....	23
<b>VII – TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS .....</b>	<b>24</b>
7.1 TERRASSEMENTS.....	24
7.2 SOUTÈNEMENTS.....	25
7.2.1 Parois de pieux sécants.....	26
7.2.2 Parois berlinoises .....	26
7.2.3 Dispositions communes aux parois.....	27

**VIII – PLANCHERS BAS ..... 28**

**IX - MITOYENS..... 28**

**X - L’EAU DANS LE SOL ..... 28**

## I - MISSION

Notre mission fait suite au devis n°W18-05-343 du 01/06/2018, signé en bon pour accord par MEDIATIM PROMOTION, maître d'ouvrage.

Elle a été réalisée à la demande et pour le compte de MEDIATIM PROMOTION, à l'emplacement envisagé pour la construction de bâtiments de logements implantés Rue Maurice Ravel sur la commune de LA ROCHELLE (17).

La présente étude correspond à une mission géotechnique de conception phase avant-projet du type G2 PRO selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 annexée, assurée par la SMABTP (contrat n : 418383J) dont l'attestation est disponible sur simple demande.

Les documents fournis pour remplir notre mission ont été les suivants :

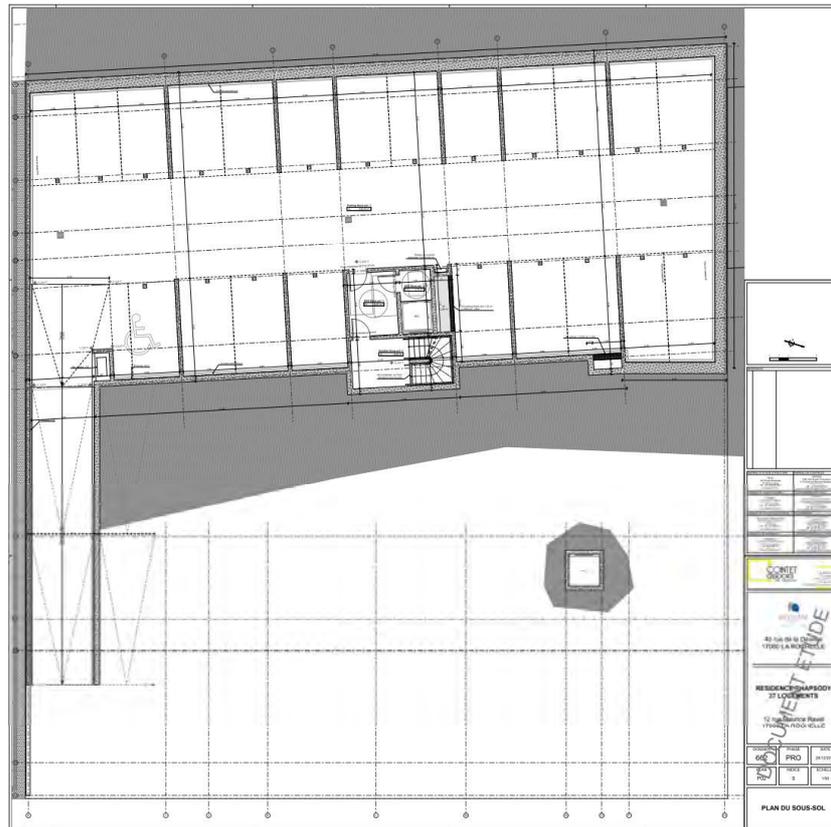
- Les plans de l'Atelier d'Architecture COINTET ET ASSOCIES, dossier 662 phase PRO,
- Les plans béton provisoires du BE TE.CO, dossier 5315 phase DCE.

## II - LE PROJET

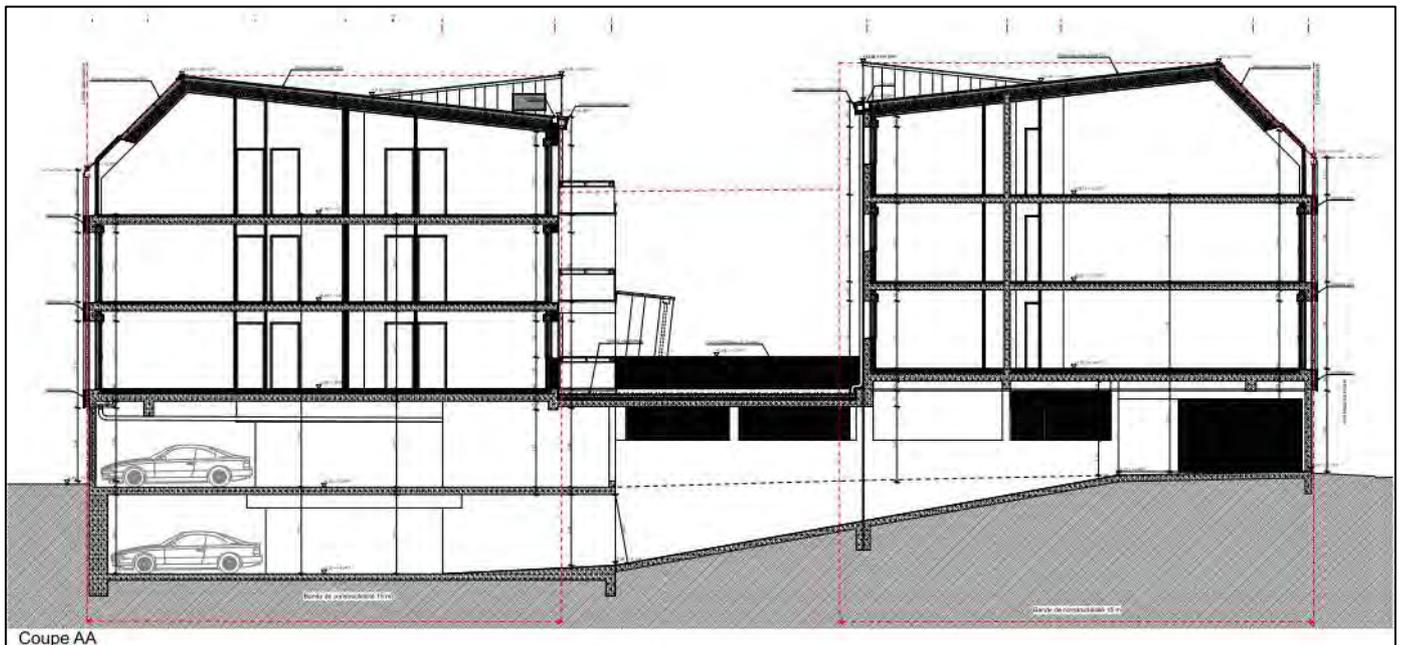
L'opération consiste en la construction de 2 bâtiments en R+3 dont un sur sous-sol.



*Plan masse du projet*



*Plan du sous-sol*



*Coupe AA*

Le seuil du RDC est prévu à la cote de + 4,1 m IGN69 côté Rue Maurice Ravel (bâtiment A) et +3,69 m IGN69 côté Voie piétonne (bâtiment B).

Le niveau du sous-sol est prévu à la cote de +0,84 m IGN69.

La cote des terrassements devrait être de l'ordre de + 0,39 m IGN69, en considérant 10 cm de béton de propreté et des planchers bas de 35 cm d'épaisseur.

Le bâtiment est prévu d'être fondé par pieux. Les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées. Il sera retenu une hypothèse de 2000 kN en charge permanente et 400 kN en charge d'exploitation sur le pieu le plus chargé.

Selon les informations communiquées par le BET TE.CO, les charges sur les files A et H sont de l'ordre de 200 kN/ml en charge permanente et de 30 kN/ml en charge d'exploitation. Sur la file 1, elles seront de l'ordre de 70 kN/ml en charge permanente et 5 kN en charge d'exploitation.

En ce qui concerne les charges sismiques, on retiendra comme hypothèse une charge sismique verticale maximale de 650 kN et 200 kN en charge sismique horizontale maximale.

Les hypothèses de charges ont été posées pour approcher le dimensionnement des fondations spéciales. Elles seront à vérifier en exécution.

Au nord, en mitoyenneté, des bâtiments sans sous-sol et fondés par fondations spéciales sont en cours de construction.

Au sud, en mitoyenneté, une opération de logements est projetée. Elle comportera un sous-sol.

#### NOTES IMPORTANTES :

Les données concernant le projet, aussi précises soient-elles, nous ont été communiquées par le Maître de l'Ouvrage ou ses conseils ou résultent d'hypothèses de travail. Si la transcription des informations communiquées ou les hypothèses retenues sont erronées, il conviendra impérativement de nous contacter pour corriger ou compléter ces informations.

Si le projet évolue, quelle que soit l'importance de cette évolution, il conviendra également impérativement de nous en faire part afin d'étudier les éventuelles adaptations par rapport à nos préconisations.

Cela pourra impliquer la réalisation de missions géotechniques complémentaires.

Dans le cas contraire notre responsabilité ne pourra pas être engagée sur ces préconisations.

### III - LE SITE

La situation du terrain étudié est indiquée sur l'extrait de la carte topographique IGN à 1/25000 placée en annexe.

Le terrain d'étude est actuellement occupé par des bâtiments à démolir entourés d'espaces de stationnement, de circulation en enrobés et d'espaces verts sur l'arrière.



Il s'agit d'un terrain relativement plat, situé vers les cotes topographiques de + 4,1 m IGN 69.

Notons la présence de bâtiments mitoyens implantés en limites de propriété Nord de type R+3 sans sous-sol en cours de construction.

Le terrain d'étude est bordé à l'Est par la rue Maurice Ravel, et à l'Ouest par une venelle et espaces verts arborés appartenant à la commune de LA ROCHELLE.

D'après les renseignements en notre possession, notamment la carte géologique de LA ROCHELLE à 1/50000<sup>e</sup>, et nos études dans le secteur, les couches que l'on devait normalement rencontrer sur le site sont de haut en bas :

- Des **remblais** d'aménagement,
- Des **alluvions argileuses** (bri récent),
- le **substratum d'âge Kimméridgien inférieur** composé par une **alternance** de **calcaires argileux** et de **marnes**.



Extrait du site [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

Des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de LA ROCHELLE :

Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
17PREF19990320	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations, coulées de boue, mouvements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
17PREF20100293	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	02/03/2010

Inondations et coulées de boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
17PREF19830293	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
17PREF19870003	24/08/1987	24/08/1987	03/11/1987	11/11/1987
17PREF20000009	29/09/1999	30/09/1999	14/04/2000	28/04/2000
17PREF20020007	01/01/2001	01/01/2001	23/01/2002	09/02/2002

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
17PREF19900002	01/06/1989	31/12/1989	24/07/1990	15/08/1990
17PREF19910037	01/01/1990	31/12/1990	14/05/1991	12/06/1991

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 6

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
17PREF19980053	01/01/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
17PREF20040107	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
17PREF20080228	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
17PREF20080229	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
17PREF20130580	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
17PREF20130622	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012

Extrait du site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)

Les risques naturels recensés sur la commune sont les suivants :

Risque naturel	Aléa / sensibilité	Source
Retrait-gonflement	Moyen	www.georisques.gouv.fr
Inondations par remontée de nappe	Nappe sub-affleurante	www.georisques.gouv.fr
Sismique	Modéré (zone 3)	décrets n°2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010

Le terrain d'étude n'est pas concerné par le plan de prévention des risques d'inondations par submersions marines sur la commune de LA ROCHELLE (17), non encore approuvé mais pour lequel l'enquête publique est clôturée.

## **IV – SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE**

Les sondages de reconnaissance ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

**Couche 1** : des **remblais** de calcaire *hétérogènes sablo-graveleux, graveleux* et +/- *argileux* de couleurs dominantes grise à beige, sur des épaisseurs comprises entre 1,3 et 2,0 m. Notons que la limite entre les remblais (couche 1) et les argiles sous-jacentes (couche 2) est parfois imprécise. Ces remblais se sont avérés moyennement perméables avec une valeur de l'ordre de 50 mm/h.

**Couche 2** : des **alluvions** composées par des *argiles*, de couleurs dominantes brune, gris-clair à gris-foncé, et gris-bleutée, *ponctuellement à odeurs vasardes*, reconnues jusqu'aux profondeurs de 5,3 à 5,7 au droit des sondages, très sensibles au retrait en période de sécheresse (classe GTR 2000 A<sub>3</sub>). Ces alluvions sont médiocrement perméables voire imperméables, avec des valeurs de l'ordre de 1 mm/h.

**Couche 3** : des **calcaires marneux altérés**, de couleur dominante beige, reconnus jusqu'aux profondeurs de 7,3 à 7,5 m au droit des sondages.

**Couche 4** : le *substratum* de **marno-calcaires** +/- *indurés*, constitué de bancs de calcaires durs et d'interbancs marneux tendres, de couleur dominante beige à grise, reconnu à partir des profondeurs et cotes suivantes :

Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)
SP1	7,5	- 3,31
PZ2	7,3	- 3,23
PZ3	7,5*	- 3,18*
PZ4	7,3	- 3,15

\* profondeur imprécise eu-égard à la technique employée

**Couche 5** : des **marnes**, de couleur dominante grise, *intercalées dans le substratum de marno-calcaires compacts*, reconnu à partir de la profondeur et sur l'épaisseur de :

Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)	Epaisseur (m)
SP1	14,3	- 10,11	2,2

Il est à noter que l'épaisseur de cette couche de marne est de l'ordre de 3 m dans le terrain voisin plus au Nord.

Les valeurs à retenir dans chacune des couches pour les calculs sont données ci-après :

Couche (n°)	Nature	$\alpha$	Em (MPa)	qd (MPa)	Pl <sub>c</sub> * (MPa)
1	Remblais	0,67	5,5	5	0,6
2	Argiles	0,67	1,5	1,0	0,2
3	Marno-calcaires altérés	0,67	12	-	1,0
4	Marno-calcaires	0,50	40	> 14	2,0
5	Marnes	0,67	9	-	0,9

$\alpha$  : coefficient rhéologique du sol.

Selon la classification établie dans les EC8 (NF-En-1998-1, 2005), le profil de sol considéré dans le présent rapport est de classe **A**.

Eu égard à leur granulométrie hétérogène et leur compacité globalement bonne, les remblais (couche 1) sont exempts de risque de liquéfaction et de densification sous efforts sismiques.

Les essais de laboratoire montrent que les alluvions argileuses (couche 2) de par leur nature essentiellement argileuse, ne sont pas sensibles à la liquéfaction sous efforts sismiques.

Le substratum de marno-calcaires (couches 3 et 4) et les marnes (couche 5) ne sont pas sensibles à la liquéfaction et à la densification sous efforts sismiques eu égard à leur bonne compacité et à la présence d'un squelette carbonaté.

Les niveaux d'eau ont été relevés dans les piézomètres sur site depuis octobre 2018 :

Piézomètre	altitude tête NGF (m)	Relevés, cote en NGF toit nappe (m)							
		08/10/2018		15/11/2018		05/12/2018		06/12/2018	
		prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)
PZ2	4,1					1,7	2,4	1,7	2,4
PZ3	4,32	1,98	2,34	1,76	2,56	1,1	3,22	1,1	3,22
PZ4	4,15	2,2	1,95	1,51	2,64	1,6	2,55	1,6	2,55
Piézomètre	altitude tête NGF (m)	Relevés, cote en NGF toit nappe (m)							
		12/12/2018		03/01/2019		09/01/2019		17/01/2019	
		prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)	prof (m)	cote (m)
PZ2	4,1	1,56	2,54			1,65	2,45	1,68	2,42
PZ3	4,32	0,97	3,35	1,67	2,65	1,78	2,54	1,75	2,57
PZ4	4,15	1,35	2,8	1,73	2,42	1,81	2,34	1,87	2,28

La cote piézométrique la plus haute atteinte sur 3 mois, du 08/10/2018 au 17/01/2019 pour la nappe est + 2,80 m IGN69 en PZ4, le 12/12/2018. Elle était au 17/01/2019 à la cote de + 2,28 m IGN69, soit 1,89 m au-dessus de la cote des terrassements.

Le terrain d'étude n'est pas directement impacté par un scénario de référence de submersion. Ce plan de prévention fait état d'une cote de référence pour le scénario de référence à long terme (Xynthia + 60 cm) de + 3,50 m NGF.

L'analyse d'un échantillon d'eau souterraine pour un chantier voisin a permis de les classer dans la catégorie <XA1 (qui correspond à un environnement chimique non agressif). Les eaux souterraines peuvent donc être considérées non agressives vis-à-vis du béton.

D'après les informations hydrogéologiques disponibles dans le secteur :

- Les remblais contiennent une nappe temporaire +/- discontinue, en fonction des apports météorologiques. En période pluvieuse avancée le niveau de cette nappe pourra être plus proche de la surface topographique actuelle. Il pourra également se former des poches de rétentions d'eaux dans ces sols eu égard à la faible perméabilité des argiles (couche 2) sous-jacentes.
- Les argiles (couche 2) forment vraisemblablement un aquitard, c'est-à-dire qu'elles renferment une quantité d'eau non négligeable, présentent des teneurs en eau particulièrement élevées et montrent des eaux faiblement mobiles. La base de cette formation argileuse est *a priori* saturée en eau. Le niveau mesuré dans le sondage PZ3 indiquerait le niveau de la nappe contenue dans ces argiles associée aux circulations anarchiques dans les remblais. La frange d'altération des marno-calcaires (couche 3) pourrait présenter les mêmes caractéristiques hydrogéologiques que ces argiles.
- Le substratum de marno-calcaires (couches 4 et 5) constitue une formation aquifère renfermant une nappe d'eau souterraine en pression sous les argiles (couche 2). Les niveaux d'eau mesurés dans le sondage PZ4 correspondrait au niveau piézométrique de cette nappe.

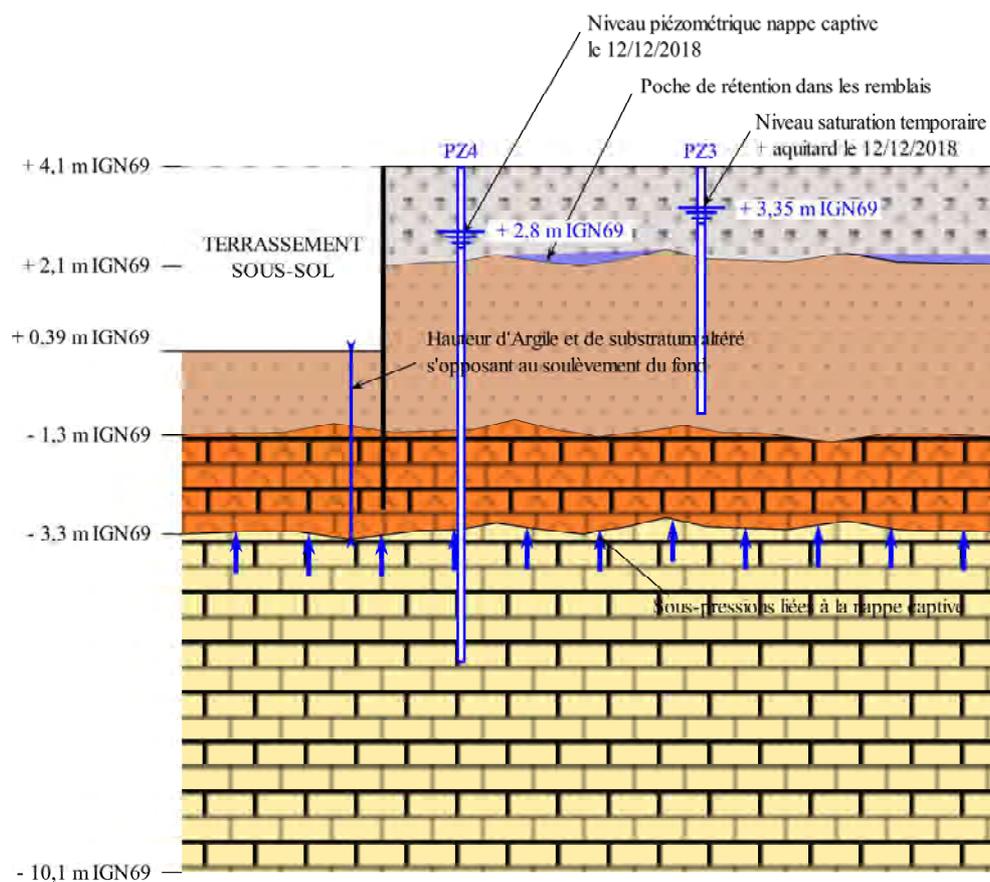


Schéma hydrogéologique conceptuel

Dans un terrain voisin à l'Est, en première approche (pas de suivi piézométrique sur le long terme) les niveaux remarquables suivants ont été retenus pour la nappe quaternaire :

- Niveau d'étiage de la nappe (EB) : cote de + 1,5 m IGN69,
- Niveau de hautes eaux (EH) : cote de + 3,00 m IGN69,
- Niveau exceptionnel des eaux (EE) : cote de + 3,60 m IGN69.

En première approche, eu-égard aux caractéristiques hydrogéologiques des remblais (couche 1) et des argiles (couche 2) il devrait suffire d'un simple système de pompage direct dans la fouille dans ces horizons. Les débits d'exhaure devraient rester de l'ordre de 5 m<sup>3</sup>/h (5 à 10 M<sup>3</sup>/h en cas de talutage), quelles que soient les conditions de pluviométrie.

Le caractère captif de la nappe contenue dans les marnes et calcaires (couches 3 à 5) implique des sous-pressions à la base des alluvions argileuses (couche 2) ou des altérations marno-calcaires (couche 3), qui sont responsables du piégeage de cette nappe du fait de leur poids et de leur quasi-imperméabilité (voir schéma en page précédente). L'expérience des terrassements du chantier voisin, confirme bien ces sous-pressions et semble indiquer également l'influence des altérations marno-calcaires dans « l'effet lest ».

Les terrassements à attendre pour la réalisation du sous-sol pourront réduire l'effet « lest » des sols et entraîner le soulèvement du fond de fouille et/ou des venues d'eau importantes en fond de fouille (rupture d'origine hydraulique due à la poussée d'Archimède).

Il apparaît qu'avec un niveau piézométrique de la nappe à + 2,3 m IGN69 et une cote de terrassement de + 0,39 m IGN69, le coefficient de sécurité F défini comme le rapport des pressions stabilisatrices (pression du sol argileux déjaugé = 7 kN/m<sup>2</sup>/m) sur les forces déstabilisatrices (pression de l'eau 10 kN/m<sup>2</sup>/m) est égal à 0,99, en considérant une cote de base moyenne de la couche d'argile associée à la moitié des altérations marno-calcaires de -2,3 m IGN69, soit une situation juste à l'équilibre.

**Plus le niveau piézométrique de la nappe captive sera élevé, plus les sous-pressions à la base du lest des sols seront importantes, plus le risque d'instabilité sera important, avec à la clé, des venues d'eau très importantes à gérer (jusqu'à du pompage de plus de 300 m<sup>3</sup>/h à envisager).**

**Dans ces conditions les travaux de terrassement devront être impérativement projetés dans la période de basses eaux, en général de mai à octobre et pour un niveau piézométrique de nappe inférieur à + 2,3 m IGN69.**

Le sous-sol devra être traité en étanchéité toute hauteur, et dimensionné aux sous-pressions en considérant le niveau des plus hautes eaux au droit du terrain d'étude.

Par ailleurs, les sols au droit du projet apparaissent inaptes à accueillir une solution de gestion des eaux pluviales par infiltration.

## **V – SOLUTIONS TECHNIQUES A RETENIR**

### **5.1 SOLLICITATIONS ENVELOPPES**

Le bâtiment est prévu d'être fondé par pieux. Les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées.

Il sera retenu une hypothèse de 2000 kN en charge permanente et 400 kN en charge d'exploitation sur le pieu le plus chargé.

En ce qui concerne les charges sismiques, on retiendra comme hypothèse une charge sismique verticale de 650 kN et 200 kN en charge sismique horizontale pour le pieu le plus chargé.

Selon les informations communiquées par le BET TE.CO, les charges sur les files A et H sont de l'ordre de 200 kN/ml en charge permanente et de 30 kN/ml en charge d'exploitation. Sur la file 1, elles seront de l'ordre de 70 kN/ml en charge permanente et 5 kN en charge d'exploitation.

Pour le dimensionnement, nous retiendrons les combinaisons et les pondérations suivantes :

- ELU durable et transitoire :  $1,35G + 1,5Q$  (combinaison dimensionnante),
- ELU sismique  $G + S_v + \psi_2 Q$  avec  $\psi_2 = 0,3$  (bâtiment d'habitation / bureau),
- ELS caractéristique :  $G + Q$ ,
- ELS quasi-permanent :  $G + \psi_2 Q$  avec  $\psi_2 = 0,3$  (bâtiment d'habitation / bureau).

**Pour le pieu le plus chargé on devrait donc avoir à considérer une charge de 3300 kN à reprendre à l'ELU durable et transitoire et 2400 kN à l'ELS caractéristique.**

**Pour la paroi la plus chargée on devrait donc avoir à considérer une charge de 315 kN/ml à l'ELU durable et transitoire et 230 kN à l'ELS caractéristique.**

### **5.2 FONDATIONS**

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous une couche de remblais hétérogènes (couche 1), de 1,3 à 2,0 m d'épaisseur, des alluvions argileuses molles (couche 2), recouvrant des calcaires marneux altérés (couche 3), reconnus à partir de 5,3 m à 5,7 m de profondeur.

Plus profondément, les sondages ont reconnu le substratum de marno-calcaires compacts (couche 4) à partir de 7,3 m à 7,5 m de profondeur.

Ce substratum de marno-calcaires (couche 4) est constitué de bancs de calcaires durs et d'interbancs marneux tendres.

Une couche de marnes (couche 5) a été reconnue, intercalée dans le substratum de marno-calcaires (couche 4), à partir de 14,3 m de profondeur en SP1, sur 2,2 m d'épaisseur.

Eu égard à l'importance du projet, à la présence de remblais sur des hauteurs importantes et aux caractéristiques géotechniques faibles des sols superficiels, nous conseillons de reporter toutes les fondations dans le substratum de marno-calcaires. Il pourra s'agir d'une solution de fondations de type **pieux forés à la tarière creuse**.

Cette solution de fondations est étudiée au chapitre VI.

### **5.3 TERRASSEMENTS et SOUTÈNEMENTS**

Les études hydrogéologiques du secteur et les observations sur les chantiers proches ont mis en évidence la présence d'une nappe à caractère captif dans l'aquifère constitué par les marnes et calcaires (couches 4 à 5 et éventuellement 3). Cela conduit à la génération de sous-pressions à la base des alluvions argileuses (couche 2) très peu perméables.

Dans ces conditions lors des terrassements du sous-sol, en fonction de la hauteur de la nappe à considérer, une instabilité par soulèvement du fond de fouilles pourra se produire. Cela pourra également conduire à la nécessité d'assainir les fouilles avec des débits d'exhaure potentiellement importants (de 300 m<sup>3</sup>/h à 4000 m<sup>3</sup>/h en fonction de la hauteur de nappe à rabattre pour assurer l'équilibre des forces stabilisatrices et déstabilisatrices).

S'il n'est pas possible de garantir une intervention en période de basses eaux pour le terrassement du sous-sol, le coulage des planchers bas et la réalisation de voiles périphériques étanches, dans une dynamique baissière durable pour la nappe, il conviendra d'envisager :

- L'isolement de la zone des terrassements vis-à-vis du voisinage, dans une enceinte constituée par des parois de pieux sécants, forés à la tarière creuse,
- La mise en place éventuelle d'un lest de béton en fond de fouilles pour contrer les sous-pressions liées à la nappe captive, en fonction des niveaux d'eau au moment de la réalisation du chantier.

En conditions optimales, il pourra être envisagé la réalisation de soutènements de type parois berlinoises nécessairement associées à la réalisation de contrevoiles porteurs étanches.

Pour faciliter ces opérations et éviter la génération de sous-pressions, les fondations et les parois seront réalisées avant les terrassements. Il conviendra donc d'envisager des solutions techniques de recépage contrôlé des pieux de fondation au droit du sous-sol assurant la conservation de l'intégrité des pieux.

Les solutions de soutènement sont étudiées au chapitre VII.

## **VI – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS**

### **6.1 PRINCIPES GENERAUX AUX ETATS LIMITES**

#### **6.1.1 ÉTATS LIMITES ULTIMES**

Pour chaque ouvrage fondé sur fondations profondes, on doit justifier, lorsqu'il y a lieu, conformément aux prescriptions de l'eurocode 7 et de la norme d'application nationale NF P 94-262 :

- La stabilité de chaque pieu et de la fondation complète vis-à-vis d'une rupture locale du terrain (GEO),
- La résistance à la rupture des fondations profondes (STR),
- La stabilité de l'ouvrage porté vis-à-vis des déplacements de la fondation sur pieux (GEO),
- La stabilité d'ensemble de la fondation complète vis-à-vis d'une rupture générale du site (GEO).

Les vérifications minimales à établir aux ELU sont listées ci-dessous :

	ELU type	Approche de calcul
<b>Fondations profondes sous charge axiale</b>		
Portance (Note 1)	GEO	2
Résistance de traction (Notes 1 et 2)	GEO/UPL	2
Résistance structurale (Note 3)	STR	2
<b>Fondations profondes sous charge transversale</b>		
Résistance structurale (Note 4)	STR	2
Déplacement en tête (Note 5)	GEO	2
<b>Site des travaux</b>		
Stabilité générale (Note 6)	GEO	2 (ou 3)
<b>Notes :</b>		
(1) La vérification peut porter sur plusieurs mécanismes de rupture (fondation profonde isolée et groupe de fondations profondes).		
(2) La vérification du groupe de fondations profondes considéré comme un bloc se fait selon un ELU de type GEO/STR et UPL.		
(3) Selon la norme de calcul appropriée au matériau constitutif de la fondation profonde.		
(4) La vérification porte uniquement sur le respect des états-limites concernant les matériaux constitutifs de la fondation.		
(5) La vérification porte uniquement sur le respect des états-limites concernant la structure portée		

#### **6.1.2 ÉTATS LIMITE DE SERVICE**

Tous les phénomènes qui peuvent être préjudiciables à la fonction de l'ouvrage porté et de la fondation sur pieux doivent être considérés.

La justification des fondations profondes vis-à-vis des états limites de service consiste à vérifier :

- Que les charges transmises à la fondation profonde restent admissibles pour la structure de celle-ci (pour éviter par exemple une fissuration inacceptable ou des problèmes de corrosion) (STR),
- Que la mobilisation du terrain est suffisamment faible sous charge axiale pour éviter des déplacements inacceptables pour la structure portée. En d'autres termes, que la charge de fluage de compression reste supérieure ou égale à la charge axiale transmise par le pieu au terrain.

## 6.2 STABILITE GENERALE DU SITE (ELU)

La configuration du site ne nécessite pas de mener une vérification en stabilité générale, celle-ci étant assurée.

## 6.3 ETAT LIMITE DE PORTANCE (ELU)

### 6.3.1 BASE THEORIQUE

A l'ELU, selon l'approche de calcul 2, pour démontrer qu'une fondation profonde supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, l'inégalité suivante doit être satisfaite, pour tous les cas de charges et de combinaisons de charges :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Avec :

-  $F_{c;d}$  : valeur de calcul de la charge de compression axiale sur la fondation (poids de la fondation comprise en général),

-  $R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} = R_{b;d} + R_{s;d}$  : valeur de calcul de la portance de la fondation profonde, avec

$R_{b;d}$  : valeur de calcul de la résistance de pointe et  $R_{s;d}$  : valeur de calcul de la résistance de frottement axial d'une fondation profonde ( $R_{s;k}$  et  $R_{b;k}$  les valeurs caractéristiques),

$\gamma_t, \gamma_b$  et  $\gamma_s$  : facteurs partiels pour les résistances correspondantes.

La détermination de la portance limite est réalisée à partir de la méthode pressiométrique selon la procédure du « modèle de terrain » à partir de l'expression suivante :

$$R_{b;k} = A_b q_{b;k} \text{ et } R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} q_{s;i;k}$$

$$q_{b;k} = \frac{q_b}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}} \text{ et } q_{s;i;k} = \frac{q_{s;i}}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}}$$

Avec :

$\gamma_{R;d1}$  : valeur du coefficient partiel de modèle lié à la dispersion du modèle de calcul,

$\gamma_{R;d2}$  : valeur du coefficient partiel lié au calage des méthodes de calcul,

$A_b$  : surface de la base d'une fondation profonde,

$A_s$  : surface de la section transversale du fût d'une fondation profonde,

$q_b$  : valeur de pression résistante limite à la base d'une fondation profonde ( $q_{b;k}$  valeur caractéristique),

$q_{s;i}$  : valeur de frottement axial unitaire limite de la fondation profonde pour la  $i^{\text{ème}}$  couche de terrain ( $q_{s;i;k}$  valeur caractéristique).

Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017. Les notes de calcul sont annexées.

### 6.3.2 CARACTERISTIQUES DES PIEUX

Type de fondations profondes :

- Pieux circulaires forés à la tarière creuse de 0,4 à 0,8 m de diamètre,
- Armatures toute hauteur pour la reprise des efforts horizontaux,
- Selon l'eurocode 7 ces pieux sont classés :
  - Classe : 2
  - Catégorie : 6
  - Technique de mise en œuvre : foré tarière creuse simple rotation
  - Abréviation : FTC
  - Norme de référence : NF EN 1536

Longueur de fiche :

- **Les pieux seront ancrés d'au moins 1,5 m** dans les marnes et calcaires altérés (couche 3).

### 6.3.3 MODELE DE TERRAIN

Le modèle de terrain retenu pour le dimensionnement est le suivant :

Couche	N°	Profondeur base (m)	Epaisseur (m)	$q_s$ (kPa)	$\alpha$	$E_m$ (MPa)	$Pl^*$ (MPa)	$K_p$
Remblais	1	2,0	2,0	0	0,67	5,5	0,6	-
Argiles	2	5,5	3,5	0	0,67	1,5	0,2	-
Calcaires marneux altérés	3	7,4	1,9	130*	0,67*	9*	0,9*	1,6*
Calcaires marneux indurés	4	14,3	6,9					
Marnes	5	16,5	2,2					
Calcaires marneux indurés	4	> 20	> 3,7					

\* paramètres unifiés compte tenu des variations verticales de faciès et de résistances mécaniques rencontrées en sondages

### 6.3.4 APPLICATIONS NUMERIQUES

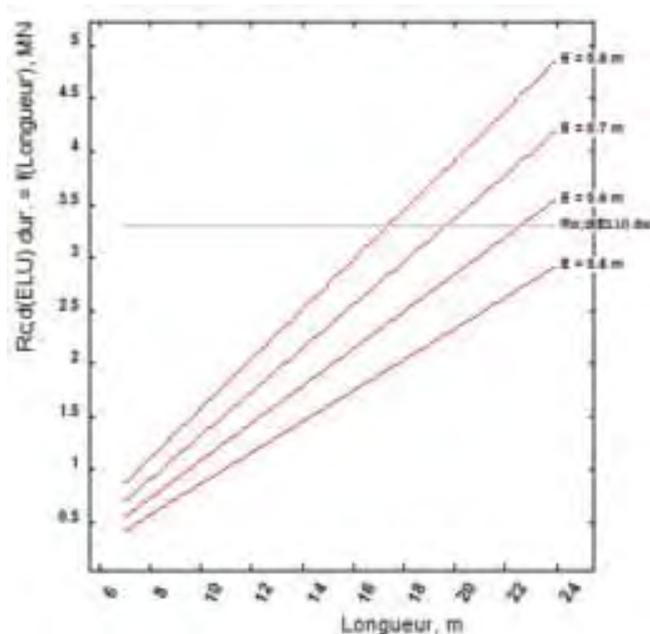
Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017.

Les notes de calcul sont annexées.

Par exemple, pour un pieu avec une charge à l'ELU durable et transitoire de **3300 kN**, la fiche minimale sera en fonction du diamètre :

	Diamètre du pieu (m)		
	0,6	0,7	0,8
Fiche minimale (m)	22,6	19,6	17,4

Les charges de calcul à l'ELU durable et transitoire des pieux à considérer pour des diamètres de 0,5 à 0,8 m et pour des fiches comprises entre 7,0 et 24,0 m sont données en annexe et synthétisées ci-dessous :



## 6.4 ETAT LIMITE DE TRACTION (ELU)

### 6.4.1 BASE THEORIQUE

Pour démontrer qu'une fondation profonde isolée supportera la traction de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de résistance à la traction du terrain, l'inégalité suivante doit être satisfaite pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge à l'état-limite ultime :

$$F_{t;d} \leq R_{t;d}$$

Avec :

-  $F_{t;d}$  : valeur de calcul de la charge de traction axiale sur la fondation (poids de la fondation comprise en général),

-  $R_{t;d} = \frac{R_{t;k}}{\gamma_{s;t}} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_{s;t}} = R_{s;d}$  : valeur de calcul de la résistance de traction de la fondation profonde, avec  $R_{s;d}$  : valeur de calcul de la résistance de frottement axial d'une fondation profonde ( $R_{s;k}$  la valeur caractéristique).  
 $\gamma_{s;t}$  : facteurs partiels pour les résistances correspondantes.

La détermination de la résistance de traction est réalisée à partir de la méthode pressiométrique selon la procédure du « modèle de terrain » à partir de l'expression suivante :

$$R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} q_{s;i;k}$$

$$\text{et } q_{s;i;k} = \frac{q_{s;i}}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}}$$

Avec :

$\gamma_{R;d1}$  : valeur du coefficient partiel de modèle lié à la dispersion du modèle de calcul,

$\gamma_{R;d2}$  : valeur du coefficient partiel lié au calage des méthodes de calcul,

$q_{s;i}$  : valeur de frottement axial unitaire limite de la fondation profonde pour la  $i^{\text{ème}}$  couche de terrain ( $q_{s;i;k}$  valeur caractéristique).

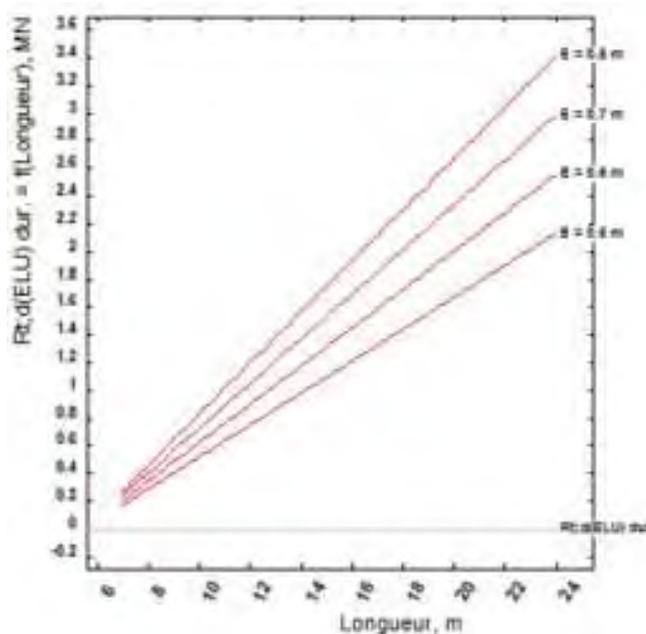
#### 6.4.2 APPLICATIONS NUMERIQUES

Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017. Les notes de calcul sont annexées.

Pour un pieu avec une charge à l'ELU durable et transitoire de 3300 kN, la résistance de traction à l'ELU durable et transitoire, sera en fonction du diamètre :

	Diamètre du pieu (m)		
	0,6	0,7	0,8
Fiche minimale (m)	22,6	19,6	17,4
$R_{t;d}$ ELU dur (kN)	2370	2280	2200

Les tractions de calcul à l'ELU durable et transitoire des pieux à considérer pour des diamètres de 0,5 à 0,8 m et pour des fiches comprises entre 7,0 et 24 m sont données en annexe et synthétisées ci-contre.



## 6.5 RESISTANCE AUX CHARGES TRANSVERSALES (ELU)

Pour démontrer qu'une fondation profonde peut supporter une charge latérale de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis de la rupture, l'inégalité suivante doit être satisfaite pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge à l'état-limite ultime :

$$F_{tr;d} \leq R_{tr;d}$$

Avec :

- $F_{tr;d}$  : valeur de calcul de la charge latérale d'un pieu,
- $R_{tr;d}$  : valeur de calcul de la résistance d'un pieu chargé latéralement.

Dans le cadre d'un calcul de type MISS relatif à une fondation profonde soumise à des sollicitations transversales, il est nécessaire de définir une loi d'interaction locale pour modéliser l'interaction entre la fondation profonde et le sol. Cette loi d'interaction nécessite la détermination d'un module linéique de mobilisation de la pression frontale  $K_f$  pour un élément de fondation profonde.

Il est calculé par les formules suivantes :

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3}(2,65)^\alpha + \alpha} \text{ pour } B \leq B_0$$

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B} \left(2,65 \cdot \frac{B}{B_0}\right)^\alpha + \alpha} \text{ pour } B \geq B_0$$

avec  $B_0 = 0,6 \text{ m}$

Pour des sollicitations de longues durées, on retiendra  $K_{fl} = \frac{K_{fc}}{2}$

Les valeurs de  $K_{fc}$  à retenir pour les calculs sont :

Couche (n°)	Nature	Em (MPa)	$\alpha$	K <sub>fc</sub> (MPa) pour b ≤ b <sub>0</sub>	K <sub>fc</sub> (MPa)	
					b = 0,7 m	b = 0,8 m
1	Remblais	5,5	0,67	20,4	21,2	22,0
2	Argiles	1,5	0,67	5,5	5,7	6,0
3	Calcaires marneux altérés	9*	0,67*	33*	34*	36*
4	Marno-calcaires					
5	Marnes					

\* paramètres unifiés compte tenu des variations verticales de faciès et de résistances mécaniques rencontrées en sondages

## 6.6 RESISTANCE STRUCTURALE (ELU et ELS)

Pour démontrer que la résistance structurale d'une fondation profonde est assurée avec une sécurité adéquate, on doit vérifier que la résistance du matériau constitutif de la fondation profonde est suffisante pour supporter les effets des actions (effort tranchant maximal, moment fléchissant maximal, effort normal maximal) qui lui sont appliquées.

### 6.6.1 BETON, COULIS OU MORTIER

#### a) Base théorique :

Pour la vérification de la résistance structurale d'une fondation profonde en béton, coulis ou mortier, les dispositions de la norme NF EN 1992-1-1 avec son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA s'appliquent, complétées par les spécifications qui suivent.

Conformément aux dispositions de la norme NF EN 1992-1-1, pour l'établissement des projets, un béton, coulis ou mortier doit être défini :

- Par sa résistance caractéristique à la compression  $f_{ck}^*$ ,
- Par sa résistance caractéristique à la traction  $f_{ctk0,05}$ , le cas échéant.

Les valeurs de résistance sont égales à :

- Valeur caractéristique de la résistance en compression du béton :

$$f_{ck}^* = \inf (f_{ck}(t); C_{\max}; f_{ck}) \frac{1}{k_1 k_2}$$

- Valeur de calcul de la résistance du béton en compression (ELU) :

$$f_{cd} = \text{Min} \left( \alpha_{cc} k_3 \frac{f_{ck}^*}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{f_{ck}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{C_{\max}}{\gamma_c} \right)$$

$\alpha_{cc} = 1$  pour des pieux armés toute hauteur

$k_3 = 1,2$

$\gamma_c = 1,5$  pour des situations durables et transitoires

- Valeur moyenne  $\sigma_{cmoy}$  et maximale  $\sigma_{cmax}$  de la contrainte de compression du béton aux états limites de service (ELS) :

Les contraintes moyennes et maximales en compression du béton à l'état limite de service caractéristique seront respectivement égales à :

$$0,3k_3 f_{c;k}^* \text{ et } \text{Min}(0,6k_3 f_{c;k}^*; 0,6f_{c;k})$$

**b) Application numérique :**

Pour des pieux forés à la tarière creuse :

- $k_1 = 1,35$ ,  $k_2 = 1$ ,  $k_3 = 1,2$  (contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût),
- $C_{\max} = 30$  MPa,
- $f_{ck} = 25$  MPa
- Valeur caractéristique de la résistance en compression du béton :  

$$f_{ck}^* = 18,5 \text{ MPa}$$
- Valeur de calcul de la résistance du béton en compression (ELU) :  

$$f_{cd} = 14,8 \text{ MPa}$$
- Valeur moyenne  $\sigma_{cmoy}$  et maximale  $\sigma_{cmax}$  de la contrainte de compression du béton aux états limites de service (ELS) :

$$\sigma_{cmoy} = 6,67 \text{ MPa} \quad \text{et} \quad \sigma_{cmax} = 13,32 \text{ MPa}$$

**6.6.2 ACIER**

La vérification des aciers sera menée conformément à l'eurocode 2.

**6.7 MOBILISATION DU SOL SUPPORT (ELS)****6.7.1 BASE THEORIQUE**

Le niveau de sollicitation du terrain par une fondation profonde en service doit être compatible avec les exigences de déplacement axial de la fondation profonde soumise à une charge axiale.

Il convient de vérifier que la mobilisation du terrain demeure inférieure, selon le cas, à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression  $R_{c;cr;d}$ .

L'inégalité suivante doit être satisfaite :

$$F_d \leq R_{c;cr;d}$$

$$\text{Avec : } R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr}$$

Et avec :

$F_d$  est la valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale transmise par le pieu au terrain,

$R_{c;cr;d}$  est la valeur de calcul de la charge de fluage de compression,

$R_{c;cr;k}$  est la valeur caractéristique de la charge de fluage de compression,

$\gamma_{cr}$  la valeur du facteur partiel sur la charge de fluage de compression.

**6.7.2 APPLICATION NUMERIQUE**

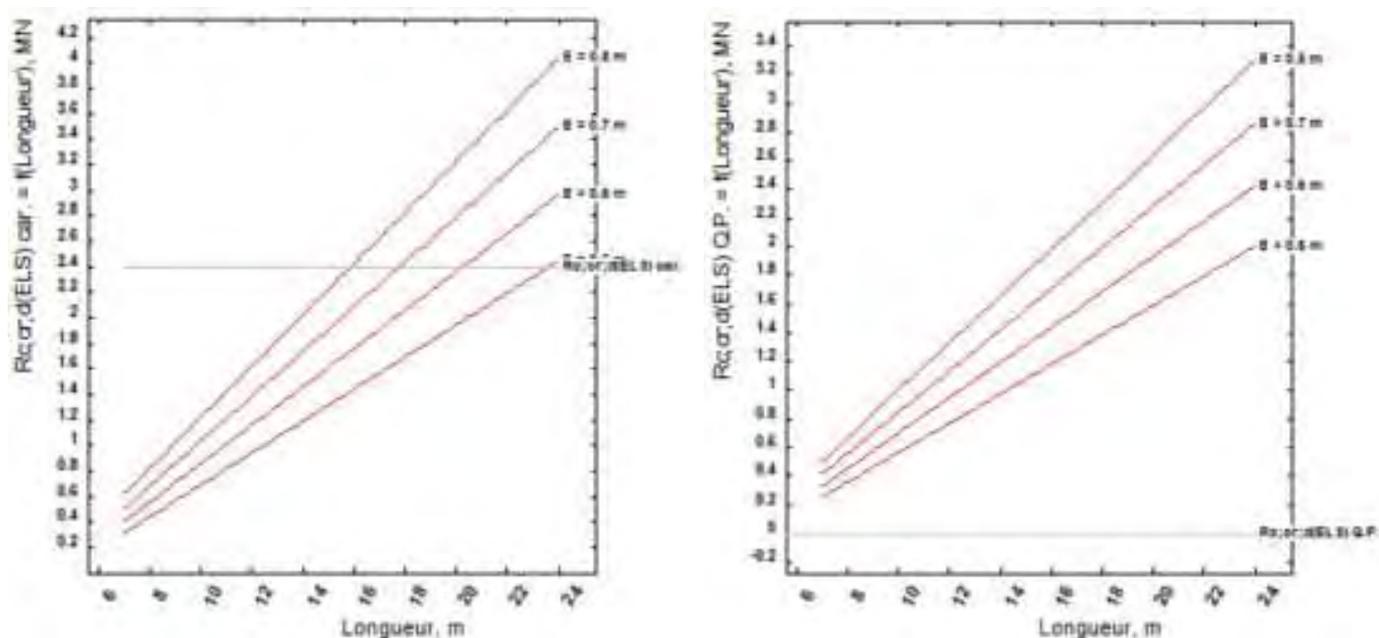
Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017. Les notes de calcul sont annexées.

Pour les fiches minimales déterminée à l'ELU durable et transitoire, en fonction du diamètre des pieux, on aura :

	Diamètre du pieu (m)		
	0,6	0,7	0,8
Fiche minimale (m)	22,6	19,6	17,4
$R_{c;cr;d}$ ELS car (kN)	2760	2720	2720
$R_{c;cr;d}$ ELS quasi perm (kN)	2250	2230	2210

La mobilisation du terrain demeure bien inférieure à la charge axiale transmise au sol.

La synthèse en fonction des diamètres des pieux, pour des fiches comprises entre 7 et 24 m est donnée ci-dessous :



## 6.8 DEPLACEMENT DES FONDATIONS PROFONDES (ELS)

Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017. Les notes de calcul sont annexées.

Selon la méthode de Franck et Zhao – Estimation, par les paramètres pressiométriques, de l'enfoncement sous charge axiale de pieux forés dans des sols fins – BLPC n°119 – mai-juin 1982, les tassements estimés sont donnés ci-après, pour le pieu le plus chargé :

	Diamètre du pieu (m)		
	0,6	0,7	0,8
Fiche minimale (m)	22,6	19,6	17,4
Tassements (mm)	11,6	11,0	11,3

Ces tassements sont acceptables.

## **6.9 PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE DES FONDATIONS**

Les pieux devront être réalisés conformément à la norme NF EN 1536.

Il conviendra d'employer un béton faisant prise sous l'eau. La densité du coulis sera adaptée à la présence éventuelle de circulations importantes d'eau à l'interface entre les alluvions argileuses (couche 2) et le substratum de marnes et calcaires et au sein des marnes et calcaires, ce qui a été constaté en sondages.

Les pieux au droit du sous-sol seront réalisés avant terrassements et recépés par des méthodes assurant la conservation de leur intégrité, notamment pendant les terrassements (par exemple solution type recepieux).

Les fiches des pieux devront être ajustées en fonction de la profondeur réelle des marno-calcaires (dès la couche 3), ce qui pourra conduire à allonger la fiche de certains pieux implantés entre les sondages.

Il conviendra de prévoir une tarière « rocher » pour l'ancrage dans les marno-calcaires (dès la couche 3). Il sera également nécessaire de prévoir l'utilisation d'un outil adapté pour passer les bancs de calcaires durs présents dans les marno-calcaires indurés (couche 4). Nous rappelons que des bancs de calcaires durs avec des pressions limites  $p_l^*$  supérieures à 5,2 MPa et des modules pressiométriques  $E_m$  supérieurs à 200 MPa ont été détectés dans cette formation. A ce titre l'entreprise spécialisée vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'elle propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.

Il conviendra de prévoir la mise en place d'une pelle mécanique ou d'un brise roche hydraulique (BRH) sur le chantier pour purger des anciennes maçonneries enterrées, dans le cas où ces dernières n'auraient pas été totalement purgées lors de la démolition des bâtiments existants, qui pourraient être détectées dans les remblais (couche 1) entre 0 à 2 m de profondeur.

Les paramètres de forage et de bétonnage devront être enregistrés afin de garantir, entre autres, l'ancrage des pieux dans les marnes et calcaires (dès la couche 3).

Dans les marnes et calcaires, la quantité usuelle de coulis à injecter est 2 à 6 fois supérieure au volume de scellement calculé à partir du diamètre de forage, en fonction de l'altération et de la fracturation. Des surconsommations de béton pourront également être observées dans les remblais (couche 1) et les argiles molles (couche 2).

## VII – TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS

Les solutions de soutènement seront les suivantes en fonction de la période d'exécution des terrassements, du coulage des planchers bas et des voiles du sous-sol et du niveau piézométrique de la nappe :

- En période de basses eaux durable (mai à octobre en général) et avec un niveau piézométrique inférieur à la cote de + 2,3 m IGN69, dans une dynamique baissière, on pourra envisager la réalisation **d'une paroi berlinoise sur les 3 côtés extérieurs et d'un talus côté bâtiment A,**
- En période de hautes eaux (octobre à mai en général), on envisagera la réalisation d'une **paroi de pieux sécants sur les 4 côtés du sous-sol.**

### 7.1 TERRASSEMENTS

Les terrassements en déblais auront principalement lieu dans des remblais hétérogènes (couche 1) et des alluvions argileuses molles (couche 2).

Les essais au pénétromètre ont mis en évidence que les remblais (couche 1) sont moyennement indurés à indurés sur le premier mètre.

Les remblais essentiellement pulvérulents ne se tiendront pas aux terrassements quelles que soient les conditions météorologiques. Une pelle mécanique de moyenne à forte puissance sera nécessaire pour le terrassement en déblais dans ces sols.

Les argiles (couche 2) resteront cohérentes et devraient se tenir aux terrassements en conditions météorologiques favorables (pluies faibles).

Nous rappelons qu'en période pluvieuse des circulations anarchiques d'eaux d'infiltration seront à attendre dans les remblais (couche 1). Il pourra également se former des poches de rétentions d'eau dans ces sols eu égard à la faible perméabilité des argiles (couche 2) sous-jacentes. L'épuisement des fouilles devrait se faire sans grandes difficultés, vraisemblablement avec des débits d'exhaure de l'ordre de 5 m<sup>3</sup>/h (5 à 10 m<sup>3</sup>/h en cas de talutage).

Les terrassements des derniers mètres pourront se faire dans des sols argileux saturés en eau. Il pourra donc être nécessaire de prévoir l'évacuation de ces eaux par pompage. L'épuisement des fouilles devraient se faire avec débits d'exhaure inférieurs à très inférieurs à 5 m<sup>3</sup>/h dans ces sols argileux.

La partie supérieure des terrassements sera composée par des argiles molles (couche 2) qui pourront être à l'état très humide, soit une PST égale à 0. Ces sols pourront poser des difficultés de traficabilité. Dans ces conditions il conviendra de prévoir au moins la mise en place d'un béton de propreté en fond de fouille sur au moins une dizaine de centimètres. Ce béton pourra servir de lest, le cas échéant.

En fonction du niveau piézométrique à considérer pour la nappe, des sous-pressions plus ou moins importantes seront à considérer au toit des marnes et calcaires peu altérés (couches 4 à 5), à l'interface avec les argiles (couche 2) et les marnes et calcaires altérés (couche 3).

Il semblerait, à ce stade de notre connaissance du contexte hydrogéologique, qu'avec un niveau piézométrique à la cote de + 2,30 m IGN69 et une cote de terrassement de + 0,39 m IGN69, le coefficient de sécurité F défini comme le rapport des pressions stabilisatrices (pression du sol argileux déjaugé = 7

kN/m<sup>2</sup>/m) sur les forces déstabilisatrices (pression de l'eau 10 kN/m<sup>2</sup>/m) est égal à 1,0, soit une situation d'équilibre.

Il est impossible de déterminer la précision de cette cote, sans un suivi piézométrique sur le long terme et des essais de terrassement.

**Dans ces conditions, il est fortement conseillé de travailler en période de basses eaux pour réduire au maximum les problèmes liés à la nappe captive. En effet les études hydrogéologiques dans le secteur indiquent des débits d'exhaure très importants (plus de 300 m<sup>3</sup>/h) si un rabattement même très faible de la nappe doit être entrepris.**

**Avant le démarrage des terrassements, les piézomètres dans l'emprise du sous-sol devront être rebouchés avec du béton afin d'éviter les résurgences d'eau par ces sondages.**

Les talus pourront être dressés avec une pente de 2H/3B (2 de hauteur pour 3 de base) dans les remblais (couche 1) et les argiles (couche 2).

En fonction des conditions météorologiques d'exécution, notamment en période sèche durable, la pente des talus pourra être augmentée à 1H/1B dans les argiles (couche 2).

Il conviendra de ne pas circuler ou stocker en tête des talus sur les deux premiers mètres.

Les talus seront drainés en pieds et en tête pour récupérer les eaux de ruissellement et d'infiltration.

## 7.2 SOUTÈNEMENTS

Compte tenu de la présence, de mitoyens proches, de terrains superficiels aux caractéristiques géotechniques faibles à très faibles et de sous-pressions au toit de la couche de marnes et calcaires liées à la nappe captive qu'ils contiennent susceptibles de nécessiter des rabattements de nappe et d'épuisement des fouilles, la réalisation des terrassements du sous-sol nécessite la réalisation de soutènements plus ou moins importants en fonction de la période d'exécution.

Ces parois de soutènement seront idéalement porteuses et reprendront les charges de la superstructure. Une poutre de couronnement assurera la répartition des charges linéaires sur les pieux porteurs.

Pour le dimensionnement des soutènements les paramètres de sols suivants pourront être retenus :

Couche (n°)	Nature	Cohésion effective c' (kPa)	Angle de frottement interne effectif $\phi'$ (°)	Poids volumique $\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	Remblais	0	25°	18
2	Argiles	5	23°	17
3	Marno-calcaires altérés	10	30°	19
4	Marno-calcaires indurés	20	30°	20
5	Marnes	20	30°	20

Le calcul de la déformée de ces parois a été réalisé au moyen du logiciel KREA de la société TERRASOL, version 4.0.9. Les notes de calcul sont annexées.

Les cas suivants ont été considérés :

- Présence d'un mitoyen RDC à 6 m avec trafic VL au contact,
- Sans mitoyen avec charge de trafic (10 kN/m<sup>2</sup>).

### 7.2.1 PAROIS DE PIEUX SECANTS

**Il sera pris comme exemple pour le dimensionnement des parois de pieux forés à la tarière creuse en diamètre 620 mm espacés de 0,57 m.**

Les phasages de réalisation des parois de pieux sécants seront les suivants :

- Phase 1 : réalisation de la paroi et de la poutre de couronnement,
- Phase 2 : excavation jusqu'à la cote de + 0,39 m IGN69,
- Phase 3 : coulage gros béton en fond de fouilles.

Les parois de pieux sécants seront autostables pour faciliter les opérations de terrassements.

Les fiches minimales calculées se limitent à la justification du défaut de butée. Elles ne prennent pas en compte les charges linéiques correspondant à la superstructure en appui sur la paroi. Les pieux porteurs des parois présenteront des fiches plus importantes et seront dimensionnés comme les pieux de fondation classiques (chapitre VI).

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Cas traités	Diamètre des pieux (m)	Cote fiche minimale (m IGN69)	Fiche minimale pieu (m)	Déplacement max en tête (mm)
RDC à 6 m + trafic VL au contact	0,62	- 5,2 IGN69	9,3	9,2
Charge trafic	0,62	- 5,1 IGN69	9,2	8,8

S'il est envisagé de laisser la paroi à nu et pour garantir une étanchéité imparfaite avec acceptation de suintements dans la limite imposée par le DTU 14.1 – travaux de cuvelage, les parois seront réalisées avec le plus grand soin :

- Utilisation d'un guide pour assurer l'alignement des pieux et leur verticalité,
- Le chevauchement ne pourra être inférieur à 1/8 du diamètre des pieux.

### 7.2.2 PAROIS BERLINOISES

**Il sera pris comme exemple pour le dimensionnement des parois berlinoises, des fers HEB 240 mm espacés de 2 m, scellés au coulis dans des forages exécutés en diamètre 420 mm, avec blindage bois. Ces parois seront butonnées en angle et braconnées tous les 4 m en première approche. Les bracons**

**pourront être appuyés sur les fondations profondes. Une risberme intermédiaire sera laissée en place pour limiter les déplacements des parois lors des premières phases de terrassement.**

Les phasages de réalisation des parois berlinoises seront les suivants :

- Phase 1 : mise en place des fers H. Compte tenu des caractéristiques mécaniques très élevées des sols d'ancrages et pour réduire fortement les nuisances sonores, les fers H devront être scellés au coulis sous la cote de terrassement,
- Phase 2 : excavation jusqu'à la cote de + 0,39 m IGN69 en laissant une risberme de 1,5 m de largeur à la cote haute de + 2,2 m IGN69 et de 3,3 m de largeur en pied. Cette cote a été déterminée en considérant que le talus de la risberme présentera une pente de 1H/1B (1 de hauteur pour 1 de base). Blindage de la paroi en éléments de bois à l'avancement jusqu'à la cote de + 2,2 m IGN69,
- Phase 3 : pose des butons et bracons,
- Phase 4 : terrassement de la risberme et blindage de la paroi en éléments de bois à l'avancement jusqu'à la cote de + 0,39 m IGN69,
- Phase 5 : coulage des planchers bas du sous-sol,
- Phase 5 : coulage des contrevoiles porteurs du sous-sol,
- Phase 6 : coulage des planchers bas du RDC,
- Phase 7 : retrait des butons.

Les butons et bracons seront conservés jusqu'au coulage des planchers bas du sous-sol et du RDC.

Les fiches minimales calculées se limitent à la justification du défaut de butée. Elles ne prennent pas en compte les charges linéiques correspondant à la superstructure en appui sur la paroi. Les pieux porteurs des parois présenteront des fiches plus importantes et seront dimensionnés comme les pieux de fondation classiques (chapitre VI).

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Cas traités	Type de fers (m)	Espacement des fers (m)	Cote fiche minimale (m IGN69)	Fiche minimale fers (m)	Déplacement max en tête (mm)
RDC à 6 m + trafic VL au contact	HEB 240	2	- 4,2 IGN69	8,3	30,3
Charge trafic	HEB 240	2	- 4,1 IGN69	8,2	27,2

### **7.2.3 DISPOSITIONS COMMUNES AUX PAROIS**

**Les parois devront être étudiées en mission G3 phase suivi selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013, sur la base des descentes de charges définitives et contrôlées en mission G4.**

Un suivi des déplacements des parois et des mitoyens par la mise en place de cibles devra être prévu.

Dans tous les cas, il conviendra de tendre vers un déplacement en tête le plus réduit possible afin d'éviter notamment les problèmes d'excentrement des charges sur une poutre de couronnement désaxée.

**La procédure de suivi, la localisation des cibles et les valeurs seuils de déplacement à retenir seront définies en mission G3 et contrôlées en mission G4.**

## **VIII – PLANCHERS BAS**

Compte tenu de la présence d'alluvions argileuses molles (couche 2) sous la base des futurs planchers bas du sous-sol, **les planchers seront portés par les fondations.**

Les planchers bas du sous-sol devront être dimensionnés pour reprendre les sous-pressions liées à la nappe en fonction des valeurs caractéristiques retenues et rappelées ci-dessous :

- Niveau d'étiage de la nappe (EB) : cote de + 1,5 m IGN69,
- Niveau de hautes eaux (EH) : cote de + 3,00 m IGN69,
- Niveau exceptionnel des eaux (EE) : cote de + 3,60 m IGN69.

## **IX - MITOYENS**

L'exécution des terrassements du sous-sol implique des travaux de terrassements au contact immédiat d'un bâtiment en cours de construction de type R + 3 en limite de propriété Nord, et à environ 6 m des bâtiments existants de type rez-de-chaussée implantés en limites de propriété Sud, s'ils ne sont pas démolis d'ici l'exécution de ce chantier.

D'après notre enquête sur le terrain et les informations recueillies auprès du bureau d'études structures TE.CO, le bâtiment mitoyen de type R + 3 implanté en limites de propriété Nord est fondé par micropieux, et ne présente pas de sous-sol.

Il conviendra donc de réduire au maximum les déplacements de sols par la mise en place de soutènements au droit des terrassements du sous-sol en limites de propriété.

Toutes les précautions seront prises pour ne pas déstabiliser les existants et les aménagements publics.

## **X - L'EAU DANS LE SOL**

Le suivi des relevés piézométrique est en cours. Il permettra notamment, en association avec les études disponibles, une confirmation des différents niveaux remarquables de la nappe souterraine à considérer au droit du futur projet (EE, EH, EB) et une approche des débits d'exhaure à attendre lors des travaux de terrassements.

### **AVERTISSEMENT :**

Les cotes des niveaux d'eau communiquées dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu'une mesure ponctuelle.



Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage ou de ses conseils pour toutes informations complémentaires et pour réaliser les missions de supervision du suivi d'exécution de type G4, conformément à la norme NF P 94-500.

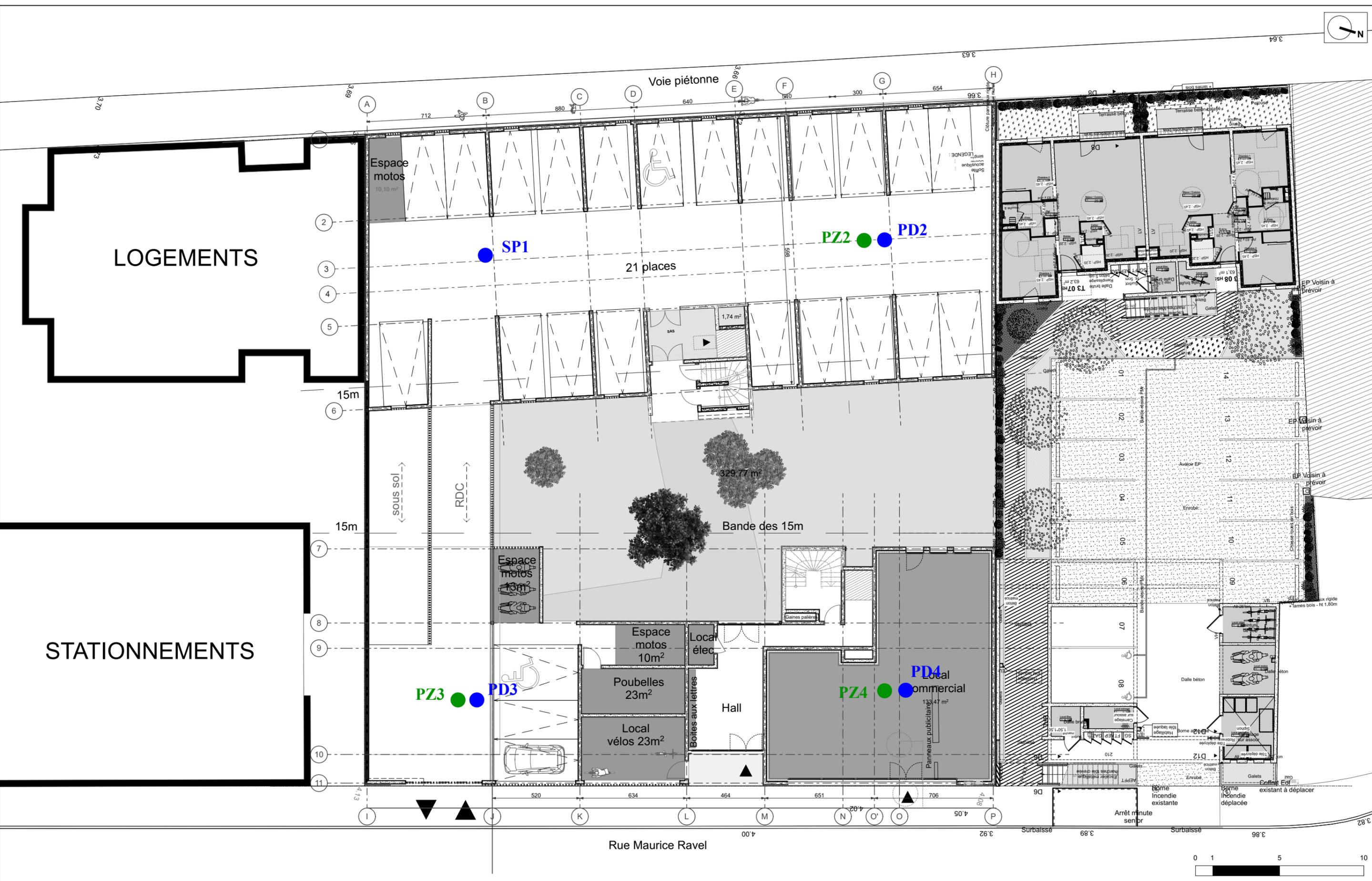
L'ingénieur chargé du dossier  
**Laurent DESINDES**



Contrôle Qualité  
**Sabrina LAVAUD**







**COINET ASSOCIÉS**  
SARL d'Architecture

6 rue Alfred Kastler  
"La Déferlante"  
17000 LA ROCHELLE  
(+33) 5 46 45 14 01  
coinetassociés@coinet-architecte.fr

**MEDIATIM PROMOTION**

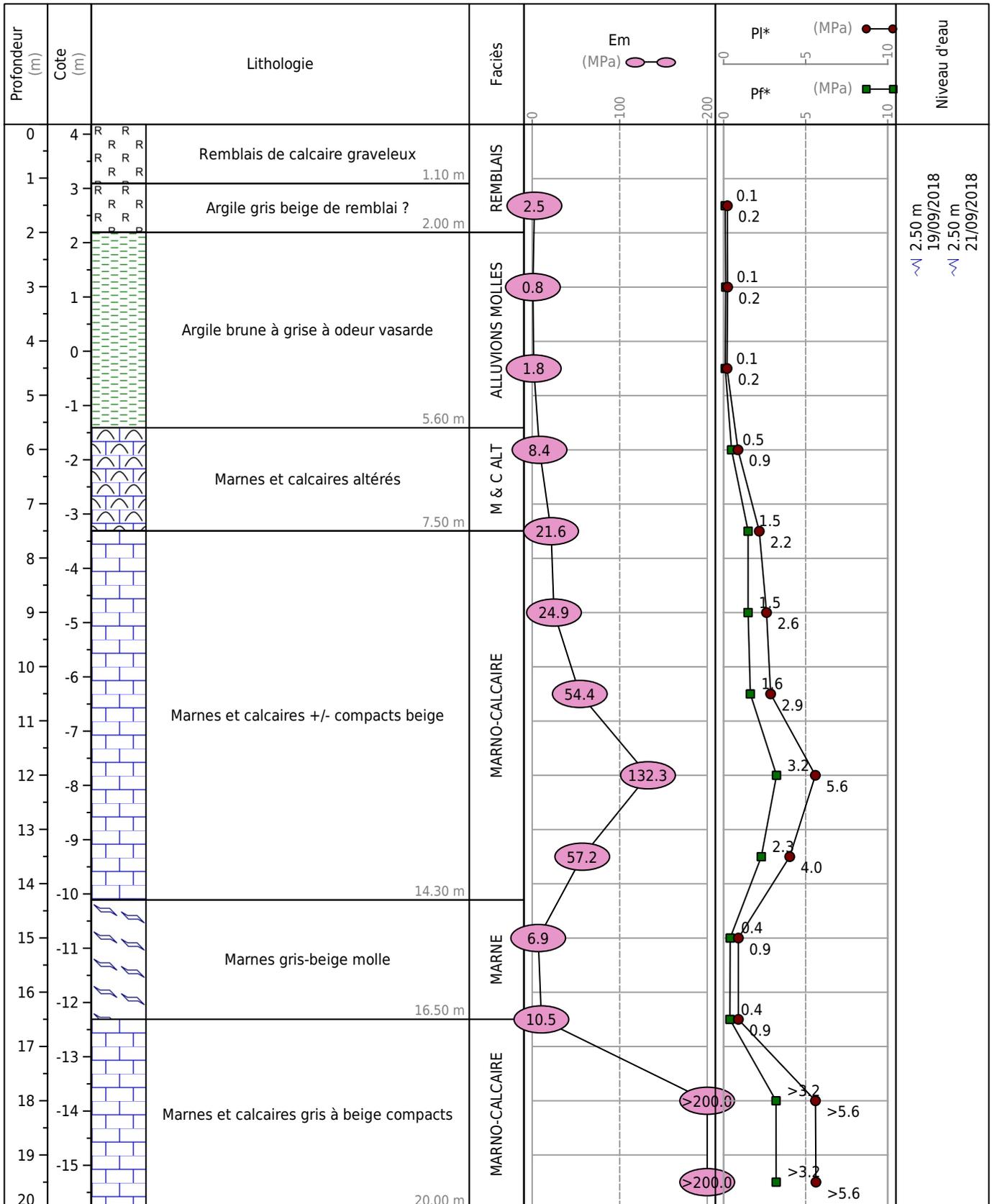
**MEDIATIM PROMOTION**  
Constructeur Promoteur

**MEDIATIM PROMOTION**  
40 rue de la Désirée  
17000 LA ROCHELLE

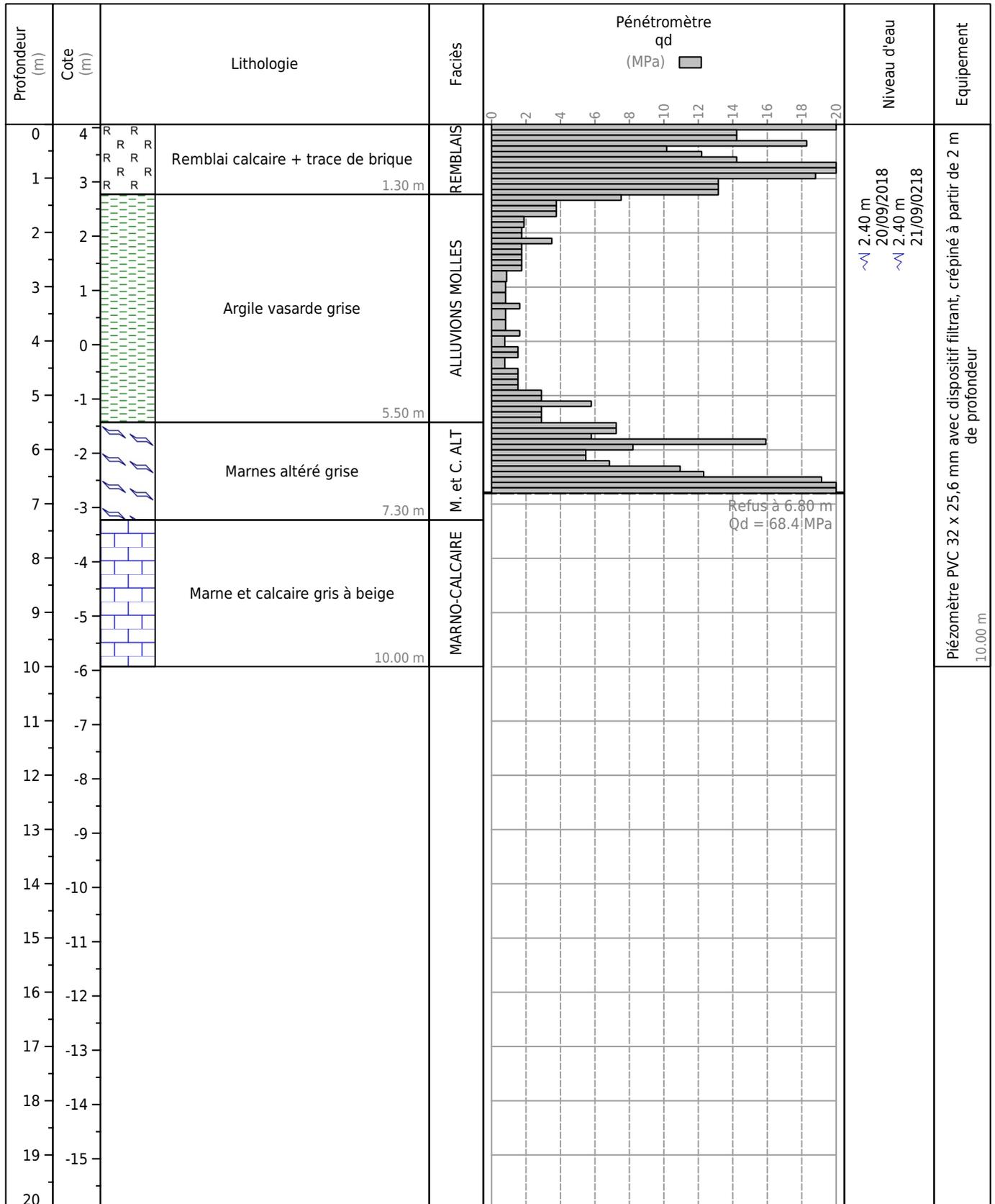
**RAVEL - 39 LOGEMENTS**  
rue Maurice Ravel  
17000 LA ROCHELLE

**RDC**

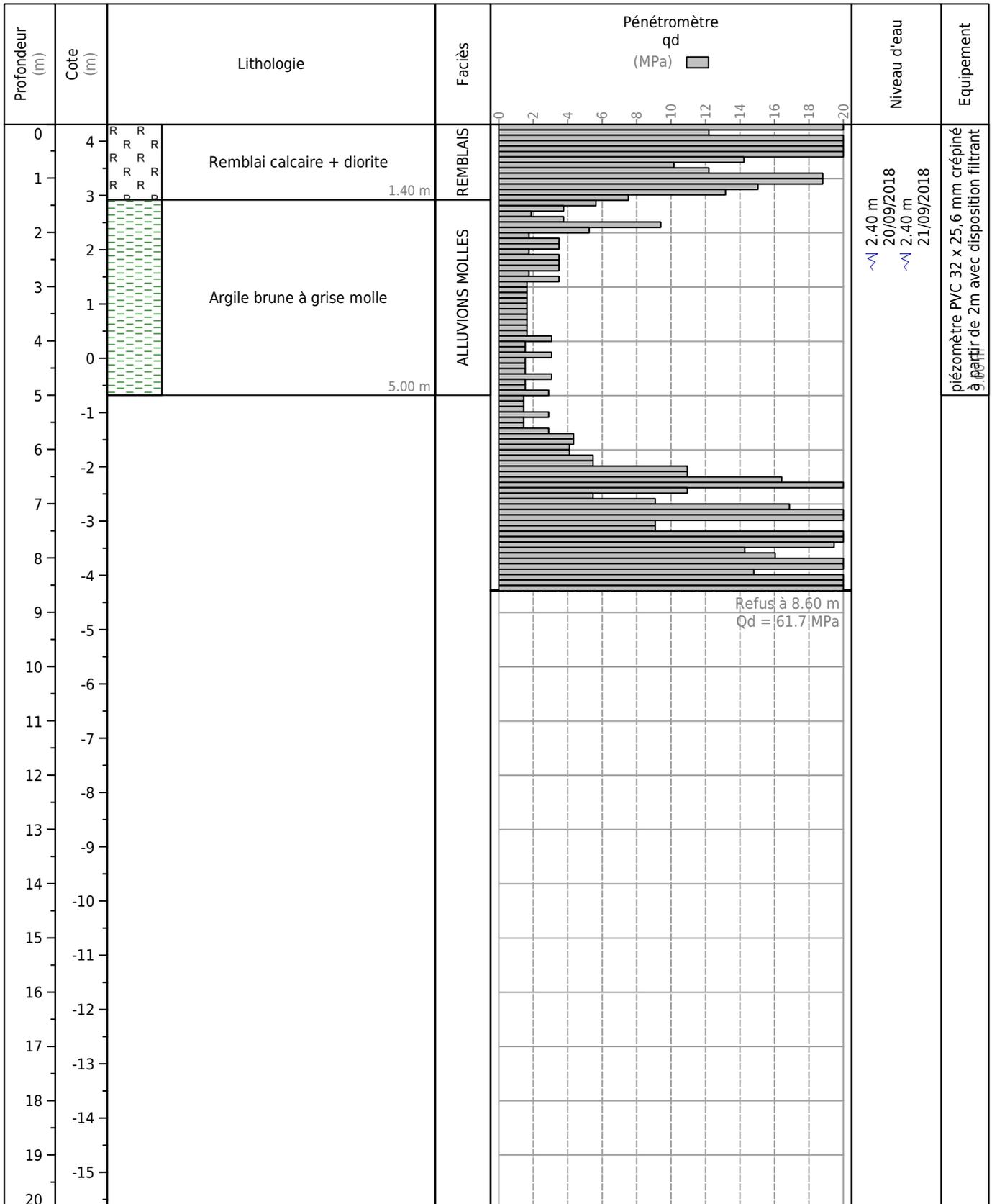
DOSSIER	PHASE	DATE
662	PC	13/04/2018
PLAN	INDICE	ECHELLE
-04		1/200



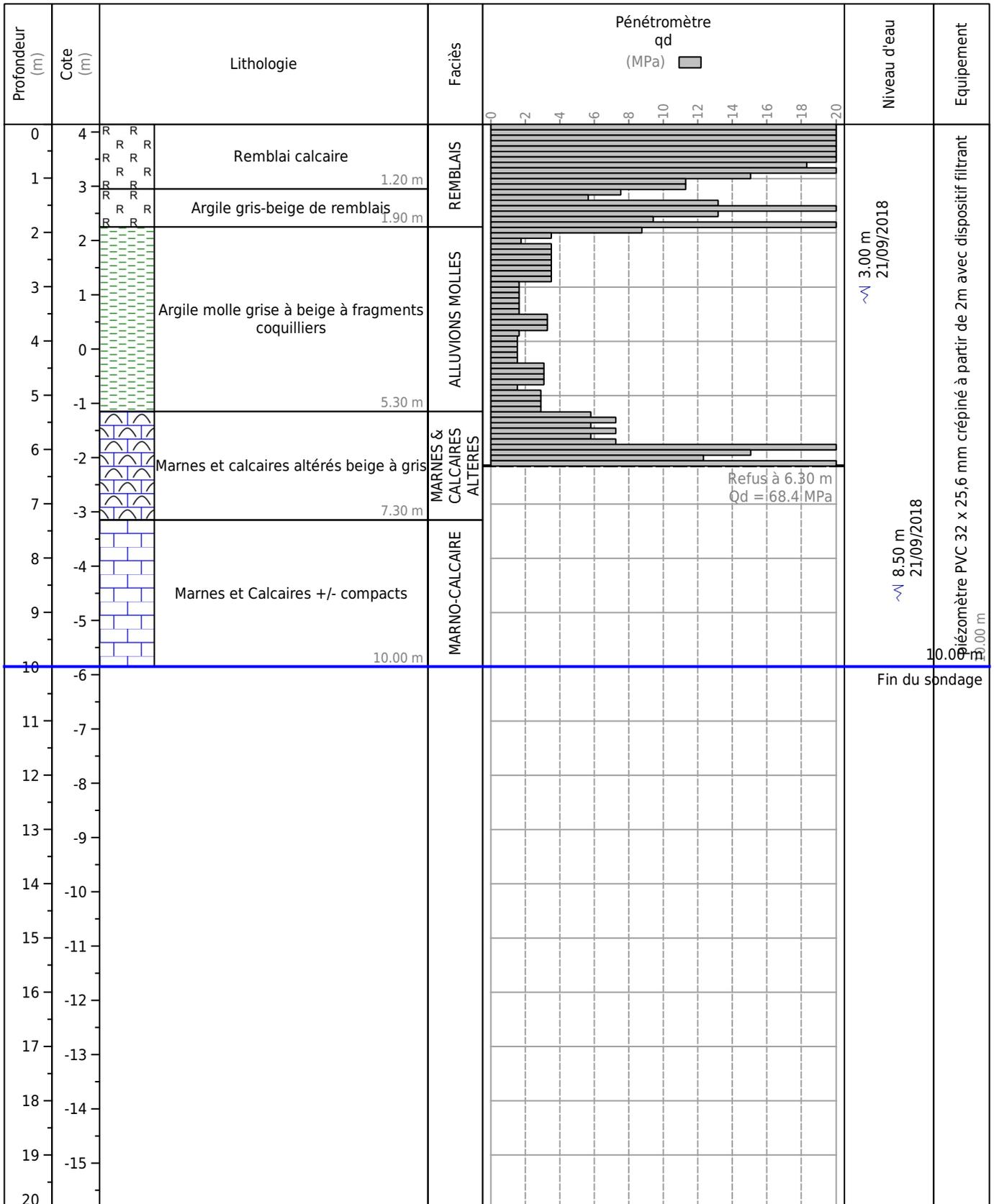
Obs. :



Obs. :



Obs. :



Obs. :



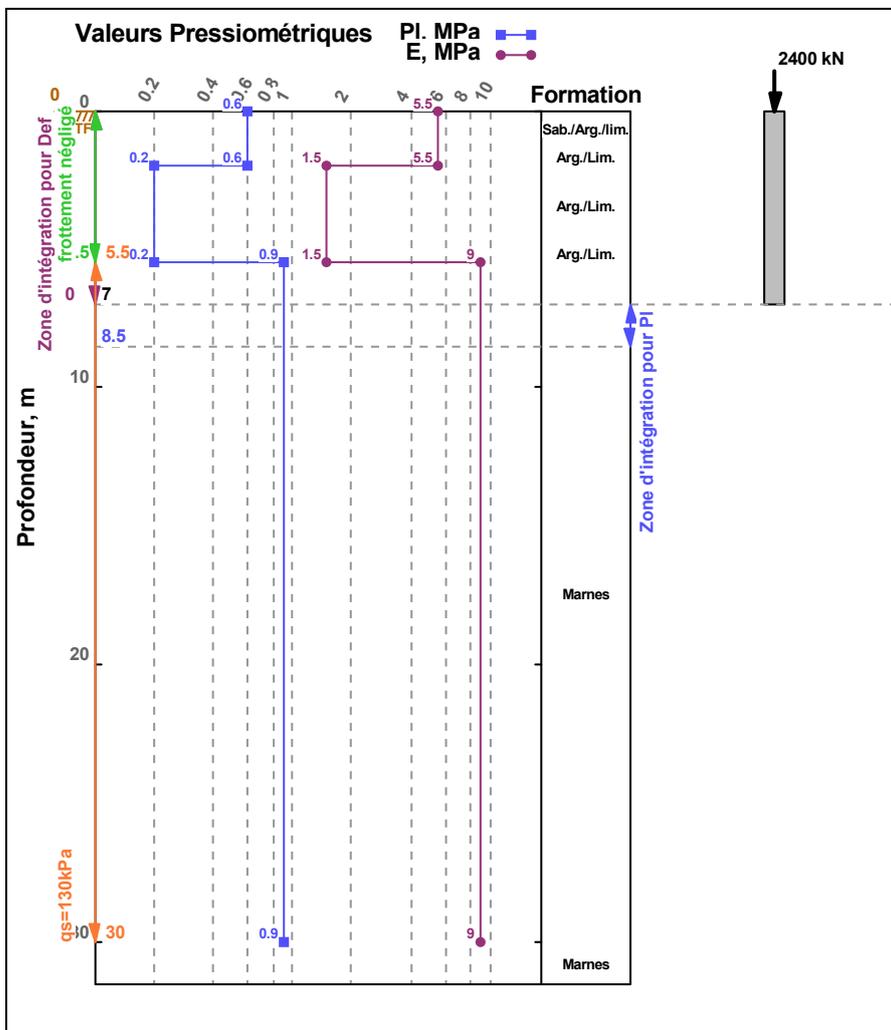
*Compétence Géotechnique  
Atlantique*

## **Note de calculs GEOFOND**

Sondages et essais  
Etudes de sol  
Ingénierie - Instrumentation  
Laboratoire – Expertises

ZAC des Groix – 8 imp. des Petits Fossés  
17120 COZES  
Tél. : 05.46.90.22.90  
Fax : 05.46.90.28.30  
atlantique@competence-geotechnique.fr

*Implantations :*  
**COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),  
FONDETTES (37), SEYCHES (47),  
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)**



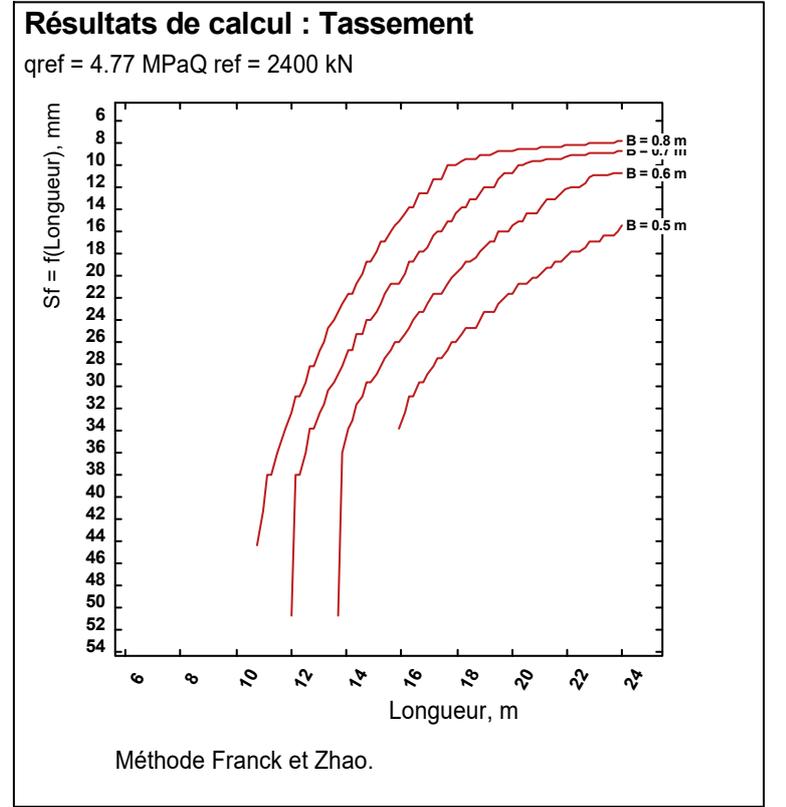
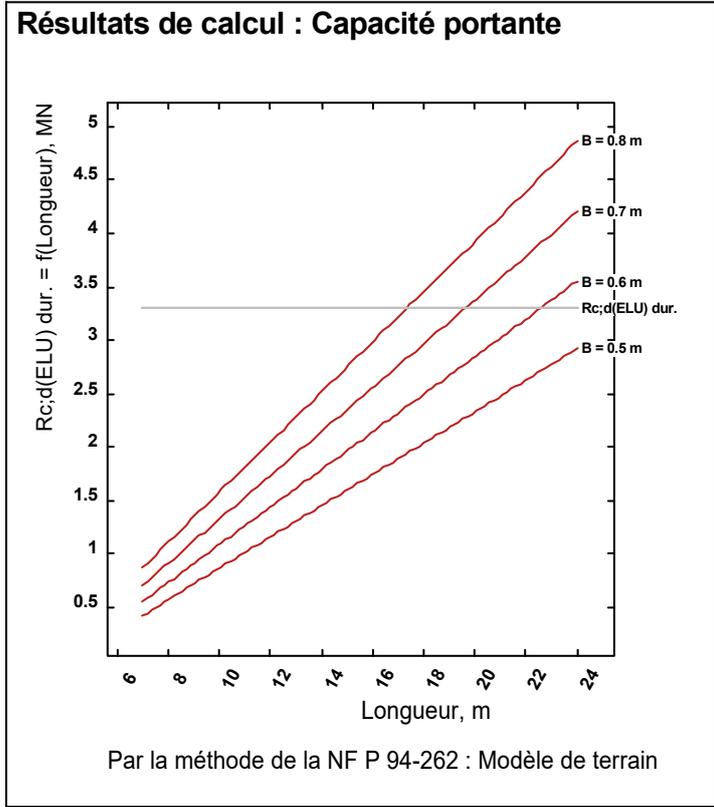
### Pieu

Type de pieu : Foré tarière creuse simple ou double ro  
 Module de Young E : 21000 MPa  
 Prof. Base : entre 7 m et 24 m  
 Largeur : entre 0.5 m et 0.8 m  
 Largeur : entre 0.5 m et 0.8 m  
 Aucun Encastr. formation porteuse.  
 Hauteur où le frottement est négligé : 5.5 m  
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

### Charge :

	Trac (MN)	Comp (MN)
Fd (ELS) quasi-permanent :		
Fd (ELS) caractéristique :		2.4
Fd (ELU) durable et trans. :		3.3
Fd (ELU) accidentel :		
Fd (ELU) sismique :		

Fichier : W18-362B - dim pieux tarière valeurs unifiées



W18-362B_LD	29/01/2019 18:24	<b>Dim pieux forés à la tarière creuse</b>	<b>MODELE</b>  <b>1</b>
		LA ROCHELLE (17) Rue Maurice Ravel Construction de bâtiments de logements	

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
7	12.2	0.281	0.139	0.423	0.466	0.423	0.312	0.256	0.173	0.189	0.173	0.127	0.0928	Non Conv.
7.1	12.2	0.293	0.148	0.438	0.482	0.438	0.325	0.266	0.184	0.202	0.184	0.135	0.099	Non Conv.
7.2	12.2	0.304	0.158	0.453	0.498	0.453	0.338	0.276	0.196	0.215	0.196	0.143	0.105	Non Conv.
7.3	12.2	0.315	0.167	0.467	0.514	0.467	0.35	0.286	0.208	0.227	0.208	0.152	0.111	Non Conv.
7.4	12.2	0.326	0.176	0.482	0.53	0.482	0.363	0.297	0.219	0.24	0.219	0.16	0.118	Non Conv.
7.5	12.2	0.338	0.186	0.497	0.546	0.497	0.375	0.307	0.231	0.253	0.231	0.169	0.124	Non Conv.
7.6	12.2	0.349	0.195	0.511	0.562	0.511	0.388	0.317	0.242	0.265	0.242	0.177	0.13	Non Conv.
7.7	12.2	0.36	0.204	0.526	0.579	0.526	0.4	0.328	0.254	0.278	0.254	0.186	0.136	Non Conv.
7.8	12.2	0.372	0.213	0.541	0.595	0.541	0.413	0.338	0.265	0.29	0.265	0.194	0.142	Non Conv.
7.9	12.2	0.383	0.223	0.555	0.611	0.555	0.425	0.348	0.277	0.303	0.277	0.202	0.148	Non Conv.
8	12.2	0.394	0.232	0.57	0.627	0.57	0.438	0.358	0.288	0.316	0.288	0.211	0.155	Non Conv.
8.1	12.2	0.406	0.241	0.585	0.643	0.585	0.451	0.369	0.3	0.328	0.3	0.219	0.161	Non Conv.
8.2	12.2	0.417	0.251	0.599	0.659	0.599	0.463	0.379	0.311	0.341	0.311	0.228	0.167	Non Conv.
8.3	12.2	0.428	0.26	0.614	0.675	0.614	0.476	0.389	0.323	0.354	0.323	0.236	0.173	Non Conv.
8.4	12.2	0.439	0.269	0.629	0.692	0.629	0.488	0.399	0.334	0.366	0.334	0.245	0.179	Non Conv.
8.5	12.2	0.451	0.278	0.643	0.708	0.643	0.501	0.41	0.346	0.379	0.346	0.253	0.186	Non Conv.
8.6	12.2	0.462	0.288	0.658	0.724	0.658	0.513	0.42	0.357	0.391	0.357	0.262	0.192	Non Conv.
8.7	12.2	0.473	0.297	0.673	0.74	0.673	0.526	0.43	0.369	0.404	0.369	0.27	0.198	Non Conv.
8.8	12.2	0.485	0.306	0.687	0.756	0.687	0.538	0.441	0.38	0.417	0.38	0.278	0.204	Non Conv.
8.9	12.2	0.496	0.316	0.702	0.772	0.702	0.551	0.451	0.392	0.429	0.392	0.287	0.21	Non Conv.
9	12.2	0.507	0.325	0.717	0.788	0.717	0.564	0.461	0.404	0.442	0.404	0.295	0.217	Non Conv.
9.1	12.2	0.519	0.334	0.731	0.805	0.731	0.576	0.471	0.415	0.455	0.415	0.304	0.223	Non Conv.
9.2	12.2	0.53	0.343	0.746	0.821	0.746	0.589	0.482	0.427	0.467	0.427	0.312	0.229	Non Conv.
9.3	12.2	0.541	0.353	0.761	0.837	0.761	0.601	0.492	0.438	0.48	0.438	0.321	0.235	Non Conv.
9.4	12.2	0.552	0.362	0.775	0.853	0.775	0.614	0.502	0.45	0.492	0.45	0.329	0.241	Non Conv.
9.5	12.2	0.564	0.371	0.79	0.869	0.79	0.626	0.512	0.461	0.505	0.461	0.337	0.247	Non Conv.
9.6	12.2	0.575	0.381	0.805	0.885	0.805	0.639	0.523	0.473	0.518	0.473	0.346	0.254	Non Conv.
9.7	12.2	0.586	0.39	0.819	0.901	0.819	0.651	0.533	0.484	0.53	0.484	0.354	0.26	Non Conv.
9.8	12.2	0.598	0.399	0.834	0.918	0.834	0.664	0.543	0.496	0.543	0.496	0.363	0.266	Non Conv.
9.9	12.2	0.609	0.408	0.849	0.934	0.849	0.677	0.554	0.507	0.556	0.507	0.371	0.272	Non Conv.
10	12.2	0.62	0.418	0.864	0.95	0.864	0.689	0.564	0.519	0.568	0.519	0.38	0.278	Non Conv.
10.1	12.2	0.632	0.427	0.878	0.966	0.878	0.702	0.574	0.53	0.581	0.53	0.388	0.285	Non Conv.
10.2	12.2	0.643	0.436	0.893	0.982	0.893	0.714	0.584	0.542	0.593	0.542	0.397	0.291	Non Conv.
10.3	12.2	0.654	0.445	0.908	0.998	0.908	0.727	0.595	0.553	0.606	0.553	0.405	0.297	Non Conv.
10.4	12.2	0.665	0.455	0.922	1.01	0.922	0.739	0.605	0.565	0.619	0.565	0.413	0.303	Non Conv.
10.5	12.2	0.677	0.464	0.937	1.03	0.937	0.752	0.615	0.576	0.631	0.576	0.422	0.309	Non Conv.
10.6	12.2	0.688	0.473	0.952	1.05	0.952	0.764	0.625	0.588	0.644	0.588	0.43	0.316	Non Conv.
10.7	12.2	0.699	0.483	0.966	1.06	0.966	0.777	0.636	0.6	0.657	0.6	0.439	0.322	Non Conv.
10.8	12.2	0.711	0.492	0.981	1.08	0.981	0.79	0.646	0.611	0.669	0.611	0.447	0.328	Non Conv.

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
10.9	12.2	0.722	0.501	0.996	1.1	0.996	0.802	0.656	0.623	0.682	0.623	0.456	0.334	Non Conv.
11	12.2	0.733	0.51	1.01	1.11	1.01	0.815	0.667	0.634	0.695	0.634	0.464	0.34	Non Conv.
11.1	12.2	0.745	0.52	1.02	1.13	1.02	0.827	0.677	0.646	0.707	0.646	0.473	0.347	Non Conv.
11.2	12.2	0.756	0.529	1.04	1.14	1.04	0.84	0.687	0.657	0.72	0.657	0.481	0.353	Non Conv.
11.3	12.2	0.767	0.538	1.05	1.16	1.05	0.852	0.697	0.669	0.732	0.669	0.489	0.359	Non Conv.
11.4	12.2	0.778	0.548	1.07	1.18	1.07	0.865	0.708	0.68	0.745	0.68	0.498	0.365	Non Conv.
11.5	12.2	0.79	0.557	1.08	1.19	1.08	0.877	0.718	0.692	0.758	0.692	0.506	0.371	Non Conv.
11.6	12.2	0.801	0.566	1.1	1.21	1.1	0.89	0.728	0.703	0.77	0.703	0.515	0.377	Non Conv.
11.7	12.2	0.812	0.575	1.11	1.22	1.11	0.903	0.738	0.715	0.783	0.715	0.523	0.384	Non Conv.
11.8	12.2	0.824	0.585	1.13	1.24	1.13	0.915	0.749	0.726	0.796	0.726	0.532	0.39	Non Conv.
11.9	12.2	0.835	0.594	1.14	1.26	1.14	0.928	0.759	0.738	0.808	0.738	0.54	0.396	Non Conv.
12	12.2	0.846	0.603	1.16	1.27	1.16	0.94	0.769	0.749	0.821	0.749	0.548	0.402	Non Conv.
12.1	12.2	0.857	0.613	1.17	1.29	1.17	0.953	0.78	0.761	0.833	0.761	0.557	0.408	Non Conv.
12.2	12.2	0.869	0.622	1.19	1.31	1.19	0.965	0.79	0.772	0.846	0.772	0.565	0.415	Non Conv.
12.3	12.2	0.88	0.631	1.2	1.32	1.2	0.978	0.8	0.784	0.859	0.784	0.574	0.421	Non Conv.
12.4	12.2	0.891	0.64	1.22	1.34	1.22	0.99	0.81	0.796	0.871	0.796	0.582	0.427	Non Conv.
12.5	12.2	0.903	0.65	1.23	1.35	1.23	1	0.821	0.807	0.884	0.807	0.591	0.433	Non Conv.
12.6	12.2	0.914	0.659	1.25	1.37	1.25	1.02	0.831	0.819	0.897	0.819	0.599	0.439	Non Conv.
12.7	12.2	0.925	0.668	1.26	1.39	1.26	1.03	0.841	0.83	0.909	0.83	0.608	0.446	Non Conv.
12.8	12.2	0.937	0.678	1.27	1.4	1.27	1.04	0.851	0.842	0.922	0.842	0.616	0.452	Non Conv.
12.9	12.2	0.948	0.687	1.29	1.42	1.29	1.05	0.862	0.853	0.934	0.853	0.624	0.458	Non Conv.
13	12.2	0.959	0.696	1.3	1.43	1.3	1.07	0.872	0.865	0.947	0.865	0.633	0.464	Non Conv.
13.1	12.2	0.97	0.705	1.32	1.45	1.32	1.08	0.882	0.876	0.96	0.876	0.641	0.47	Non Conv.
13.2	12.2	0.982	0.715	1.33	1.47	1.33	1.09	0.893	0.888	0.972	0.888	0.65	0.476	Non Conv.
13.3	12.2	0.993	0.724	1.35	1.48	1.35	1.1	0.903	0.899	0.985	0.899	0.658	0.483	Non Conv.
13.4	12.2	1	0.733	1.36	1.5	1.36	1.12	0.913	0.911	0.998	0.911	0.667	0.489	Non Conv.
13.5	12.2	1.02	0.743	1.38	1.51	1.38	1.13	0.923	0.922	1.01	0.922	0.675	0.495	Non Conv.
13.6	12.2	1.03	0.752	1.39	1.53	1.39	1.14	0.934	0.934	1.02	0.934	0.683	0.501	Non Conv.
13.7	12.2	1.04	0.761	1.41	1.55	1.41	1.15	0.944	0.945	1.04	0.945	0.692	0.507	Non Conv.
13.8	12.2	1.05	0.77	1.42	1.56	1.42	1.17	0.954	0.957	1.05	0.957	0.7	0.514	Non Conv.
13.9	12.2	1.06	0.78	1.44	1.58	1.44	1.18	0.964	0.969	1.06	0.969	0.709	0.52	Non Conv.
14	12.2	1.07	0.789	1.45	1.6	1.45	1.19	0.975	0.98	1.07	0.98	0.717	0.526	Non Conv.
14.1	12.2	1.08	0.798	1.47	1.61	1.47	1.2	0.985	0.992	1.09	0.992	0.726	0.532	Non Conv.
14.2	12.2	1.09	0.807	1.48	1.63	1.48	1.22	0.995	1	1.1	1	0.734	0.538	Non Conv.
14.3	12.2	1.11	0.817	1.49	1.64	1.49	1.23	1.01	1.01	1.11	1.01	0.743	0.545	Non Conv.
14.4	12.2	1.12	0.826	1.51	1.66	1.51	1.24	1.02	1.03	1.12	1.03	0.751	0.551	Non Conv.
14.5	12.2	1.13	0.835	1.52	1.68	1.52	1.25	1.03	1.04	1.14	1.04	0.759	0.557	Non Conv.
14.6	12.2	1.14	0.845	1.54	1.69	1.54	1.27	1.04	1.05	1.15	1.05	0.768	0.563	Non Conv.
14.7	12.2	1.15	0.854	1.55	1.71	1.55	1.28	1.05	1.06	1.16	1.06	0.776	0.569	Non Conv.

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
14.8	12.2	1.16	0.863	1.57	1.72	1.57	1.29	1.06	1.07	1.17	1.07	0.785	0.575	Non Conv.
14.9	12.2	1.17	0.872	1.58	1.74	1.58	1.3	1.07	1.08	1.19	1.08	0.793	0.582	Non Conv.
15	12.2	1.19	0.882	1.6	1.76	1.6	1.32	1.08	1.1	1.2	1.1	0.802	0.588	Non Conv.
15.1	12.2	1.2	0.891	1.61	1.77	1.61	1.33	1.09	1.11	1.21	1.11	0.81	0.594	Non Conv.
15.2	12.2	1.21	0.9	1.63	1.79	1.63	1.34	1.1	1.12	1.22	1.12	0.818	0.6	Non Conv.
15.3	12.2	1.22	0.91	1.64	1.81	1.64	1.35	1.11	1.13	1.24	1.13	0.827	0.606	Non Conv.
15.4	12.2	1.23	0.919	1.66	1.82	1.66	1.37	1.12	1.14	1.25	1.14	0.835	0.613	Non Conv.
15.5	12.2	1.24	0.928	1.67	1.84	1.67	1.38	1.13	1.15	1.26	1.15	0.844	0.619	Non Conv.
15.6	12.2	1.25	0.937	1.69	1.85	1.69	1.39	1.14	1.16	1.28	1.16	0.852	0.625	Non Conv.
15.7	12.2	1.26	0.947	1.7	1.87	1.7	1.4	1.15	1.18	1.29	1.18	0.861	0.631	Non Conv.
15.8	12.2	1.28	0.956	1.71	1.89	1.71	1.42	1.16	1.19	1.3	1.19	0.869	0.637	Non Conv.
15.9	12.2	1.29	0.965	1.73	1.9	1.73	1.43	1.17	1.2	1.31	1.2	0.878	0.644	Non Conv.
16	12.2	1.3	0.975	1.74	1.92	1.74	1.44	1.18	1.21	1.33	1.21	0.886	0.65	33.2
16.1	12.2	1.31	0.984	1.76	1.93	1.76	1.45	1.19	1.22	1.34	1.22	0.894	0.656	32.4
16.2	12.2	1.32	0.993	1.77	1.95	1.77	1.47	1.2	1.23	1.35	1.23	0.903	0.662	31.5
16.3	12.2	1.33	1	1.79	1.97	1.79	1.48	1.21	1.25	1.36	1.25	0.911	0.668	30.9
16.4	12.2	1.34	1.01	1.8	1.98	1.8	1.49	1.22	1.26	1.38	1.26	0.92	0.674	30.9
16.5	12.2	1.35	1.02	1.82	2	1.82	1.51	1.23	1.27	1.39	1.27	0.928	0.681	30.5
16.6	12.2	1.37	1.03	1.83	2.02	1.83	1.52	1.24	1.28	1.4	1.28	0.937	0.687	29.7
16.7	12.2	1.38	1.04	1.85	2.03	1.85	1.53	1.25	1.29	1.41	1.29	0.945	0.693	29.5
16.8	12.2	1.39	1.05	1.86	2.05	1.86	1.54	1.26	1.3	1.43	1.3	0.953	0.699	29.5
16.9	12.2	1.4	1.06	1.88	2.06	1.88	1.56	1.27	1.31	1.44	1.31	0.962	0.705	29.1
17	12.2	1.41	1.07	1.89	2.08	1.89	1.57	1.28	1.33	1.45	1.33	0.97	0.712	28.7
17.1	12.2	1.42	1.08	1.91	2.1	1.91	1.58	1.29	1.34	1.46	1.34	0.979	0.718	28.3
17.2	12.2	1.43	1.09	1.92	2.11	1.92	1.59	1.3	1.35	1.48	1.35	0.987	0.724	27.8
17.3	12.2	1.45	1.1	1.93	2.13	1.93	1.61	1.31	1.36	1.49	1.36	0.996	0.73	27.4
17.4	12.2	1.46	1.1	1.95	2.14	1.95	1.62	1.32	1.37	1.5	1.37	1	0.736	27.4
17.5	12.2	1.47	1.11	1.96	2.16	1.96	1.63	1.33	1.38	1.52	1.38	1.01	0.743	27.3
17.6	12.2	1.48	1.12	1.98	2.18	1.98	1.64	1.34	1.4	1.53	1.4	1.02	0.749	26.9
17.7	12.2	1.49	1.13	1.99	2.19	1.99	1.66	1.35	1.41	1.54	1.41	1.03	0.755	26.5
17.8	12.2	1.5	1.14	2.01	2.21	2.01	1.67	1.37	1.42	1.55	1.42	1.04	0.761	26.1
17.9	12.2	1.51	1.15	2.02	2.23	2.02	1.68	1.38	1.43	1.57	1.43	1.05	0.767	26
18	12.2	1.52	1.16	2.04	2.24	2.04	1.69	1.39	1.44	1.58	1.44	1.05	0.773	26
18.1	12.2	1.54	1.17	2.05	2.26	2.05	1.71	1.4	1.45	1.59	1.45	1.06	0.78	25.6
18.2	12.2	1.55	1.18	2.07	2.27	2.07	1.72	1.41	1.46	1.6	1.46	1.07	0.786	25.2
18.3	12.2	1.56	1.19	2.08	2.29	2.08	1.73	1.42	1.48	1.62	1.48	1.08	0.792	24.7
18.4	12.2	1.57	1.2	2.1	2.31	2.1	1.74	1.43	1.49	1.63	1.49	1.09	0.798	24.6
18.5	12.2	1.58	1.21	2.11	2.32	2.11	1.76	1.44	1.5	1.64	1.5	1.1	0.804	24.6
18.6	12.2	1.59	1.22	2.13	2.34	2.13	1.77	1.45	1.51	1.65	1.51	1.11	0.811	24.6

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
18.7	12.2	1.6	1.23	2.14	2.35	2.14	1.78	1.46	1.52	1.67	1.52	1.11	0.817	24.5
18.8	12.2	1.61	1.23	2.15	2.37	2.15	1.79	1.47	1.53	1.68	1.53	1.12	0.823	24.1
18.9	12.2	1.63	1.24	2.17	2.39	2.17	1.81	1.48	1.55	1.69	1.55	1.13	0.829	23.7
19	12.2	1.64	1.25	2.18	2.4	2.18	1.82	1.49	1.56	1.7	1.56	1.14	0.835	23.3
19.1	12.2	1.65	1.26	2.2	2.42	2.2	1.83	1.5	1.57	1.72	1.57	1.15	0.842	23.2
19.2	12.2	1.66	1.27	2.21	2.43	2.21	1.84	1.51	1.58	1.73	1.58	1.16	0.848	23.2
19.3	12.2	1.67	1.28	2.23	2.45	2.23	1.86	1.52	1.59	1.74	1.59	1.16	0.854	23.2
19.4	12.2	1.68	1.29	2.24	2.47	2.24	1.87	1.53	1.6	1.76	1.6	1.17	0.86	23.1
19.5	12.2	1.69	1.3	2.26	2.48	2.26	1.88	1.54	1.61	1.77	1.61	1.18	0.866	22.6
19.6	12.2	1.7	1.31	2.27	2.5	2.27	1.89	1.55	1.63	1.78	1.63	1.19	0.872	22.3
19.7	12.2	1.72	1.32	2.29	2.52	2.29	1.91	1.56	1.64	1.79	1.64	1.2	0.879	22.1
19.8	12.2	1.73	1.33	2.3	2.53	2.3	1.92	1.57	1.65	1.81	1.65	1.21	0.885	21.8
19.9	12.2	1.74	1.34	2.32	2.55	2.32	1.93	1.58	1.66	1.82	1.66	1.22	0.891	21.6
20	12.2	1.75	1.35	2.33	2.56	2.33	1.94	1.59	1.67	1.83	1.67	1.22	0.897	21.6
20.1	12.2	1.76	1.36	2.35	2.58	2.35	1.96	1.6	1.68	1.84	1.68	1.23	0.903	21.3
20.2	12.2	1.77	1.36	2.36	2.6	2.36	1.97	1.61	1.69	1.86	1.69	1.24	0.91	20.7
20.3	12.2	1.78	1.37	2.38	2.61	2.38	1.98	1.62	1.71	1.87	1.71	1.25	0.916	20.6
20.4	12.2	1.8	1.38	2.39	2.63	2.39	1.99	1.63	1.72	1.88	1.72	1.26	0.922	20.6
20.5	12.2	1.81	1.39	2.4	2.64	2.4	2.01	1.64	1.73	1.89	1.73	1.27	0.928	20.6
20.6	12.2	1.82	1.4	2.42	2.66	2.42	2.02	1.65	1.74	1.91	1.74	1.27	0.934	20.5
20.7	12.2	1.83	1.41	2.43	2.68	2.43	2.03	1.66	1.75	1.92	1.75	1.28	0.941	20.3
20.8	12.2	1.84	1.42	2.45	2.69	2.45	2.05	1.67	1.76	1.93	1.76	1.29	0.947	20.2
20.9	12.2	1.85	1.43	2.46	2.71	2.46	2.06	1.68	1.78	1.94	1.78	1.3	0.953	20.2
21	12.2	1.86	1.44	2.48	2.73	2.48	2.07	1.69	1.79	1.96	1.79	1.31	0.959	19.9
21.1	12.2	1.87	1.45	2.49	2.74	2.49	2.08	1.7	1.8	1.97	1.8	1.32	0.965	19.6
21.2	12.2	1.89	1.46	2.51	2.76	2.51	2.1	1.71	1.81	1.98	1.81	1.32	0.971	19.4
21.3	12.2	1.9	1.47	2.52	2.77	2.52	2.11	1.72	1.82	2	1.82	1.33	0.978	19.2
21.4	12.2	1.91	1.48	2.54	2.79	2.54	2.12	1.73	1.83	2.01	1.83	1.34	0.984	19.2
21.5	12.2	1.92	1.49	2.55	2.81	2.55	2.13	1.75	1.84	2.02	1.84	1.35	0.99	19
21.6	12.2	1.93	1.49	2.57	2.82	2.57	2.15	1.76	1.86	2.03	1.86	1.36	0.996	18.8
21.7	12.2	1.94	1.5	2.58	2.84	2.58	2.16	1.77	1.87	2.05	1.87	1.37	1	18.8
21.8	12.2	1.95	1.51	2.6	2.85	2.6	2.17	1.78	1.88	2.06	1.88	1.38	1.01	18.7
21.9	12.2	1.96	1.52	2.61	2.87	2.61	2.18	1.79	1.89	2.07	1.89	1.38	1.01	18.4
22	12.2	1.98	1.53	2.62	2.89	2.62	2.2	1.8	1.9	2.08	1.9	1.39	1.02	18.1
22.1	12.2	1.99	1.54	2.64	2.9	2.64	2.21	1.81	1.91	2.1	1.91	1.4	1.03	17.8
22.2	12.2	2	1.55	2.65	2.92	2.65	2.22	1.82	1.93	2.11	1.93	1.41	1.03	17.8
22.3	12.2	2.01	1.56	2.67	2.94	2.67	2.23	1.83	1.94	2.12	1.94	1.42	1.04	17.8
22.4	12.2	2.02	1.57	2.68	2.95	2.68	2.25	1.84	1.95	2.13	1.95	1.43	1.05	17.8
22.5	12.2	2.03	1.58	2.7	2.97	2.7	2.26	1.85	1.96	2.15	1.96	1.43	1.05	17.7

Pour une Largeur B de 0.5 m ; avec Aire A de 0.196 m<sup>2</sup> et Perimètre P de 1.57 m

Longueur pieu (m)		(Rc;cr;k) (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
22.6	12.2	2.04	1.59	2.71	2.98	2.71	2.27	1.86	1.97	2.16	1.97	1.44	1.06	17.4
22.7	12.2	2.06	1.6	2.73	3	2.73	2.28	1.87	1.98	2.17	1.98	1.45	1.06	17.1
22.8	12.2	2.07	1.61	2.74	3.02	2.74	2.3	1.88	1.99	2.18	1.99	1.46	1.07	16.9
22.9	12.2	2.08	1.62	2.76	3.03	2.76	2.31	1.89	2.01	2.2	2.01	1.47	1.08	16.9
23	12.2	2.09	1.62	2.77	3.05	2.77	2.32	1.9	2.02	2.21	2.02	1.48	1.08	16.9
23.1	12.2	2.1	1.63	2.79	3.06	2.79	2.33	1.91	2.03	2.22	2.03	1.49	1.09	16.9
23.2	12.2	2.11	1.64	2.8	3.08	2.8	2.35	1.92	2.04	2.24	2.04	1.49	1.1	16.7
23.3	12.2	2.12	1.65	2.82	3.1	2.82	2.36	1.93	2.05	2.25	2.05	1.5	1.1	16.4
23.4	12.2	2.13	1.66	2.83	3.11	2.83	2.37	1.94	2.06	2.26	2.06	1.51	1.11	16.4
23.5	12.2	2.15	1.67	2.84	3.13	2.84	2.38	1.95	2.08	2.27	2.08	1.52	1.11	16.4
23.6	12.2	2.16	1.68	2.86	3.15	2.86	2.4	1.96	2.09	2.29	2.09	1.53	1.12	16.4
23.7	12.2	2.17	1.69	2.87	3.16	2.87	2.41	1.97	2.1	2.3	2.1	1.54	1.13	16.3
23.8	12.2	2.18	1.7	2.89	3.18	2.89	2.42	1.98	2.11	2.31	2.11	1.54	1.13	16
23.9	12.2	2.19	1.71	2.9	3.19	2.9	2.43	1.99	2.12	2.32	2.12	1.55	1.14	15.7
24	12.2	2.2	1.72	2.92	3.21	2.92	2.45	2	2.13	2.34	2.13	1.56	1.14	15.5

Pour une Largeur B de 0.6 m ; avec Aire A de 0.283 m<sup>2</sup> et Perimètre P de 1.88 m

Longueur pieu (m)		(Rc;cr;k) (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
7	8.49	0.364	0.167	0.557	0.612	0.557	0.405	0.331	0.207	0.227	0.207	0.152	0.111	Non Conv.
7.1	8.49	0.378	0.178	0.574	0.632	0.574	0.42	0.343	0.221	0.242	0.221	0.162	0.119	Non Conv.
7.2	8.49	0.391	0.189	0.592	0.651	0.592	0.435	0.356	0.235	0.258	0.235	0.172	0.126	Non Conv.
7.3	8.49	0.405	0.2	0.61	0.67	0.61	0.45	0.368	0.249	0.273	0.249	0.182	0.134	Non Conv.
7.4	8.49	0.419	0.212	0.627	0.69	0.627	0.465	0.38	0.263	0.288	0.263	0.192	0.141	Non Conv.
7.5	8.49	0.432	0.223	0.645	0.709	0.645	0.48	0.393	0.277	0.303	0.277	0.202	0.148	Non Conv.
7.6	8.49	0.446	0.234	0.662	0.729	0.662	0.495	0.405	0.291	0.318	0.291	0.213	0.156	Non Conv.
7.7	8.49	0.459	0.245	0.68	0.748	0.68	0.51	0.417	0.304	0.333	0.304	0.223	0.163	Non Conv.
7.8	8.49	0.473	0.256	0.698	0.767	0.698	0.525	0.43	0.318	0.348	0.318	0.233	0.171	Non Conv.
7.9	8.49	0.486	0.267	0.715	0.787	0.715	0.54	0.442	0.332	0.364	0.332	0.243	0.178	Non Conv.
8	8.49	0.5	0.278	0.733	0.806	0.733	0.555	0.454	0.346	0.379	0.346	0.253	0.186	Non Conv.
8.1	8.49	0.513	0.29	0.75	0.825	0.75	0.57	0.467	0.36	0.394	0.36	0.263	0.193	Non Conv.
8.2	8.49	0.527	0.301	0.768	0.845	0.768	0.586	0.479	0.374	0.409	0.374	0.273	0.2	Non Conv.
8.3	8.49	0.541	0.312	0.786	0.864	0.786	0.601	0.491	0.387	0.424	0.387	0.283	0.208	Non Conv.
8.4	8.49	0.554	0.323	0.803	0.884	0.803	0.616	0.504	0.401	0.439	0.401	0.294	0.215	Non Conv.
8.5	8.49	0.568	0.334	0.821	0.903	0.821	0.631	0.516	0.415	0.455	0.415	0.304	0.223	Non Conv.
8.6	8.49	0.581	0.345	0.838	0.922	0.838	0.646	0.528	0.429	0.47	0.429	0.314	0.23	Non Conv.
8.7	8.49	0.595	0.356	0.856	0.942	0.856	0.661	0.541	0.443	0.485	0.443	0.324	0.238	Non Conv.
8.8	8.49	0.608	0.368	0.874	0.961	0.874	0.676	0.553	0.457	0.5	0.457	0.334	0.245	Non Conv.

W18-362B_LD	29/01/2019 18:24	<b>Dim pieux forés à la tarière creuse</b>	Page 6	<b>MODELE</b>
LA ROCHELLE (17) Rue Maurice Ravel Construction de bâtiments de logements			<b>1</b>	

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
8.9	8.49	0.622	0.379	0.891	0.98	0.891	0.691	0.565	0.47	0.515	0.47	0.344	0.252	Non Conv.
9	8.49	0.635	0.39	0.909	1	0.909	0.706	0.578	0.484	0.53	0.484	0.354	0.26	Non Conv.
9.1	8.49	0.649	0.401	0.926	1.02	0.926	0.721	0.59	0.498	0.545	0.498	0.364	0.267	Non Conv.
9.2	8.49	0.663	0.412	0.944	1.04	0.944	0.736	0.602	0.512	0.561	0.512	0.375	0.275	Non Conv.
9.3	8.49	0.676	0.423	0.962	1.06	0.962	0.751	0.615	0.526	0.576	0.526	0.385	0.282	Non Conv.
9.4	8.49	0.69	0.434	0.979	1.08	0.979	0.766	0.627	0.54	0.591	0.54	0.395	0.29	Non Conv.
9.5	8.49	0.703	0.445	0.997	1.1	0.997	0.781	0.639	0.553	0.606	0.553	0.405	0.297	Non Conv.
9.6	8.49	0.717	0.457	1.01	1.12	1.01	0.796	0.652	0.567	0.621	0.567	0.415	0.304	Non Conv.
9.7	8.49	0.73	0.468	1.03	1.14	1.03	0.812	0.664	0.581	0.636	0.581	0.425	0.312	Non Conv.
9.8	8.49	0.744	0.479	1.05	1.15	1.05	0.827	0.676	0.595	0.652	0.595	0.435	0.319	Non Conv.
9.9	8.49	0.758	0.49	1.07	1.17	1.07	0.842	0.689	0.609	0.667	0.609	0.445	0.327	Non Conv.
10	8.49	0.771	0.501	1.08	1.19	1.08	0.857	0.701	0.623	0.682	0.623	0.456	0.334	Non Conv.
10.1	8.49	0.785	0.512	1.1	1.21	1.1	0.872	0.713	0.636	0.697	0.636	0.466	0.342	Non Conv.
10.2	8.49	0.798	0.523	1.12	1.23	1.12	0.887	0.726	0.65	0.712	0.65	0.476	0.349	Non Conv.
10.3	8.49	0.812	0.535	1.14	1.25	1.14	0.902	0.738	0.664	0.727	0.664	0.486	0.356	Non Conv.
10.4	8.49	0.825	0.546	1.16	1.27	1.16	0.917	0.75	0.678	0.743	0.678	0.496	0.364	Non Conv.
10.5	8.49	0.839	0.557	1.17	1.29	1.17	0.932	0.763	0.692	0.758	0.692	0.506	0.371	Non Conv.
10.6	8.49	0.852	0.568	1.19	1.31	1.19	0.947	0.775	0.706	0.773	0.706	0.516	0.379	Non Conv.
10.7	8.49	0.866	0.579	1.21	1.33	1.21	0.962	0.787	0.719	0.788	0.719	0.527	0.386	Non Conv.
10.8	8.49	0.88	0.59	1.23	1.35	1.23	0.977	0.8	0.733	0.803	0.733	0.537	0.394	Non Conv.
10.9	8.49	0.893	0.601	1.24	1.37	1.24	0.992	0.812	0.747	0.818	0.747	0.547	0.401	Non Conv.
11	8.49	0.907	0.613	1.26	1.39	1.26	1.01	0.824	0.761	0.833	0.761	0.557	0.408	Non Conv.
11.1	8.49	0.92	0.624	1.28	1.41	1.28	1.02	0.837	0.775	0.849	0.775	0.567	0.416	Non Conv.
11.2	8.49	0.934	0.635	1.3	1.43	1.3	1.04	0.849	0.789	0.864	0.789	0.577	0.423	Non Conv.
11.3	8.49	0.947	0.646	1.31	1.45	1.31	1.05	0.861	0.802	0.879	0.802	0.587	0.431	Non Conv.
11.4	8.49	0.961	0.657	1.33	1.46	1.33	1.07	0.874	0.816	0.894	0.816	0.597	0.438	Non Conv.
11.5	8.49	0.974	0.668	1.35	1.48	1.35	1.08	0.886	0.83	0.909	0.83	0.608	0.446	Non Conv.
11.6	8.49	0.988	0.679	1.37	1.5	1.37	1.1	0.898	0.844	0.924	0.844	0.618	0.453	Non Conv.
11.7	8.49	1	0.691	1.38	1.52	1.38	1.11	0.911	0.858	0.94	0.858	0.628	0.46	Non Conv.
11.8	8.49	1.02	0.702	1.4	1.54	1.4	1.13	0.923	0.872	0.955	0.872	0.638	0.468	Non Conv.
11.9	8.49	1.03	0.713	1.42	1.56	1.42	1.14	0.935	0.885	0.97	0.885	0.648	0.475	Non Conv.
12	8.49	1.04	0.724	1.44	1.58	1.44	1.16	0.948	0.899	0.985	0.899	0.658	0.483	Non Conv.
12.1	8.49	1.06	0.735	1.45	1.6	1.45	1.17	0.96	0.913	1	0.913	0.668	0.49	Non Conv.
12.2	8.49	1.07	0.746	1.47	1.62	1.47	1.19	0.972	0.927	1.02	0.927	0.678	0.497	Non Conv.
12.3	8.49	1.08	0.757	1.49	1.64	1.49	1.2	0.984	0.941	1.03	0.941	0.689	0.505	Non Conv.
12.4	8.49	1.1	0.769	1.51	1.66	1.51	1.22	0.997	0.955	1.05	0.955	0.699	0.512	Non Conv.
12.5	8.49	1.11	0.78	1.53	1.68	1.53	1.23	1.01	0.969	1.06	0.969	0.709	0.52	Non Conv.
12.6	8.49	1.12	0.791	1.54	1.7	1.54	1.25	1.02	0.982	1.08	0.982	0.719	0.527	Non Conv.
12.7	8.49	1.14	0.802	1.56	1.72	1.56	1.26	1.03	0.996	1.09	0.996	0.729	0.535	Non Conv.

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
12.8	8.49	1.15	0.813	1.58	1.74	1.58	1.28	1.05	1.01	1.11	1.01	0.739	0.542	Non Conv.
12.9	8.49	1.16	0.824	1.6	1.76	1.6	1.29	1.06	1.02	1.12	1.02	0.749	0.549	Non Conv.
13	8.49	1.18	0.835	1.61	1.77	1.61	1.31	1.07	1.04	1.14	1.04	0.759	0.557	Non Conv.
13.1	8.49	1.19	0.846	1.63	1.79	1.63	1.32	1.08	1.05	1.15	1.05	0.77	0.564	Non Conv.
13.2	8.49	1.2	0.858	1.65	1.81	1.65	1.34	1.1	1.07	1.17	1.07	0.78	0.572	Non Conv.
13.3	8.49	1.22	0.869	1.67	1.83	1.67	1.35	1.11	1.08	1.18	1.08	0.79	0.579	Non Conv.
13.4	8.49	1.23	0.88	1.68	1.85	1.68	1.37	1.12	1.09	1.2	1.09	0.8	0.587	Non Conv.
13.5	8.49	1.25	0.891	1.7	1.87	1.7	1.38	1.13	1.11	1.21	1.11	0.81	0.594	Non Conv.
13.6	8.49	1.26	0.902	1.72	1.89	1.72	1.4	1.14	1.12	1.23	1.12	0.82	0.601	Non Conv.
13.7	8.49	1.27	0.913	1.74	1.91	1.74	1.41	1.16	1.13	1.24	1.13	0.83	0.609	50.4
13.8	8.49	1.29	0.924	1.75	1.93	1.75	1.43	1.17	1.15	1.26	1.15	0.84	0.616	41.8
13.9	8.49	1.3	0.936	1.77	1.95	1.77	1.44	1.18	1.16	1.27	1.16	0.851	0.624	35.5
14	8.49	1.31	0.947	1.79	1.97	1.79	1.46	1.19	1.18	1.29	1.18	0.861	0.631	34.2
14.1	8.49	1.33	0.958	1.81	1.99	1.81	1.47	1.21	1.19	1.3	1.19	0.871	0.639	33.5
14.2	8.49	1.34	0.969	1.82	2.01	1.82	1.49	1.22	1.2	1.32	1.2	0.881	0.646	33.1
14.3	8.49	1.35	0.98	1.84	2.03	1.84	1.5	1.23	1.22	1.33	1.22	0.891	0.653	32.3
14.4	8.49	1.37	0.991	1.86	2.05	1.86	1.52	1.24	1.23	1.35	1.23	0.901	0.661	31.6
14.5	8.49	1.38	1	1.88	2.07	1.88	1.53	1.26	1.25	1.36	1.25	0.911	0.668	31.2
14.6	8.49	1.39	1.01	1.9	2.08	1.9	1.55	1.27	1.26	1.38	1.26	0.921	0.676	30.6
14.7	8.49	1.41	1.02	1.91	2.1	1.91	1.56	1.28	1.27	1.39	1.27	0.932	0.683	29.8
14.8	8.49	1.42	1.04	1.93	2.12	1.93	1.58	1.29	1.29	1.41	1.29	0.942	0.691	29.5
14.9	8.49	1.44	1.05	1.95	2.14	1.95	1.59	1.3	1.3	1.42	1.3	0.952	0.698	29.5
15	8.49	1.45	1.06	1.97	2.16	1.97	1.61	1.32	1.31	1.44	1.31	0.962	0.705	29.1
15.1	8.49	1.46	1.07	1.98	2.18	1.98	1.63	1.33	1.33	1.45	1.33	0.972	0.713	28.7
15.2	8.49	1.48	1.08	2	2.2	2	1.64	1.34	1.34	1.47	1.34	0.982	0.72	28.3
15.3	8.49	1.49	1.09	2.02	2.22	2.02	1.66	1.35	1.36	1.49	1.36	0.992	0.728	27.9
15.4	8.49	1.5	1.1	2.04	2.24	2.04	1.67	1.37	1.37	1.5	1.37	1	0.735	27.5
15.5	8.49	1.52	1.11	2.05	2.26	2.05	1.69	1.38	1.38	1.52	1.38	1.01	0.743	27.1
15.6	8.49	1.53	1.12	2.07	2.28	2.07	1.7	1.39	1.4	1.53	1.4	1.02	0.75	26.7
15.7	8.49	1.54	1.14	2.09	2.3	2.09	1.72	1.4	1.41	1.55	1.41	1.03	0.757	26.3
15.8	8.49	1.56	1.15	2.11	2.32	2.11	1.73	1.42	1.43	1.56	1.43	1.04	0.765	26
15.9	8.49	1.57	1.16	2.12	2.34	2.12	1.75	1.43	1.44	1.58	1.44	1.05	0.772	26
16	8.49	1.58	1.17	2.14	2.36	2.14	1.76	1.44	1.45	1.59	1.45	1.06	0.78	25.7
16.1	8.49	1.6	1.18	2.16	2.38	2.16	1.78	1.45	1.47	1.61	1.47	1.07	0.787	25.3
16.2	8.49	1.61	1.19	2.18	2.39	2.18	1.79	1.47	1.48	1.62	1.48	1.08	0.795	24.9
16.3	8.49	1.63	1.2	2.19	2.41	2.19	1.81	1.48	1.49	1.64	1.49	1.09	0.802	24.5
16.4	8.49	1.64	1.21	2.21	2.43	2.21	1.82	1.49	1.51	1.65	1.51	1.1	0.809	24.1
16.5	8.49	1.65	1.23	2.23	2.45	2.23	1.84	1.5	1.52	1.67	1.52	1.11	0.817	23.7
16.6	8.49	1.67	1.24	2.25	2.47	2.25	1.85	1.51	1.54	1.68	1.54	1.12	0.824	23.3

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
16.7	8.49	1.68	1.25	2.26	2.49	2.26	1.87	1.53	1.55	1.7	1.55	1.13	0.832	23.2
16.8	8.49	1.69	1.26	2.28	2.51	2.28	1.88	1.54	1.56	1.71	1.56	1.14	0.839	23.2
16.9	8.49	1.71	1.27	2.3	2.53	2.3	1.9	1.55	1.58	1.73	1.58	1.15	0.846	22.7
17	8.49	1.72	1.28	2.32	2.55	2.32	1.91	1.56	1.59	1.74	1.59	1.16	0.854	22.3
17.1	8.49	1.73	1.29	2.34	2.57	2.34	1.93	1.58	1.6	1.76	1.6	1.17	0.861	21.7
17.2	8.49	1.75	1.3	2.35	2.59	2.35	1.94	1.59	1.62	1.77	1.62	1.18	0.869	21.6
17.3	8.49	1.76	1.31	2.37	2.61	2.37	1.96	1.6	1.63	1.79	1.63	1.19	0.876	21.6
17.4	8.49	1.77	1.33	2.39	2.63	2.39	1.97	1.61	1.65	1.8	1.65	1.2	0.884	21.6
17.5	8.49	1.79	1.34	2.41	2.65	2.41	1.99	1.63	1.66	1.82	1.66	1.22	0.891	21.4
17.6	8.49	1.8	1.35	2.42	2.67	2.42	2	1.64	1.67	1.83	1.67	1.23	0.898	20.9
17.7	8.49	1.82	1.36	2.44	2.69	2.44	2.02	1.65	1.69	1.85	1.69	1.24	0.906	20.5
17.8	8.49	1.83	1.37	2.46	2.7	2.46	2.03	1.66	1.7	1.86	1.7	1.25	0.913	20.2
17.9	8.49	1.84	1.38	2.48	2.72	2.48	2.05	1.67	1.72	1.88	1.72	1.26	0.921	19.9
18	8.49	1.86	1.39	2.49	2.74	2.49	2.06	1.69	1.73	1.89	1.73	1.27	0.928	19.7
18.1	8.49	1.87	1.4	2.51	2.76	2.51	2.08	1.7	1.74	1.91	1.74	1.28	0.936	19.4
18.2	8.49	1.88	1.41	2.53	2.78	2.53	2.09	1.71	1.76	1.92	1.76	1.29	0.943	19.1
18.3	8.49	1.9	1.43	2.55	2.8	2.55	2.11	1.72	1.77	1.94	1.77	1.3	0.95	18.8
18.4	8.49	1.91	1.44	2.56	2.82	2.56	2.12	1.74	1.78	1.95	1.78	1.31	0.958	18.8
18.5	8.49	1.92	1.45	2.58	2.84	2.58	2.14	1.75	1.8	1.97	1.8	1.32	0.965	18.8
18.6	8.49	1.94	1.46	2.6	2.86	2.6	2.15	1.76	1.81	1.99	1.81	1.33	0.973	18.5
18.7	8.49	1.95	1.47	2.62	2.88	2.62	2.17	1.77	1.83	2	1.83	1.34	0.98	18.2
18.8	8.49	1.96	1.48	2.63	2.9	2.63	2.18	1.79	1.84	2.02	1.84	1.35	0.988	17.9
18.9	8.49	1.98	1.49	2.65	2.92	2.65	2.2	1.8	1.85	2.03	1.85	1.36	0.995	17.7
19	8.49	1.99	1.5	2.67	2.94	2.67	2.21	1.81	1.87	2.05	1.87	1.37	1	17.4
19.1	8.49	2.01	1.51	2.69	2.96	2.69	2.23	1.82	1.88	2.06	1.88	1.38	1.01	17.1
19.2	8.49	2.02	1.53	2.71	2.98	2.71	2.24	1.84	1.9	2.08	1.9	1.39	1.02	16.9
19.3	8.49	2.03	1.54	2.72	2.99	2.72	2.26	1.85	1.91	2.09	1.91	1.4	1.02	16.9
19.4	8.49	2.05	1.55	2.74	3.01	2.74	2.27	1.86	1.92	2.11	1.92	1.41	1.03	16.7
19.5	8.49	2.06	1.56	2.76	3.03	2.76	2.29	1.87	1.94	2.12	1.94	1.42	1.04	16.1
19.6	8.49	2.07	1.57	2.78	3.05	2.78	2.3	1.88	1.95	2.14	1.95	1.43	1.05	15.9
19.7	8.49	2.09	1.58	2.79	3.07	2.79	2.32	1.9	1.96	2.15	1.96	1.44	1.05	15.9
19.8	8.49	2.1	1.59	2.81	3.09	2.81	2.33	1.91	1.98	2.17	1.98	1.45	1.06	15.9
19.9	8.49	2.11	1.6	2.83	3.11	2.83	2.35	1.92	1.99	2.18	1.99	1.46	1.07	15.9
20	8.49	2.13	1.62	2.85	3.13	2.85	2.36	1.93	2.01	2.2	2.01	1.47	1.08	15.6
20.1	8.49	2.14	1.63	2.86	3.15	2.86	2.38	1.95	2.02	2.21	2.02	1.48	1.08	15.3
20.2	8.49	2.15	1.64	2.88	3.17	2.88	2.39	1.96	2.03	2.23	2.03	1.49	1.09	15.1
20.3	8.49	2.17	1.65	2.9	3.19	2.9	2.41	1.97	2.05	2.24	2.05	1.5	1.1	15
20.4	8.49	2.18	1.66	2.92	3.21	2.92	2.42	1.98	2.06	2.26	2.06	1.51	1.11	15
20.5	8.49	2.19	1.67	2.93	3.23	2.93	2.44	2	2.08	2.27	2.08	1.52	1.11	14.6

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
20.6	8.49	2.21	1.68	2.95	3.25	2.95	2.45	2.01	2.09	2.29	2.09	1.53	1.12	14.4
20.7	8.49	2.22	1.69	2.97	3.27	2.97	2.47	2.02	2.1	2.3	2.1	1.54	1.13	14.4
20.8	8.49	2.24	1.7	2.99	3.29	2.99	2.48	2.03	2.12	2.32	2.12	1.55	1.14	14.4
20.9	8.49	2.25	1.72	3	3.3	3	2.5	2.04	2.13	2.33	2.13	1.56	1.14	14.4
21	8.49	2.26	1.73	3.02	3.32	3.02	2.51	2.06	2.14	2.35	2.14	1.57	1.15	14
21.1	8.49	2.28	1.74	3.04	3.34	3.04	2.53	2.07	2.16	2.36	2.16	1.58	1.16	13.7
21.2	8.49	2.29	1.75	3.06	3.36	3.06	2.54	2.08	2.17	2.38	2.17	1.59	1.17	13.3
21.3	8.49	2.3	1.76	3.07	3.38	3.07	2.56	2.09	2.19	2.39	2.19	1.6	1.17	13.1
21.4	8.49	2.32	1.77	3.09	3.4	3.09	2.57	2.11	2.2	2.41	2.2	1.61	1.18	13.1
21.5	8.49	2.33	1.78	3.11	3.42	3.11	2.59	2.12	2.21	2.42	2.21	1.62	1.19	13.1
21.6	8.49	2.34	1.79	3.13	3.44	3.13	2.6	2.13	2.23	2.44	2.23	1.63	1.2	13.1
21.7	8.49	2.36	1.8	3.15	3.46	3.15	2.62	2.14	2.24	2.45	2.24	1.64	1.2	12.7
21.8	8.49	2.37	1.82	3.16	3.48	3.16	2.63	2.16	2.26	2.47	2.26	1.65	1.21	12.4
21.9	8.49	2.38	1.83	3.18	3.5	3.18	2.65	2.17	2.27	2.49	2.27	1.66	1.22	12.3
22	8.49	2.4	1.84	3.2	3.52	3.2	2.66	2.18	2.28	2.5	2.28	1.67	1.23	12.1
22.1	8.49	2.41	1.85	3.22	3.54	3.22	2.68	2.19	2.3	2.52	2.3	1.68	1.23	11.9
22.2	8.49	2.43	1.86	3.23	3.56	3.23	2.69	2.2	2.31	2.53	2.31	1.69	1.24	11.9
22.3	8.49	2.44	1.87	3.25	3.58	3.25	2.71	2.22	2.32	2.55	2.32	1.7	1.25	11.9
22.4	8.49	2.45	1.88	3.27	3.6	3.27	2.72	2.23	2.34	2.56	2.34	1.71	1.25	11.9
22.5	8.49	2.47	1.89	3.29	3.61	3.29	2.74	2.24	2.35	2.58	2.35	1.72	1.26	11.8
22.6	8.49	2.48	1.9	3.3	3.63	3.3	2.76	2.25	2.37	2.59	2.37	1.73	1.27	11.6
22.7	8.49	2.49	1.92	3.32	3.65	3.32	2.77	2.27	2.38	2.61	2.38	1.74	1.28	11.4
22.8	8.49	2.51	1.93	3.34	3.67	3.34	2.79	2.28	2.39	2.62	2.39	1.75	1.28	11.1
22.9	8.49	2.52	1.94	3.36	3.69	3.36	2.8	2.29	2.41	2.64	2.41	1.76	1.29	11
23	8.49	2.53	1.95	3.37	3.71	3.37	2.82	2.3	2.42	2.65	2.42	1.77	1.3	10.9
23.1	8.49	2.55	1.96	3.39	3.73	3.39	2.83	2.32	2.44	2.67	2.44	1.78	1.31	10.9
23.2	8.49	2.56	1.97	3.41	3.75	3.41	2.85	2.33	2.45	2.68	2.45	1.79	1.31	10.9
23.3	8.49	2.57	1.98	3.43	3.77	3.43	2.86	2.34	2.46	2.7	2.46	1.8	1.32	10.9
23.4	8.49	2.59	1.99	3.44	3.79	3.44	2.88	2.35	2.48	2.71	2.48	1.81	1.33	10.9
23.5	8.49	2.6	2	3.46	3.81	3.46	2.89	2.37	2.49	2.73	2.49	1.82	1.34	10.9
23.6	8.49	2.62	2.02	3.48	3.83	3.48	2.91	2.38	2.5	2.74	2.5	1.83	1.34	10.8
23.7	8.49	2.63	2.03	3.5	3.85	3.5	2.92	2.39	2.52	2.76	2.52	1.84	1.35	10.7
23.8	8.49	2.64	2.04	3.52	3.87	3.52	2.94	2.4	2.53	2.77	2.53	1.85	1.36	10.7
23.9	8.49	2.66	2.05	3.53	3.89	3.53	2.95	2.41	2.55	2.79	2.55	1.86	1.37	10.6
24	8.49	2.67	2.06	3.55	3.91	3.55	2.97	2.43	2.56	2.8	2.56	1.87	1.37	10.6

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
7	6.24	0.456	0.195	0.706	0.777	0.706	0.507	0.415	0.242	0.265	0.242	0.177	0.13	Non Conv.
7.1	6.24	0.472	0.208	0.727	0.8	0.727	0.525	0.429	0.258	0.283	0.258	0.189	0.139	Non Conv.
7.2	6.24	0.488	0.221	0.747	0.822	0.747	0.542	0.444	0.274	0.3	0.274	0.201	0.147	Non Conv.
7.3	6.24	0.504	0.234	0.768	0.845	0.768	0.56	0.458	0.291	0.318	0.291	0.213	0.156	Non Conv.
7.4	6.24	0.52	0.247	0.789	0.867	0.789	0.577	0.472	0.307	0.336	0.307	0.224	0.165	Non Conv.
7.5	6.24	0.535	0.26	0.809	0.89	0.809	0.595	0.487	0.323	0.354	0.323	0.236	0.173	Non Conv.
7.6	6.24	0.551	0.273	0.83	0.913	0.83	0.612	0.501	0.339	0.371	0.339	0.248	0.182	Non Conv.
7.7	6.24	0.567	0.286	0.85	0.935	0.85	0.63	0.515	0.355	0.389	0.355	0.26	0.191	Non Conv.
7.8	6.24	0.583	0.299	0.871	0.958	0.871	0.648	0.53	0.371	0.407	0.371	0.272	0.199	Non Conv.
7.9	6.24	0.599	0.312	0.891	0.98	0.891	0.665	0.544	0.387	0.424	0.387	0.283	0.208	Non Conv.
8	6.24	0.614	0.325	0.912	1	0.912	0.683	0.559	0.404	0.442	0.404	0.295	0.217	Non Conv.
8.1	6.24	0.63	0.338	0.932	1.03	0.932	0.7	0.573	0.42	0.46	0.42	0.307	0.225	Non Conv.
8.2	6.24	0.646	0.351	0.953	1.05	0.953	0.718	0.587	0.436	0.477	0.436	0.319	0.234	Non Conv.
8.3	6.24	0.662	0.364	0.973	1.07	0.973	0.735	0.602	0.452	0.495	0.452	0.331	0.243	Non Conv.
8.4	6.24	0.678	0.377	0.994	1.09	0.994	0.753	0.616	0.468	0.513	0.468	0.343	0.251	Non Conv.
8.5	6.24	0.694	0.39	1.01	1.12	1.01	0.771	0.631	0.484	0.53	0.484	0.354	0.26	Non Conv.
8.6	6.24	0.709	0.403	1.04	1.14	1.04	0.788	0.645	0.5	0.548	0.5	0.366	0.269	Non Conv.
8.7	6.24	0.725	0.416	1.06	1.16	1.06	0.806	0.659	0.517	0.566	0.517	0.378	0.277	Non Conv.
8.8	6.24	0.741	0.429	1.08	1.18	1.08	0.823	0.674	0.533	0.583	0.533	0.39	0.286	Non Conv.
8.9	6.24	0.757	0.442	1.1	1.21	1.1	0.841	0.688	0.549	0.601	0.549	0.402	0.295	Non Conv.
9	6.24	0.773	0.455	1.12	1.23	1.12	0.859	0.702	0.565	0.619	0.565	0.413	0.303	Non Conv.
9.1	6.24	0.788	0.468	1.14	1.25	1.14	0.876	0.717	0.581	0.636	0.581	0.425	0.312	Non Conv.
9.2	6.24	0.804	0.481	1.16	1.27	1.16	0.894	0.731	0.597	0.654	0.597	0.437	0.321	Non Conv.
9.3	6.24	0.82	0.494	1.18	1.3	1.18	0.911	0.746	0.613	0.672	0.613	0.449	0.329	Non Conv.
9.4	6.24	0.836	0.507	1.2	1.32	1.2	0.929	0.76	0.629	0.689	0.629	0.461	0.338	Non Conv.
9.5	6.24	0.852	0.52	1.22	1.34	1.22	0.946	0.774	0.646	0.707	0.646	0.472	0.346	Non Conv.
9.6	6.24	0.868	0.533	1.24	1.36	1.24	0.964	0.789	0.662	0.725	0.662	0.484	0.355	Non Conv.
9.7	6.24	0.883	0.546	1.26	1.39	1.26	0.982	0.803	0.678	0.742	0.678	0.496	0.364	Non Conv.
9.8	6.24	0.899	0.559	1.28	1.41	1.28	0.999	0.817	0.694	0.76	0.694	0.508	0.372	Non Conv.
9.9	6.24	0.915	0.572	1.3	1.43	1.3	1.02	0.832	0.71	0.778	0.71	0.52	0.381	Non Conv.
10	6.24	0.931	0.585	1.32	1.45	1.32	1.03	0.846	0.726	0.796	0.726	0.532	0.39	Non Conv.
10.1	6.24	0.947	0.598	1.34	1.48	1.34	1.05	0.861	0.742	0.813	0.742	0.543	0.398	Non Conv.
10.2	6.24	0.963	0.611	1.36	1.5	1.36	1.07	0.875	0.759	0.831	0.759	0.555	0.407	Non Conv.
10.3	6.24	0.978	0.624	1.38	1.52	1.38	1.09	0.889	0.775	0.849	0.775	0.567	0.416	Non Conv.
10.4	6.24	0.994	0.637	1.4	1.55	1.4	1.1	0.904	0.791	0.866	0.791	0.579	0.424	Non Conv.
10.5	6.24	1.01	0.65	1.43	1.57	1.43	1.12	0.918	0.807	0.884	0.807	0.591	0.433	Non Conv.
10.6	6.24	1.03	0.663	1.45	1.59	1.45	1.14	0.933	0.823	0.902	0.823	0.602	0.442	Non Conv.
10.7	6.24	1.04	0.676	1.47	1.61	1.47	1.16	0.947	0.839	0.919	0.839	0.614	0.45	Non Conv.
10.8	6.24	1.06	0.689	1.49	1.64	1.49	1.17	0.961	0.855	0.937	0.855	0.626	0.459	Non Conv.

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
10.9	6.24	1.07	0.702	1.51	1.66	1.51	1.19	0.976	0.872	0.955	0.872	0.638	0.468	Non Conv.
11	6.24	1.09	0.715	1.53	1.68	1.53	1.21	0.99	0.888	0.972	0.888	0.65	0.476	Non Conv.
11.1	6.24	1.1	0.728	1.55	1.7	1.55	1.23	1	0.904	0.99	0.904	0.662	0.485	Non Conv.
11.2	6.24	1.12	0.741	1.57	1.73	1.57	1.25	1.02	0.92	1.01	0.92	0.673	0.494	Non Conv.
11.3	6.24	1.14	0.754	1.59	1.75	1.59	1.26	1.03	0.936	1.03	0.936	0.685	0.502	Non Conv.
11.4	6.24	1.15	0.767	1.61	1.77	1.61	1.28	1.05	0.952	1.04	0.952	0.697	0.511	Non Conv.
11.5	6.24	1.17	0.78	1.63	1.79	1.63	1.3	1.06	0.968	1.06	0.968	0.709	0.52	Non Conv.
11.6	6.24	1.18	0.793	1.65	1.82	1.65	1.32	1.08	0.985	1.08	0.985	0.721	0.528	Non Conv.
11.7	6.24	1.2	0.806	1.67	1.84	1.67	1.33	1.09	1	1.1	1	0.732	0.537	Non Conv.
11.8	6.24	1.22	0.819	1.69	1.86	1.69	1.35	1.11	1.02	1.11	1.02	0.744	0.546	Non Conv.
11.9	6.24	1.23	0.832	1.71	1.88	1.71	1.37	1.12	1.03	1.13	1.03	0.756	0.554	Non Conv.
12	6.24	1.25	0.845	1.73	1.91	1.73	1.39	1.13	1.05	1.15	1.05	0.768	0.563	49.1
12.1	6.24	1.26	0.858	1.75	1.93	1.75	1.4	1.15	1.07	1.17	1.07	0.78	0.572	41.8
12.2	6.24	1.28	0.871	1.77	1.95	1.77	1.42	1.16	1.08	1.18	1.08	0.791	0.58	38
12.3	6.24	1.29	0.884	1.8	1.97	1.8	1.44	1.18	1.1	1.2	1.1	0.803	0.589	38
12.4	6.24	1.31	0.897	1.82	2	1.82	1.46	1.19	1.11	1.22	1.11	0.815	0.598	37
12.5	6.24	1.33	0.91	1.84	2.02	1.84	1.47	1.21	1.13	1.24	1.13	0.827	0.606	35.8
12.6	6.24	1.34	0.923	1.86	2.04	1.86	1.49	1.22	1.15	1.26	1.15	0.839	0.615	34.6
12.7	6.24	1.36	0.936	1.88	2.07	1.88	1.51	1.23	1.16	1.27	1.16	0.851	0.624	33.8
12.8	6.24	1.37	0.949	1.9	2.09	1.9	1.53	1.25	1.18	1.29	1.18	0.862	0.632	33.8
12.9	6.24	1.39	0.962	1.92	2.11	1.92	1.54	1.26	1.19	1.31	1.19	0.874	0.641	33.2
13	6.24	1.41	0.975	1.94	2.13	1.94	1.56	1.28	1.21	1.33	1.21	0.886	0.65	32.4
13.1	6.24	1.42	0.988	1.96	2.16	1.96	1.58	1.29	1.23	1.34	1.23	0.898	0.658	32
13.2	6.24	1.44	1	1.98	2.18	1.98	1.6	1.31	1.24	1.36	1.24	0.91	0.667	31.5
13.3	6.24	1.45	1.01	2	2.2	2	1.61	1.32	1.26	1.38	1.26	0.921	0.676	30.7
13.4	6.24	1.47	1.03	2.02	2.22	2.02	1.63	1.34	1.28	1.4	1.28	0.933	0.684	30
13.5	6.24	1.48	1.04	2.04	2.25	2.04	1.65	1.35	1.29	1.41	1.29	0.945	0.693	29.6
13.6	6.24	1.5	1.05	2.06	2.27	2.06	1.67	1.36	1.31	1.43	1.31	0.957	0.702	29.2
13.7	6.24	1.52	1.07	2.08	2.29	2.08	1.68	1.38	1.32	1.45	1.32	0.969	0.71	28.8
13.8	6.24	1.53	1.08	2.1	2.31	2.1	1.7	1.39	1.34	1.47	1.34	0.98	0.719	28.4
13.9	6.24	1.55	1.09	2.12	2.34	2.12	1.72	1.41	1.36	1.49	1.36	0.992	0.728	27.9
14	6.24	1.56	1.1	2.14	2.36	2.14	1.74	1.42	1.37	1.5	1.37	1	0.736	27
14.1	6.24	1.58	1.12	2.17	2.38	2.17	1.75	1.44	1.39	1.52	1.39	1.02	0.745	26.7
14.2	6.24	1.6	1.13	2.19	2.4	2.19	1.77	1.45	1.4	1.54	1.4	1.03	0.754	26.7
14.3	6.24	1.61	1.14	2.21	2.43	2.21	1.79	1.46	1.42	1.56	1.42	1.04	0.762	26
14.4	6.24	1.63	1.16	2.23	2.45	2.23	1.81	1.48	1.44	1.57	1.44	1.05	0.771	25.3
14.5	6.24	1.64	1.17	2.25	2.47	2.25	1.83	1.49	1.45	1.59	1.45	1.06	0.78	25.3
14.6	6.24	1.66	1.18	2.27	2.49	2.27	1.84	1.51	1.47	1.61	1.47	1.07	0.788	24.9
14.7	6.24	1.67	1.2	2.29	2.52	2.29	1.86	1.52	1.49	1.63	1.49	1.09	0.797	24.1

Pour une Largeur B de 0.7 m ; avec Aire A de 0.385 m<sup>2</sup> et Perimètre P de 2.2 m

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
14.8	6.24	1.69	1.21	2.31	2.54	2.31	1.88	1.54	1.5	1.64	1.5	1.1	0.806	23.9
14.9	6.24	1.71	1.22	2.33	2.56	2.33	1.9	1.55	1.52	1.66	1.52	1.11	0.814	23.9
15	6.24	1.72	1.23	2.35	2.58	2.35	1.91	1.57	1.53	1.68	1.53	1.12	0.823	23.5
15.1	6.24	1.74	1.25	2.37	2.61	2.37	1.93	1.58	1.55	1.7	1.55	1.13	0.832	23.1
15.2	6.24	1.75	1.26	2.39	2.63	2.39	1.95	1.59	1.57	1.71	1.57	1.15	0.84	22.7
15.3	6.24	1.77	1.27	2.41	2.65	2.41	1.97	1.61	1.58	1.73	1.58	1.16	0.849	22.2
15.4	6.24	1.79	1.29	2.43	2.68	2.43	1.98	1.62	1.6	1.75	1.6	1.17	0.858	21.6
15.5	6.24	1.8	1.3	2.45	2.7	2.45	2	1.64	1.61	1.77	1.61	1.18	0.866	21.1
15.6	6.24	1.82	1.31	2.47	2.72	2.47	2.02	1.65	1.63	1.79	1.63	1.19	0.875	20.6
15.7	6.24	1.83	1.33	2.49	2.74	2.49	2.04	1.67	1.65	1.8	1.65	1.2	0.884	20.6
15.8	6.24	1.85	1.34	2.51	2.77	2.51	2.05	1.68	1.66	1.82	1.66	1.22	0.892	20.6
15.9	6.24	1.86	1.35	2.53	2.79	2.53	2.07	1.69	1.68	1.84	1.68	1.23	0.901	20.6
16	6.24	1.88	1.36	2.56	2.81	2.56	2.09	1.71	1.69	1.86	1.69	1.24	0.91	20.2
16.1	6.24	1.9	1.38	2.58	2.83	2.58	2.11	1.72	1.71	1.87	1.71	1.25	0.918	19.7
16.2	6.24	1.91	1.39	2.6	2.86	2.6	2.12	1.74	1.73	1.89	1.73	1.26	0.927	19.1
16.3	6.24	1.93	1.4	2.62	2.88	2.62	2.14	1.75	1.74	1.91	1.74	1.28	0.936	18.8
16.4	6.24	1.94	1.42	2.64	2.9	2.64	2.16	1.77	1.76	1.93	1.76	1.29	0.944	18.8
16.5	6.24	1.96	1.43	2.66	2.92	2.66	2.18	1.78	1.78	1.94	1.78	1.3	0.953	18.4
16.6	6.24	1.97	1.44	2.68	2.95	2.68	2.19	1.8	1.79	1.96	1.79	1.31	0.962	17.9
16.7	6.24	1.99	1.46	2.7	2.97	2.7	2.21	1.81	1.81	1.98	1.81	1.32	0.97	17.8
16.8	6.24	2.01	1.47	2.72	2.99	2.72	2.23	1.82	1.82	2	1.82	1.33	0.979	17.8
16.9	6.24	2.02	1.48	2.74	3.01	2.74	2.25	1.84	1.84	2.02	1.84	1.35	0.988	17.5
17	6.24	2.04	1.49	2.76	3.04	2.76	2.26	1.85	1.86	2.03	1.86	1.36	0.996	17.1
17.1	6.24	2.05	1.51	2.78	3.06	2.78	2.28	1.87	1.87	2.05	1.87	1.37	1	16.6
17.2	6.24	2.07	1.52	2.8	3.08	2.8	2.3	1.88	1.89	2.07	1.89	1.38	1.01	16.2
17.3	6.24	2.09	1.53	2.82	3.1	2.82	2.32	1.9	1.9	2.09	1.9	1.39	1.02	15.9
17.4	6.24	2.1	1.55	2.84	3.13	2.84	2.34	1.91	1.92	2.1	1.92	1.41	1.03	15.9
17.5	6.24	2.12	1.56	2.86	3.15	2.86	2.35	1.92	1.94	2.12	1.94	1.42	1.04	15.8
17.6	6.24	2.13	1.57	2.88	3.17	2.88	2.37	1.94	1.95	2.14	1.95	1.43	1.05	15.3
17.7	6.24	2.15	1.59	2.9	3.2	2.9	2.39	1.95	1.97	2.16	1.97	1.44	1.06	15
17.8	6.24	2.16	1.6	2.93	3.22	2.93	2.41	1.97	1.99	2.17	1.99	1.45	1.07	15
17.9	6.24	2.18	1.61	2.95	3.24	2.95	2.42	1.98	2	2.19	2	1.46	1.07	14.7
18	6.24	2.2	1.62	2.97	3.26	2.97	2.44	2	2.02	2.21	2.02	1.48	1.08	14.3
18.1	6.24	2.21	1.64	2.99	3.29	2.99	2.46	2.01	2.03	2.23	2.03	1.49	1.09	14
18.2	6.24	2.23	1.65	3.01	3.31	3.01	2.48	2.03	2.05	2.25	2.05	1.5	1.1	13.8
18.3	6.24	2.24	1.66	3.03	3.33	3.03	2.49	2.04	2.07	2.26	2.07	1.51	1.11	13.8
18.4	6.24	2.26	1.68	3.05	3.35	3.05	2.51	2.05	2.08	2.28	2.08	1.52	1.12	13.5
18.5	6.24	2.28	1.69	3.07	3.38	3.07	2.53	2.07	2.1	2.3	2.1	1.54	1.13	13.1
18.6	6.24	2.29	1.7	3.09	3.4	3.09	2.55	2.08	2.11	2.32	2.11	1.55	1.13	13.1

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
18.7	6.24	2.31	1.72	3.11	3.42	3.11	2.56	2.1	2.13	2.33	2.13	1.56	1.14	13
18.8	6.24	2.32	1.73	3.13	3.44	3.13	2.58	2.11	2.15	2.35	2.15	1.57	1.15	12.7
18.9	6.24	2.34	1.74	3.15	3.47	3.15	2.6	2.13	2.16	2.37	2.16	1.58	1.16	12.3
19	6.24	2.35	1.75	3.17	3.49	3.17	2.62	2.14	2.18	2.39	2.18	1.59	1.17	11.9
19.1	6.24	2.37	1.77	3.19	3.51	3.19	2.63	2.15	2.2	2.4	2.2	1.61	1.18	11.9
19.2	6.24	2.39	1.78	3.21	3.53	3.21	2.65	2.17	2.21	2.42	2.21	1.62	1.19	11.9
19.3	6.24	2.4	1.79	3.23	3.56	3.23	2.67	2.18	2.23	2.44	2.23	1.63	1.2	11.9
19.4	6.24	2.42	1.81	3.25	3.58	3.25	2.69	2.2	2.24	2.46	2.24	1.64	1.2	11.7
19.5	6.24	2.43	1.82	3.27	3.6	3.27	2.7	2.21	2.26	2.48	2.26	1.65	1.21	11.4
19.6	6.24	2.45	1.83	3.3	3.62	3.3	2.72	2.23	2.28	2.49	2.28	1.67	1.22	11
19.7	6.24	2.47	1.85	3.32	3.65	3.32	2.74	2.24	2.29	2.51	2.29	1.68	1.23	10.7
19.8	6.24	2.48	1.86	3.34	3.67	3.34	2.76	2.26	2.31	2.53	2.31	1.69	1.24	10.6
19.9	6.24	2.5	1.87	3.36	3.69	3.36	2.77	2.27	2.32	2.55	2.32	1.7	1.25	10.6
20	6.24	2.51	1.88	3.38	3.71	3.38	2.79	2.28	2.34	2.56	2.34	1.71	1.26	10.6
20.1	6.24	2.53	1.9	3.4	3.74	3.4	2.81	2.3	2.36	2.58	2.36	1.72	1.26	10.4
20.2	6.24	2.54	1.91	3.42	3.76	3.42	2.83	2.31	2.37	2.6	2.37	1.74	1.27	10.1
20.3	6.24	2.56	1.92	3.44	3.78	3.44	2.84	2.33	2.39	2.62	2.39	1.75	1.28	10
20.4	6.24	2.58	1.94	3.46	3.81	3.46	2.86	2.34	2.41	2.63	2.41	1.76	1.29	9.99
20.5	6.24	2.59	1.95	3.48	3.83	3.48	2.88	2.36	2.42	2.65	2.42	1.77	1.3	9.9
20.6	6.24	2.61	1.96	3.5	3.85	3.5	2.9	2.37	2.44	2.67	2.44	1.78	1.31	9.81
20.7	6.24	2.62	1.98	3.52	3.87	3.52	2.92	2.39	2.45	2.69	2.45	1.8	1.32	9.72
20.8	6.24	2.64	1.99	3.54	3.9	3.54	2.93	2.4	2.47	2.7	2.47	1.81	1.33	9.69
20.9	6.24	2.66	2	3.56	3.92	3.56	2.95	2.41	2.49	2.72	2.49	1.82	1.33	9.69
21	6.24	2.67	2.01	3.58	3.94	3.58	2.97	2.43	2.5	2.74	2.5	1.83	1.34	9.6
21.1	6.24	2.69	2.03	3.6	3.96	3.6	2.99	2.44	2.52	2.76	2.52	1.84	1.35	9.51
21.2	6.24	2.7	2.04	3.62	3.99	3.62	3	2.46	2.53	2.78	2.53	1.85	1.36	9.42
21.3	6.24	2.72	2.05	3.64	4.01	3.64	3.02	2.47	2.55	2.79	2.55	1.87	1.37	9.38
21.4	6.24	2.73	2.07	3.66	4.03	3.66	3.04	2.49	2.57	2.81	2.57	1.88	1.38	9.38
21.5	6.24	2.75	2.08	3.69	4.05	3.69	3.06	2.5	2.58	2.83	2.58	1.89	1.39	9.38
21.6	6.24	2.77	2.09	3.71	4.08	3.71	3.07	2.51	2.6	2.85	2.6	1.9	1.39	9.38
21.7	6.24	2.78	2.11	3.73	4.1	3.73	3.09	2.53	2.62	2.86	2.62	1.91	1.4	9.38
21.8	6.24	2.8	2.12	3.75	4.12	3.75	3.11	2.54	2.63	2.88	2.63	1.93	1.41	9.35
21.9	6.24	2.81	2.13	3.77	4.14	3.77	3.13	2.56	2.65	2.9	2.65	1.94	1.42	9.25
22	6.24	2.83	2.14	3.79	4.17	3.79	3.14	2.57	2.66	2.92	2.66	1.95	1.43	9.19
22.1	6.24	2.85	2.16	3.81	4.19	3.81	3.16	2.59	2.68	2.93	2.68	1.96	1.44	9.15
22.2	6.24	2.86	2.17	3.83	4.21	3.83	3.18	2.6	2.7	2.95	2.7	1.97	1.45	9.1
22.3	6.24	2.88	2.18	3.85	4.23	3.85	3.2	2.62	2.71	2.97	2.71	1.98	1.46	9.06
22.4	6.24	2.89	2.2	3.87	4.26	3.87	3.21	2.63	2.73	2.99	2.73	2	1.46	9.06
22.5	6.24	2.91	2.21	3.89	4.28	3.89	3.23	2.64	2.74	3.01	2.74	2.01	1.47	9.06

Pour une Largeur B de 0.7 m ; avec Aire A de 0.385 m<sup>2</sup> et Périmètre P de 2.2 m

Longueur pieu (m)		(Rc;cr;k) (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
22.6	6.24	2.92	2.22	3.91	4.3	3.91	3.25	2.66	2.76	3.02	2.76	2.02	1.48	9.06
22.7	6.24	2.94	2.24	3.93	4.33	3.93	3.27	2.67	2.78	3.04	2.78	2.03	1.49	9
22.8	6.24	2.96	2.25	3.95	4.35	3.95	3.28	2.69	2.79	3.06	2.79	2.04	1.5	8.91
22.9	6.24	2.97	2.26	3.97	4.37	3.97	3.3	2.7	2.81	3.08	2.81	2.06	1.51	8.91
23	6.24	2.99	2.27	3.99	4.39	3.99	3.32	2.72	2.82	3.09	2.82	2.07	1.52	8.91
23.1	6.24	3	2.29	4.01	4.42	4.01	3.34	2.73	2.84	3.11	2.84	2.08	1.52	8.91
23.2	6.24	3.02	2.3	4.03	4.44	4.03	3.35	2.74	2.86	3.13	2.86	2.09	1.53	8.91
23.3	6.24	3.03	2.31	4.06	4.46	4.06	3.37	2.76	2.87	3.15	2.87	2.1	1.54	8.91
23.4	6.24	3.05	2.33	4.08	4.48	4.08	3.39	2.77	2.89	3.16	2.89	2.11	1.55	8.91
23.5	6.24	3.07	2.34	4.1	4.51	4.1	3.41	2.79	2.91	3.18	2.91	2.13	1.56	8.9
23.6	6.24	3.08	2.35	4.12	4.53	4.12	3.42	2.8	2.92	3.2	2.92	2.14	1.57	8.85
23.7	6.24	3.1	2.36	4.14	4.55	4.14	3.44	2.82	2.94	3.22	2.94	2.15	1.58	8.81
23.8	6.24	3.11	2.38	4.16	4.57	4.16	3.46	2.83	2.95	3.24	2.95	2.16	1.59	8.76
23.9	6.24	3.13	2.39	4.18	4.6	4.18	3.48	2.85	2.97	3.25	2.97	2.17	1.59	8.72
24	6.24	3.15	2.4	4.2	4.62	4.2	3.5	2.86	2.99	3.27	2.99	2.19	1.6	8.67

Pour une Largeur B de 0.8 m ; avec Aire A de 0.503 m<sup>2</sup> et Périmètre P de 2.51 m

Longueur pieu (m)		(Rc;cr;k) (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
7	4.77	0.557	0.223	0.872	0.96	0.872	0.619	0.507	0.277	0.303	0.277	0.202	0.148	Non Conv.
7.1	4.77	0.575	0.238	0.896	0.985	0.896	0.639	0.523	0.295	0.323	0.295	0.216	0.158	Non Conv.
7.2	4.77	0.593	0.252	0.919	1.01	0.919	0.659	0.539	0.314	0.343	0.314	0.229	0.168	Non Conv.
7.3	4.77	0.611	0.267	0.943	1.04	0.943	0.679	0.556	0.332	0.364	0.332	0.243	0.178	Non Conv.
7.4	4.77	0.63	0.282	0.966	1.06	0.966	0.699	0.572	0.35	0.384	0.35	0.256	0.188	Non Conv.
7.5	4.77	0.648	0.297	0.99	1.09	0.99	0.72	0.589	0.369	0.404	0.369	0.27	0.198	Non Conv.
7.6	4.77	0.666	0.312	1.01	1.11	1.01	0.74	0.605	0.387	0.424	0.387	0.283	0.208	Non Conv.
7.7	4.77	0.684	0.327	1.04	1.14	1.04	0.76	0.622	0.406	0.444	0.406	0.297	0.218	Non Conv.
7.8	4.77	0.702	0.342	1.06	1.17	1.06	0.78	0.638	0.424	0.465	0.424	0.31	0.228	Non Conv.
7.9	4.77	0.72	0.356	1.08	1.19	1.08	0.8	0.654	0.443	0.485	0.443	0.324	0.238	Non Conv.
8	4.77	0.738	0.371	1.11	1.22	1.11	0.82	0.671	0.461	0.505	0.461	0.337	0.247	Non Conv.
8.1	4.77	0.756	0.386	1.13	1.24	1.13	0.84	0.687	0.48	0.525	0.48	0.351	0.257	Non Conv.
8.2	4.77	0.774	0.401	1.15	1.27	1.15	0.86	0.704	0.498	0.545	0.498	0.364	0.267	Non Conv.
8.3	4.77	0.792	0.416	1.18	1.3	1.18	0.88	0.72	0.516	0.566	0.516	0.378	0.277	Non Conv.
8.4	4.77	0.81	0.431	1.2	1.32	1.2	0.9	0.737	0.535	0.586	0.535	0.391	0.287	Non Conv.
8.5	4.77	0.828	0.445	1.22	1.35	1.22	0.92	0.753	0.553	0.606	0.553	0.405	0.297	Non Conv.
8.6	4.77	0.846	0.46	1.25	1.37	1.25	0.941	0.77	0.572	0.626	0.572	0.418	0.307	Non Conv.
8.7	4.77	0.865	0.475	1.27	1.4	1.27	0.961	0.786	0.59	0.647	0.59	0.432	0.317	Non Conv.
8.8	4.77	0.883	0.49	1.29	1.42	1.29	0.981	0.802	0.609	0.667	0.609	0.445	0.327	Non Conv.

W18-362B_LD	29/01/2019 18:24	<b>Dim pieux forés à la tarière creuse</b>	Page 15	<b>MODELE</b>
LA ROCHELLE (17) Rue Maurice Ravel Construction de bâtiments de logements			<b>1</b>	

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
8.9	4.77	0.901	0.505	1.32	1.45	1.32	1	0.819	0.627	0.687	0.627	0.459	0.337	Non Conv.
9	4.77	0.919	0.52	1.34	1.48	1.34	1.02	0.835	0.646	0.707	0.646	0.472	0.346	Non Conv.
9.1	4.77	0.937	0.535	1.37	1.5	1.37	1.04	0.852	0.664	0.727	0.664	0.486	0.356	Non Conv.
9.2	4.77	0.955	0.549	1.39	1.53	1.39	1.06	0.868	0.683	0.748	0.683	0.499	0.366	Non Conv.
9.3	4.77	0.973	0.564	1.41	1.55	1.41	1.08	0.885	0.701	0.768	0.701	0.513	0.376	Non Conv.
9.4	4.77	0.991	0.579	1.44	1.58	1.44	1.1	0.901	0.719	0.788	0.719	0.526	0.386	Non Conv.
9.5	4.77	1.01	0.594	1.46	1.61	1.46	1.12	0.917	0.738	0.808	0.738	0.54	0.396	Non Conv.
9.6	4.77	1.03	0.609	1.48	1.63	1.48	1.14	0.934	0.756	0.828	0.756	0.553	0.406	Non Conv.
9.7	4.77	1.05	0.624	1.51	1.66	1.51	1.16	0.95	0.775	0.849	0.775	0.567	0.416	Non Conv.
9.8	4.77	1.06	0.639	1.53	1.68	1.53	1.18	0.967	0.793	0.869	0.793	0.58	0.426	Non Conv.
9.9	4.77	1.08	0.653	1.55	1.71	1.55	1.2	0.983	0.812	0.889	0.812	0.594	0.436	Non Conv.
10	4.77	1.1	0.668	1.58	1.73	1.58	1.22	1	0.83	0.909	0.83	0.607	0.445	Non Conv.
10.1	4.77	1.12	0.683	1.6	1.76	1.6	1.24	1.02	0.849	0.929	0.849	0.621	0.455	Non Conv.
10.2	4.77	1.14	0.698	1.62	1.79	1.62	1.26	1.03	0.867	0.95	0.867	0.634	0.465	Non Conv.
10.3	4.77	1.15	0.713	1.65	1.81	1.65	1.28	1.05	0.885	0.97	0.885	0.648	0.475	Non Conv.
10.4	4.77	1.17	0.728	1.67	1.84	1.67	1.3	1.07	0.904	0.99	0.904	0.662	0.485	Non Conv.
10.5	4.77	1.19	0.743	1.69	1.86	1.69	1.32	1.08	0.922	1.01	0.922	0.675	0.495	Non Conv.
10.6	4.77	1.21	0.757	1.72	1.89	1.72	1.34	1.1	0.941	1.03	0.941	0.689	0.505	Non Conv.
10.7	4.77	1.23	0.772	1.74	1.92	1.74	1.36	1.11	0.959	1.05	0.959	0.702	0.515	Non Conv.
10.8	4.77	1.24	0.787	1.76	1.94	1.76	1.38	1.13	0.978	1.07	0.978	0.716	0.525	43.9
10.9	4.77	1.26	0.802	1.79	1.97	1.79	1.4	1.15	0.996	1.09	0.996	0.729	0.535	42
11	4.77	1.28	0.817	1.81	1.99	1.81	1.42	1.16	1.01	1.11	1.01	0.743	0.545	40.2
11.1	4.77	1.3	0.832	1.83	2.02	1.83	1.44	1.18	1.03	1.13	1.03	0.756	0.554	38.4
11.2	4.77	1.32	0.846	1.86	2.04	1.86	1.46	1.2	1.05	1.15	1.05	0.77	0.564	38
11.3	4.77	1.33	0.861	1.88	2.07	1.88	1.48	1.21	1.07	1.17	1.07	0.783	0.574	37.9
11.4	4.77	1.35	0.876	1.91	2.1	1.91	1.5	1.23	1.09	1.19	1.09	0.797	0.584	36.7
11.5	4.77	1.37	0.891	1.93	2.12	1.93	1.52	1.25	1.11	1.21	1.11	0.81	0.594	35.6
11.6	4.77	1.39	0.906	1.95	2.15	1.95	1.54	1.26	1.13	1.23	1.13	0.824	0.604	35
11.7	4.77	1.41	0.921	1.98	2.17	1.98	1.56	1.28	1.14	1.25	1.14	0.837	0.614	34.4
11.8	4.77	1.43	0.936	2	2.2	2	1.58	1.3	1.16	1.27	1.16	0.851	0.624	33.8
11.9	4.77	1.44	0.95	2.02	2.23	2.02	1.6	1.31	1.18	1.29	1.18	0.864	0.634	33
12	4.77	1.46	0.965	2.05	2.25	2.05	1.62	1.33	1.2	1.31	1.2	0.878	0.644	32.2
12.1	4.77	1.48	0.98	2.07	2.28	2.07	1.64	1.34	1.22	1.33	1.22	0.891	0.653	31.4
12.2	4.77	1.5	0.995	2.09	2.3	2.09	1.66	1.36	1.24	1.35	1.24	0.905	0.663	30.9
12.3	4.77	1.52	1.01	2.12	2.33	2.12	1.68	1.38	1.25	1.37	1.25	0.918	0.673	30.9
12.4	4.77	1.53	1.02	2.14	2.35	2.14	1.7	1.39	1.27	1.39	1.27	0.932	0.683	30.3
12.5	4.77	1.55	1.04	2.16	2.38	2.16	1.72	1.41	1.29	1.41	1.29	0.945	0.693	29.5
12.6	4.77	1.57	1.05	2.19	2.41	2.19	1.74	1.43	1.31	1.43	1.31	0.959	0.703	28.7
12.7	4.77	1.59	1.07	2.21	2.43	2.21	1.76	1.44	1.33	1.45	1.33	0.972	0.713	28.1

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
12.8	4.77	1.61	1.08	2.23	2.46	2.23	1.78	1.46	1.35	1.47	1.35	0.986	0.723	28.1
12.9	4.77	1.62	1.1	2.26	2.48	2.26	1.8	1.48	1.37	1.5	1.37	0.999	0.733	27.6
13	4.77	1.64	1.11	2.28	2.51	2.28	1.82	1.49	1.38	1.52	1.38	1.01	0.743	26.8
13.1	4.77	1.66	1.13	2.3	2.54	2.3	1.84	1.51	1.4	1.54	1.4	1.03	0.752	26.4
13.2	4.77	1.68	1.14	2.33	2.56	2.33	1.86	1.53	1.42	1.56	1.42	1.04	0.762	25.9
13.3	4.77	1.7	1.16	2.35	2.59	2.35	1.88	1.54	1.44	1.58	1.44	1.05	0.772	25
13.4	4.77	1.71	1.17	2.38	2.61	2.38	1.9	1.56	1.46	1.6	1.46	1.07	0.782	24.4
13.5	4.77	1.73	1.19	2.4	2.64	2.4	1.92	1.57	1.48	1.62	1.48	1.08	0.792	24
13.6	4.77	1.75	1.2	2.42	2.66	2.42	1.94	1.59	1.49	1.64	1.49	1.09	0.802	23.6
13.7	4.77	1.77	1.22	2.45	2.69	2.45	1.97	1.61	1.51	1.66	1.51	1.11	0.812	23.2
13.8	4.77	1.79	1.23	2.47	2.72	2.47	1.99	1.62	1.53	1.68	1.53	1.12	0.822	22.8
13.9	4.77	1.8	1.25	2.49	2.74	2.49	2.01	1.64	1.55	1.7	1.55	1.13	0.832	22.3
14	4.77	1.82	1.26	2.52	2.77	2.52	2.03	1.66	1.57	1.72	1.57	1.15	0.842	21.8
14.1	4.77	1.84	1.28	2.54	2.79	2.54	2.05	1.67	1.59	1.74	1.59	1.16	0.851	21.6
14.2	4.77	1.86	1.29	2.56	2.82	2.56	2.07	1.69	1.6	1.76	1.6	1.17	0.861	21.6
14.3	4.77	1.88	1.31	2.59	2.84	2.59	2.09	1.71	1.62	1.78	1.62	1.19	0.871	21.1
14.4	4.77	1.9	1.32	2.61	2.87	2.61	2.11	1.72	1.64	1.8	1.64	1.2	0.881	20.5
14.5	4.77	1.91	1.34	2.63	2.9	2.63	2.13	1.74	1.66	1.82	1.66	1.22	0.891	20
14.6	4.77	1.93	1.35	2.66	2.92	2.66	2.15	1.76	1.68	1.84	1.68	1.23	0.901	19.4
14.7	4.77	1.95	1.37	2.68	2.95	2.68	2.17	1.77	1.7	1.86	1.7	1.24	0.911	18.9
14.8	4.77	1.97	1.38	2.7	2.97	2.7	2.19	1.79	1.72	1.88	1.72	1.26	0.921	18.8
14.9	4.77	1.99	1.4	2.73	3	2.73	2.21	1.81	1.73	1.9	1.73	1.27	0.931	18.7
15	4.77	2	1.41	2.75	3.03	2.75	2.23	1.82	1.75	1.92	1.75	1.28	0.941	18.2
15.1	4.77	2.02	1.43	2.77	3.05	2.77	2.25	1.84	1.77	1.94	1.77	1.3	0.95	17.7
15.2	4.77	2.04	1.44	2.8	3.08	2.8	2.27	1.85	1.79	1.96	1.79	1.31	0.96	17.1
15.3	4.77	2.06	1.46	2.82	3.1	2.82	2.29	1.87	1.81	1.98	1.81	1.32	0.97	16.9
15.4	4.77	2.08	1.47	2.84	3.13	2.84	2.31	1.89	1.83	2	1.83	1.34	0.98	16.9
15.5	4.77	2.09	1.49	2.87	3.15	2.87	2.33	1.9	1.84	2.02	1.84	1.35	0.99	16.4
15.6	4.77	2.11	1.5	2.89	3.18	2.89	2.35	1.92	1.86	2.04	1.86	1.36	1	15.9
15.7	4.77	2.13	1.51	2.92	3.21	2.92	2.37	1.94	1.88	2.06	1.88	1.38	1.01	15.6
15.8	4.77	2.15	1.53	2.94	3.23	2.94	2.39	1.95	1.9	2.08	1.9	1.39	1.02	15.4
15.9	4.77	2.17	1.54	2.96	3.26	2.96	2.41	1.97	1.92	2.1	1.92	1.4	1.03	15.1
16	4.77	2.18	1.56	2.99	3.28	2.99	2.43	1.99	1.94	2.12	1.94	1.42	1.04	14.7
16.1	4.77	2.2	1.57	3.01	3.31	3.01	2.45	2	1.96	2.14	1.96	1.43	1.05	14.4
16.2	4.77	2.22	1.59	3.03	3.34	3.03	2.47	2.02	1.97	2.16	1.97	1.44	1.06	14
16.3	4.77	2.24	1.6	3.06	3.36	3.06	2.49	2.04	1.99	2.18	1.99	1.46	1.07	13.8
16.4	4.77	2.26	1.62	3.08	3.39	3.08	2.51	2.05	2.01	2.2	2.01	1.47	1.08	13.8
16.5	4.77	2.27	1.63	3.1	3.41	3.1	2.53	2.07	2.03	2.22	2.03	1.49	1.09	13.3
16.6	4.77	2.29	1.65	3.13	3.44	3.13	2.55	2.08	2.05	2.24	2.05	1.5	1.1	12.6

W18-362B _ LD	29/01/2019 18:24	<b>Dim pieux forés à la tarière creuse</b>	Page 17	<b>MODELE</b>
LA ROCHELLE (17) Rue Maurice Ravel Construction de bâtiments de logements				<b>1</b>

Longueur pieu (m)		Rc;cr;k (MN) (MPa)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur.(MN)	Rt;d ELU acc.(MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
16.7	4.77	2.31	1.66	3.15	3.46	3.15	2.57	2.1	2.07	2.26	2.07	1.51	1.11	12.5
16.8	4.77	2.33	1.68	3.17	3.49	3.17	2.59	2.12	2.08	2.28	2.08	1.53	1.12	12.5
16.9	4.77	2.35	1.69	3.2	3.52	3.2	2.61	2.13	2.1	2.3	2.1	1.54	1.13	12.5
17	4.77	2.37	1.71	3.22	3.54	3.22	2.63	2.15	2.12	2.32	2.12	1.55	1.14	12.2
17.1	4.77	2.38	1.72	3.24	3.57	3.24	2.65	2.17	2.14	2.34	2.14	1.57	1.15	11.5
17.2	4.77	2.4	1.74	3.27	3.59	3.27	2.67	2.18	2.16	2.36	2.16	1.58	1.16	11.3
17.3	4.77	2.42	1.75	3.29	3.62	3.29	2.69	2.2	2.18	2.38	2.18	1.59	1.17	11.3
17.4	4.77	2.44	1.77	3.31	3.65	3.31	2.71	2.22	2.2	2.4	2.2	1.61	1.18	11.3
17.5	4.77	2.46	1.78	3.34	3.67	3.34	2.73	2.23	2.21	2.42	2.21	1.62	1.19	11.1
17.6	4.77	2.47	1.8	3.36	3.7	3.36	2.75	2.25	2.23	2.44	2.23	1.63	1.2	10.3
17.7	4.77	2.49	1.81	3.38	3.72	3.38	2.77	2.27	2.25	2.47	2.25	1.65	1.21	10
17.8	4.77	2.51	1.83	3.41	3.75	3.41	2.79	2.28	2.27	2.49	2.27	1.66	1.22	10
17.9	4.77	2.53	1.84	3.43	3.77	3.43	2.81	2.3	2.29	2.51	2.29	1.67	1.23	10
18	4.77	2.55	1.86	3.46	3.8	3.46	2.83	2.31	2.31	2.53	2.31	1.69	1.24	9.97
18.1	4.77	2.56	1.87	3.48	3.83	3.48	2.85	2.33	2.32	2.55	2.32	1.7	1.25	9.7
18.2	4.77	2.58	1.89	3.5	3.85	3.5	2.87	2.35	2.34	2.57	2.34	1.71	1.26	9.5
18.3	4.77	2.6	1.9	3.53	3.88	3.53	2.89	2.36	2.36	2.59	2.36	1.73	1.27	9.41
18.4	4.77	2.62	1.92	3.55	3.9	3.55	2.91	2.38	2.38	2.61	2.38	1.74	1.28	9.38
18.5	4.77	2.64	1.93	3.57	3.93	3.57	2.93	2.4	2.4	2.63	2.4	1.76	1.29	9.38
18.6	4.77	2.65	1.95	3.6	3.96	3.6	2.95	2.41	2.42	2.65	2.42	1.77	1.3	9.38
18.7	4.77	2.67	1.96	3.62	3.98	3.62	2.97	2.43	2.44	2.67	2.44	1.78	1.31	9.33
18.8	4.77	2.69	1.98	3.64	4.01	3.64	2.99	2.45	2.45	2.69	2.45	1.8	1.32	9.15
18.9	4.77	2.71	1.99	3.67	4.03	3.67	3.01	2.46	2.47	2.71	2.47	1.81	1.33	9.06
19	4.77	2.73	2	3.69	4.06	3.69	3.03	2.48	2.49	2.73	2.49	1.82	1.34	9.06
19.1	4.77	2.74	2.02	3.71	4.08	3.71	3.05	2.5	2.51	2.75	2.51	1.84	1.35	9.06
19.2	4.77	2.76	2.03	3.74	4.11	3.74	3.07	2.51	2.53	2.77	2.53	1.85	1.36	9.06
19.3	4.77	2.78	2.05	3.76	4.14	3.76	3.09	2.53	2.55	2.79	2.55	1.86	1.37	8.96
19.4	4.77	2.8	2.06	3.78	4.16	3.78	3.11	2.54	2.56	2.81	2.56	1.88	1.38	8.87
19.5	4.77	2.82	2.08	3.81	4.19	3.81	3.13	2.56	2.58	2.83	2.58	1.89	1.39	8.78
19.6	4.77	2.84	2.09	3.83	4.21	3.83	3.15	2.58	2.6	2.85	2.6	1.9	1.4	8.75
19.7	4.77	2.85	2.11	3.85	4.24	3.85	3.17	2.59	2.62	2.87	2.62	1.92	1.41	8.75
19.8	4.77	2.87	2.12	3.88	4.27	3.88	3.19	2.61	2.64	2.89	2.64	1.93	1.42	8.75
19.9	4.77	2.89	2.14	3.9	4.29	3.9	3.21	2.63	2.66	2.91	2.66	1.94	1.43	8.75
20	4.77	2.91	2.15	3.92	4.32	3.92	3.23	2.64	2.67	2.93	2.67	1.96	1.44	8.75
20.1	4.77	2.93	2.17	3.95	4.34	3.95	3.25	2.66	2.69	2.95	2.69	1.97	1.45	8.7
20.2	4.77	2.94	2.18	3.97	4.37	3.97	3.27	2.68	2.71	2.97	2.71	1.98	1.46	8.61
20.3	4.77	2.96	2.2	4	4.39	4	3.29	2.69	2.73	2.99	2.73	2	1.47	8.59
20.4	4.77	2.98	2.21	4.02	4.42	4.02	3.31	2.71	2.75	3.01	2.75	2.01	1.48	8.59
20.5	4.77	3	2.23	4.04	4.45	4.04	3.33	2.73	2.77	3.03	2.77	2.03	1.49	8.59

Longueur pieu (m)		R <sub>c</sub> ;c <sub>r</sub> ;k <sub>1</sub> (MN) (MPa)	R <sub>t</sub> ;c <sub>r</sub> ;k (MN)	R <sub>c</sub> ;d ELU dur. (MN)	R <sub>c</sub> ;d ELU acc. (MN)	R <sub>c</sub> ;d ELU sis. (MN)	R <sub>c</sub> ;c <sub>r</sub> ;d ELS car. (MN)	R <sub>c</sub> ;c <sub>r</sub> ;d ELS qp (MN)	R <sub>t</sub> ;d ELU dur.(MN)	R <sub>t</sub> ;d ELU acc.(MN)	R <sub>t</sub> ;d ELU sis. (MN)	R <sub>t</sub> ;c <sub>r</sub> ;d ELS car. (MN)	R <sub>t</sub> ;c <sub>r</sub> ;d ELS qp (MN)	Sf (mm) sous qref
20.6	4.77	3.02	2.24	4.07	4.47	4.07	3.35	2.74	2.79	3.05	2.79	2.04	1.49	8.58
20.7	4.77	3.03	2.26	4.09	4.5	4.09	3.37	2.76	2.8	3.07	2.8	2.05	1.5	8.53
20.8	4.77	3.05	2.27	4.11	4.52	4.11	3.39	2.77	2.82	3.09	2.82	2.07	1.51	8.52
20.9	4.77	3.07	2.29	4.14	4.55	4.14	3.41	2.79	2.84	3.11	2.84	2.08	1.52	8.52
21	4.77	3.09	2.3	4.16	4.58	4.16	3.43	2.81	2.86	3.13	2.86	2.09	1.53	8.43
21.1	4.77	3.11	2.32	4.18	4.6	4.18	3.45	2.82	2.88	3.15	2.88	2.11	1.54	8.36
21.2	4.77	3.12	2.33	4.21	4.63	4.21	3.47	2.84	2.9	3.17	2.9	2.12	1.55	8.36
21.3	4.77	3.14	2.35	4.23	4.65	4.23	3.49	2.86	2.91	3.19	2.91	2.13	1.56	8.34
21.4	4.77	3.16	2.36	4.25	4.68	4.25	3.51	2.87	2.93	3.21	2.93	2.15	1.57	8.29
21.5	4.77	3.18	2.38	4.28	4.7	4.28	3.53	2.89	2.95	3.23	2.95	2.16	1.58	8.28
21.6	4.77	3.2	2.39	4.3	4.73	4.3	3.55	2.91	2.97	3.25	2.97	2.17	1.59	8.28
21.7	4.77	3.21	2.41	4.32	4.76	4.32	3.57	2.92	2.99	3.27	2.99	2.19	1.6	8.28
21.8	4.77	3.23	2.42	4.35	4.78	4.35	3.59	2.94	3.01	3.29	3.01	2.2	1.61	8.25
21.9	4.77	3.25	2.44	4.37	4.81	4.37	3.61	2.96	3.03	3.31	3.03	2.21	1.62	8.16
22	4.77	3.27	2.45	4.39	4.83	4.39	3.63	2.97	3.04	3.33	3.04	2.23	1.63	8.13
22.1	4.77	3.29	2.47	4.42	4.86	4.42	3.65	2.99	3.06	3.35	3.06	2.24	1.64	8.13
22.2	4.77	3.31	2.48	4.44	4.89	4.44	3.67	3	3.08	3.37	3.08	2.25	1.65	8.13
22.3	4.77	3.32	2.49	4.46	4.91	4.46	3.69	3.02	3.1	3.39	3.1	2.27	1.66	8.13
22.4	4.77	3.34	2.51	4.49	4.94	4.49	3.71	3.04	3.12	3.41	3.12	2.28	1.67	8.13
22.5	4.77	3.36	2.52	4.51	4.96	4.51	3.73	3.05	3.14	3.43	3.14	2.3	1.68	8.13
22.6	4.77	3.38	2.54	4.54	4.99	4.54	3.75	3.07	3.15	3.46	3.15	2.31	1.69	8.13
22.7	4.77	3.4	2.55	4.56	5.01	4.56	3.77	3.09	3.17	3.48	3.17	2.32	1.7	8.06
22.8	4.77	3.41	2.57	4.58	5.04	4.58	3.79	3.1	3.19	3.5	3.19	2.34	1.71	7.97
22.9	4.77	3.43	2.58	4.61	5.07	4.61	3.81	3.12	3.21	3.52	3.21	2.35	1.72	7.97
23	4.77	3.45	2.6	4.63	5.09	4.63	3.83	3.14	3.23	3.54	3.23	2.36	1.73	7.97
23.1	4.77	3.47	2.61	4.65	5.12	4.65	3.85	3.15	3.25	3.56	3.25	2.38	1.74	7.97
23.2	4.77	3.49	2.63	4.68	5.14	4.68	3.87	3.17	3.27	3.58	3.27	2.39	1.75	7.97
23.3	4.77	3.5	2.64	4.7	5.17	4.7	3.89	3.19	3.28	3.6	3.28	2.4	1.76	7.97
23.4	4.77	3.52	2.66	4.72	5.2	4.72	3.91	3.2	3.3	3.62	3.3	2.42	1.77	7.93
23.5	4.77	3.54	2.67	4.75	5.22	4.75	3.93	3.22	3.32	3.64	3.32	2.43	1.78	7.89
23.6	4.77	3.56	2.69	4.77	5.25	4.77	3.95	3.23	3.34	3.66	3.34	2.44	1.79	7.89
23.7	4.77	3.58	2.7	4.79	5.27	4.79	3.97	3.25	3.36	3.68	3.36	2.46	1.8	7.87
23.8	4.77	3.59	2.72	4.82	5.3	4.82	3.99	3.27	3.38	3.7	3.38	2.47	1.81	7.83
23.9	4.77	3.61	2.73	4.84	5.32	4.84	4.01	3.28	3.39	3.72	3.39	2.48	1.82	7.81
24	4.77	3.63	2.75	4.86	5.35	4.86	4.03	3.3	3.41	3.74	3.41	2.5	1.83	7.81



*Compétence Géotechnique  
Atlantique*

Sondages et essais  
Etudes de sol  
Ingénierie - Instrumentation  
Laboratoire – Expertises

ZAC des Groix – 8 imp. des Petits Fossés  
17120 COZES  
Tél. : 05.46.90.22.90  
Fax : 05.46.90.28.30  
atlantique@competence-geotechnique.fr

## **Notes de calculs KREA**

**Implantations :**  
**COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),  
FONDETTES (37), SEYCHES (47),  
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)**

**DONNEES**

**GENERALITES :**

Système d'unités :	Métrique, t, t/m <sup>2</sup>	Niveau phréatique :	3,00 m
Poids volumique de l'eau :	1,00 t/m <sup>3</sup>	Nombre d'itérations par phase de calcul :	300
Pas de calcul :	0,10 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

**CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :**

Couche	z [ m ]	γ [ t/m <sup>3</sup> ]	γ' [ t/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ t/m <sup>2</sup> ]	dc [ t/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ t/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ t/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ t/m/m ]
Remblais	4,10	1,80	0,80	25,00	0,00	0,000	0,577	0,349	3,549	0,577	0,577	0,000	0,000	8696	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Argile	2,10	1,70	0,70	23,00	0,50	0,000	0,609	0,381	3,206	0,609	0,609	1,453	4,822	1538	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires altérés	-1,30	1,90	0,90	30,00	1,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	16769	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires sains	-3,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	24772	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes	-10,10	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	16769	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires	-12,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	24772	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72

**CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :**

Section	z,base [ m ]	EI [ t.m <sup>2</sup> /m ]	W [ t/m/m ]
1	-5,20	55243	1,24

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

## DONNEES

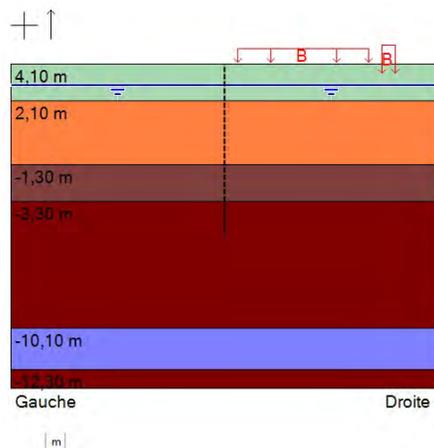
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [ m ]	x [ m ]	L [ m ]	q [ t/m/m ]
1	0	3,50	6,00	0,50	10,00
2	0	4,10	0,50	5,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [ m ]	F [ t/m ]	$\alpha$ [ ° ]
1	4	4,10	7,50	90,00

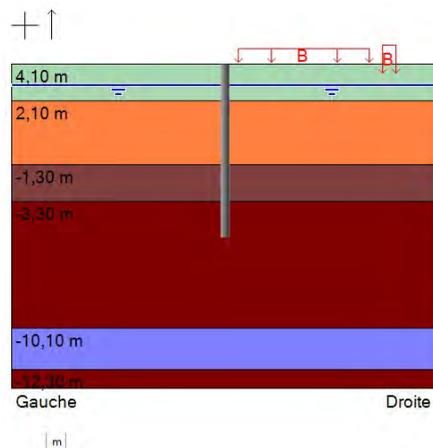
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ t/m² ]	ps [ t/m/m ]
1	3	0,49	0,84	72910	0
2	4	3,37	3,60	72910	0

**SYNTHESE PHASAGE**

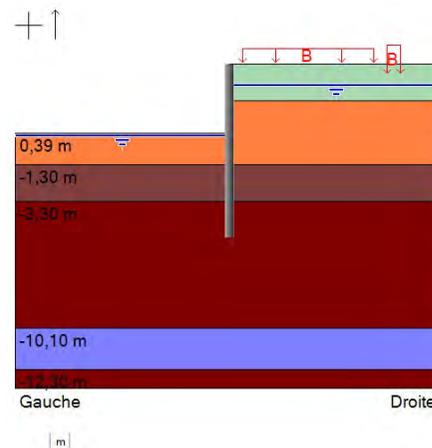
Phase initiale



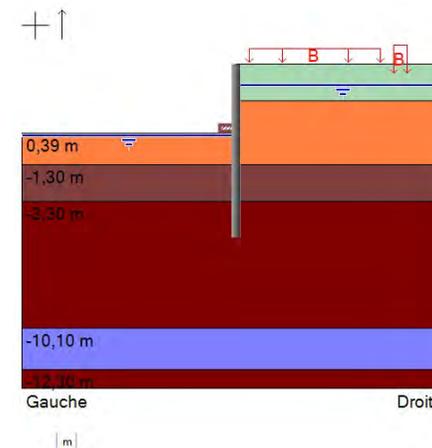
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1  
z [m] = 3,50  
x [m] = 6,00  
αe = 1,000  
L [m] = 0,50  
q [t/m/m] = 10,00
- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2  
z [m] = 4,10  
x [m] = 0,50  
αe = 1,000  
L [m] = 5,00  
q [t/m/m] = 1,00

- Options MEL :  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
Méthode de calcul automatique.  
Sélection automatique du côté de la butée  
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Options MEL :  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
Méthode de calcul automatique.  
Sélection automatique du côté de la butée  
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
- Excavation (côté gauche) :  
zh [m] = 0,39
- Action hydraulique : (gauche)  
zw [m] = 0,30

- Options ELU (MISS):  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°1  
z,sup [m] = 0,84  
z,inf [m] = 0,49  
Ks [t/m²] = 72910  
α -  
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

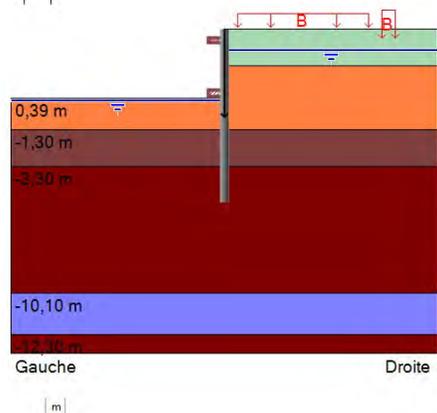


Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

**SYNTHESE PHASAGE**

Phase 4 : Phase durable

+↑



- Options ELU (MISS):  
Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°2  
 $z_{\text{sup}} [m] = 3,60$   
 $z_{\text{inf}} [m] = 3,37$   
 $K_s [t/m^2] = 72910$   
 $\alpha$  -  
 $P_{\text{min}} [t/m/m] = -1,01971621E+009$   
 $P_{\text{max}} [t/m/m] = 1,01971621E+009$
- Application de la force linéique n°1  
 $z [m] = 4,10$   
 $F [t/m] = 7,50$   
 $\alpha [^\circ] = 90,00$



Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

## RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max t.m/m	V,d max t/m	Appui S. 1 t/m	Appui S. 2 t/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. t/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	0,00	0,01	-	-	OK	0,20	-
2	MEL	0,00	-	-33,99	26,42	-	-	OK	0,24	-
3	MISS	-9,20	-9,20	-28,58	13,16	0,00	-	OK	3,54	OK
4	MISS	-9,20	-9,20	-28,58	13,16	0,00	0,00	OK	13,66	OK
Extrema	-	-9,20	-9,20	-33,99	26,42	0,00	0,00	-	-	-

**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 gauche.

**Vérification du défaut de butée :**
**Vérification de la hauteur de fiche :**

 Point de pression nulle :  $z0 = 4,10$  m

 Point de moment nul :  $zc = 4,00$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -5,20$  m

 $f0 = z0 - zc = 0,10$  m

 $fb = z0 - zp = 9,30$  m

 **$fb / f0 = 93,000$  ( $\geq 1,2$ )**
**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

 $zn = -$ 

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

 $Ct,d = 0,01$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 219,55$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,038$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**
**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 0,20$  t/m

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

 $Pv,d = 0,00$  t/m

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

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

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $Rv,d = 0,20$  t/m

**Charge verticale ELU de 0,20 t/m à transmettre en pied de l'écran.**
**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**
**PHASE 2 - 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 gauche.

**Vérification du défaut de butée :**
**Vérification de la hauteur de fiche :**

 Point de pression nulle :  $z0 = -1,09$  m

 Point de moment nul :  $zc = -4,47$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -5,20$  m

 $f0 = z0 - zc = 3,38$  m

 $fb = z0 - zp = 4,11$  m

 **$fb / f0 = 1,215$  ( $\geq 1,2$ )**
**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

 $zn = -3,96$  m

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

 $Ct,d = 39,02$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 48,11$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,714$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**
**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 15,57$  t/m

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

## Vérifications

$P_{v,d} = -15,32 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = 0,24 \text{ t/m}$

**Charge verticale ELU de 0,24 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 33,07 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 44,64 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 104,10 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 94,64 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 15,57 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -12,03 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = 3,54 \text{ t/m}$

**Charge verticale ELU de 3,54 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

**PHASE 4 - Durable**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 33,07 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 44,64 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 104,10 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 74,36 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 15,57 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -12,03 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

$F_{v,d} = 10,13 \text{ t/m}$   $Y_q$  = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = 13,66 \text{ t/m}$

**Charge verticale ELU de 13,66 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

**DONNEES**

**GENERALITES :**

Système d'unités :	Métrique, t, t/m <sup>2</sup>	Niveau phréatique :	3,00 m
Poids volumique de l'eau :	1,00 t/m <sup>3</sup>	Nombre d'itérations par phase de calcul :	300
Pas de calcul :	0,10 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

**CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :**

Couche	z [ m ]	γ [ t/m <sup>3</sup> ]	γ' [ t/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ t/m <sup>2</sup> ]	dc [ t/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ t/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ t/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ t/m/m ]
Remblais	4,10	1,80	0,80	25,00	0,00	0,000	0,577	0,349	3,549	0,577	0,577	0,000	0,000	8696	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Argile	2,10	1,70	0,70	23,00	0,50	0,000	0,609	0,381	3,206	0,609	0,609	1,453	4,822	1538	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires altérés	-1,30	1,90	0,90	30,00	1,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	16769	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires sains	-3,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	24772	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes	-10,10	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	16769	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires	-12,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	24772	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72

**CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :**

Section	z,base [ m ]	EI [ t.m <sup>2</sup> /m ]	W [ t/m/m ]
1	-5,10	55243	1,24

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

**DONNEES**

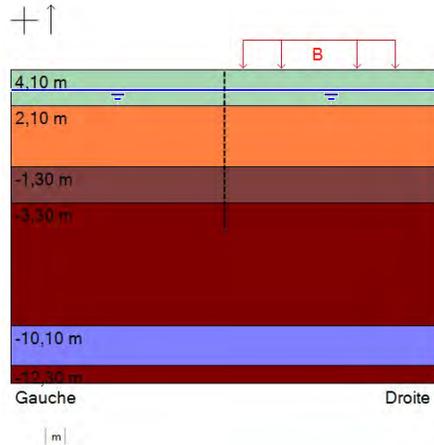
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [ m ]	x [ m ]	L [ m ]	q [ t/m/m ]
1	0	4,10	0,50	4,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [ m ]	F [ t/m ]	α [ ° ]
1	4	4,10	7,50	90,00

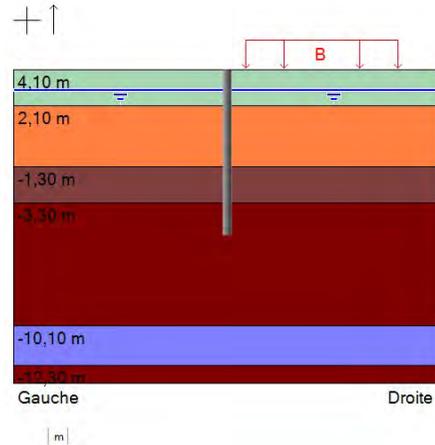
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ t/m² ]	ps [ t/m/m ]
1	3	0,49	0,84	72910	0
2	4	3,37	3,60	72910	0

**SYNTHESE PHASAGE**

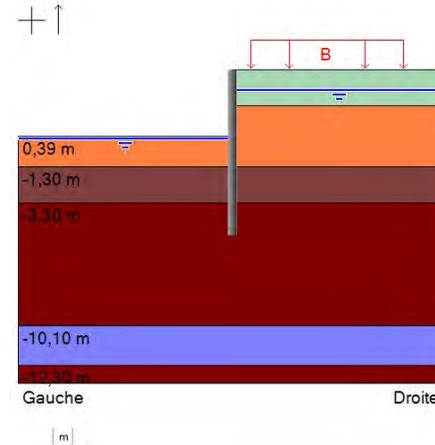
Phase initiale



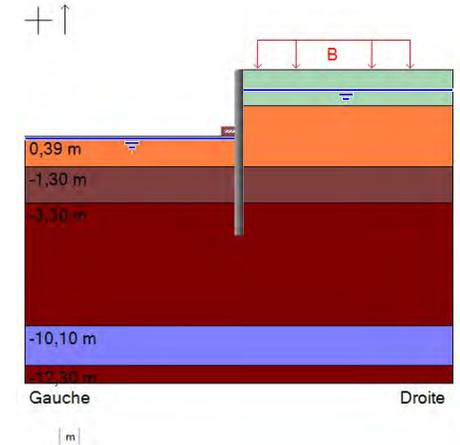
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1  
 z [m] = 4,10  
 x [m] = 0,50  
 ce = 1,000  
 L [m] = 4,00  
 q [t/m/m] = 1,00

- 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.

- 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.  
 - Excavation (côté gauche) :  
 zh [m] = 0,39  
 - Action hydraulique : (gauche)  
 zw [m] = 0,30

- 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 de la liaison surfacique : (gauche) n°1  
 z,sup [m] = 0,84  
 z,inf [m] = 0,49  
 Ks [t/m²] = 72910  
 $\alpha$  -  
 P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
 P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

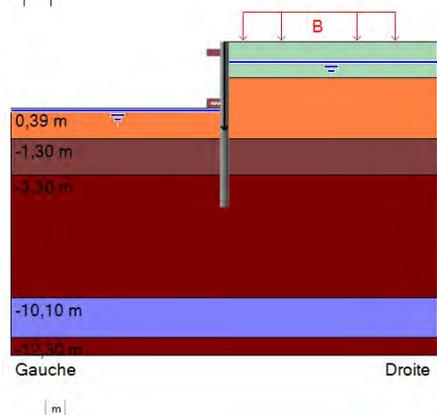


Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

**SYNTHESE PHASAGE**

Phase 4 : Phase durable

+↑



- Options ELU (MISS):  
 Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°2  
 $z_{\text{sup}} [m] = 3,60$   
 $z_{\text{inf}} [m] = 3,37$   
 $K_s [t/m^2] = 72910$   
 $\alpha$  -  
 $P_{\text{min}} [t/m/m] = -1,01971621E+009$   
 $P_{\text{max}} [t/m/m] = 1,01971621E+009$

- Application de la force linéique n°1  
 $z [m] = 4,10$   
 $F [t/m] = 7,50$   
 $\alpha [^\circ] = 90,00$



Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

## RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max t.m/m	V,d max t/m	Appui S. 1 t/m	Appui S. 2 t/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. t/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	0,00	0,01	-	-	OK	0,20	-
2	MEL	0,00	-	-31,57	24,75	-	-	OK	0,33	-
3	MISS	-8,78	-8,78	-27,05	12,71	0,00	-	OK	3,49	OK
4	MISS	-8,78	-8,78	-27,05	12,71	0,00	0,00	OK	13,62	OK
Extrema	-	-8,78	-8,78	-31,57	24,75	0,00	0,00	-	-	-

## 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 gauche.

##### Vérification du défaut de butée :

##### Vérification de la hauteur de fiche :

 Point de pression nulle :  $z0 = 4,10$  m

 Point de moment nul :  $zc = 4,00$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -5,10$  m

 $f0 = z0 - zc = 0,10$  m

 $fb = z0 - zp = 9,20$  m

 **$fb / f0 = 92,000$  ( $\geq 1,2$ )**

##### Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

 $zn = -$ 

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

 $Ct,d = 0,01$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 205,19$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,040$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 0,20$  t/m

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

 $Pv,d = 0,00$  t/m

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

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

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $Rv,d = 0,20$  t/m

**Charge verticale ELU de 0,20 t/m à transmettre en pied de l'écran.**
**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

#### PHASE 2 - 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 gauche.

##### Vérification du défaut de butée :

##### Vérification de la hauteur de fiche :

 Point de pression nulle :  $z0 = -0,98$  m

 Point de moment nul :  $zc = -4,36$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -5,10$  m

 $f0 = z0 - zc = 3,39$  m

 $fb = z0 - zp = 4,12$  m

 **$fb / f0 = 1,218$  ( $\geq 1,2$ )**

##### Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

 $zn = -3,85$  m

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

 $Ct,d = 37,11$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 48,67$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,644$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 15,40$  t/m

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

## Vérifications

Pv,d = -15,07 t/m

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

Tv,d = 0,00 t/m

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 0,33 t/m

**Charge verticale ELU de 0,33 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

### PHASE 3 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

#### Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 31,69 t/m

Valeur de calcul : Bt,d = 42,79 t/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 100,38 t/m

Valeur de calcul : Bm,d = 91,26 t/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 = 15,40 t/m

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

Pv,d = -11,91 t/m

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

Tv,d = 0,00 t/m

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 3,49 t/m

**Charge verticale ELU de 3,49 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

### PHASE 4 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

#### Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 31,69 t/m

Valeur de calcul : Bt,d = 42,79 t/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 100,38 t/m

Valeur de calcul : Bm,d = 71,70 t/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 = 15,40 t/m

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

Pv,d = -11,91 t/m

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

Tv,d = 0,00 t/m

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

Fv,d = 10,13 t/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 13,62 t/m

**Charge verticale ELU de 13,62 t/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

**DONNEES**

**GENERALITES :**

Système d'unités : Métrique, t, t/m<sup>2</sup> Niveau phréatique : 3,00 m  
 Poids volumique de l'eau : 1,02 t/m<sup>3</sup> 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 [ t/m <sup>3</sup> ]	γ' [ t/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ t/m <sup>2</sup> ]	dc [ t/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ t/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ t/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ t/m/m ]
Remblais	4,10	1,80	0,80	25,00	0,00	0,000	0,577	0,381	3,062	0,577	0,577	0,000	0,000	31115	0	0,330	-0,330	0,100	1019,72
Argile	2,10	1,70	0,70	23,00	0,50	0,000	0,609	0,414	2,791	0,609	0,609	1,399	4,023	5503	0	0,330	-0,330	0,100	1019,72
Marnes et calcaires altérés	-1,30	1,90	0,90	30,00	1,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	42597	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires sains	-3,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	62929	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes	-10,10	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	42597	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires	-12,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	62929	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72

**CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :**

Section	z,base [ m ]	EI [ t.m <sup>2</sup> /m ]	W [ t/m/m ]
1	0,39	1206	0,00
2	-4,20	3370	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

**DONNEES**

BUTON	Phase	za [ m ]	K [ t/m/m ]	P [ t/m ]	$\alpha$ [ ° ]
1	3	4,00	7000	0,00	45,00

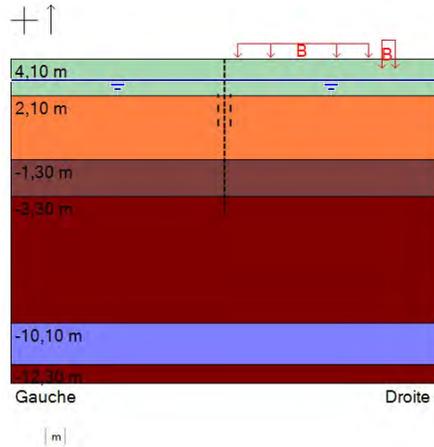
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [ m ]	x [ m ]	L [ m ]	q [ t/m/m ]
1	0	3,50	6,00	0,50	10,00
2	0	4,10	0,50	5,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [ m ]	F [ t/m ]	$\alpha$ [ ° ]
1	5	4,10	7,50	90,00

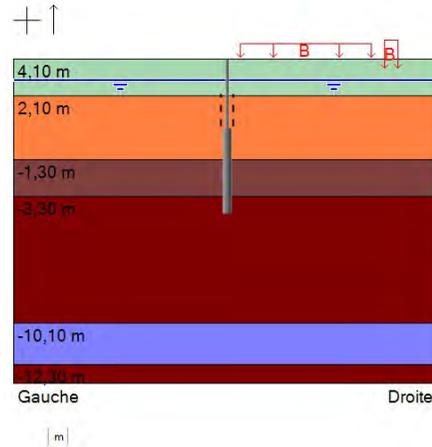
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ t/m² ]	ps [ t/m/m ]
1	4	0,49	0,84	291639	0
2	5	3,37	3,60	291639	0

**SYNTHESE PHASAGE**

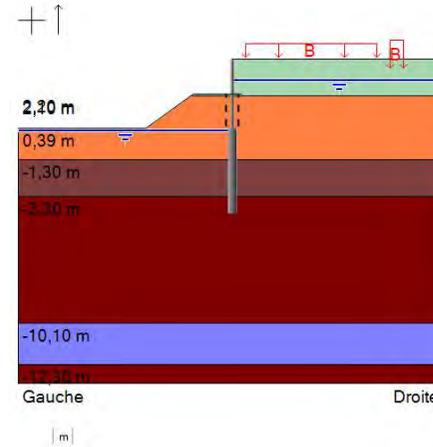
Phase initiale



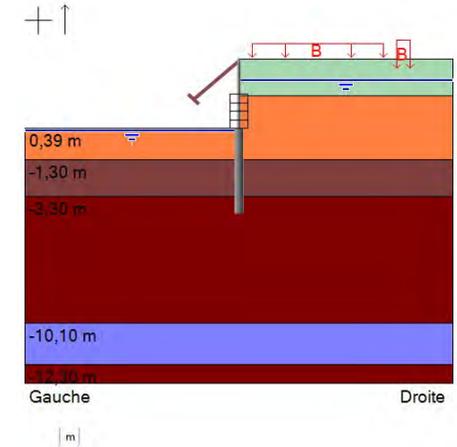
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1  
z [m] = 3,50  
x [m] = 6,00  
ae = 1,000  
L [m] = 0,50  
q [t/m/m] = 10,00
- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2  
z [m] = 4,10  
x [m] = 0,50  
ae = 1,000  
L [m] = 5,00  
q [t/m/m] = 1,00
- Poussée réduite :  
zt [m] = 2,20  
zb [m] = 0,39  
R = 0,630  
C = 1,000

- Options MEL :  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
Méthode de calcul automatique.  
Sélection automatique du côté de la butée  
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Options MEL :  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
Méthode de calcul automatique.  
Sélection automatique du côté de la butée  
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
- Excavation (côté gauche) :  
zh [m] = 0,39  
Mise en place d'une risberme :  
zt [m] = 2,20 a [m] = 1,50  
zh [m] = 0,39b [m] = 3,30  
ae = 1,000
- Pose de blindage (Berlinoise) :  
z [m] = 2,20
- Action hydraulique : (gauche)  
zw [m] = 0,30

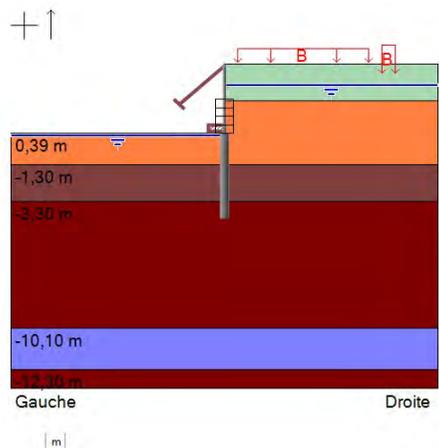
- Options ELU (MISS):  
Surexcavation :  
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00  
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Excavation (côté gauche) :  
zh [m] = 0,39
- Pose de blindage (Berlinoise) :  
z [m] = 0,39
- Mise en place du buton (côté gauche) : n°1  
za [m] = 4,00  
K [t/m/m] = 7000  
α [°] = 45,00  
P [t/m] = 0,00



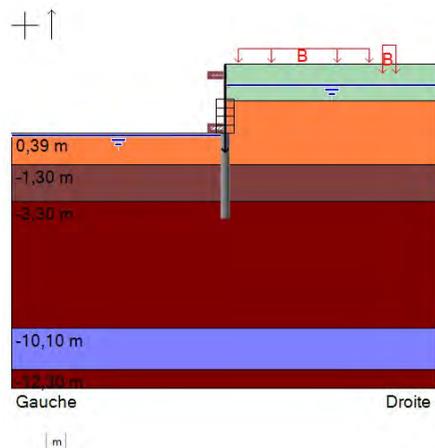
Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

**SYNTHESE PHASAGE**

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



- Options ELU (MISS):  
Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°1  
z,sup [m] = 0,84  
z,inf [m] = 0,49  
Ks [t/m²] = 291639  
 $\alpha$  -  
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- Options ELU (MISS):  
Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°2  
z,sup [m] = 3,60  
z,inf [m] = 3,37  
Ks [t/m²] = 291639  
 $\alpha$  -  
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- Application de la force linéique n°1  
z [m] = 4,10  
F [t/m] = 7,50  
 $\alpha [^\circ] = 90,00$

- Enlèvement du buton n°1



**Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

## RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max t.m/m	V,d max t/m	Buton 1 t/m	Appui S. 1 t/m	Appui S. 2 t/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. t/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	0,00	0,01	-	-	-	OK	0,00	-
2	MEL	0,00	-	-13,74	10,65	-	-	-	OK	-5,17	-
3	MISS	-29,94	-29,94	-14,52	12,43	4,24	-	-	OK	-13,38	OK
4	MISS	-29,94	-29,94	-14,52	12,43	4,24	0,00	-	OK	-13,38	OK
5	MISS	-30,31	-30,31	-14,52	12,43	-	0,01	4,74	OK	-0,65	OK
Extrema	-	-30,31	-30,31	-14,52	12,43	4,24	0,01	4,74	-	-	-

## 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 gauche.

##### Vérification du défaut de butée :

##### Vérification de la hauteur de fiche :

 Point de pression nulle :  $z0 = 4,10$  m

 Point de moment nul :  $zc = 4,00$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -4,20$  m

 $f0 = z0 - zc = 0,10$  m

 $fb = z0 - zp = 8,30$  m

 **$fb / f0 = 83,000$  ( $\geq 1,2$ )**

##### Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

 $zn = -$ 

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

 $Ct,d = 0,01$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 49,97$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,134$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 0,00$  t/m

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

 $Pv,d = 0,00$  t/m

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

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

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $Rv,d = 0,00$  t/m

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 0,00 t/m vers le haut.**

#### PHASE 2 - 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 gauche.

##### Vérification du défaut de butée :

##### Vérification de la hauteur de fiche :

 Point de pression nulle :  $z0 = 2,10$  m

 Point de moment nul :  $zc = -3,13$  m

 Côte du pied de l'écran :  $zp = -4,20$  m

 $f0 = z0 - zc = 5,23$  m

 $fb = z0 - zp = 6,30$  m

 **$fb / f0 = 1,204$  ( $\geq 1,2$ )**

##### Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

 $zn = -2,52$  m

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

 $Ct,d = 19,29$  t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

 $Cm,d = 30,38$  t/m

Facteur de mobilisation :

 $\alpha = 0,328$ 
 **$Cm,d \geq Ct,d$** 
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

 $Pd = 0,00$  t/m

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

## Vérifications

$P_{v,d} = -5,17 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -5,17 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 5,17 t/m vers le haut.**

**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 27,62 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 37,28 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 68,04 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 61,85 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -10,38 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = -3,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -13,38 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 13,38 t/m vers le haut.**

**PHASE 4 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 27,62 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 37,28 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 68,04 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 61,85 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -10,38 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = -3,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -13,38 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 13,38 t/m vers le haut.**

**PHASE 5 - Durable**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 27,62 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 37,29 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 68,04 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 48,60 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -10,77 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

$F_{v,d} = 10,13 \text{ t/m}$   $Y_q$  = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

## Vérifications

$R_{v,d} = -0,65 \text{ t/m}$

Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 0,65 t/m vers le haut.

**DONNEES**

**GENERALITES :**

Système d'unités : Métrique, t, t/m<sup>2</sup> Niveau phréatique : 3,00 m  
 Poids volumique de l'eau : 1,02 t/m<sup>3</sup> 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 [ t/m <sup>3</sup> ]	γ' [ t/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ t/m <sup>2</sup> ]	dc [ t/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ t/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ t/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ t/m/m ]
Remblais	4,10	1,80	0,80	25,00	0,00	0,000	0,577	0,381	3,062	0,577	0,577	0,000	0,000	31115	0	0,330	-0,330	0,100	1019,72
Argile	2,10	1,70	0,70	23,00	0,50	0,000	0,609	0,414	2,791	0,609	0,609	1,399	4,023	5503	0	0,330	-0,330	0,100	1019,72
Marnes et calcaires altérés	-1,30	1,90	0,90	30,00	1,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	42597	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires sains	-3,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	62929	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes	-10,10	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	42597	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72
Marnes et calcaires	-12,30	2,00	1,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,282	4,987	0,500	0,500	1,238	6,303	62929	0	0,670	-0,670	0,100	1019,72

**CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :**

Section	z,base [ m ]	EI [ t.m <sup>2</sup> /m ]	W [ t/m/m ]
1	0,39	1206	0,00
2	-4,10	3370	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

**DONNEES**

BUTON	Phase	za [ m ]	K [ t/m/m ]	P [ t/m ]	α [ ° ]
1	3	4,00	7000	0,00	45,00

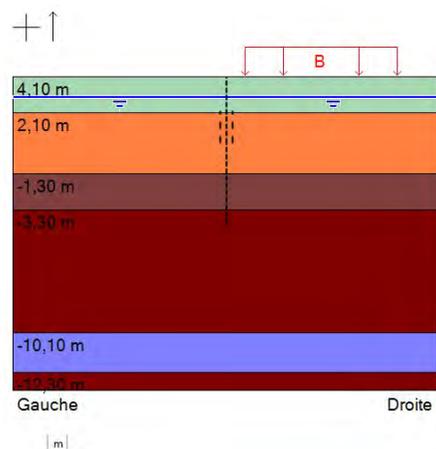
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [ m ]	x [ m ]	L [ m ]	q [ t/m/m ]
1	0	4,10	0,50	4,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [ m ]	F [ t/m ]	α [ ° ]
1	5	4,10	7,50	90,00

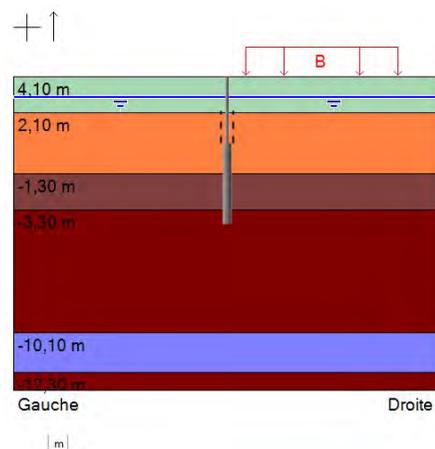
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ t/m² ]	ps [ t/m/m ]
1	4	0,49	0,84	291639	0
2	5	3,37	3,60	291639	0

**SYNTHESE PHASAGE**

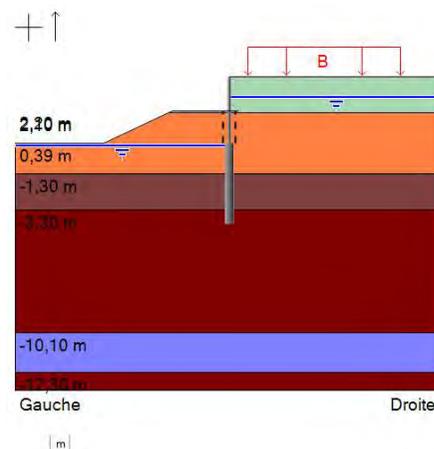
Phase initiale



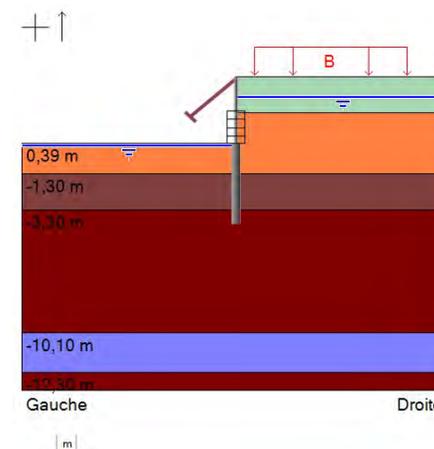
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1  
 z [m] = 4,10  
 x [m] = 0,50  
 ce = 1,000  
 L [m] = 4,00  
 q [t/m/m] = 1,00

- Poussée réduite :  
 zt [m] = 2,20  
 zb [m] = 0,39  
 R = 0,630  
 C = 1,000

- Options MEL :  
 Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
 Méthode de calcul automatique.  
 Sélection automatique du côté de la butée  
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Options MEL :  
 Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
 Méthode de calcul automatique.  
 Sélection automatique du côté de la butée  
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Excavation (côté gauche) :  
 zh [m] = 0,39  
 Mise en place d'une risberme :  
 zt [m] = 2,20 a [m] = 1,50  
 zh [m] = 0,39b [m] = 3,30  
 ce = 1,000

- Pose de blindage (Berlinoise) :  
 z [m] = 2,20

- Action hydraulique : (gauche)  
 zw [m] = 0,30

- Options ELU (MISS):  
 Surexcavation :  
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$   $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$   
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté gauche) :  
 zh [m] = 0,39

- Pose de blindage (Berlinoise) :  
 z [m] = 0,39

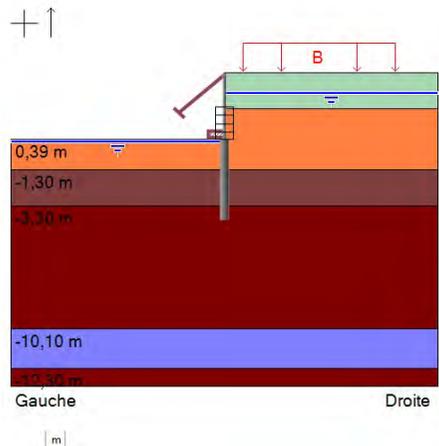
- Mise en place du buton (côté gauche) : n°1  
 za [m] = 4,00  
 K [t/m/m] = 7000  
 $\alpha [^\circ] = 45,00$   
 P [t/m] = 0,00



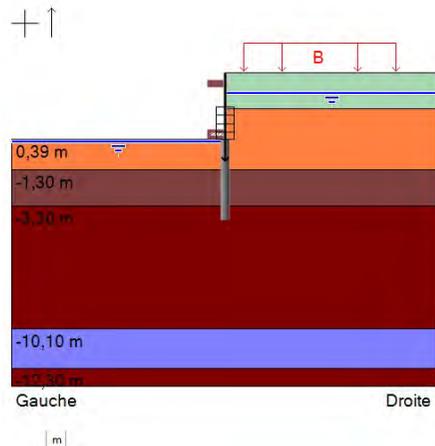
Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

**SYNTHESE PHASAGE**

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



- 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 de la liaison surfacique : (gauche) n°1  
z,sup [m] = 0,84  
z,inf [m] = 0,49  
Ks [t/m²] = 291639  
 $\alpha$  -  
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- 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 de la liaison surfacique : (gauche) n°2  
z,sup [m] = 3,60  
z,inf [m] = 3,37  
Ks [t/m²] = 291639  
 $\alpha$  -  
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009  
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- Application de la force linéique n°1  
z [m] = 4,10  
F [t/m] = 7,50  
 $\alpha$  [°] = 90,00

- Enlèvement du buton n°1



Calcul réalisé par : **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE**

## RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max t.m/m	V,d max t/m	Buton 1 t/m	Appui S. 1 t/m	Appui S. 2 t/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. t/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	0,00	0,01	-	-	-	OK	0,00	-
2	MEL	0,00	-	-12,24	9,56	-	-	-	OK	-4,85	-
3	MISS	-26,81	-26,81	-13,47	11,44	4,00	-	-	OK	-12,38	OK
4	MISS	-26,81	-26,81	-13,47	11,44	4,00	0,00	-	OK	-12,38	OK
5	MISS	-27,16	-27,16	-13,47	11,44	-	0,01	4,47	OK	0,20	OK
Extrema	-	-27,16	-27,16	-13,47	11,44	4,00	0,01	4,47	-	-	-

**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 gauche.

**Vérification du défaut de butée :**
**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 4,10 m

Point de moment nul : zc = 4,00 m

Côte du pied de l'écran : zp = -4,10 m

f0 = z0 - zc = 0,10 m

fb = z0 - zp = 8,20 m

**fb / f0 = 82,000 (≥ 1,2)**
**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = -

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

Ct,d = 0,01 t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 45,79 t/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,143

**Cm,d ≥ Ct,d**
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**
**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 0,00 t/m

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

Pv,d = 0,00 t/m

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

Tv,d = 0,00 t/m

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 0,00 t/m

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 0,00 t/m vers le haut.**
**PHASE 2 - 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 gauche.

**Vérification du défaut de butée :**
**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 2,10 m

Point de moment nul : zc = -2,99 m

Côte du pied de l'écran : zp = -4,10 m

f0 = z0 - zc = 5,09 m

fb = z0 - zp = 6,20 m

**fb / f0 = 1,218 (≥ 1,2)**
**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = -2,38 m

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

Ct,d = 17,96 t/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 29,83 t/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,260

**Cm,d ≥ Ct,d**
**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**
**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 0,00 t/m

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

## Vérifications

$P_{v,d} = -4,85 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -4,85 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 4,85 t/m vers le haut.**

**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 25,94 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 35,02 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 64,82 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 58,93 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -9,56 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = -2,83 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -12,38 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 12,38 t/m vers le haut.**

**PHASE 4 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 25,94 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 35,02 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 64,82 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 58,93 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -9,56 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = -2,83 \text{ t/m}$

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

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

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -12,38 \text{ t/m}$

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 12,38 t/m vers le haut.**

**PHASE 5 - Durable**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification du défaut de butée :**

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 25,94 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 35,02 \text{ t/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 64,82 \text{ t/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 46,30 \text{ t/m}$

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

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre  $P$  de la palplanche :

$P_d = 0,00 \text{ t/m}$

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

$P_{v,d} = -9,93 \text{ t/m}$

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

$T_{v,d} = 0,00 \text{ t/m}$

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

$F_{v,d} = 10,13 \text{ t/m}$   $Y_q$  = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

**Vérifications**

Rv,d = 0,20 t/m  
Charge verticale ELU de 0,20 t/m à transmettre en pied de l'écran.  
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

Annexe 4 : Décision de la DREAL vis-à-vis de la demande d'examen au cas par cas