Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère chargé de l'environnement

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

cerfa
N° 14734*03

Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale

Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :	Dossier complet le :	N° d'enregistrement :
14-01-21	22-02-21	2021-10597

1. Intitulé du projet

Aménagement de la résidence immobilière Lelio - 60 avenue de Rompsay à La Rochelle

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 : SAS Médiatim Promotion

Nom, prénom et qualité de la personne habilitée à représenter la personne morale : Julien ROBINEAU, président de la S.A.S.

RCS / SIRET : 4 9 0 6 4 1 3 6 2 0 0 0 1 0

Forme juridique : SAS

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 instituées ont prévu l'abaissement des seuils, lorsque la capacité totale est supérieure ou égale à 8m3/h	Rabattement de nappe pour un débit supérieur à 8m3/h en ZRE (Zone de répartition des eaux)

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 "Lelio" constituée de 59 logements disposant d'une niveau en sous-sol à vocation de stationnement permettant d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants.

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès du service destinataire.

4.2 Objectifs du projet

Le projet à l'étude concerne la réalisation de la résidence "Lelio" constituée de 59 logements disposant d'une niveau en sous-sol à vocation de stationnement permettant d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants.

Les niveaux piézométriques de hautes eaux exceptionnelles et de hautes eaux se situent respectivement à environ 3,2 et 2,6 mNGF, soit 0,3 et 0,9 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel (cote moyenne à 3,7 mNGF).

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 du sous-sol dirigeant les eaux vers un dispositif de pompage. La durée du chantier est estimée 10 mois sur une période allant du 1er mai 2021 au 28 février 2022. Une demande d'autorisation de rabattement de nappe temporaire pour une période de 10 mois (303 jours) est demandée (6 mois renouvelable une fois pour 6 mois). Le volume global pompé en phase de travaux sera au maximum de 501 768 m3. A noter que le volume réel de pompage sera probablement bien inférieur puisqu'est ici pris en compte l'apport des eaux pluviales sur l'ensemble de la période.

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 terrassement 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 aménagements 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 une évaluation des incidences sur Natura 2000 dans le cadre d'un rabattement de nappe en phase 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 foncière : Nombre de place de stationnement	3405 m²

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s) d'implantation

60 avenue de Rompsay
17 000 La Rochelle

Sections cadastrales :
CZ 159
CZ 160
CZ 163
CZ 491
CZ 493

Coordonnées géographiques[1] **Long.** 0 1° 0 8 ' 0 8 " 9 1O **Lat.** 4 6 ° 0 9 ' 3 8 " 7 6N

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 ?

1 Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.
Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	☐	☒	
En zone de montagne ?	☐	☒	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	☐	☒	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	☒	☐	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 ?	☐	☒	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	☒	☐	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	☐	☒	
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	☐	☒	D'après la localisation des zones humides du PLUi 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 ?	☒	☐	PPRL approuvé D'après les cartes d'aléas prenant en compte l'événement Xynthia + 20 cm et Xynthia + 60 cm du PPRL, le projet est situé hors zone à risque pour l'aléa Xynthia + 20 cm et en zone d'aléa faible pour l'aléa Xynthia + 60 cm (zone BS2 qui présente pas de conte-indication pour la construction d'une résidence).
Dans un site ou sur des sols pollués ?	☐	☒	
Dans une zone de répartition des eaux ?	☒	☐	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 ?	☐	☒	
Dans un site inscrit ?	☐	☒	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	**Oui**	**Non**	**Lequel et à quelle distance ?**
D'un site Natura 2000 ?	☒	☐	Les sites Natura 2000 les plus proches (ZPS et ZSC des Pertuis Charentais) se trouvent à près de 2,4 km du site du projet (3,2 km en aval hydraulique)
D'un site classé ?	☐	☒	

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 ?	☒	☐	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 en bon état des masses d'eau. Le rejet se fera vers le réseau pluvial de la ville de La Rochelle. Les eaux rejoindront donc le canal de Rompsay à 260 m du projet. 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 ?	☐	☒	Le projet de rabattement ne concernera qu'une nappe superficielle développée au dessus d'un niveau argileux (épaisseur 4 à 9 m) et ne constituant pas une masse d'eau.
	Est-il excédentaire en matériaux ?	☒	☐	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 ?	☐	☒	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	☐	☒	Le projet se développe exclusivement sur des terrains aménagés exempt d'intérêt écologique (bâtiments et hangars)
	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 ?	☐	☒	

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	☐	☒	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	☐	☒	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	☐	☒	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	☒	☐	La zone d'étude se situe en zone d'aléa faible pour l'aléa Xynthia + 60 cm. Cela ne compromet pas le projet de construction d'une résidence immobilière.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	☐ ☐	☒ ☒	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	☒	☐	La projet visa la création de 59 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 ?	☐ ☐	☒ ☒	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	☐ ☐	☒ ☒	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	☐ ☐	☒ ☒	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	☒ ☐	☐ ☒	Un éclairage urbain sera mis en place au sein de l'opération de la même manière que sur les voies urbaines périphériques.
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	☐	☒	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	☒	☐	
	Engendre-t-il des effluents ?	☒	☐	Le projet induit une production d'eaux usées supplémentaires (de l'ordre de 118 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.
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	☐	☒	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	☐	☒	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	☒	☐	Le projet se développe sur un secteur à vocation résidentielle et d'activités économiques à proximité du canal de Rompsay.

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 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 annexe facultative.

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.

Le projet prend place sur des terrains déjà urbanisés exempts d'enjeu écologique notable.
Le projet intègre une gestion autonome des besoins en stationnements générés par al création des nouveaux logements. il est cohérent avec les dispositions prévues par le PLUi et le PPRL.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

	Objet	
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - **non publié** ;	☒
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) ;	☒
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 ;	☒
4	Un plan du projet ou, 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 ;	☐
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 ;	☒
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.	☒

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

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

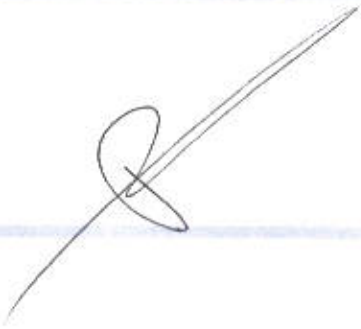
Objet
Annexe facultative 1 : Dossier de demande d'autorisation temporaire de rabattement de nappe en phase travaux.

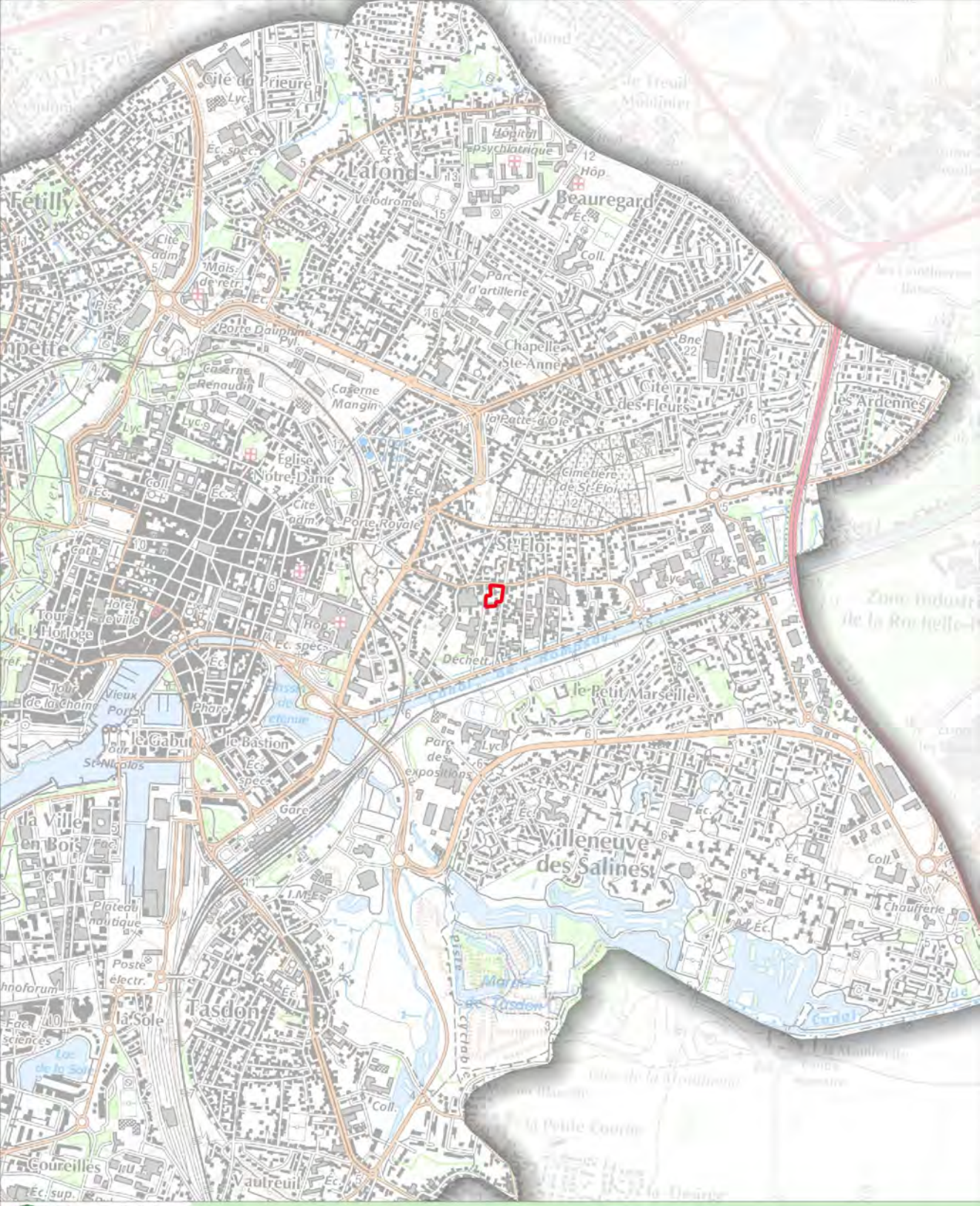
9. Engagement et signature

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

Fait à La Rochelle le, 12 Janvier 2021

Signature





Eau-Méga
Conseil en Environnement

PROGRAMME IMMOBILIER LELIO

N

MEDIATIM

0 200 400 m

Date : 24 novembre 2020

Fond cartographique : IGN SCAN 25

Source des données : -

Projet

1

2

3

3
1
2

Eau-Méga
Conseil en Environnement

PROGRAMME IMMOBILIER LELIO

N

MEDIATIM PROMOTION

0 50 100 m

Date : 24 novembre 2020

Fond cartographique : BD ORTHOPHOTOS

Source des données : -

Projet

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech: Le 01/10/2020

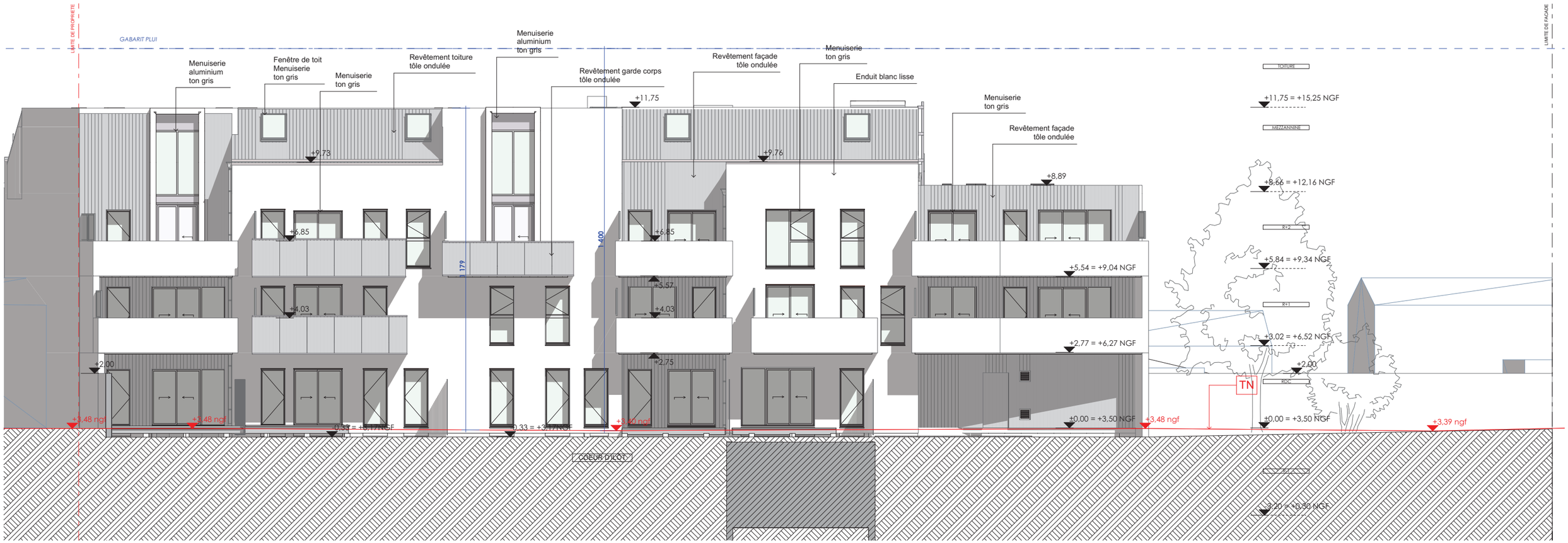
Plan de masse

PRO

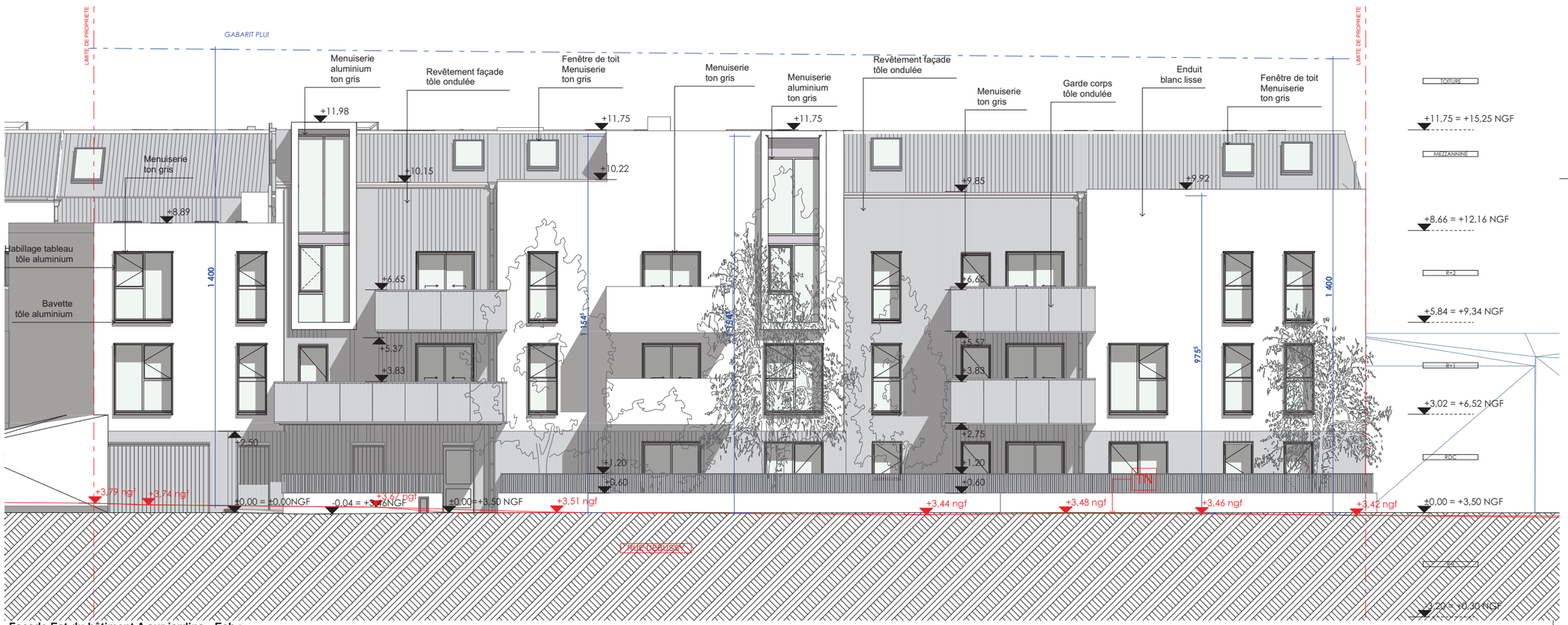
05
archi

D10.13

www.architectelionelcoutier.fr
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
tel : 05.46.00.01.86 - fax : 05.46.00.01.88



PC5 - Façade Ouest du bâtiment A sur la rue Debussy - Ech.: 1/50e



PC5 - Façade Est du bâtiment A sur jardins - Ech.: 1/50e

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

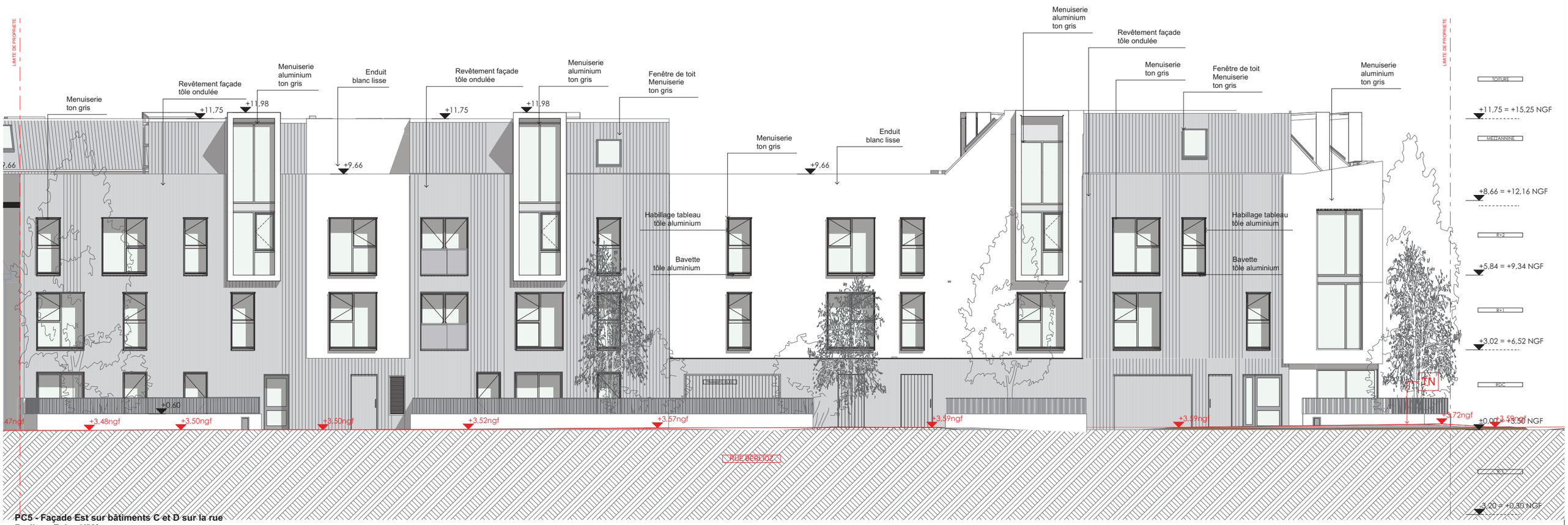
Ech:
Le 01/10/2020

Façades Ouest et Est bâtiment A

PRO

09
archi

D10.13



PC5 - Façade Est sur bâtiments C et D sur la rue Berlioz - Ech.: 1/50°

PC5 - Façade Ouest sur bâtiments C et D sur jardins - Ech.: 1/50°

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

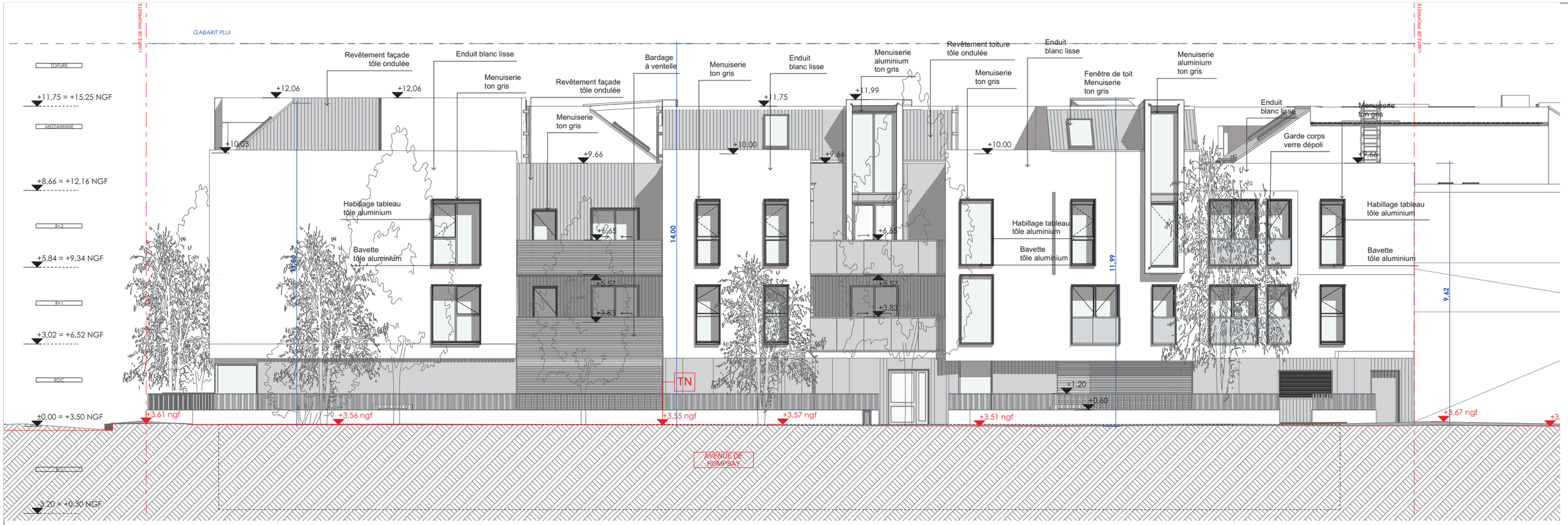
Ech:
Le 01/10/2020

Façades Est et Ouest bâtiment C et D

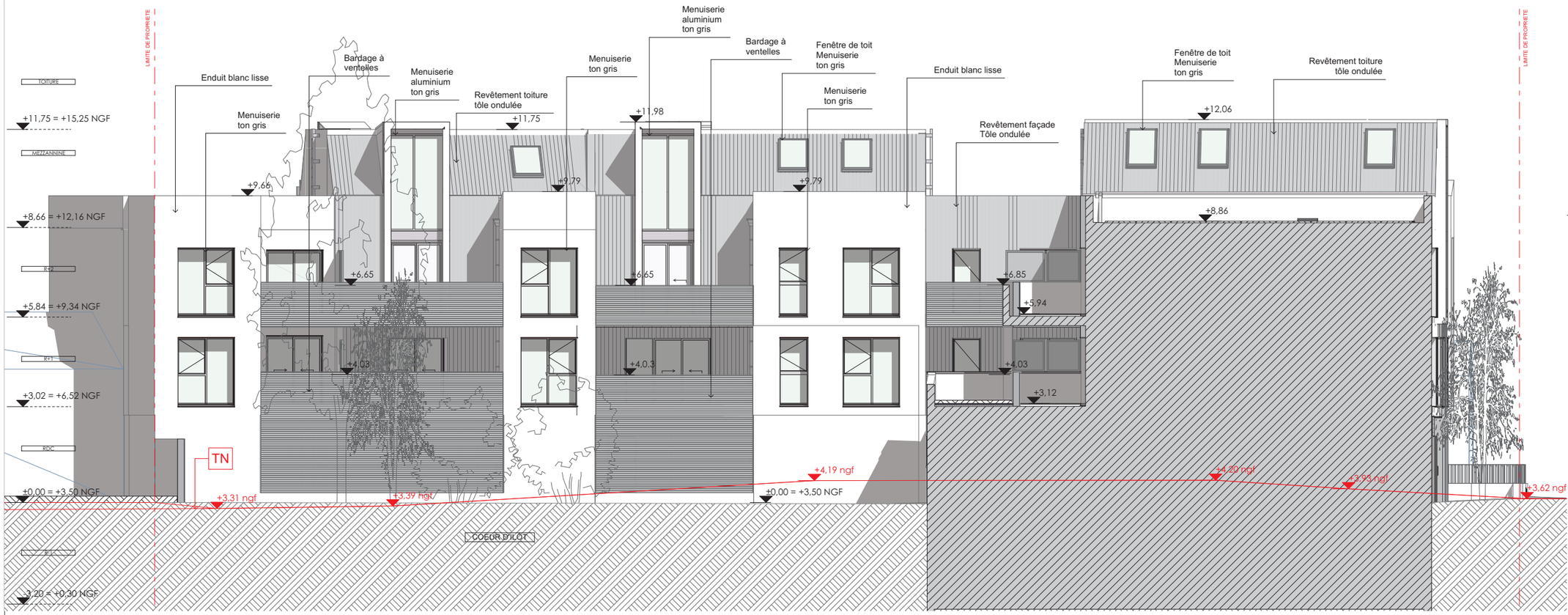
PRO

10
archi

D10.13



PC5 - Façade Nord des bâtiments B et C sur l'avenue Rompsay - Ech.: 1/50e



PC5 - Façade Sud des bâtiments B et C sur jardins - Ech.: 1/50e

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoustique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech:
Le 01/10/2020

Façades Nord et Sud

PRO

08
archi

D10.13

Eau-Méga
Conseil en Environnement

PROGRAMME IMMOBILIER LELIO

N

MEDIATIM

0 200 400 m

Date : 24 novembre 2020

Fond cartographique : IGN SCAN 25

Source des données : DREAL Nouvelle Aquitaine

Projet

Prise de vues du secteur du projet- StreetView

Programme immobilier LELIO

60 avenue de Rompsay à La Rochelle

Mémoire en réponse aux demandes de compléments issues de la demande d'examen au cas par cas

Cas par cas : référence MRAe 2021-10597

Eau-Méga
Conseil en 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
w w w . e a u - m e g a . f r

Février 2021

Statut	*Établi par*	*Vérifié par*	*Approuvé par*	*Date*	*Référence*	*Indice*
Définitif	*A. DEBOISE*	*S. MAZZARINO*	*S. MAZZARINO*	*12/02/2021*	*02-20-064*	*Complément cas par cas*

Table des Matières

Table des Matières 2

Liste des figures 2

Préambule 3

Rubrique 1 – Intitulé du projet 4

Rubrique 2 – Identification du maître d'ouvrage ou du pétitionnaire 4

Rubrique 3 – Catégorie applicable 4

Rubrique 4 – Caractéristiques générales du projet 4

Rubrique 5 – Sensibilité environnementale de la zone d'implantation 8

Rubrique 6 – Caractéristique de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé 10

Rubrique 7 – Auto-évaluation 10

Rubrique 8 – Annexes obligatoires 10

Rubrique 9 – Engagement et signature 11

Annexes 12

Annexe 1 : Plan des réseaux eaux pluviales 13

Annexe 2 : Plans masse des stationnements situés en R-1 et RDC 14

Annexe 3 : Dossier de demande d'Autorisation Temporaire de rabattement de nappe 15

Annexe 4 : Insertions des bâtiments par photos réalistes 16

Annexe 5 : Zonage du Plan de Prévention des Risques naturels de La Rochelle modifié le 4 octobre 2019 17

Liste des figures

Figure 1 : Surfaces plancher des bâtiments 5

Figure 2 : Végétalisation du projet (Source : Mediatim, février 2021) 7

PREAMBULE

Une demande d'examen au cas par cas a été transmise à la MRAE le 13 janvier 2021 dans le cadre de la création d'une résidence d'habitation de 59 logements sur une terrain d'une superficie d'environ 3405 m² nécessitant préalablement une opération de rabattement de nappe.

Le 4 février 2021, la MRAe a transmis des demandes de complément au maître d'ouvrage.

Le présent mémoire en réponse reprend rubrique par rubrique les demandes de la MRAe et vise à apporter les réponses à ces demandes afin que la MRAe puisse poursuivre son examen et donner sa décision sur la nécessité ou non de réaliser une étude d'impact.

RUBRIQUE 1 – INTITULE DU PROJET

Aucune demande de complément n'est attendue sur cette rubrique.

RUBRIQUE 2 – IDENTIFICATION DU MAITRE D'OUVRAGE OU DU PETITIONNAIRE

Aucune demande de complément n'est attendue sur cette rubrique.

RUBRIQUE 3 – CATEGORIE APPLICABLE

Aucune demande de complément n'est attendue sur cette rubrique.

RUBRIQUE 4 – CARACTERISTIQUES GENERALES DU PROJET

Les demande de compléments concernent particulièrement les paragraphes 4.1, 4.2 et 4.3.1 au sujet de la nature et de l'objectif du projet ainsi que la phase travaux.

Les éléments issus de la demande de la MRAe sont identifiés en italique.

Vous évoquez la construction d'une « Résidence nommée "Lelio" constituée de 59 logements disposant d'un niveau en sous-sol à vocation de stationnement permettant d'accueillir l'ensemble des véhicules des futurs habitants. » puis évoquez principalement l'opération de rabattement temporaire de nappe afin de construire le sous-sol abritant le futur parking de la résidence, sans toutefois décrire en détail le chantier de construction de cette résidence dont le rabattement de nappe n'est qu'un préalable technique à son exécution, les deux opérations étant fonctionnellement liées.

Or, conformément aux dispositions introduites au dernier paragraphe du III de l'article L.122-1 du code de l'environnement, « Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres

interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité. »

Par conséquent, veuillez décrire précisément cette phase en incluant l'opération de construction de la résidence :

- *nombre de bâtiments, d'étages, surfaces de plancher approximatives de chacun,*

Le projet est composé de quatre bâtiments en R+2 avec mezzanines :

- Bâtiment A : 1515 m² de surface plancher
- Bâtiment B : 735 m² de surface plancher
- Bâtiment C : 655 m² de surface plancher
- Bâtiment D : 1055 m² de surface plancher

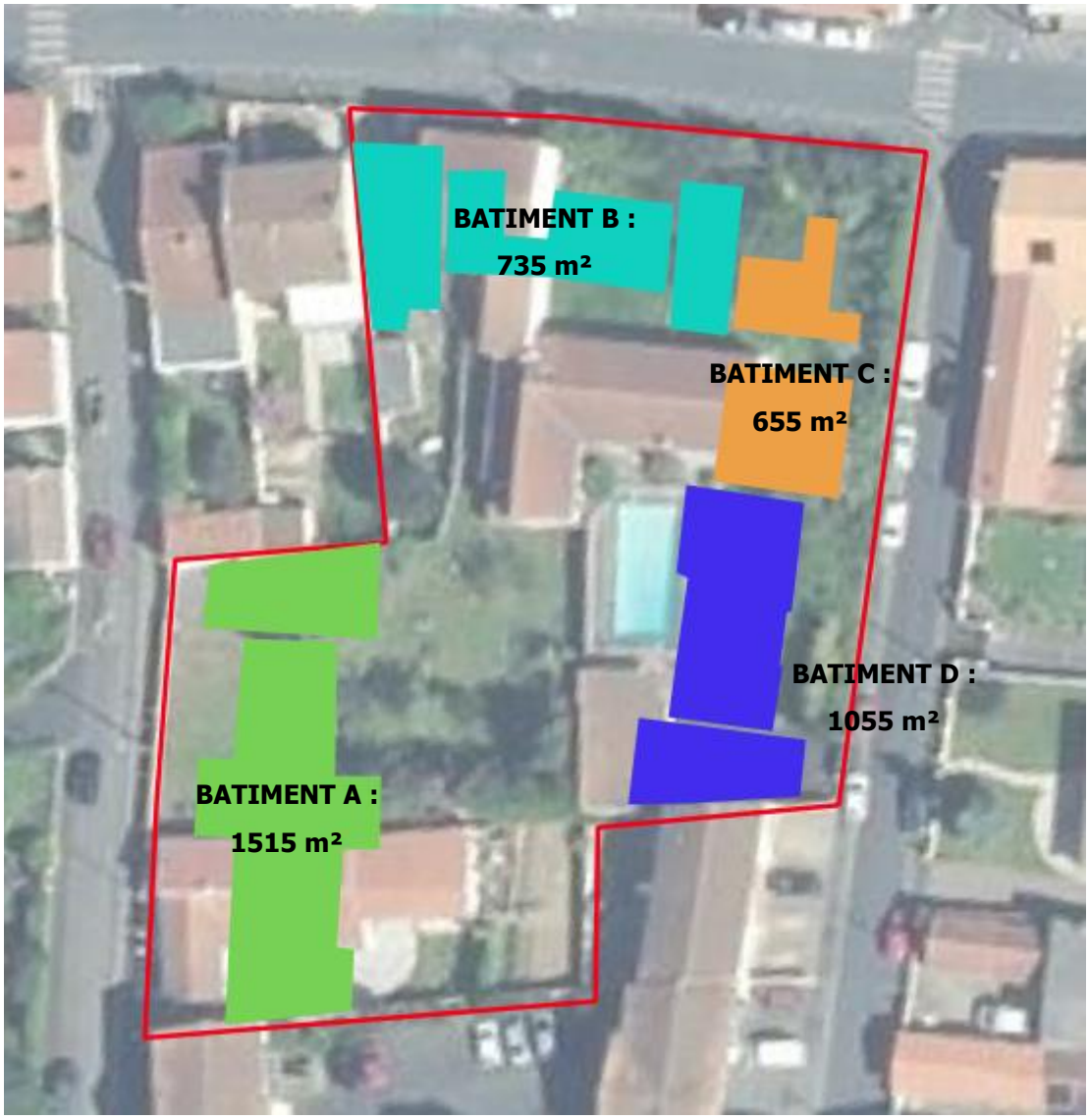


Figure 1 : Surfaces plancher des bâtiments

Le présent projet n'est donc pas soumis à la rubrique 39 de l'annexe à l'article R.122-2 du code de l'environnement.

- *type de dispositif de gestion des eaux pluviales envisagé (bâtiments, espaces imperméabilisés) dans un contexte de réseau existant arrivant à saturation, notamment pour les rues Rameau et Berlioz (création d'un bassin de rétention enterré, aérien, noues paysagères, autres ?) en mentionnant leurs capacités (volume utile, superficie),*

L'ensemble des bâtiments disposera d'une toiture végétalisée. Un bassin de stockage des eaux pluviales enterré (capacité du bassin encore non connue à ce stade du projet) et une noue paysagère sont prévus dans l'îlot central de la résidence.

Le projet se situe en zone bleue (annexe 6.3.2 du PLUi de la Rochelle). Il s'agit d'un secteur où l'aptitude des sols à l'infiltration peut être faible, voire nulle (nature des sols, nappe peu profonde ou sub-affleurante…).
Conformément à l'annexe 6.3.6 du PLUi de la Rochelle, le débit de fuite vers le réseau pluvial de la ville de La Rochelle sera limité 3 l/s/ha vers le réseau pluvial.

Un plan des réseaux est annexé (Annexe 1).

- *y aura-t-il création de voiries internes (si oui, indiquer s'il s'agira de routes revêtues, cheminements doux, autres),*

Il n'existera pas de voirie en interne hormis un cheminement en pavés perméables dans l'îlot central.

- *y aura-t-il création des espaces verts et aménagements paysagers, (si oui veuillez indiquer les types, essences envisagées, nombres, etc.).*

Des espaces verts sont prévus sur l'ensemble du projet en cœur d'îlot, mais également sur la rue Berlioz et l'avenue de Rompsay. La majorité des espaces verts sera constituée d'espaces engazonnés. Les espaces arborés seront composés d'essences variées : chêne vert, hêtre, châtaigniers, bouleau, … et des haies vives seront également implantées et seront composées de glycine, jasmin, chèvrefeuille, ….

Figure 2 : Végétalisation du projet (Source : Mediatim, février 2021)

- *Vous évoquez la réalisation de places de stationnements : veuillez préciser leurs nombres, spécifier si en plus de celles qui seront implantées en sous-sol il est prévu d'en implanter également en surface, sur les espaces publiques et, le cas échéant, veuillez les localiser sur un plan de masse (C.F annexe n°8.2).*

Il y aura au total 83 places de stationnement dont 60 seront situées en sous-sol et 23 en rez-de-chaussée. Les plans masses du sous-sol et du rez-de-chaussée sont annexés (annexe 2) au présent document.

Le nombre de places de stationnement étant supérieur à 50, le présent projet est en effet concerné par la rubrique 41 de l'annexe à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement. Le projet est donc soumis à examen au cas par cas également au titre de cette rubrique.

- *De façon générale, veuillez préciser quelles sont les mesures que vous comptez mettre en place en phase de chantier (aussi bien l'opération de rabattement de nappe que les travaux de construction des logements) afin d'éviter et/ou réduire toute pollution accidentelle et rejets vers le milieu naturel récepteur (détails sur le traitement des eaux d'exhaure : quel dispositif mis en place ?), présence de kit anti-hydrocarbures et d'intervention rapide en cas de fuite, délimitation de zones de stockage et de*

maintenance des engins en dehors du site direct d'intervention, présence de dispositifs de rétention des huiles et hydrocarbures des engins de chantier, etc ?)

L'ensemble des mesures sont présentées dans le dossier de demande d'autorisation temporaire de rabattement de nappe fourni mais non accessible. La demande d'autorisation temporaire de rabattement de nappe est de nouveau transmise dans le cadre de cette demande (annexe 3). Les mesures prises dans le cadre du rabattement de nappe sont les suivantes. Le détail des mesures est décrit dans le dossier d'Autorisation temporaire de rabattement de nappe à partir de la page 78.

- Précaution en phase travaux vis-à-vis des eaux d'exhaure
  - Suivi de la nappe et des eaux d'exhaure : suivi des volumes et débits pompés journalier durant le premier mois puis hebdomadaires, suivi piézométrique hebdomadaire, suivi de la qualité des eaux d'exhaure (T°, pH, Cond,) Turbidité, MES, COT, indice hydrocarbures, E. coli, et entérocoques) avec un état initial le premier jour du pompage au niveau du pompage et un suivi durant la phase terrassement en amont et en aval de l'exutoire du chantier.
  - Gestion des risques de rejet de matières fines : système de filtration des eaux au niveau des puisards + dispositif de décantation complémentaire (décanteur horizontal ou lamellaire)
- Prise en compte du risque de départ de polluants vers le canal de Marans (pollution accidentelle) : mise en panne du système de pompage et remise en fonction uniquement lors de la disparition de la source de pollution.
- Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux de ruissellement : vérification, entretien et suivi régulier des engins pour éviter les pollutions par hydrocarbures, séparation des eaux des installations de chantier, mise en décharges des matériaux souillés, évacuation des eaux usées dans les réseaux communaux, mise en place de dispositif de régulation et de traitement temporaires

- *Veuillez joindre l'étude réalisée pour la mise en œuvre de l'opération de rabattement de nappe (C.f point n°8.2 ci-dessous).*

Comme dit précédemment cette étude sera transmise dans le cadre de cette réponse.

RUBRIQUE 5 – SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE D'IMPLANTATION

Vous indiquez que « Le projet est situé hors zone à risque pour l'aléa Xynthia + 20 cm et en zone d'aléa faible pour l'aléa Xynthia + 60 cm (zone BS2 qui ne présente pas de contre-indication pour la construction d'une résidence). »

Toutefois le plan de prévention des risques d'érosion et de submersion marine de la Rochelle, approuvé par arrêté préfectoral du 26 février 2019 a été modifié par celui du 4 octobre 2019.

A la lecture de la nouvelle carte de zonage réglementaire et du règlement opposable, votre projet ne se situe plus en zone « Bs2 » mais en zone « Bs1a » dont le règlement indique qu'il s'agit d'une « Zone destinée au projet de renouvellement urbain de l'espace gare dans le cadre d'une opération communautaire, localisée pour partie en aléa faible à modéré à court terme. »

Au regard des nouvelles dispositions réglementaires applicables à cette zone, veuillez spécifier si votre projet est autorisé (ce qui inclus la réalisation du niveau enterré pour le parking) et le cas échéant, veuillez spécifier quelles seront les dispositions constructives que vous allez mettre en place afin de vous conformer avec le règlement.

Après échange le 12/02/2021 avec l'unité Prévention des Risques de la DDTM 17, le plan du PPRn modifié le 4 octobre 2019 n'engendre aucune modification de zonage sur le secteur d'étude. En annexe 4 figure le zonage du PPRn où est indiquée la zone d'étude.

Le règlement ne présente pas de contre-indication pour l'aménagement d'une 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 ;

RUBRIQUE 6 – CARACTERISTIQUE DE L'IMPACT POTENTIEL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

Ressources

- *Dans la mesure du possible, veuillez indiquer quel sera le rapport déblais/remblais de l'opération (avec les volumes attendus en déblais/remblais, le taux d'éventuel réutilisation de déblais).*

La phase projet n'ayant pas encore débutée, cette information n'est à ce jour pas connue. Les volumes en déblais/remblais ainsi que leur réutilisation sur le site ne seront connus que lorsque les offres des entreprises seront connues.

Émissions

- *Avez-vous réalisé une campagne de terrain permettant de déterminer la nature des sols au droit de l'enveloppe du projet et d'en déduire les capacités d'infiltrations ? Dans l'affirmative et si les premiers résultats sont connus, il vous est possible de fournir une version du dossier d'incidences au titre de la déclaration loi sur l'eau, même si ce dernier n'est pas finalisé.*

Les éléments sont consultables dans la version provisoire de la demande d'Autorisation temporaire de rabattement de nappe qui sera transmise à la DDTM 17 pour instruction (Annexe 3).

RUBRIQUE 7 – AUTO-EVALUATION

Aucune demande de complément n'est attendue sur cette rubrique.

RUBRIQUE 8 – ANNEXES OBLIGATOIRES

Dans le cas où la réalisation des places de stationnement enterrées s'accompagne également de places de parking en surfaces sur les parties communes, veuillez les localiser sur un plan,

- *Veuillez fournir un plan matérialisant les différents ouvrages de gestion des eaux pluviales en les superposant au plan de masse des différents bâtiments, voiries internes, parkings, espaces verts, etc. et localisant précisément les points de vidanges puis de connexion au réseau public.*

  Plans fournis en annexe 1

- *Dans la mesure du possible, veuillez fournir un plan de simulation en 3D ou photo-réaliste permettant d'imaginer les façades et les volumes des futurs bâtiments et d'évaluer son intégration avec son environnement proche.*

  Eléments fournis en annexe 5

- *Le dossier de demande d'autorisation temporaire de rabattement de nappe en phase de travaux*

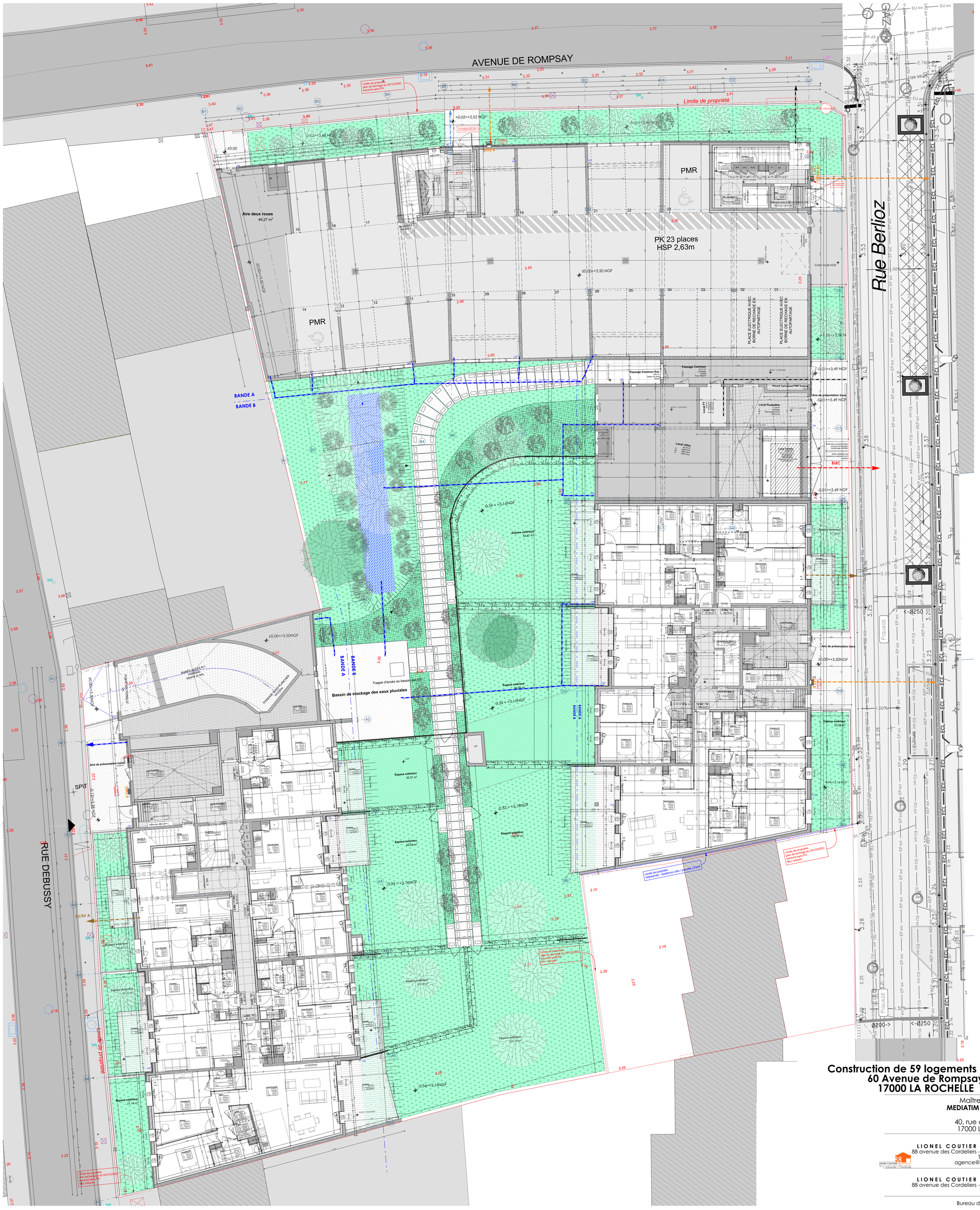
  Dossier fourni en annexe 3

RUBRIQUE 9 – ENGAGEMENT ET SIGNATURE

Aucune demande de complément n'est attendue sur cette rubrique.

ANNEXES

Annexe 1 : Plan des réseaux eaux pluviales



Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

FORMAT A0
Ech: 1:100 Le 15/02/2021

RDC (RESEAUX ET EP)

PRO
IND 06
04
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
Tel : 05.46.00.01.86 - Fax : 05.46.00.01.88

AEV GAZ

AVENUE DE ROMPSAY

TELECOME

PMR

PK 23 places
HSP 2,63m

Adaptation de la chaussée existante pour pose de

PMR

BANDE A
BANDE B

RUE BERLIOZ

TRANSFO
ELEC

EU/EV

GAZ

Besoin de stockage des eaux pluviales

EP

GAZ

RUE DEBUSSY

EU/EV

Construction de 59 logements co
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d
MEDIATIM P
40, rue d
17000 L

LIONEL COUTIER
88 avenue des Cordeliers
agence@

LIONEL COUTIER
88 avenue des Cordelier

Bureau
25 bis, rue Alsace Lo

Bur
116 route Natio

Bureau d'Et
8b rue des Greffières - C

Bu
8b rue des Greffières -

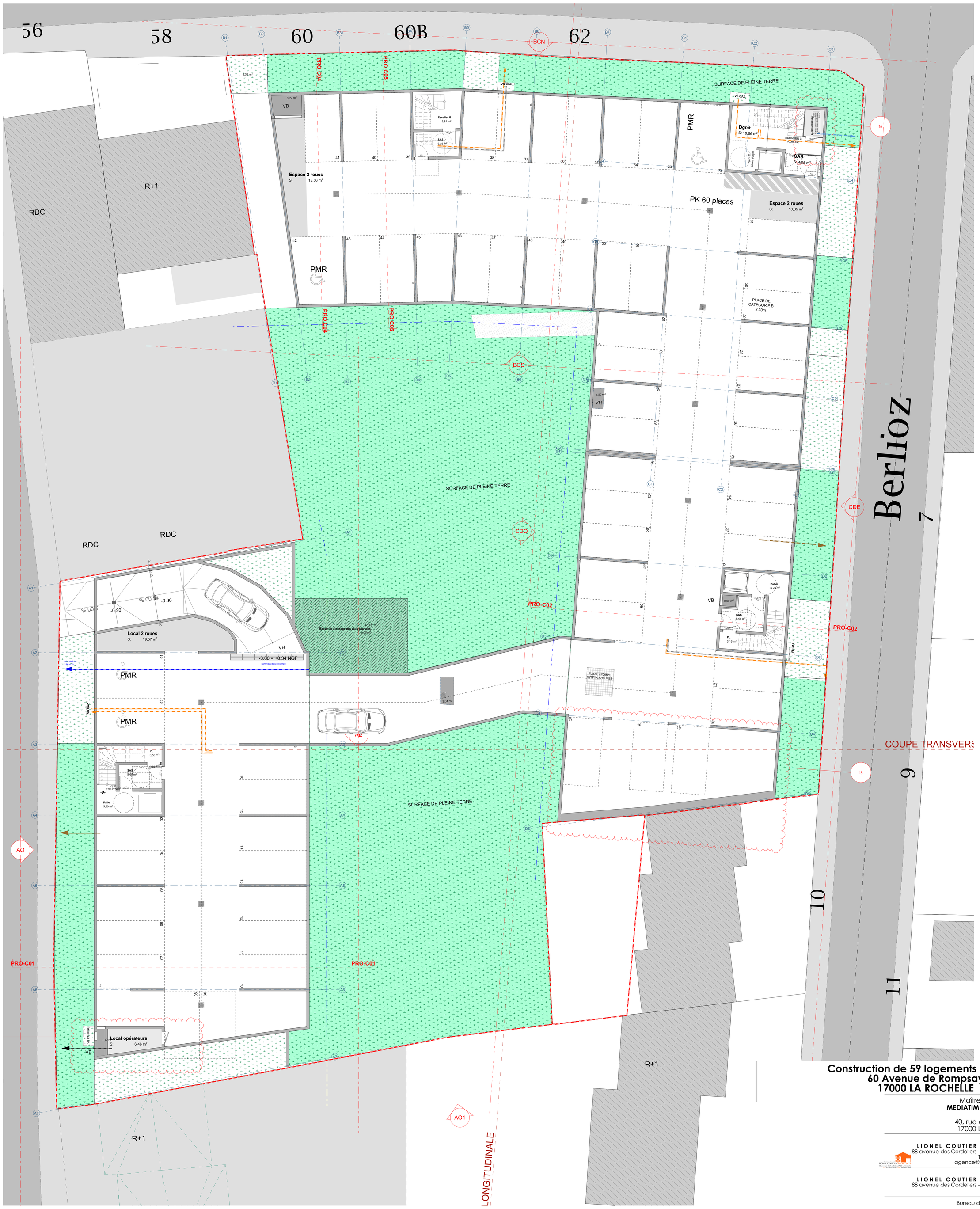
APA
ZI des 4

Coordinateur de Sécurit
APA
ZI des 4

FORMAT A0
Ech: 1:100
RDC

PRO
IND 05
04

Annexe 2 : Plans masse des stationnements situés en R-1 et RDC



ID	N°	Descriptif	Date
01 - TC	16	MOA/ILAO Suppression du local surpresseur AEP	Travail en cours
	18	MOA - ADéplacement du local FT	

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

FORMAT A0
Ech:
R-1

Le 06/11/2020

PRO
08
00
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
Tel : 05.46.00.01.86 - Fax : 05.46.00.01.88

ID	N°	Descriptif	Date
01 - TC	07	MOA - Modifacation aménagement D003 / D104 - passage salon angle	Travail en cours
	08	MOA - Vue avec ILAO Modifacation du local Tarif Jaune / TGBT R-1 en placard avec accès ENEDIS	
	09	MOA - Accès local poubelles sur la rue	
	13	TECO - Ajour béton	
	14	TECO/MOA - Modifacation façade / agrandissement distance entre les fenêtres	
	17	MOA - ADéplacement du local FT	

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

FORMAT A0
Ech:
Le 06/11/2020

RDC

PRO
08
01
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
tel : 05.46.00.01.86 - fax : 05.46.00.01.88

Annexe 3 : Dossier de demande d'Autorisation Temporaire de rabattement de nappe

Prise de vues du secteur du projet- StreetView

Programme immobilier LELIO

60 avenue de Rompsay à La Rochelle

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

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

Eau-Méga
Conseil en 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
w w w . e a u - m e g a . f r

Janvier 2021

Statut	*Établi par*	*Vérifié par*	*Approuvé par*	*Date*	*Référence*	*Indice*
Définitif	*A. DEBOISE*	*S. MAZZARINO*	*S. MAZZARINO*	*08/01/2021*	*02-20-064*	*A*

Table des Matières

Table des Matières 2

Liste des cartes 5

Liste des tableaux 5

Liste des figures 6

Préambule 7

Pièce I : Identification du Demandeur et de son Mandataire Eventuel 10

Pièce II : Emplacement sur Lequel le Projet Doit Être Réalisé 12

Pièce III : Attestation de Propriété du terrain ou Justification d'une Procédure d'Acquisition en Cours 17

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 19

I. Présentation du projet 20

II. Le contexte réglementaire du projet 22

III. Moyens de surveillance, d'entretien et d'intervention 23

IV. Nature, volume et origine des eaux utilisées ou affectées 24

Pièce V : Etude d'Incidence Environnementale 25

I. Analyse de l'état initial du site et de son environnement 26

I.1. Le climat 26

I.2. Les sols et le sous-sol 26

I.2.1. Géologie 26

a. Géologie générale 26

b. Géologie locale - BRGM 26

c. Contexte structural 28

d. Coupe géologique du forage référencé le plus proche du projet de résidence immobilière 28

e. Etude de sol réalisée dans le cadre de ce projet 30

f. Etudes de sol réalisées pour d'autres projets dans un contexte similaire 32

I.2.2. Contexte hydrogéologique 32

a. Description du contexte général 32

b. Masse d'eau souterraine 33
c. Sensibilité aux remontées de nappes phréatiques définie par le B.R.G.M. 33
d. Les captages d'adduction d'eau potable (A.E.P.) 36
e. Ouvrages inventoriés à la BSS du BRGM 36
f. Fonctionnement hydrogéologique au droit du projet – Source : Hygeo et Compétence géotechnique 38
g. Esquisse piézométrique de la nappe du Jurassique supérieur (nappe phréatique) 38
h. Esquisse piézométrique au droit du site 42
i. Pompage d'essai et suivis piézométriques – Source : HYGEO 42
j. Données qualitatives de la nappe au droit du projet 45
I.3. L'hydrologie 45
I.3.1. Contexte général 45
a. Histoire 45
b. Gestion et usages 47
c. Le fonctionnement 50
d. Le suivi qualitatif 50
I.3.2. Les masses d'eau 57
I.4. Le milieu naturel 59
I.4.1. La Z.N.I.E.F.F. des Marais de Tasdon et Lacs de Villeneuve 62
I.4.2. Pertuis Charentais 63
I.4.3. Milieu naturel au droit du site 67
I.4.4. Relation entre le projet et Natura 2000 70
I.5. Les risques 70

II. Incidence du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique 75

II.1. Incidences du pompage de rabattement de nappe sur les niveaux de nappe 75
II.1.1. Hypothèses de calcul et résultats 75
a. Scénario 1 : Rabattement au droit des remblais 76
b. Scénario 1 : Rabattement au droit des argiles 76
c. Apports des eaux pluviales 76
d. Conclusion 76
II.1.2. Incidences sur les captages d'alimentation en eau potable (AEP) 77
II.1.3. Incidences sur les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km 77
II.2. Incidence du pompage sur les eaux superficielles 77
II.2.1. Incidence quantitative du rabattement sur le milieu superficiel 77
II.2.2. Incidence qualitative du rabattement sur le milieu superficiel 77

III. Mesures de réduction et d'accompagnement 78

III.1. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux d'exhaure 78
III.1.1. Suivi de la nappe et des eaux d'exhaure 78
III.1.2. Gestion des risques de rejet de matières fines 78
a. Les types de décanteurs 79
b. Conclusion et dimensionnement 81

III.2. Prise en compte du risque de départ de polluants vers le canal de Marans (pollution accidentelle) ___ 81

III.3. Précautions en phase travaux vis-à-vis des eaux de ruissellement _____ 81

IV. Incidence du projet sur les sites Natura 2000 et mesures prévues _____83

V. Compatibilité du Projet avec le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne _____84

VI. Raisons pour lesquelles le projet a été retenu _____87

Pièce VI : Eléments Graphiques, Plans ou Cartes Utiles à la Compréhension Des Pièces du Dossier _____88

Pièce VII : Note de Présentation Non Technique_____90

I. Présentation du projet et son contexte_____91

II. Incidence du projet et mesures mises en œuvre pour les supprimer, réduire ou compenser _____91

II.1. Incidence et mesures sur les eaux superficielles _____ 91

II.2. Incidences et mesures concernant les captages d'alimentation en eau potable (AEP) _____ 91

II.3. Incidences et mesures concernant les ouvrages exploités dans un rayon de 1 km _____ 92

II.4. Incidence et mesures concernant le milieu naturel et les sites Natura 2000 _____ 92

Annexes _____93

Annexe 1 : Plans et coupes du projet _____94

Annexe 2 : Etude géotechnique de conception, phase avant-projet, Compétence Géotechnique Atlantique, septembre 2020 – Projet Lelio – 60 avenue de Rompsay___95

Annexe 2 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, GEOTECHNIQUE OUEST, 2019 – Projet KARMA – 8 rue Debussy _____96

Annexe 3 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, Compétence géotechnique atlantique, 2019 – Projet RHAPSODY – 12 rue Maurice Ravel _____97

Annexe 4 : Décision de la DREAL vis-à-vis de la demande d'examen au cas par cas ___98

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 21
Carte 5 : Extrait de la carte géologique du BRGM du secteur d'étude 27
Carte 6 : Carte de localisation des ouvrages de la Banque de Données du Sous-Sol 29
Carte 7 : Carte de localisation des sondages de sol (Compétence Géotechnique Atlantique) 31
Carte 8 : Carte de la sensibilité aux remontées de nappes phréatiques 35
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 41
Carte 10 : Localisation des piézomètres de suivi rue Maurice Ravel 43
Carte 11 : extrait du plan de la rivière pour la communication de Niort à La Rochelle (1756 Archives municipales de La Rochelle) 46
Carte 12 : Localisation des points de suivi de la qualité des eaux du Canal (stations 6, 7, 8 et 10) 51
Carte 13 : Carte des sites du réseau Natura 2000 60
Carte 14 : Carte des Z.N.I.E.F.F. 61
Carte 15 : Extrait de la carte de pré-location de zones humides de Charente-Maritime du secteur du projet (DREAL Nouvelle Aquitaine) 68
Carte 16 : Localisation des zones humides de La Rochelle (PLU de La Rochelle) 69
Carte 17 : Extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +20 cm – P.P.R.L. de La Rochelle 71
Carte 18 : Extrait de la carte de l'aléa submersion pour l'événement Xynthia +60 cm – P.P.R.L. de La Rochelle 72
Carte 19 : Cartes du zonage (PPRL de La Rochelle) 73

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 22
Tableau 3 : Climatologie mensuelle à la station départementale de La Rochelle de 1961 à 1990 26
Tableau 4 : Coupe géologique reconstituée du forage n°06338X0199 (Z sol = + 3,4 m) – Source : BSS 28
Tableau 5 : coupe géologique reconstituée du forage n°06338X0115 (Z sol = + 11,0 m) – Source : HYGEO 30
Tableau 7 : Description des faciès lithologiques (Alios et Compétence géotechnique) 32
Tableau 8 : Ouvrages recensés à la Banque du Sous-Sol du BRGM dans un rayon d'1 km autour du projet de résidence immobilière 37

Tableau 9 : Principales caractéristiques des puits et piézomètres recensés lors de la campagne de terrain le 5 juin 2019 et mesures réalisées – Source : HYGEO ____ 40
Tableau 10 : Caractéristiques hydrodynamiques moyennes de la nappe des calcaires déterminées au Nord du site Pentecôte ____ 42
Tableau 11 : Niveaux d'eau mesurés sur le site du projet (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019) ____ 42
Tableau 12 : Espèces d'intérêt communautaire recensées au sein du SIC du Pertuis Charentais ____ 64
Tableau 13 : Habitats de l'annexe I de la Directive « Habitats » recensés dans le SIC du Pertuis Charentais 64
Tableau 14 : Espèces d'oiseaux justifiant la désignation de la ZPS du Pertuis Charentais – Rochebonne ____ 66
Tableau 15 : Taux d'abattement des M.E.S. selon la vitesse de chute ____ 81
Tableau 16 : Compatibilité du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne ____ 84

Liste des figures

Figure 1 : Coupe de principe de fonctionnement des nappes superficielles (B.R.G.M.) ____ 33
Figure 2 : Schéma des cotes d'eau extrapolés au projet Lelio ____ 44
Figure 3 : Vues du Tunnel Saint-Léonard ____ 48
Figure 4 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 6 ____ 53
Figure 5 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 7 ____ 54
Figure 6 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 8 ____ 55
Figure 7 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 10 ____ 56
Figure 8 : Bilan provisoire sur les résultats acquis dans le cadre du programme de surveillance de la DCE 2000/60/CE – Source : Ifremer ____ 58
Figure 9 : Vues du site à aménager ____ 67
Figure 10 : Schéma de principe du système de filtration des eaux – prise d'eau de rabattement de nappe ____ 78
Figure 11 : Schéma et exemples de décanteurs horizontaux (source : Chambéry Métropole) ____ 79
Figure 12 : Schéma d'un décanteur lamellaire (source : Guide Nr HQE, 2014) ____ 80
Figure 13 : Analyse multicritère des types de décanteurs ____ 81
Figure 14 : Bassin de décantation temporaire des eaux de ruissellement en phase de chantier avec filtre à paille en sortie ____ 82

Préambule

Notre bureau d'études, la SAS Eau-Méga Conseil en Environnement a réalisé le présent document dans le cadre de l'aménagement d'une résidence immobilière avec parking souterrain au 60 avenue de Rompsay à La Rochelle par la SAS Médiatim Promotion.

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 :

SAS Médiatim Promotion

N° SIRET : 49064136200010

Affaire suivie par : M. Théo BOUSCHARAIN

Adresse :

40 rue de la Désirée

17 000 La Rochelle

PIECE II : EMPLACEMENT 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	163	11 rue Debussy	399 m²
LA ROCHELLE	CZ	491	13 rue Debussy	378 m²
LA ROCHELLE	CZ	160	60B avenue de Rompsay	1029 m²
LA ROCHELLE	CZ	159	62 avenue de Rompsay	1483 m²
LA ROCHELLE	CZ	493	10 rue Berlioz	90 m²

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

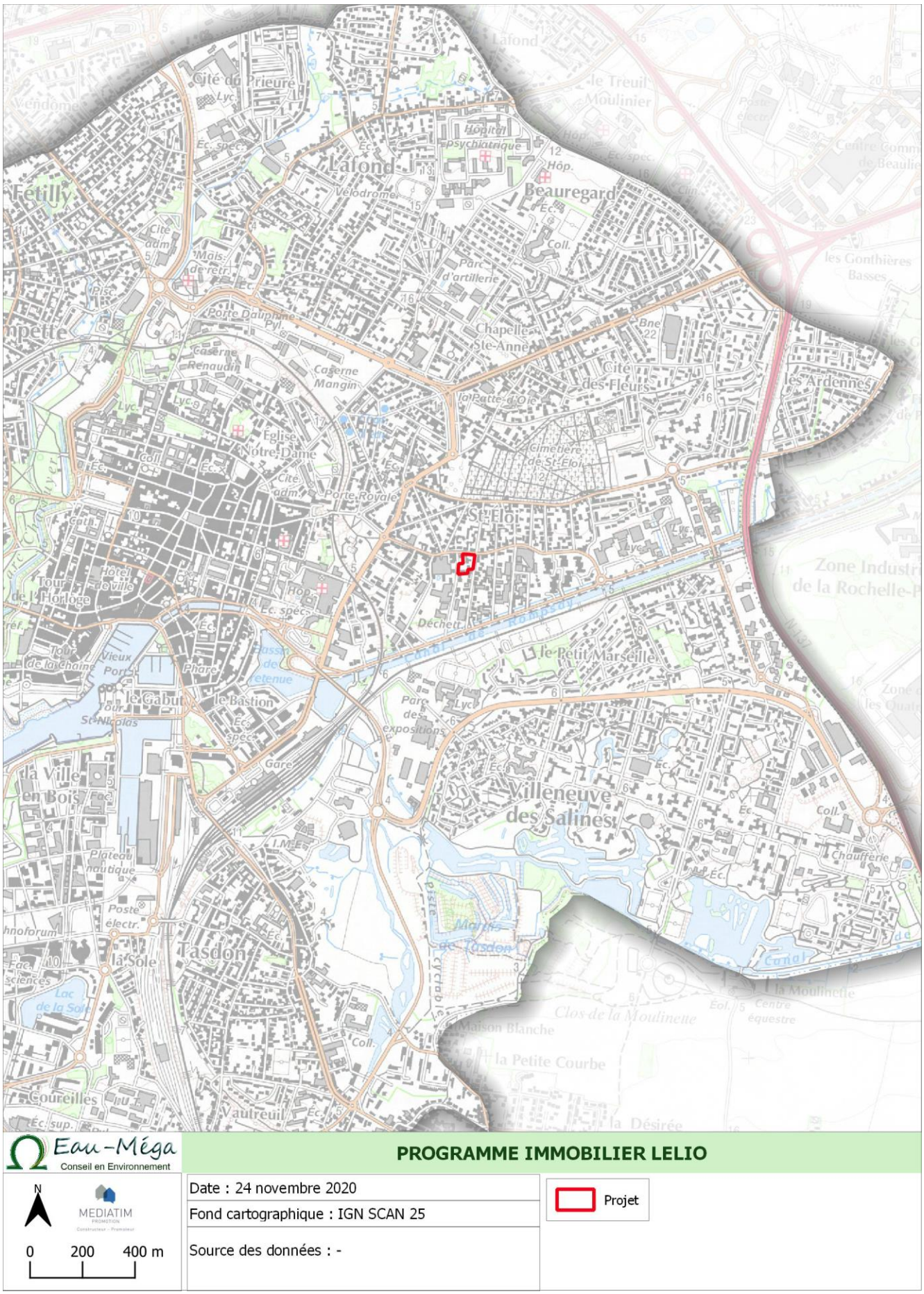
X = 381 057 m

Y = 6 570 731 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 1/20 000ème,
- une prise de vue aérienne du secteur du projet au 1/5 000ème,
- un plan cadastral du périmètre du projet au 1/1 000ème.



Carte 1 : Carte de localisation du projet

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

« Je soussigné, Julien ROBINEAU, représentant la société MEDIATIM PROMOTION domiciliée à LA ROCHELLE (17000) – 40, Rue de la Désirée atteste :

- Qu'une promesse unilatérale de vente a été signée en l'étude de Maitre CHICHERY, titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE (17000) - 19, rue Gargoulleau le 04 Juillet 2019.

Cette promesse de vente permet à MEDIATIM PROMOTION, la possibilité d'acquérir les parcelles cadastrées suivantes :

Commune	*Section*	*Numéro*	*Adresse*	*Contenance totale*
LA ROCHELLE	CZ	494	10 RUE BERLIOZ	00 ha 02 a 74 ca
LA ROCHELLE	CZ	159	62 bis AVENUE DE ROMPSAY	00 ha 14 a 83 ca

- Que deux actes authentiques ont été signés en l'étude de Maitre CHICHERY, titulaire d'un Office Notarial à LA ROCHELLE (17000) - 19, rue Gargoulleau les 28 Novembre 2019 et 01 Février 2019.

Ces actes de vente permettent à MEDIATIM PROMOTION, d'acquérir les parcelles cadastrées suivantes :

Commune	*Section*	*Numéro*	*Adresse*	*Contenance totale*
LA ROCHELLE	CZ	160	60 et 60bis AVENUE DE ROMPSAY	00 ha 10 a 29 ca
LA ROCHELLE	CZ	163	9 RUE DEBUSSY	00 ha 03 a 99 ca
LA ROCHELLE	CZ	491	13 RUE DEBUSSY	00 ha 03 a 78 ca
LA ROCHELLE	CZ	493	10 RUE BERLIOZ	00 ha 00 a 90 ca

Fait pour valoir ce que de droit, »

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 « Lelio » constituée de 59 logements disposant d'un niveau en sous-sol à vocation de stationnement. Le projet prend place au 60 avenue de Rompsay à La Rochelle, secteur à vocation résidentielle et d'activités économiques situé à 260 m 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 3,20 m NGF et 2,6 m NGF, soit 0,5 et 1,1 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel (cote moyenne à 3,7 m NGF).

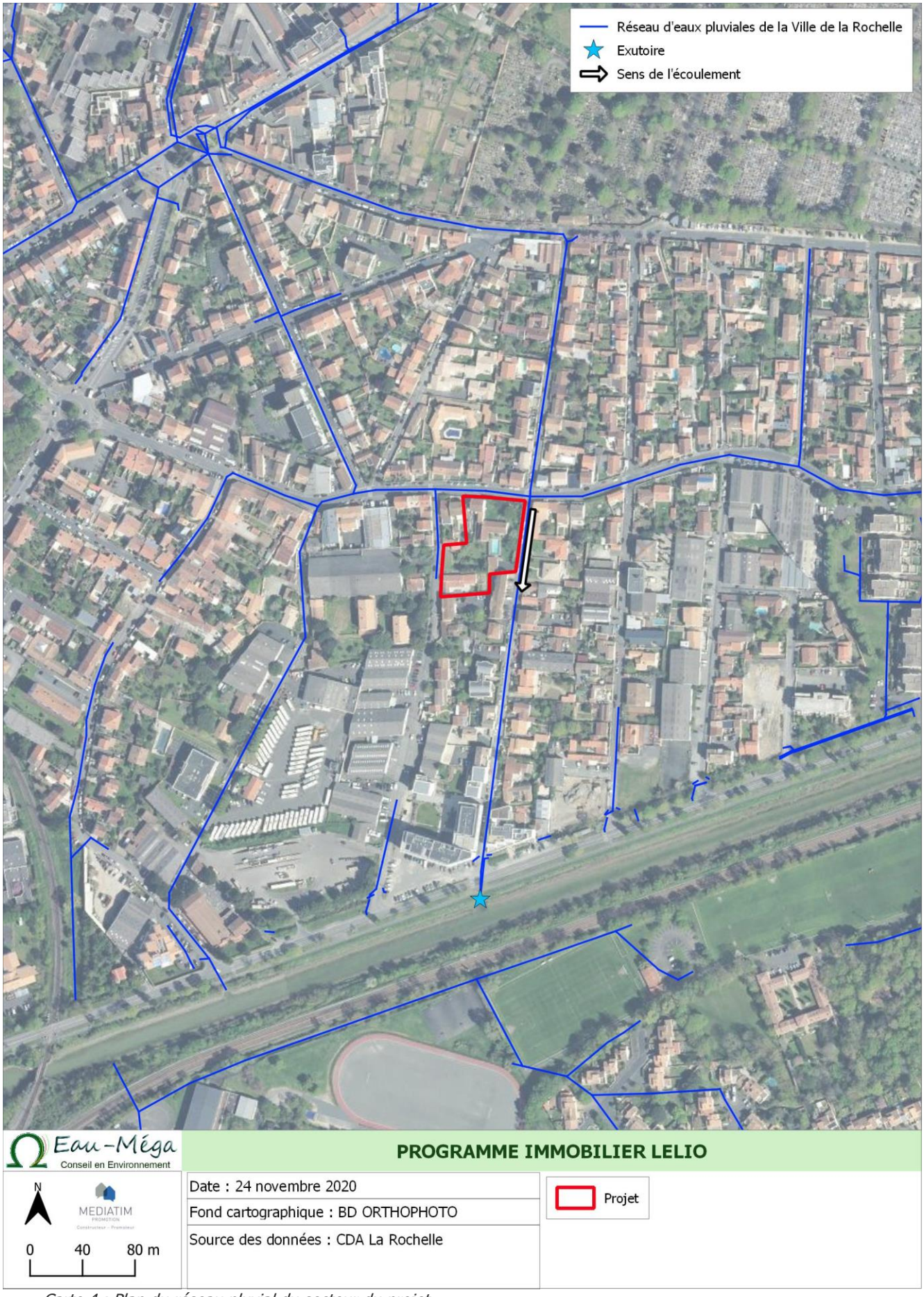
La dalle ne sera donc pas en contact avec la nappe captive dès lors que la couche d'argile ne sera pas traversée, ni déstabilisée par la décompression liée à l'affouillement créé par le terrassement du parking souterrain. Afin d'éviter ce risque de déstabilisation de la couche d'argile lors du terrassement 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**[1].

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 14 m³/h en période sèche et de 69 m³/h en période pluvieuse**. La durée du chantier du sous-sol est estimée à 10 mois au maximum et se déroulera entre le 1er mai 2021 et le 28 février 2022 (303 jours). **Le volume global pompé en phase de travaux sera au maximum de 501 768 m³**.

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 1400 mm (Cf. carte en page suivante). Les eaux rejetées rejoindront ensuite le canal de Rompsay en aval.

---

[1] 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.



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^3/an => *Autorisation (A)* 2°. Supérieur à 10 000 m^3/an mais inférieur à 200 000 m^3/an => *Déclaration (D)*	**Maximum 501 768 m^3** **Autorisation**
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^3/h => *Autorisation (A)* 2°. Dans les autres cas => *Déclaration (D)*	**> 8 m^3/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^3/h en ZRE (Zone de répartition des eaux), nécessite une demande d'examen au cas par cas auprès de la DREAL (délai 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^3/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 trousses 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 absorbeurs, 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 1er mai 2021 au 28 février 2022 est estimé à 501 768 m^3.

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

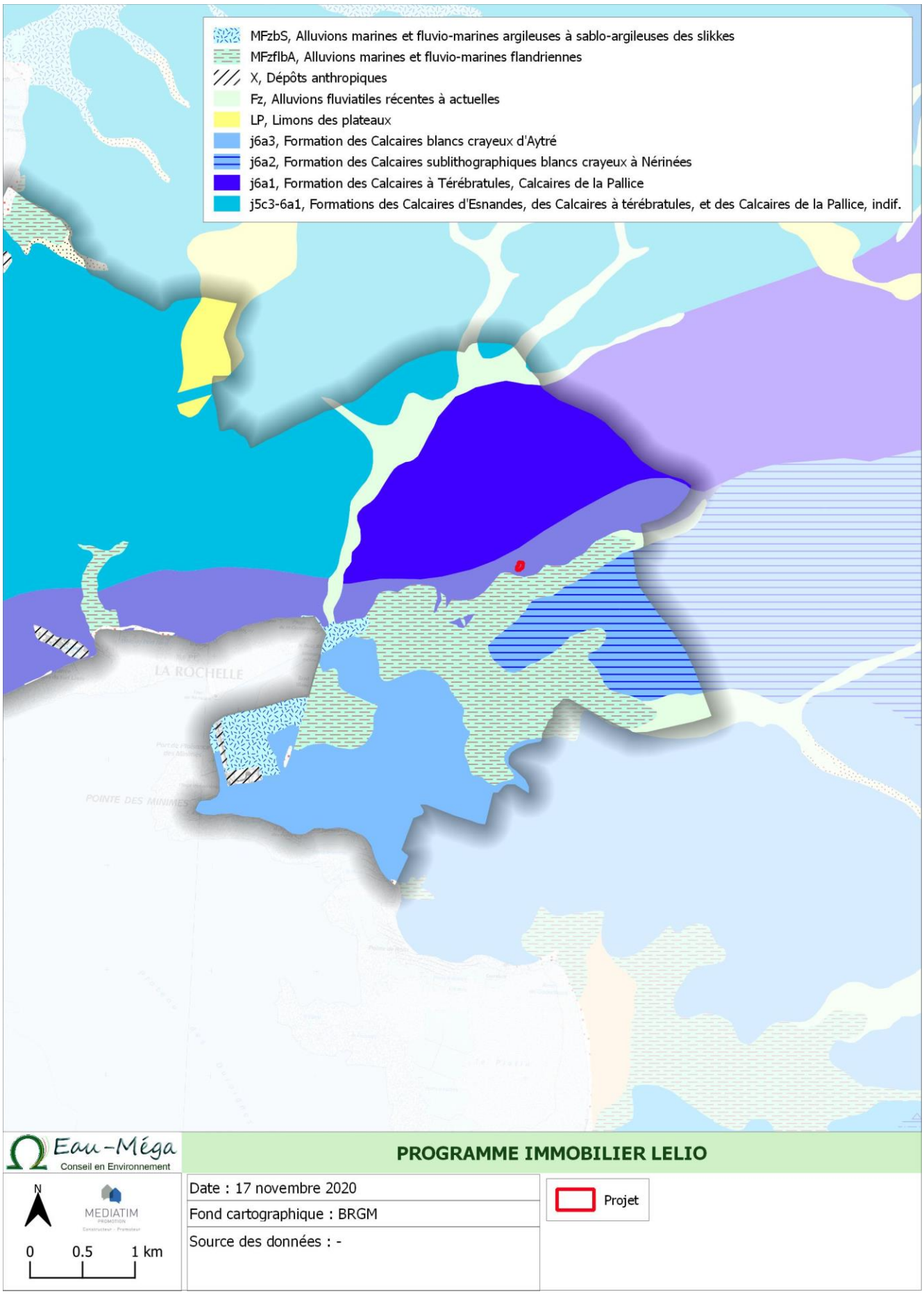
La zone d'étude est située, sur le plan géologique, en limite septentrionale du bassin d'Aquitaine, sur la marge Sud du Massif Armoricain constituée par des terrains de socle (granitoïdes, roches métamorphiques).

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 BRGM 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 fluvio-marines (MFyb). Les alluvions marines et fluvio-marines 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 inferieure 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

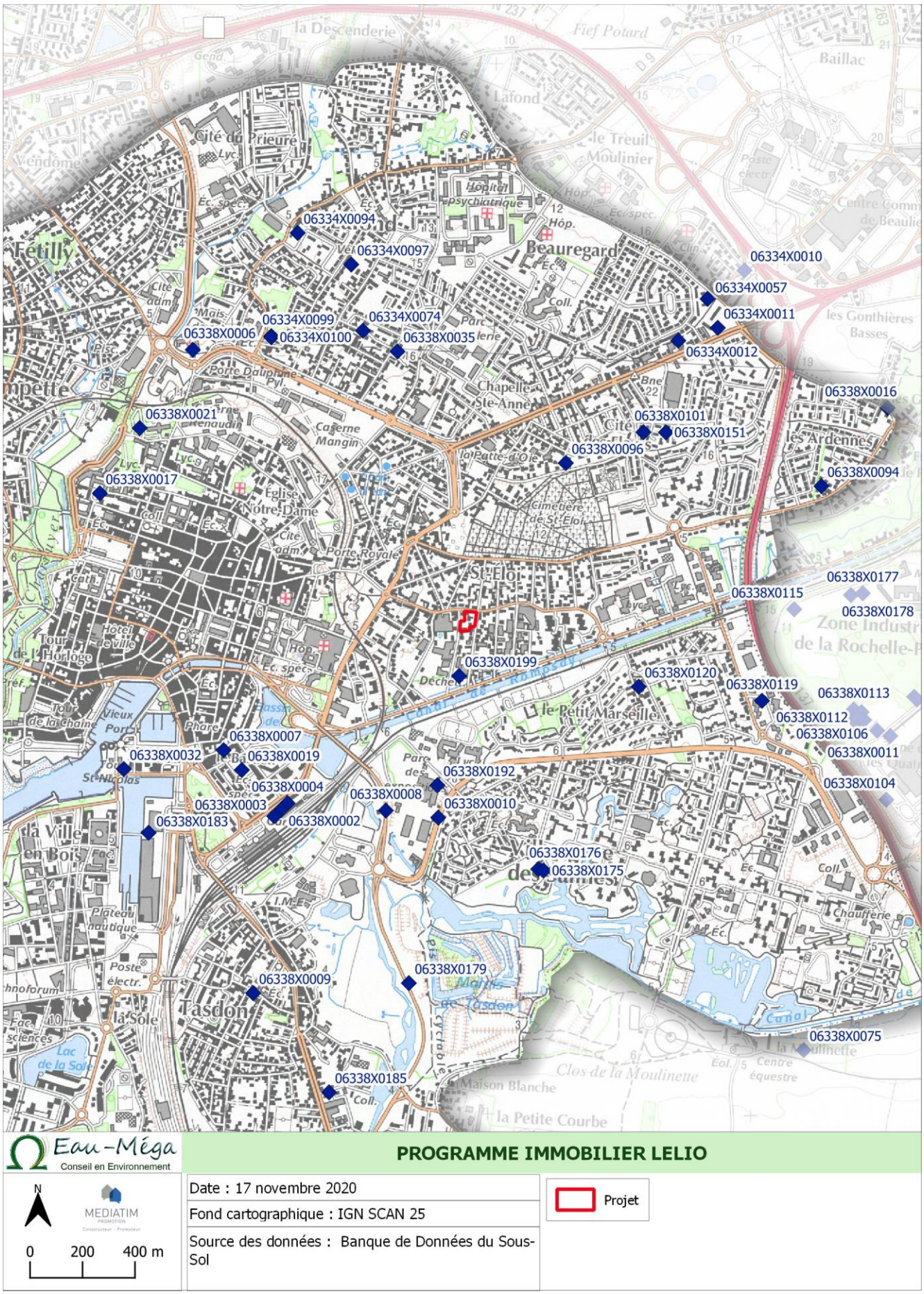
La structure des assises géologiques apparaît monoclinale, avec un léger pendage vers le Sud-Ouest en direction du bassin d'Aquitaine. Aucune faille n'est présente à proximité du site, d'après la carte géologique du secteur d'étude.

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 fluvio-marines). Il est situé à environ 195 m au Sud du projet dans les alluvions marines et fluvio-marines. La coupe géologique décrite à partir des cuttings de foration est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Coupe géologique reconstituée du forage n°06338X0199 (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 INFERIEUR
12,5 – 20 m	Marno-calcaire gris	



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 1 230 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 Kimméridgien 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 INFERIEUR
7 - 11	Calcaire ocre	
11 - 11,5	Banc argileux	
11,5 - 15,20	Calcaire blanc	

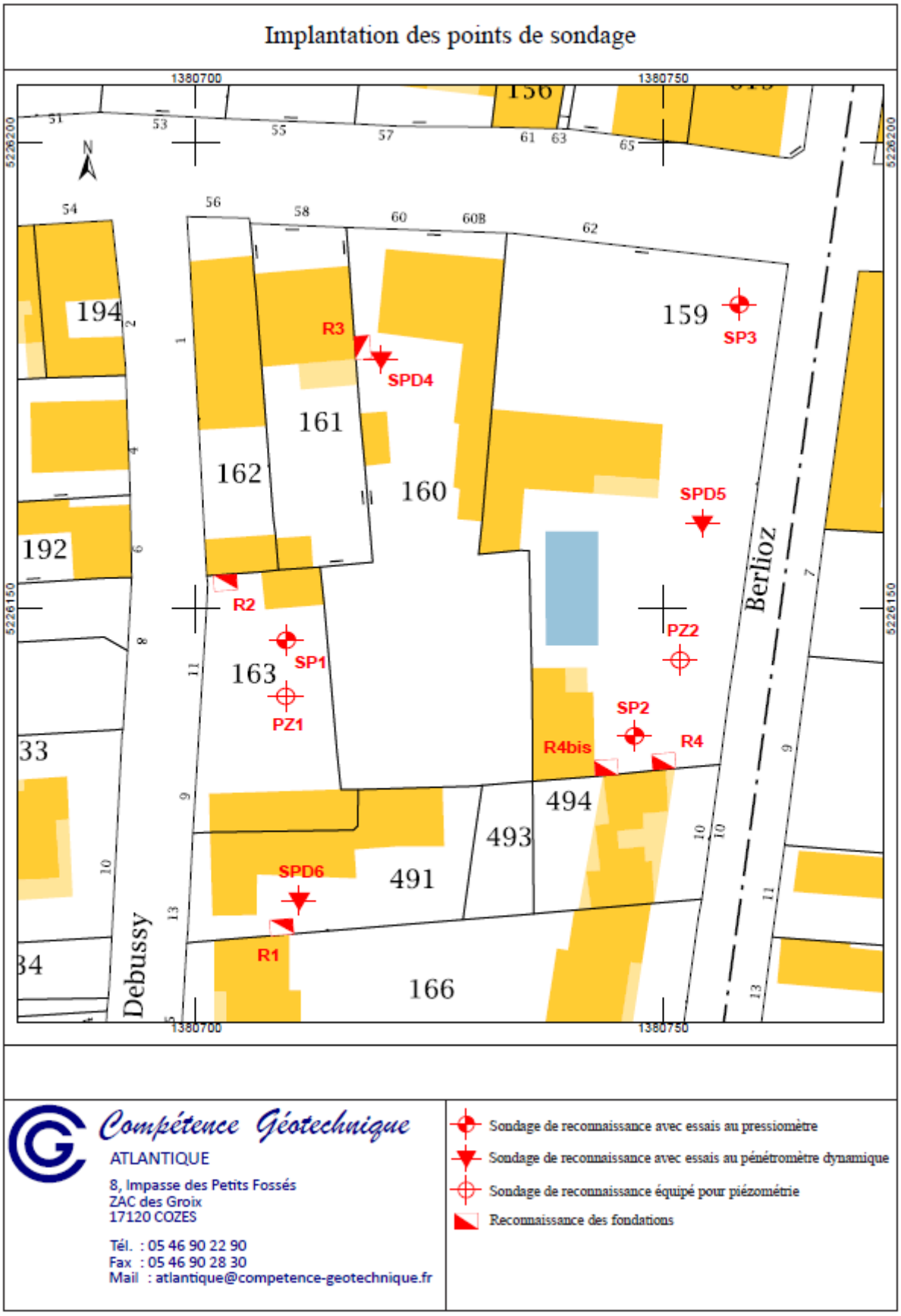
- 06338X0120 : situé à 690 m à l'Est du projet (cf. carte page suivante) à une altitude de 4 m NGF, il s'agit d'un forage individuel destiné à l'arrosage d'un jardin et à l'alimentation en eaux vannes d'une habitation. Il traverse 12 m de calcaires du Kimméridgien inférieur et 1 m de marne bleue.

e. Etude de sol réalisée dans le cadre de ce projet

Le bureau d'étude Compétence Géotechnique Atlantique a réalisé une étude géotechnique sur le site d'étude en septembre 2020. Les investigations ont été menées du 15 au 22 juillet 2020.

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°06338X0199.

Profondeurs par rapport au terrain naturel	Description du faciès	Sondages concernés
0 m à 1,0/1,8 m	Remblais argilo-limoneux et localement sableux et/ou calcaires de couleurs dominantes gris, marron à beige, et localement de la terre végétale argilo-limoneuse marron sur les épaisseurs	SP1, SP2, SP3, SPD4, SPD5, SPD6, PZ1 ET PZ2
1,0/1,8 m à 3,6/4,7 m	Alluvions composées par des argiles, de couleurs dominantes brun-verdâtre, gris-verdâtre, et gris-bleutée, ponctuellement à odeurs vasardes	SP1, SP2, SP3, SPD4, SPD5, SPD6, PZ1 ET PZ2
3,6/4,7 m à 5,8/9,0 m	Substratum très altéré composé d'argiles +/- calcareuses, de couleur dominante marron à beige	SP1, SP2, SP3, SPD4, SPD5, SPD6 ET PZ2
5,8/9,0 m à 9,4/12,7 m	Substratum altéré composé de bancs de calcaires et de bancs de marnes +/- tendres, de couleur dominante beige à grise	SP1, SP2, SP3, SPD4, SPD5 ET SPD6
Au-delà	Substratum induré composé de marnes et de calcaires, de couleur dominante beige à gris	



Carte 7 : Carte de localisation des sondages de sol (Compétence Géotechnique Atlantique)

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

A proximité du site d'étude, certains projets ont nécessité la réalisation d'étude géotechnique :

> Construction de 19 logements au 48 avenue de Rompsay en mars 2013 (85 m du projet)

> Construction d'un ensemble de logements collectif au 8 rue Debussy en février 2019 (100 m du projet)

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 à 0,2/0,7	Enrobé ou béton puis remblai	Entre 3,0 et 3,2 m/TN (juillet 2011) Entre 1,7 et 2,5 m/TN (mai 2012) Entre 2,9 et 4,1 m/TN (janvier 2019)
0 à 0,2/0,3 à 1,0/1,5 m	Remblai limoneux marron noir à cailloux	
1,0/1,5 m à 5,5/6,5 m	Argiles verdâtres molles	
5,5/6,5 m à 10,0/11,0 m	Argiles calcaires	
10,0/11,0 m à 12,0/15,0 m	Substratum marno-calcaire	

Tableau 6 : Description des faciès lithologiques (Alios et Compétence géotechnique)

La lithologie des sites est relativement proche à exception de l'épaisseur des argiles. Ils présentent une épaisseur minimale de 3,0 m et pouvant aller jusqu'à 10 m. Pour le présent projet, l'épaisseur varie de 4 à 9 m.

I.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^2/s)	S	Perm. (m/s)	Qsm³/h/m	Prod.m³/h
Minimum	0	5	10^{-3}	-	-	-	-
Moyen	-	<25	$5*10^{-3}$	-	10^{-4} à 10^{-5}	-	-
Maximum	-	50	10^{-2}	-	-	-	100

Superficie totale du système : 1 128 km^2

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 fluvio-marines 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 "phréïn", 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).**

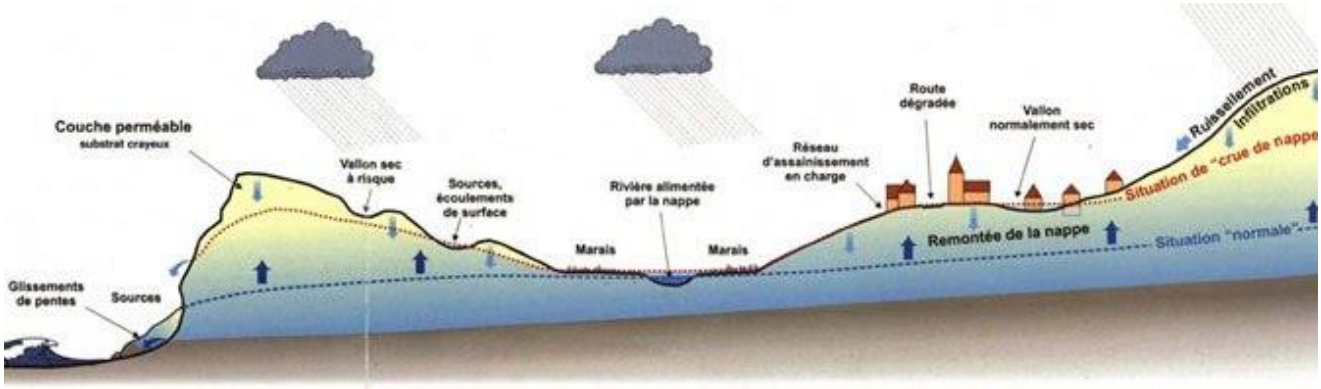


Figure 1 : Coupe de principe de fonctionnement des nappes superficielles (B.R.G.M.)

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 :

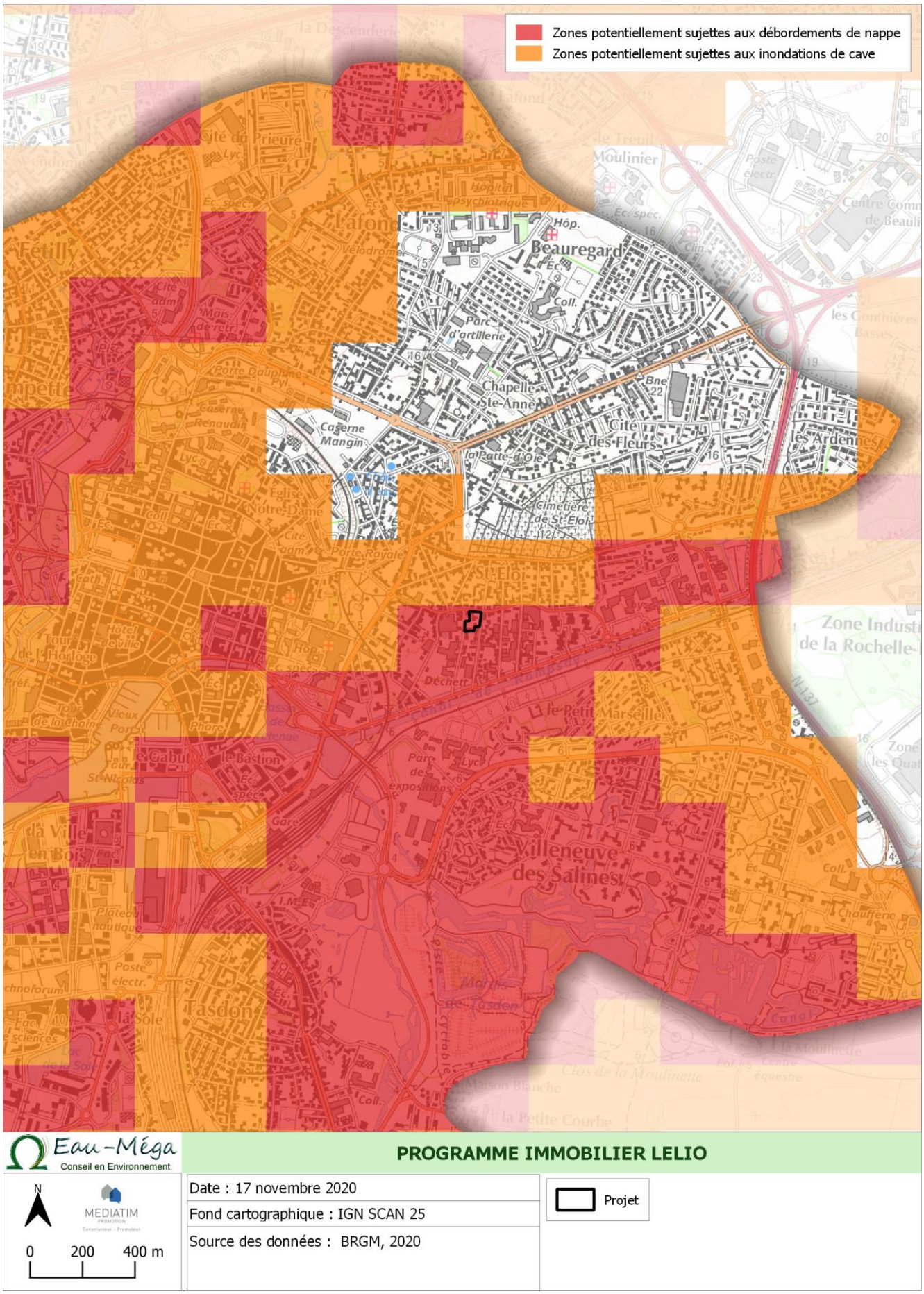
- la valeur du niveau moyen de la nappe, qui soit à la fois déterminée tant par l'altimétrie et le géoréférencement (en longitude et latitude). Des points sont créés et renseignés régulièrement, ce qui permet à cet atlas d'être mis à jour.
- une appréciation correcte (par mesure) du battement annuel 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.

La zone de projet se situe dans un secteur potentiellement sujet aux débordements de nappe (cf. carte page suivante).

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.



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 13 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 29.

Il s'agit de :

- 5 sondages
- 1 piézomètre
- 7 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 12 et 26 m pour des niveaux d'eau entre 1 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)
BSS001QFJJ	06338X0096/F	F	32 RUE DES MYOSOTIS	La Rochelle	FORAGE	26	15		Irrigation	16
BSS001QFFP	06338X0019/S2	S2		La Rochelle	SONDAGE	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	
BSS001QFNR	06338X0199/SP2PZ	SP2PZ		La Rochelle	PIEZOMETRE	20	3,4	MNT	Piézomètre	1,15
BSS001QFEW	06338X0002/S	S	SONDAGES TRI POSTAL GARE S.N.C.F. S3-34	La Rochelle	SONDAGE	12	4,45	EPD		2,7
BSS001QFEY	06338X0004/S	S	SONDAGES TRI POSTAL GARE LA ROCHELLE, S1-S2	La Rochelle	SONDAGE	12	4,45	EPD		2
BSS001QFFE	06338X0010/S1	S1	2E ZUP DE LA ROCHELLE	La Rochelle	SONDAGE	15	2,4	RNG		1
BSS001QFMS	06338X0176/GTH2	GTH2	VILLENEUVE LES SALINES RUE JULES DALOU	La Rochelle	FORAGE	50	3.000	MNT	Chauffage	
BSS001QFNJ	06338X0192/F	F	LA PREE FOYER	La Rochelle	FORAGE	14				
BSS001QFLR	06338X0151/F	F	68 RUE DES ROSES	La Rochelle	FORAGE	27				
BSS001QFMR	06338X0175/GTH1	GTH1	VILLENEUVE LES SALINES RUE JULES DALOU	La Rochelle	FORAGE	50	3.000	MNT	Chauffage	
BSS001QFFC	06338X0008/S49	S49	ZUP N2	La Rochelle	SONDAGE	17,9				

Tableau 7 : 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 Compétence Géotechnique Atlantique et est de l'ordre de 2,77 10^{-7} m/s.
- Les argiles 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 substratum de marno-calcaires constitue une formation aquifère renfermant une nappe d'eau souterraine en pression sous les argiles.

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^3/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 900 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 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).

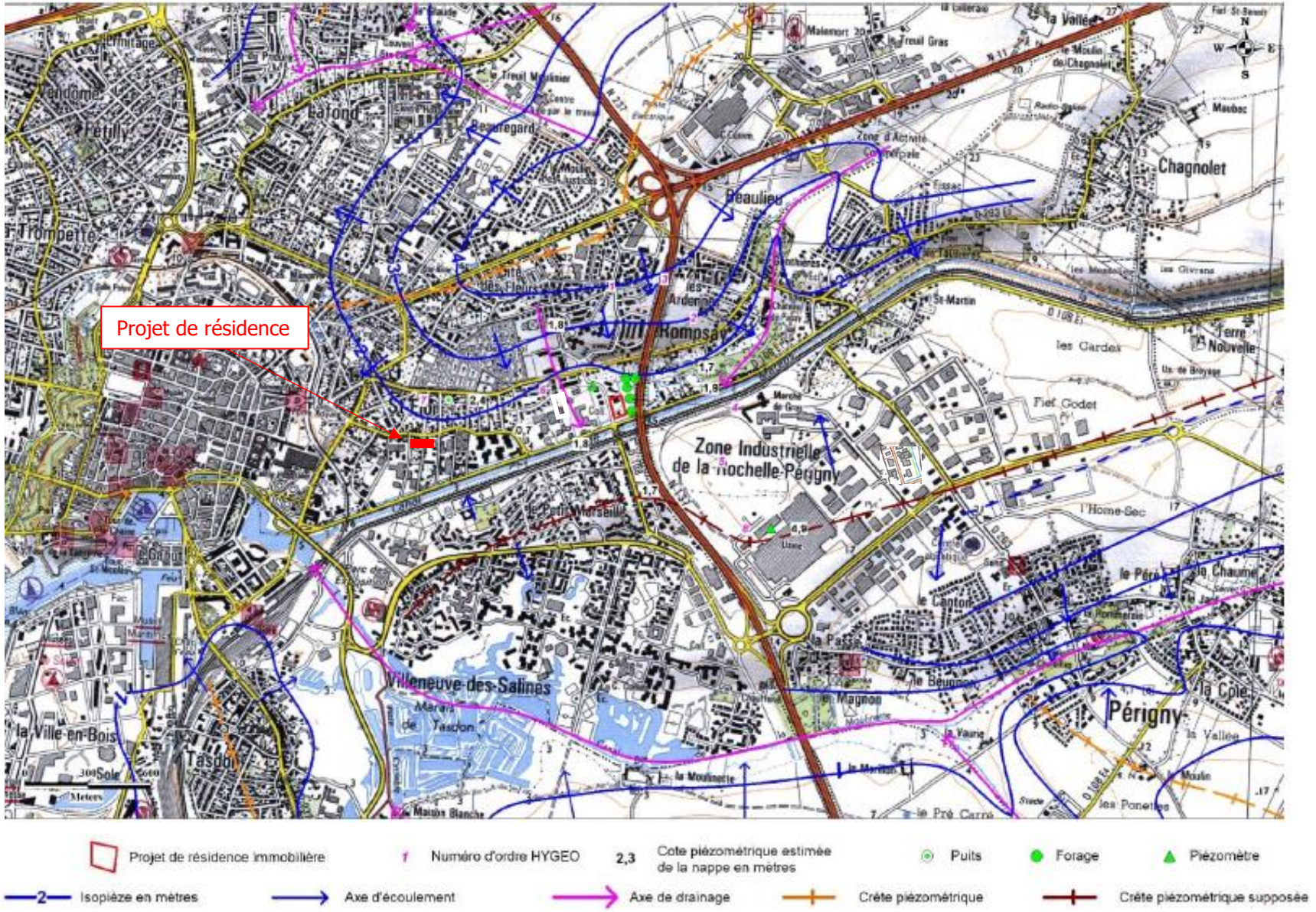
Les principales caractéristiques techniques (profondeur/sol, hauteur repère de mesure/sol, profondeur eau/repère, cote piézométrique, aquifère supposé capté, usage de l'eau) des 8 points d'eau renseignés sont répertoriés dans le tableau en page suivante. Les points d'eau mesurés sont localisés en page 41.

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 41) :

- 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 8 : 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	Piézomètre	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	Piézomètre	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 Lelio, 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 Lelio ne nous permettent pas d'établir une esquisse piézométrique au droit du site.

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

α. Pompage d'essai

Lors du projet Pentecôte (rue Maurice Ravel, situé à 900 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^3/h suivi d'un pompage de 5 heures à 5,14 m^3/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
$2,2.10^{-2}$ m²/s	$4,2.10^{-3}$ m/s	$5,8.10^{-8}$

Tableau 9 : 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 $4,6.10^{-7}$ m²/s.

β. Suivi piézométrique

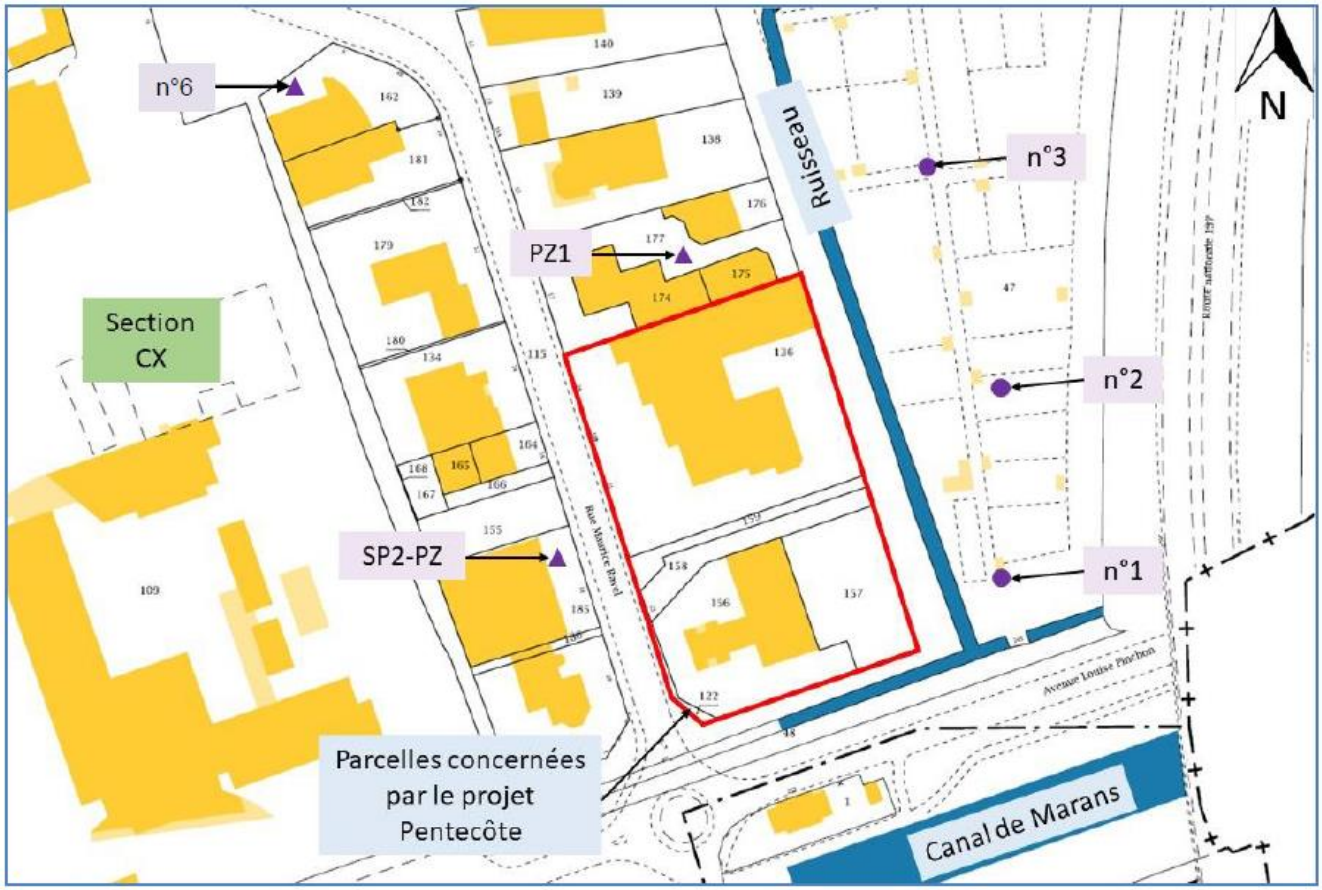
Les données à notre disposition sur le site du projet Lelio ne nous permettent pas d'établir un suivi piézométrique. Le bureau d'étude GEOTECHNIQUE OUEST a toutefois relevé les niveaux d'eau lors des investigations géotechniques sur le site du projet (Lelio) le 9 et 10 janvier 2019.

Les résultats sont présentés ci-dessous.

N° Sondages	Profondeur eau (m)
SP1	3,8
SP2	4,1
SP3	3,9
S4	2,9

Tableau 10 : Niveaux d'eau mesurés sur le site du projet (GEOTECHNIQUE OUEST, janvier 2019)

Dans le cadre d'autres projets similaires, des suivis piézométriques ont cependant 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) 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 0,97m/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 facies 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 Lelio, 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 +2,6 m NGF,
- un niveau exceptionnel (EE) de hautes eaux fixé à une cote de +3,2 m NGF (Cf. figure ci-contre).

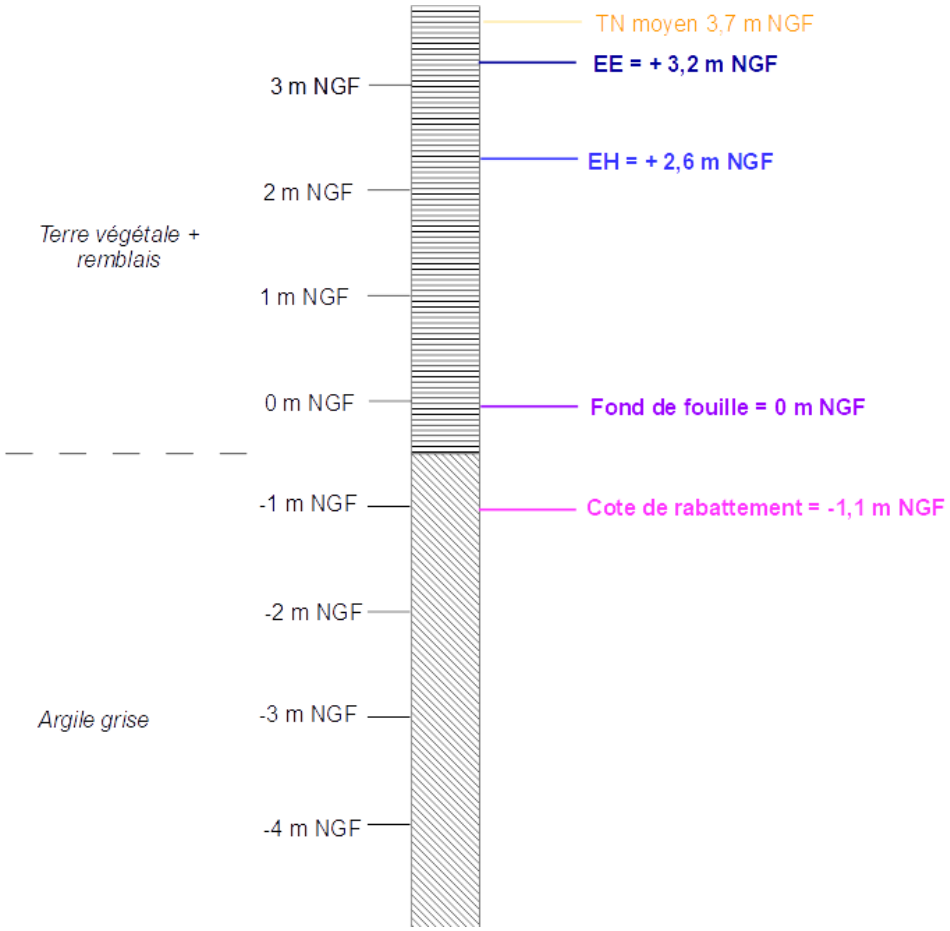


Figure 2 : Schéma des cotes d'eau extrapolés au projet Lelio

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.

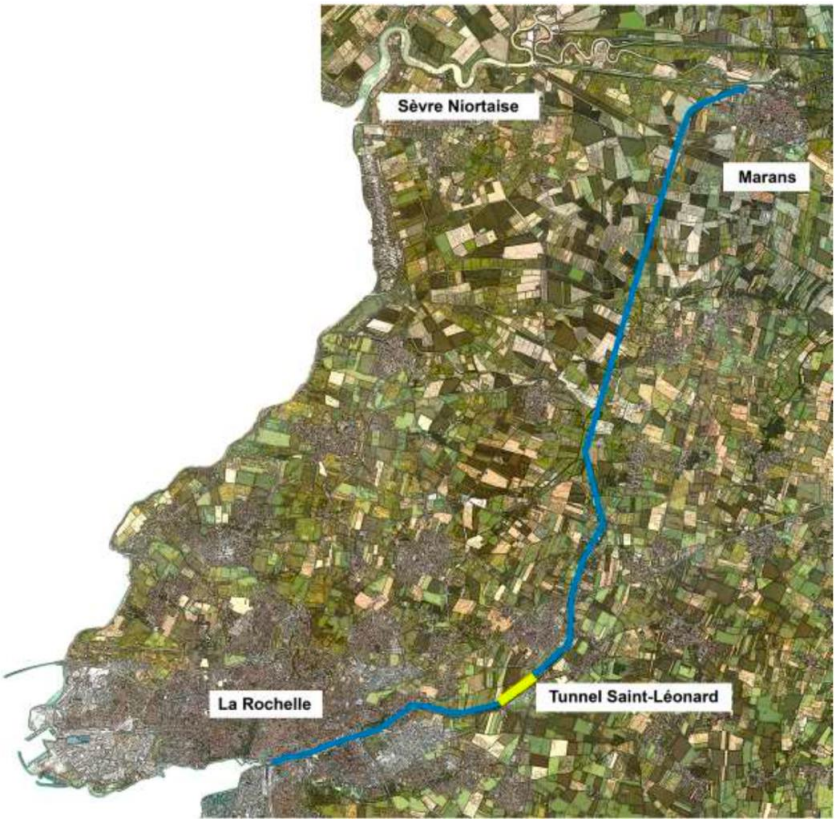
I.3. L'hydrologie

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

I.3.1. Contexte général

a. Histoire

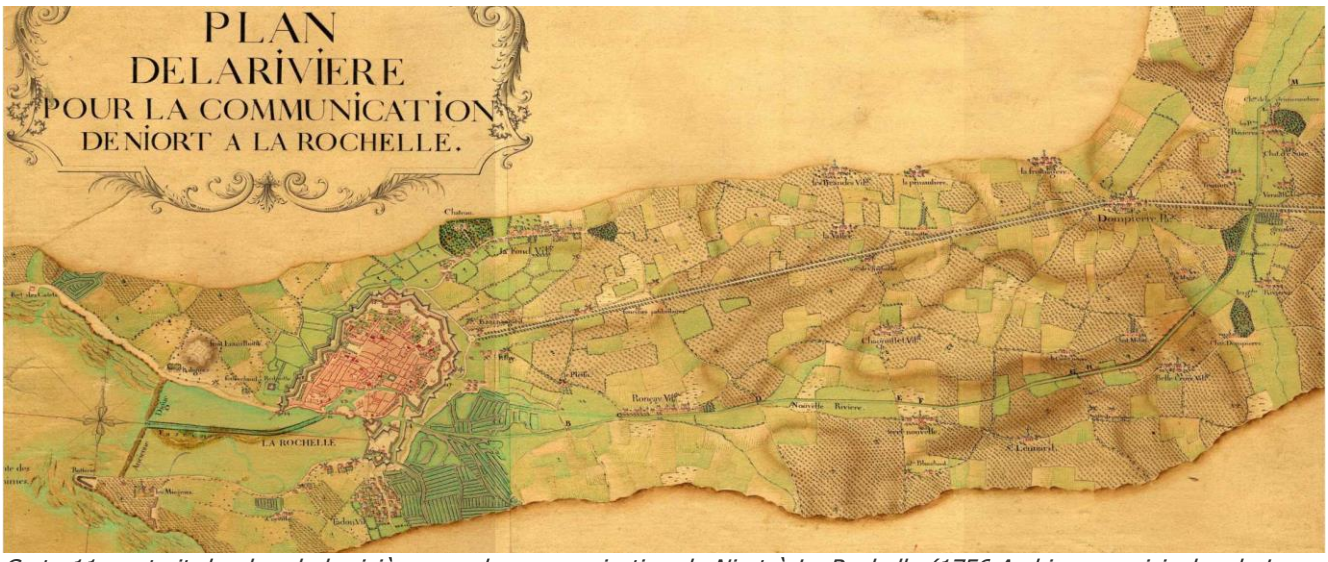
Le projet se situe dans le périmètre du bassin versant du canal de Marans à La Rochelle (plus précisément le long du tronçon appelé Canal de Rompsay) qui rejoint l'océan par le Bassin des Chasses puis le Canal Maubec avant de se jeter dans le Vieux Port via l'écluse Maubec.



Imaginé au XVIII^{ème} siècle, le canal de Marans à La Rochelle destiné à relier Niort à La Rochelle fut l'un des grands chantiers régionaux du XIX^{ème} siècle. Sa très lente exécution – sur 80 ans – dans une période d'innovation industrielle le rendit inadapté 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^{ème} et XX^{ème} 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^{ème} 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^{ème} 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 nécessite 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.

y. 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 Mouillepied).

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 :

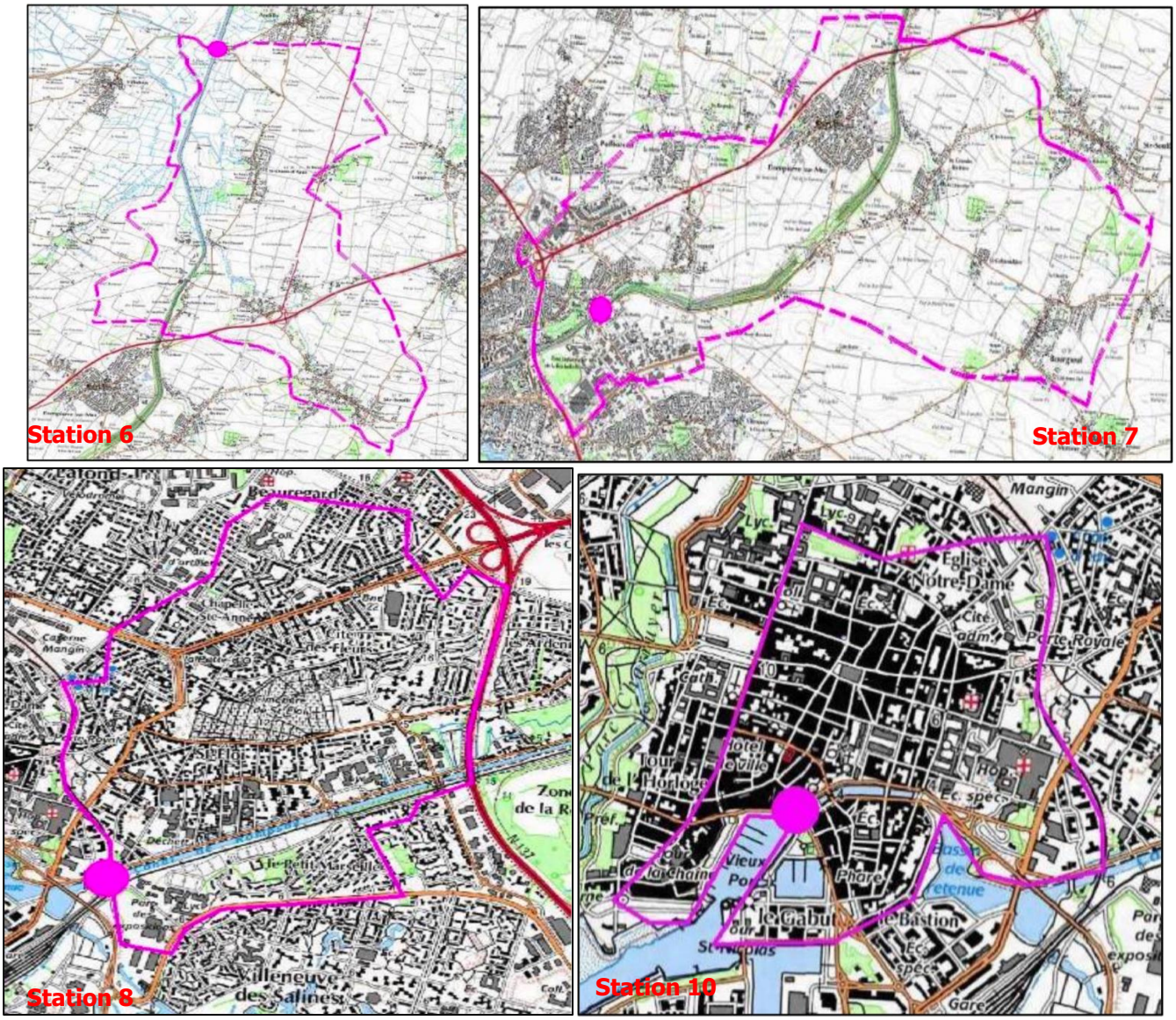
- Niveau été (avril/septembre) : 1,00 NGF (4,50 m)
- Niveau hiver (octobre/mars) : 0,50 NGF (4 m)

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 boites 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 apparait 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. Conjuguée 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.

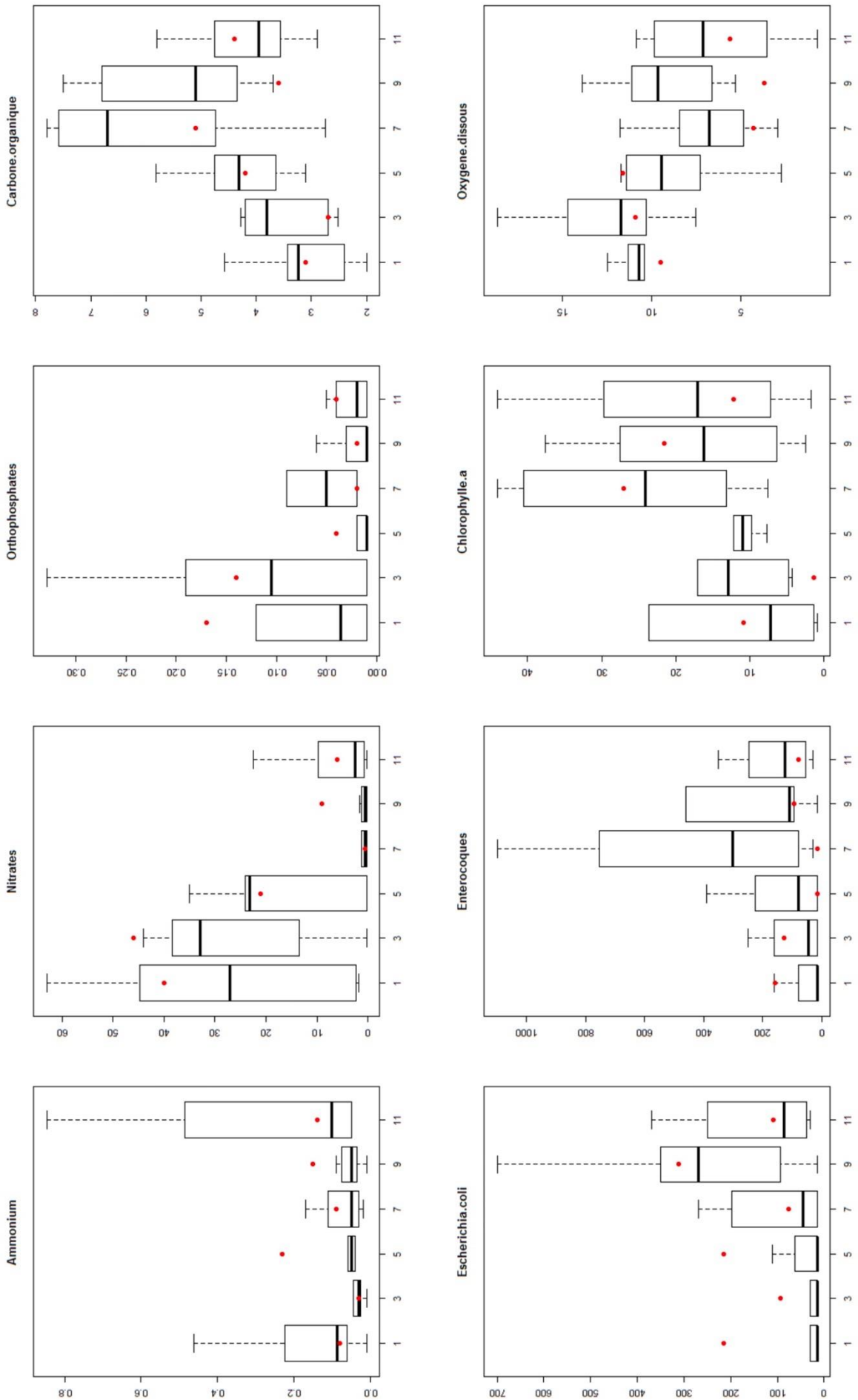


Figure 4 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 6

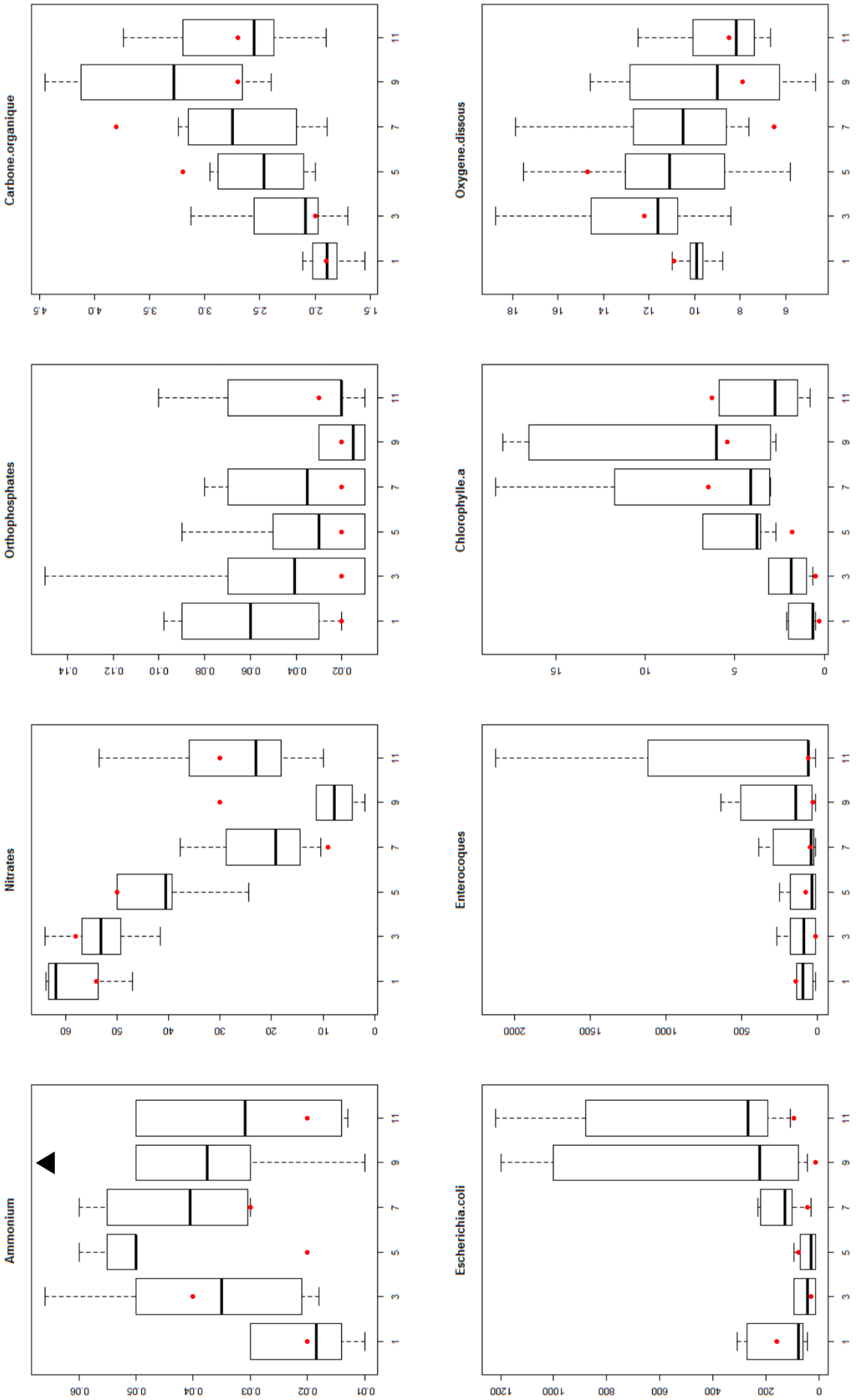


Figure 5 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 7

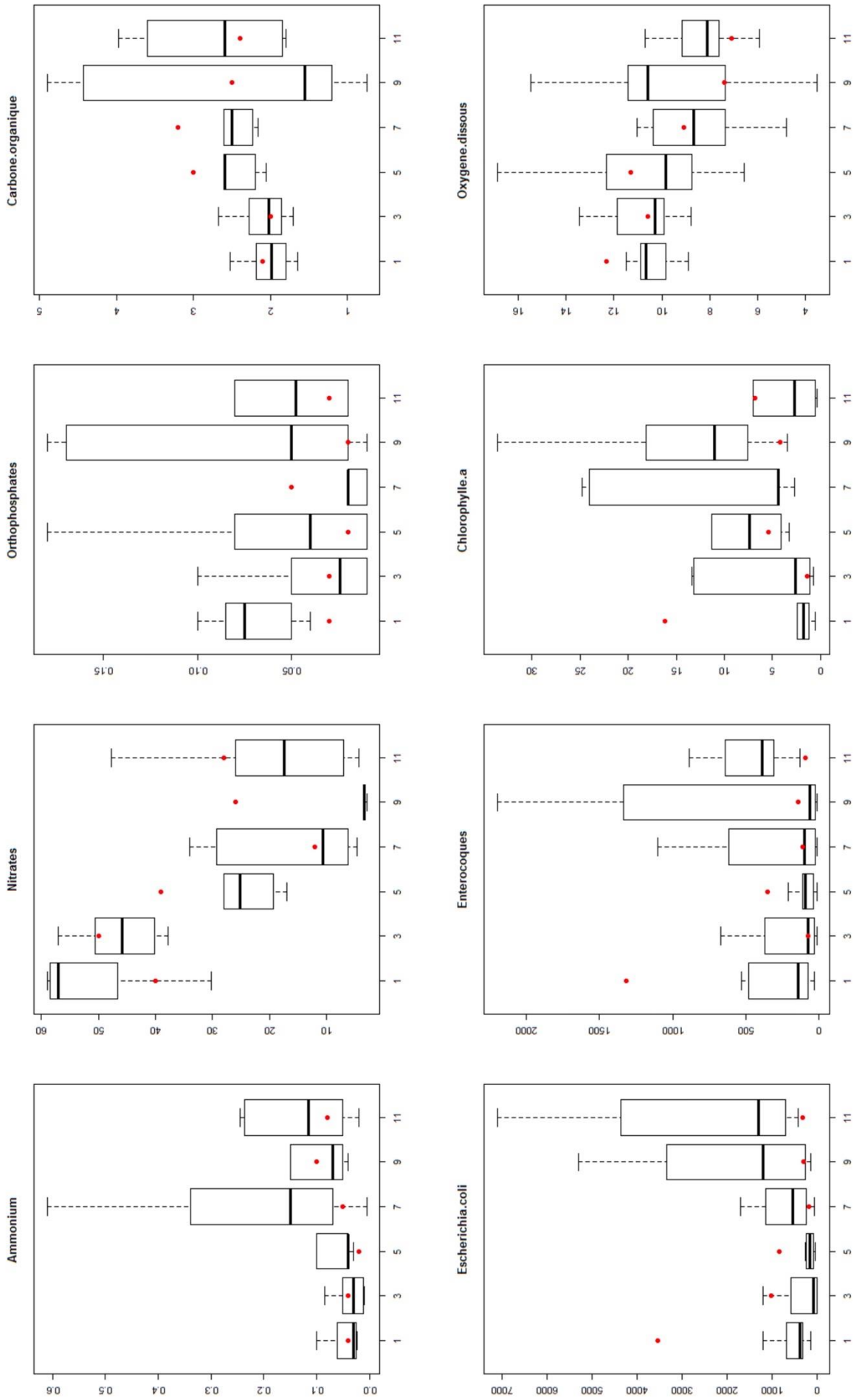


Figure 6 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 8

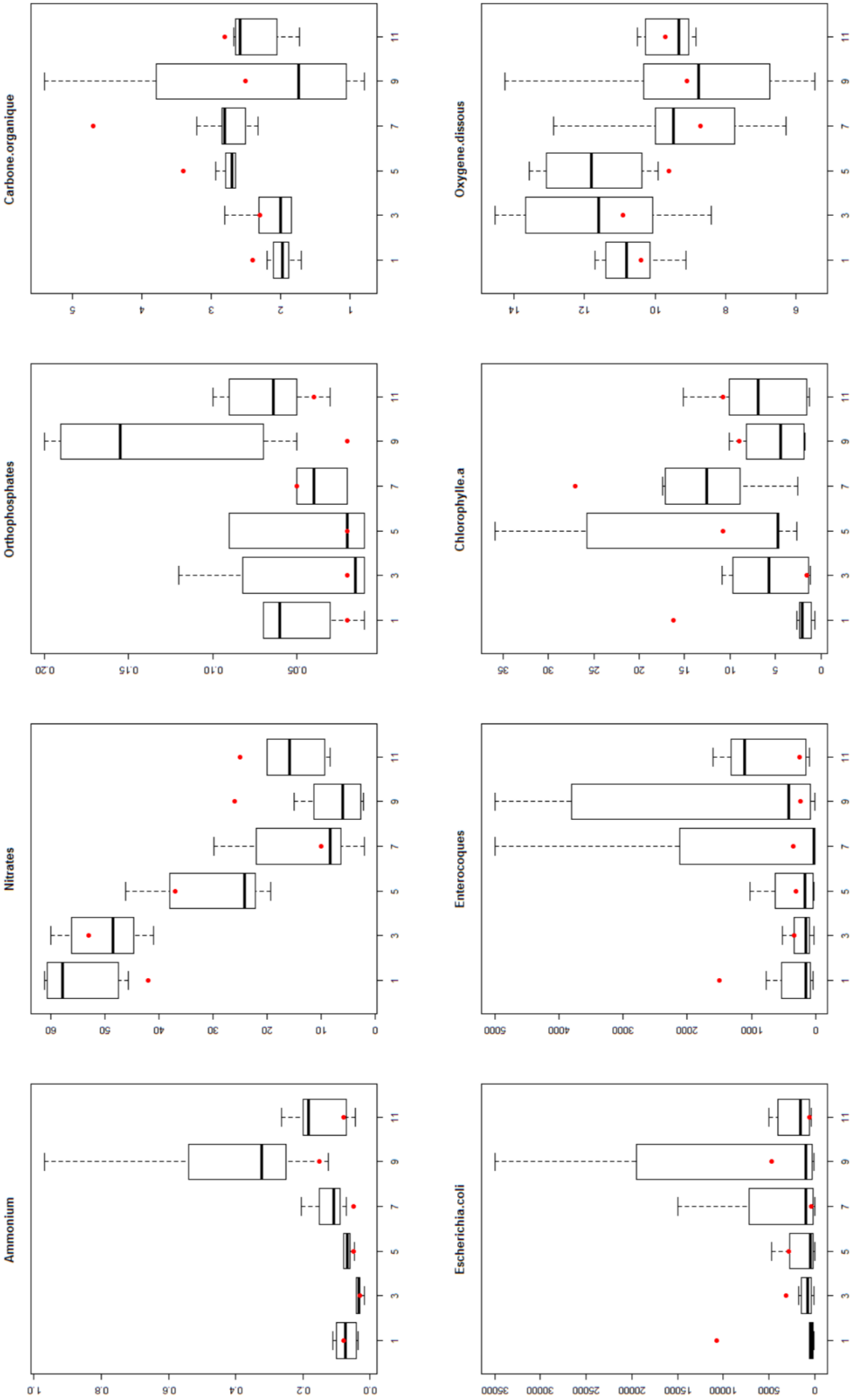


Figure 7 : Qualité des eaux du Canal de Marans – station 10

I.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

- Non pertinent
- Inconnu
- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais
- Inférieur au très bon état

Etat chimique

- Non pertinent
- Inconnu
- Bon
- Mauvais

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

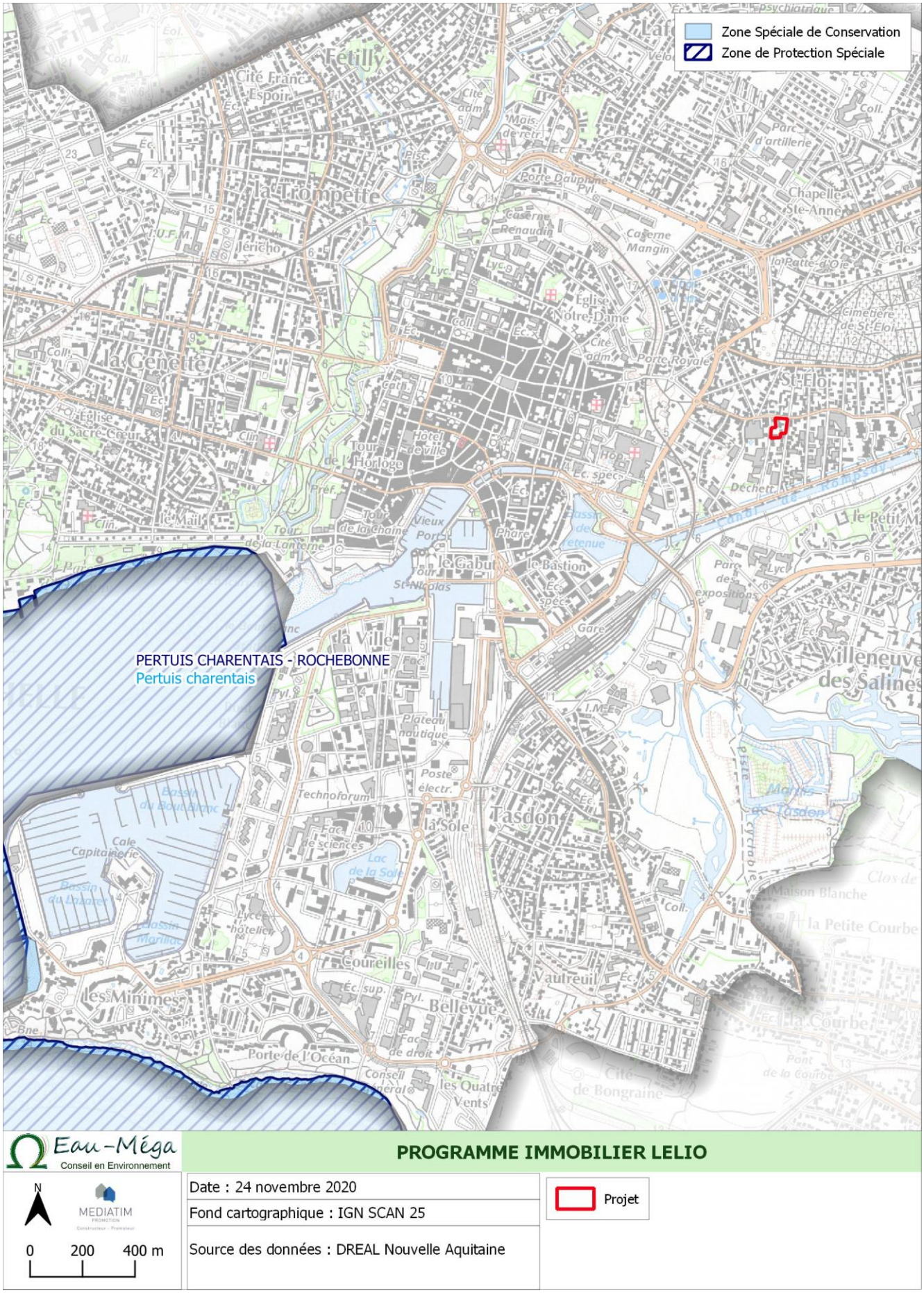
gris : pas d'information

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

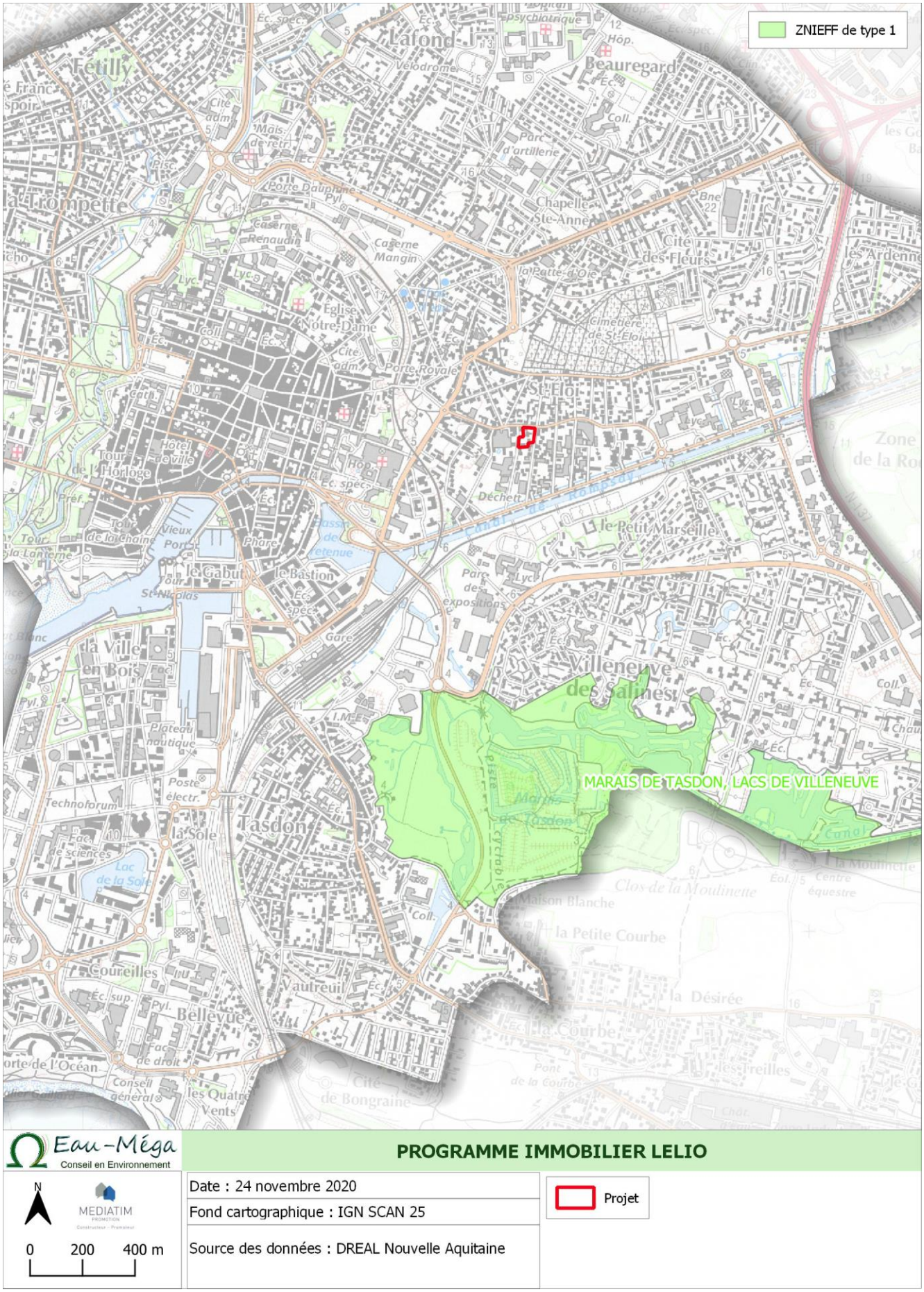
I.4. Le milieu naturel

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 **Z**one **N**aturelle d'**I**ntérêt **E**cologique, **F**aunistique et **F**loristique (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 **S**ite d'**I**ntérêt **C**ommunautaire 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 **Z**one de **P**rotection **S**péciale (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,



Carte 13 : Carte des sites du réseau Natura 2000



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

I.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.

Apodemus sylvaticus - Mulot Sylvestre

Crocidura suaveolens - Musaraigne des jardins

Erinaceus europaeus - Hérisson commun

Myocastor coypus - Ragondin

Ondatra zibethicus - Rat musqué

Oryctolagus cuniculus - Lapin commun

Rattus norvegicus - Surmulot

Talpa europaea - Taupe

Vulpes vulpes - 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'Harelde 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 méridionalis – Rainette méridionale

Lissotriton helveticus - Triton palmé Espèce menacée inscrite sur liste rouge mondiale de l'UICN – Liste rouge des amphibiens de France Métropolitaine

Triton palmé

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

Pélodyte ponctué

Reptiles

Lacerta bilineata - Lézard à 2 bandes

Natrix maura - Couleuvre vipérine

Podarcis muralis - Lézard des murailles – Espèce protégée

Couleuvre vipérine

I.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 amphihalin.

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

Tableau 11 : 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 *Tursiops truncatus*	1349	Annexe II Directive « Habitats »
Marsouin commun *Phocoena phocoena*	1351	Annexe II Directive « Habitats »
Phoque gris *Halichoerus grypus*	1364	Annexe II Directive « Habitats »
Esturgeon d'europe* *Acipenser sturio*	1101	Annexe II Directive « Habitats »
Grande alose *Alosa alosa*	1102	Annexe II Directive « Habitats »
Alose feinte *Alosa fallax*	1103	Annexe II Directive « Habitats »
Lamproie marine *Petromyzon marinus*	1095	Annexe II Directive « Habitats »
Tortue Caouanne* *Carreta carreta*	1224	Annexe II Directive « Habitats »
Globicéphale noir *Globicephala melas*	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin commun *Delphinus delphis*	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba*	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Tortue luth *Dermochelys coriacea*	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Dauphin de Risso *Grampus griseus*	-	Annexe IV Directive « Habitats »
Tortue de Kemp *Lepidochelys Kempii*	-	Annexe IV Directive « Habitats »

Tableau 12 : 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 laisses de haute mer, 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'Ile 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[2] (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 Plongeons (*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 Tournepierre 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 troïl (*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

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

l'isobathe - 50 m au large des Iles 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 troïl, 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.

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'Ile 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 sabini*) 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 Iles 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 13 : 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 (*Podices auritius*)	A007	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire
Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*)	A046	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Océanite culblanc (*Oceoanodroma leucorhoa*)	A015	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*)	A014	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Plongeon arctique (*Gavia arctica*)	A002	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Plongeon catmarin (*Gavia stellata*)	A001	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Plongeon imbrin (*Gavia imer*)	A003	Annexe 1 Directive Oiseaux	Hivernage. Etape migratoire.
Puffin des Baléares (*puffinus puffinus mauretanicus*)	A384	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)	A191	Annexe 1 Directive Oiseaux	Etape migratoire.
Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)	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.

I.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 Nord (avenue de Rompsay)

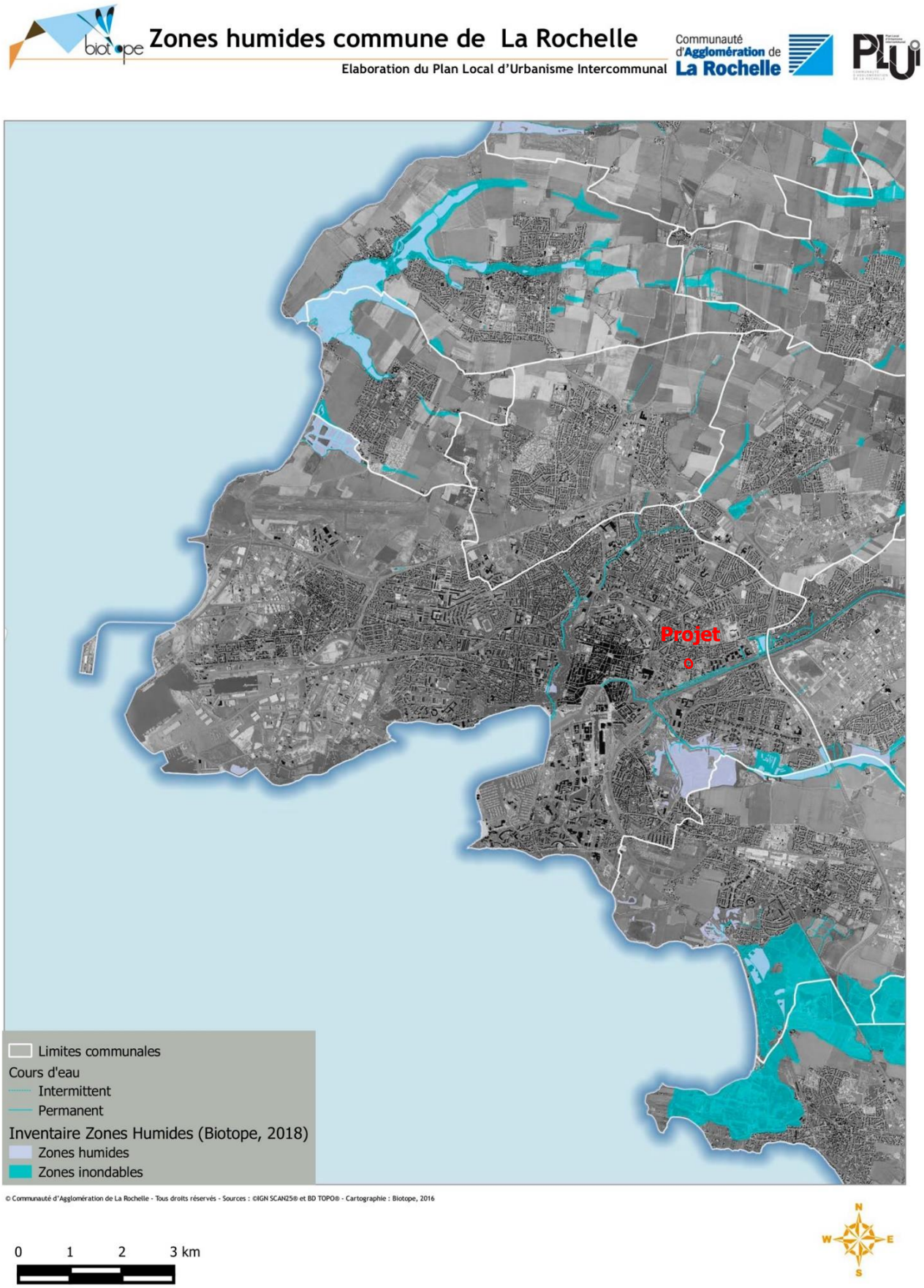
Coté Est (rue Berlioz)

Figure 9 : Vues 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).
- la zone est aujourd'hui déjà urbanisée.

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



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

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.

I.4.4. Relation entre le projet et Natura 2000

Les sites Natura 2000 des Pertuis Charentais se situent à 2,3 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.

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.

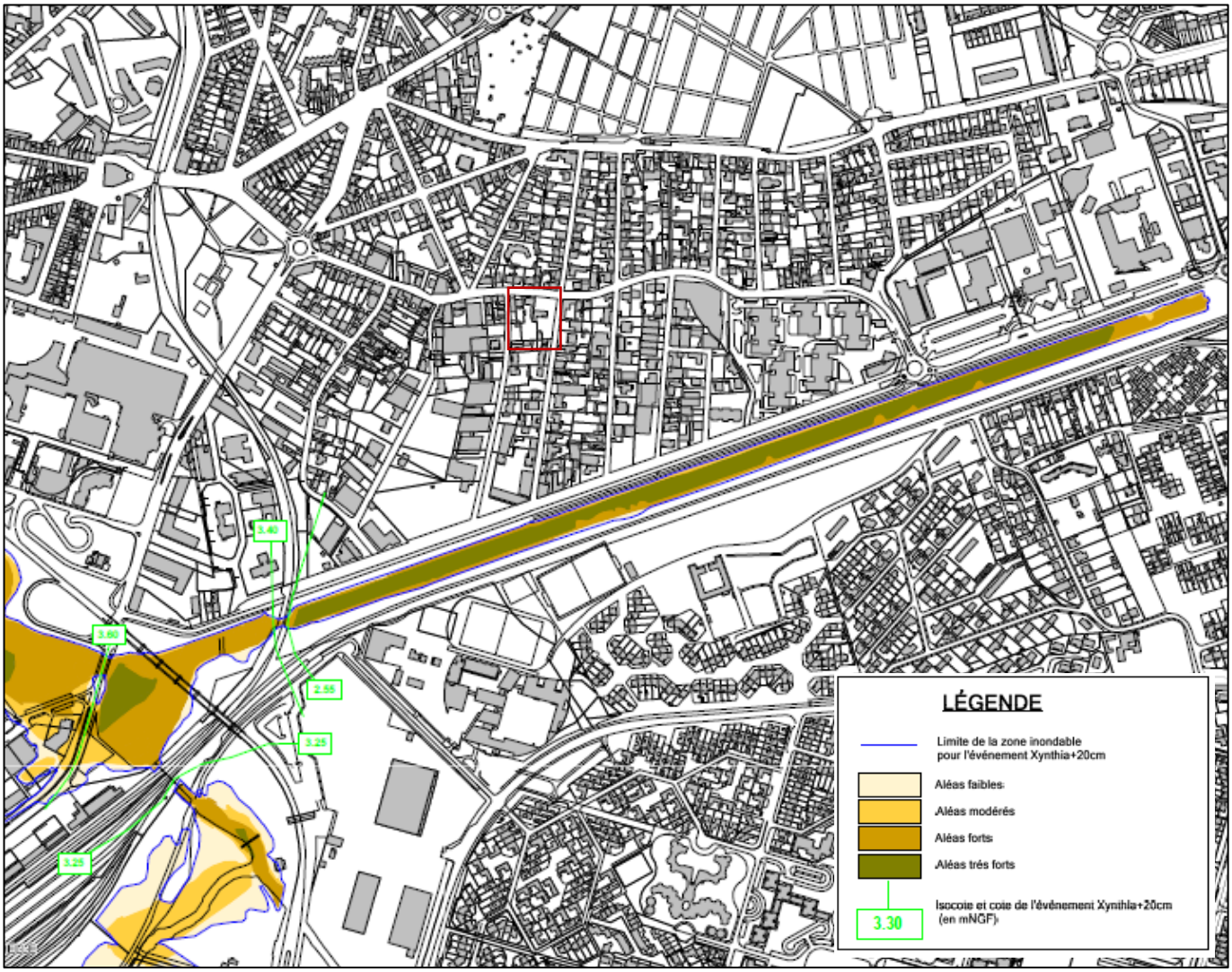
I.5. Les risques

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

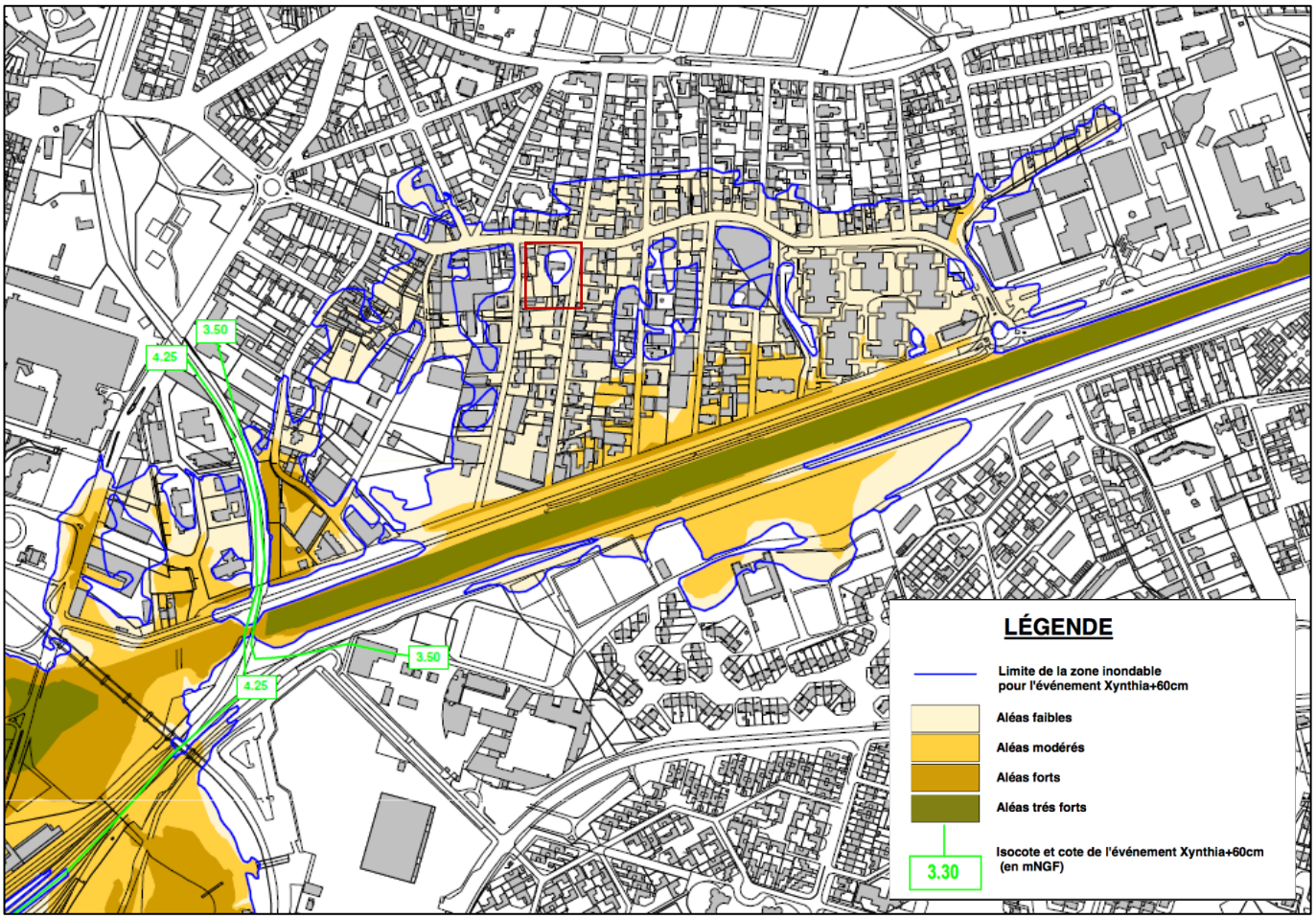
- inondation,
- mouvement de terrain,
- phénomène lié à l'atmosphère,
- phénomènes météorologiques (tempête et grains),
- séisme (zone de sismicité 3),
- transport de marchandises dangereuses.

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.

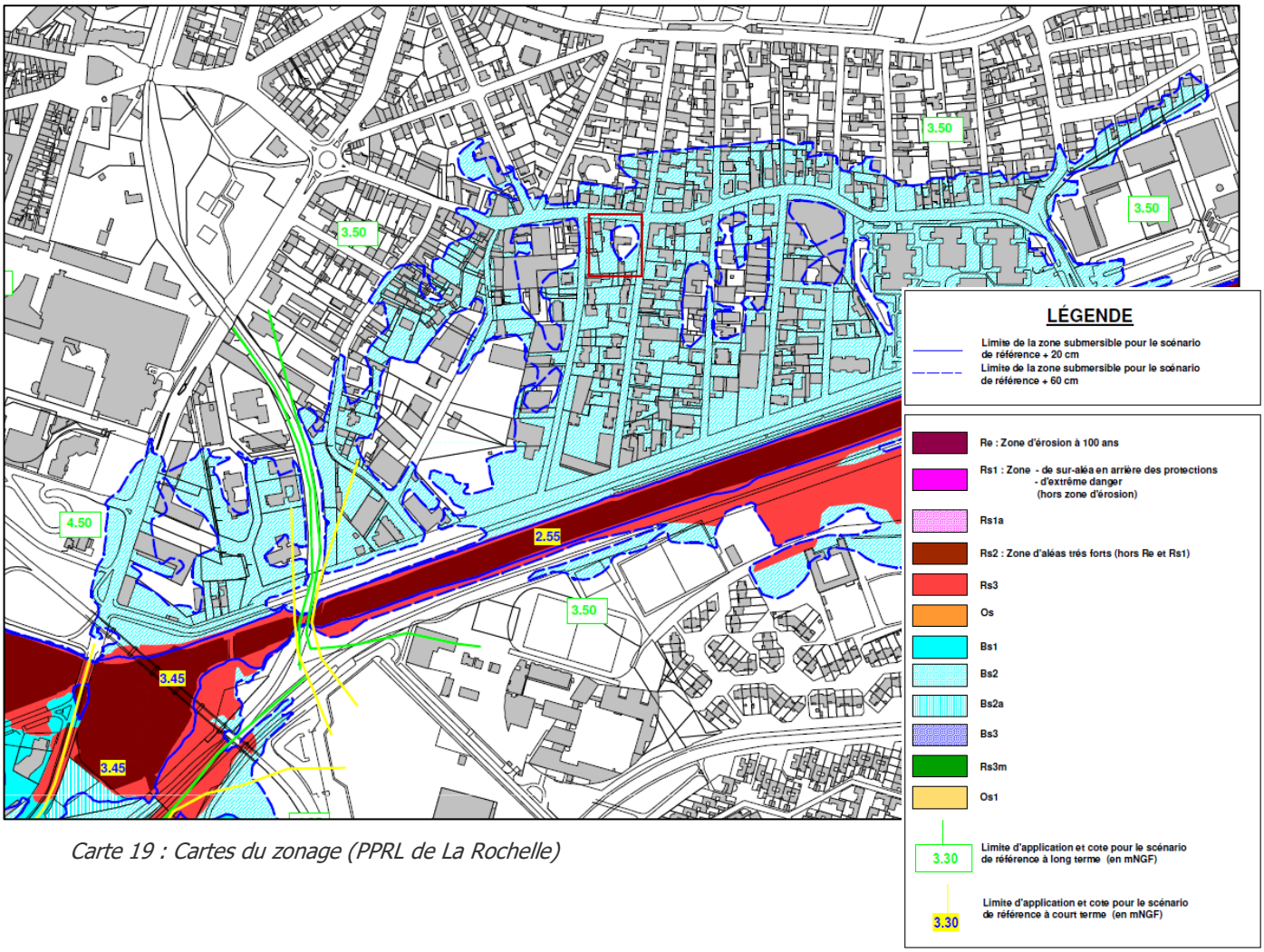
D'après les cartes d'aléas prenant en compte l'événement Xynthia + 20 cm du P.P.R.L. (cf. extraits pages suivantes), le projet est situé hors zones à risque**. Toutefois, d'après l'événement Xynthia + 60 cm du PPRL, le projet est situé en aléa faible. Il est zoné partiellement en BS2 du PPRL.**



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'une 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 Géotechnique Ouest sur la zone du projet immobilier Lelio, les cabinets HYGEO, Alios et Compétence Géotechnique sur des projets situés à proximité, et d'après le retour d'expérience acquis à proximité du site d'étude sur des contexte 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 (4 à 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 1er mai 2021 au 28 février 2022 (303 jours, 10 mois)
- Profondeur des dalles finies des radiers des sous-sols (stade projet) : - 0,11 m NGF,
- Cote altimétrique du sol au centre du projet : +3,5 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 : 4,31 m après 1 jour de pompage (valeur issue de la différence entre la cote de plus hautes eaux de + 3,2 m NGF et la profondeur de la fouille nécessaire à la création de la résidence de - 0,11 m NGF avec prise en compte d'une marge de sécurité de 1 m depuis la base du radier) ;
- Durée de pompage : 303 jours ;
- Perméabilité remblais : $4,5 * 10^{-6}$ m/s ;
- Perméabilité argiles : 10^{-7} m/s ;
- Rayon du puits de pompage égal à 50 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 Schnneebeli.

- **Méthode de Forcheimer**

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

$$Q = 4KrΔH$$

Avec : ΔH = 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 m² (3 405 m²).

a. Scénario 1 : Rabattement au droit des remblais

D'après la Méthode de Forcheimer, le débit de rabattement dans les remblais serait de 13,96 m^3/h. D'après la Méthode de Schneebeli, le débit de rabattement serait de 10,18 m^3/h.

b. Scénario 1 : Rabattement au droit des argiles

D'après la Méthode de Forcheimer, le débit de rabattement dans les argiles serait de 0,31 m^3/h. D'après la Méthode de Schneebeli, le débit de rabattement serait de 0,23 m^3/h.

c. Apports des eaux pluviales

En situation pluvieuse, les eaux du site vont se retrouver dans les tranchées et contribuer au volume d'eaux à prélever et rejeter dans le réseau EP. Pour estimer cet apport, nous avons considéré une pluie d'occurrence annuelle sur une heure (situation pluviométrique importante mais non exceptionnelle). D'après les données de Météo-France à La Rochelle, la hauteur de pluie d'occurrence 1 an est de 14,4 mm pour une heure. Appliqué à la surface du projet (3405 m^2), cela représente un volume de 49,03 m^3/h.

d. Conclusion

Les 2 méthodes rendent des résultats similaires avec des débits de rabattement dans les remblais de **l'ordre de 10 à 14 m^3/h et de moins d'1 m^3/h dans les argiles. Le débit de pompage prévisionnel devrait être au grand maximum de 14 m^3/h en début de chantier. Au vu 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.

Le débit de pompage prévisionnel devrait être au maximum de 20 m³/h en début de chantier (hors période pluvieuse).
En période pluvieuse, le débit de prélèvement peut s'élever. Cet apport a été estimé à 49,03 m³/h. Il est ainsi estimé que le débit d'exhaure maximum devrait être d'environ 69 m³/h.

II.1.2. Incidences sur les captages d'alimentation en eau potable (AEP)

Aucune incidence des pompages de rabattement de la nappe n'est mise 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.

II.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.**

II.2. Incidence du pompage sur les eaux superficielles

II.2.1. Incidence quantitative du rabattement sur le milieu superficiel

Le débit capable du réseau de Ø 1400 mm en aval du projet vers lequel les eaux d'exhaure seront rejetées est estimé à 612 l/s soit 2203 m³/h. Cette conduite se prolonge jusqu'au canal de Marans (cf. carte page suivante). Le rejet des eaux d'exhaure sera au maximum de 69 m³/h (3,1% du débit capable), ce qui pour le réseau exutoire ne constitue pas des débits notablement importants et aura lieu uniquement durant les premières phases de travaux et durant les périodes pluvieuses.
Le rejet des eaux d'exhaure ne présentera donc pas d'incidence notable sur le fonctionnement du réseau pluvial en aval.

II.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 78).

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 **69 m³/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 l'un des piézomètres existants 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).

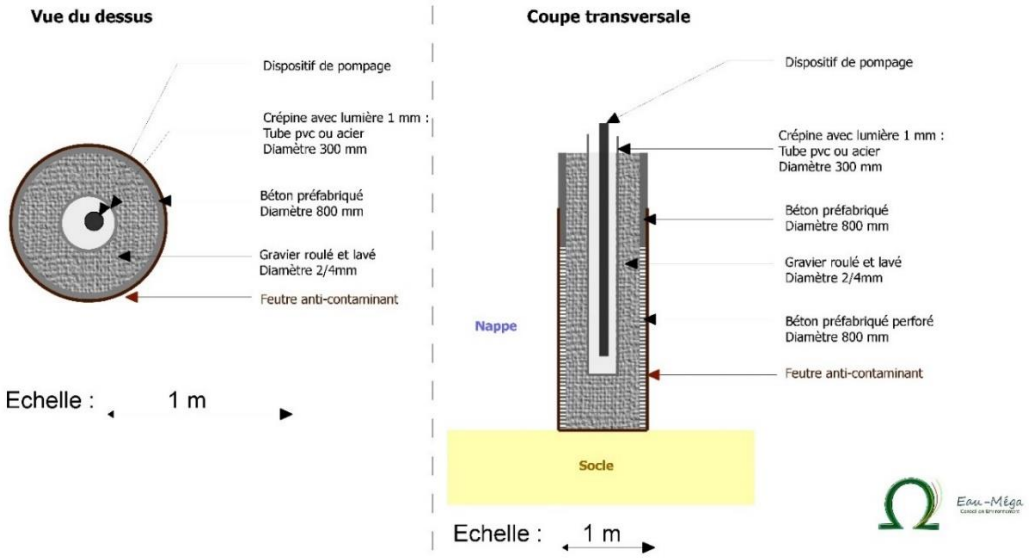


Figure 10 : Schéma de principe du système de filtration des eaux – prise d'eau de rabattement de nappe

De surcroit, 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 entres 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.

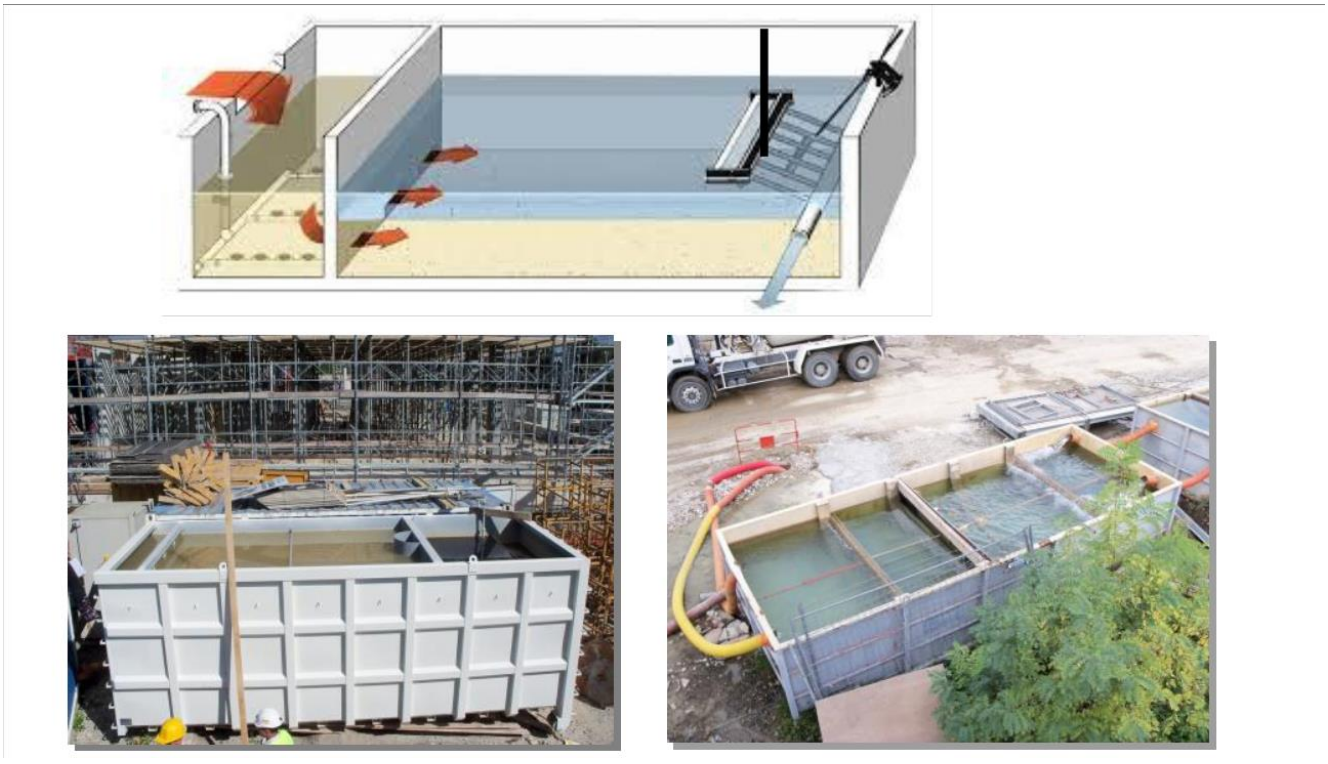


Figure 11 : Schéma et exemples de décanteurs horizontaux (source : Chambéry Métropole)

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.

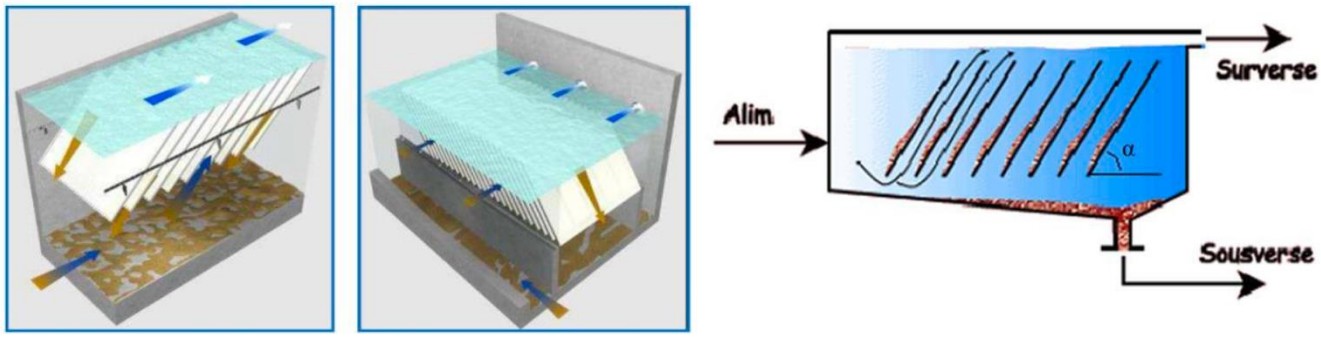


Figure 12 : Schéma d'un décanteur lamellaire (source : Guide Nr HQE, 2014)

Si on repartit 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 α, 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 aa 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 particulaire 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
Décanteur horizontal	+++	+++	+++	+	+ Efficacité limitée pour les polluants dont la densité est inférieure à l'eau (huile de coffrage)
Décanteur lamellaire	+	+++	++ 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 14 : 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'écarter 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 15 : Compatibilité du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne

OBJECTIFS DU SDAGE	***Application au projet (NDC : Non Directement Concerné)***
CHAPITRE 1 : Repenser les aménagements de cours d'eau	
1a - Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	NDC
1b - Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et des submersions marines	
1c - Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau, des zones estuariennes et des annexes hydrauliques	
1d - Assurer la continuité longitudinale des cours d'eau	
1e - Limiter et encadrer la création de plans d'eau	
1f - Limiter et encadrer les extractions de granulats alluvionnaires en lit majeur	
1g - Favoriser la prise de conscience	
1h - Améliorer la connaissance	
CHAPITRE 2 : Réduire la pollution par les nitrates	
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 - Développer l'incitation sur les territoires prioritaires	
2d - Améliorer la connaissance	
CHAPITRE 3 : Réduire la pollution organique et bactériologique	
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 - Améliorer l'efficacité de la collecte des effluents	
3d - Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée	
3e - Réhabiliter les installations d'assainissement non-collectif non conformes	
CHAPITRE 4 : Réduire la pollution par les pesticides	
4a - Réduire l'utilisation des pesticides	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	
CHAPITRE 5 : Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses	
5a - Poursuivre l'acquisition et la diffusion des connaissances	
5b - Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives	

OBJECTIFS DU SDAGE	Application au projet (NDC : Non Directement Concerné)
5c - Impliquer les acteurs régionaux, départementaux et les grandes agglomérations	Le site comportera des dispositifs permettant de piéger une pollution accidentelle.
CHAPITRE 6 : Protéger la santé en protégeant la ressource en eau	
6a - Améliorer l'information sur les ressources et équipements utilisés pour l'alimentation en eau potable	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 aires d'alimentation des captages	
6d - Mettre en place des schémas d'alerte pour les captages	
6e - Réserver certaines ressources à l'eau potable	
6f - Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	
6g - Mieux connaitre les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants	
CHAPITRE 7 : Maîtriser les prélèvements d'eau	
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 - Assurer l'équilibre entre la ressource et les besoins a l'étiage	
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	
CHAPITRE 8 : Préserver les zones humides	
8a - Préserver les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités	NDC
8b - Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités	
8c - Préserver les grands marais littoraux	
8d - Favoriser la prise de conscience	
8e - Améliorer la connaissance	
CHAPITRE 9 : Préserver la biodiversité aquatique	
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	
CHAPITRE 10 : Préserver le littoral	
10a - Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition	Les mesures prévues en phase travaux limiteront grandement l'incidence des matières fines issues des eaux d'exhaure 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 - Aménager le littoral en prenant en compte l'environnement	
10g - Améliorer la connaissance des milieux littoraux	
10h - Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux	
10i - Préciser les conditions d'extraction de certains matériaux marins	
CHAPITRE 11 : Préserver les têtes de bassin versant	
11a - Restaurer et préserver les têtes de bassin versant	NDC
11b - favoriser la prise de conscience et la valorisation des têtes de bassin versant	

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

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

PIECE VII : NOTE DE PRESENTATION NON TECHNIQUE

I. Présentation du projet et son contexte

Le projet de résidence immobilière Lelio de la société Mediatim se situe au 60 avenue de Rompsay 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 69 m^3/h. La durée de pompage, estimée à 303 jours à partir du 1er mai 2021, génèrera un volume d'eau d'exhaure maximum de 501 768 m^3 sur la période.

D'après la géologie locale et les études géotechniques[2], le site présente des alluvions argileuses marines et fluvio-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 : Plans et coupes du projet

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech:
Le 01/10/2020

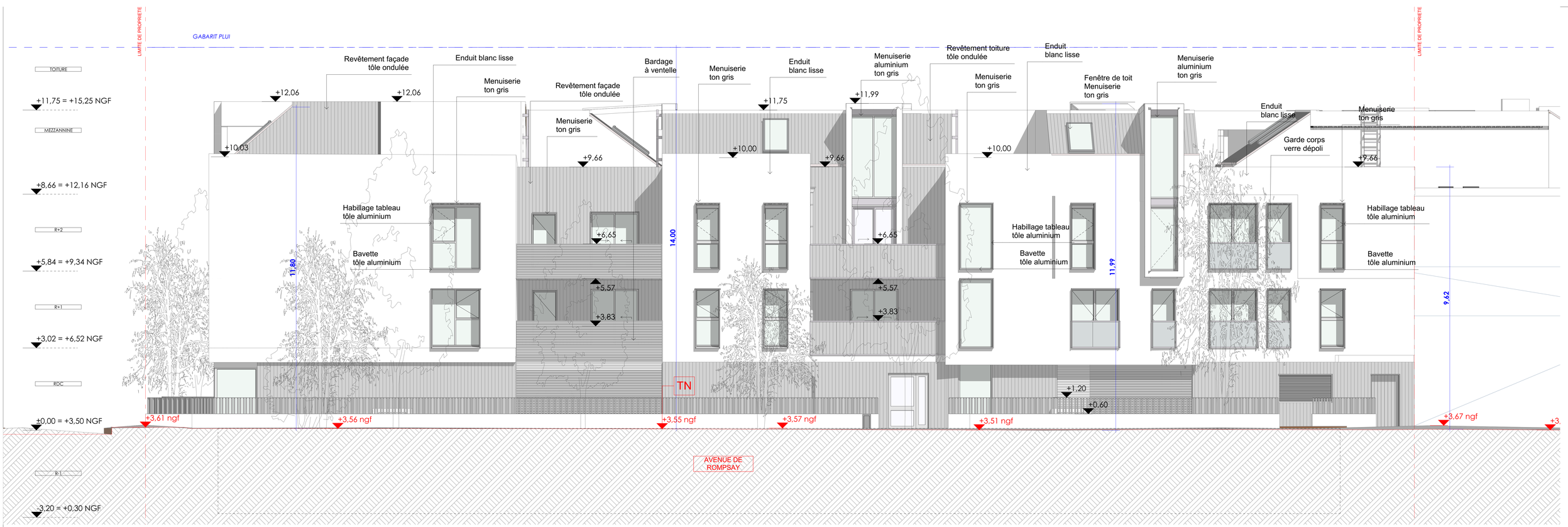
Plan de masse

PRO

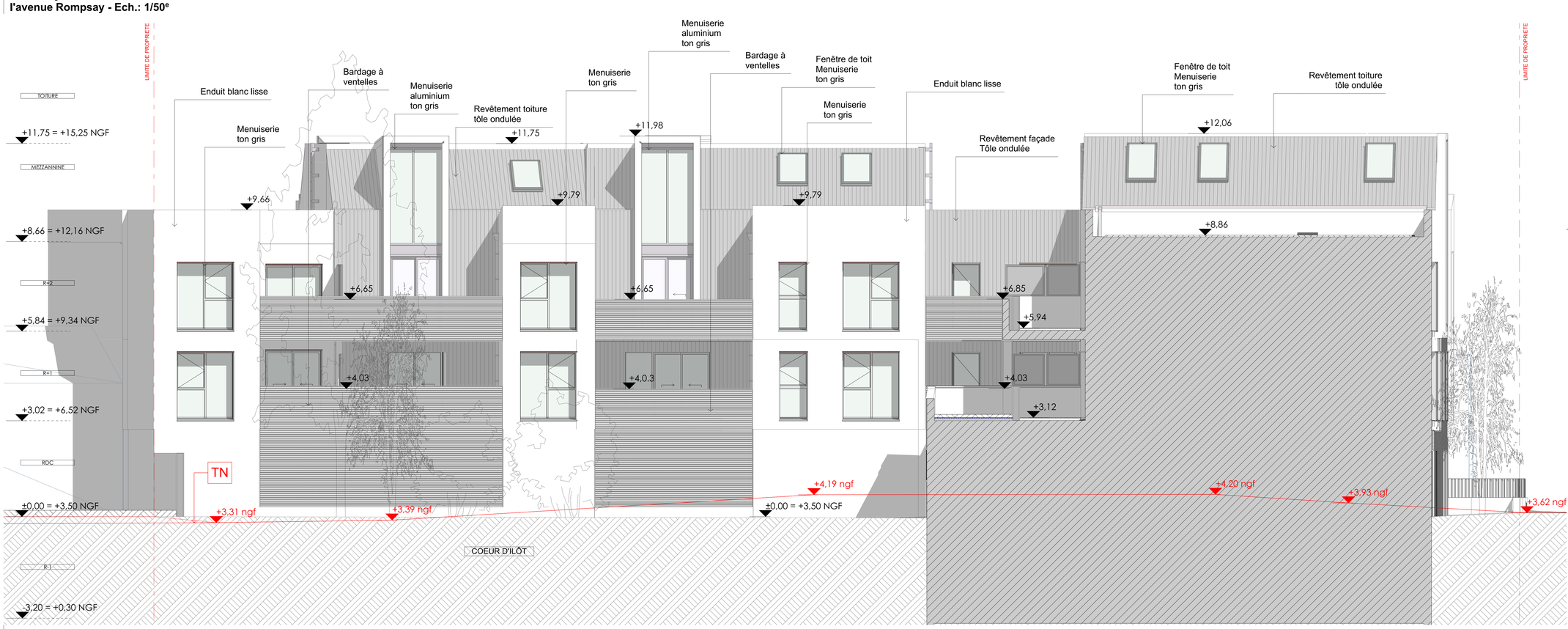
05
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
tel : 05.46.00.01.86 - fax : 05.46.00.01.88



PC5 - Façade Nord des bâtiments B et C sur l'avenue Rompsay - Ech.: 1/50e



PC5 - Façade Sud des bâtiments B et C sur jardins - Ech.: 1/50e

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers - 17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoustique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech:
Le 01/10/2020

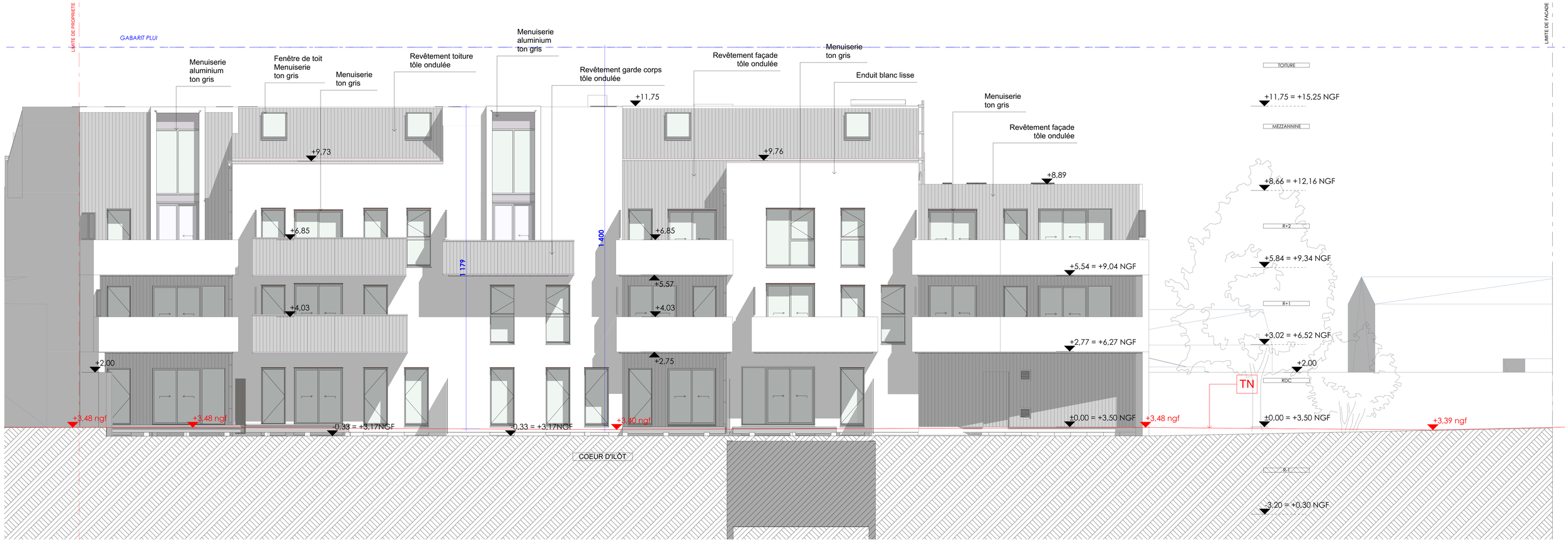
Façades Nord et Sud

PRO

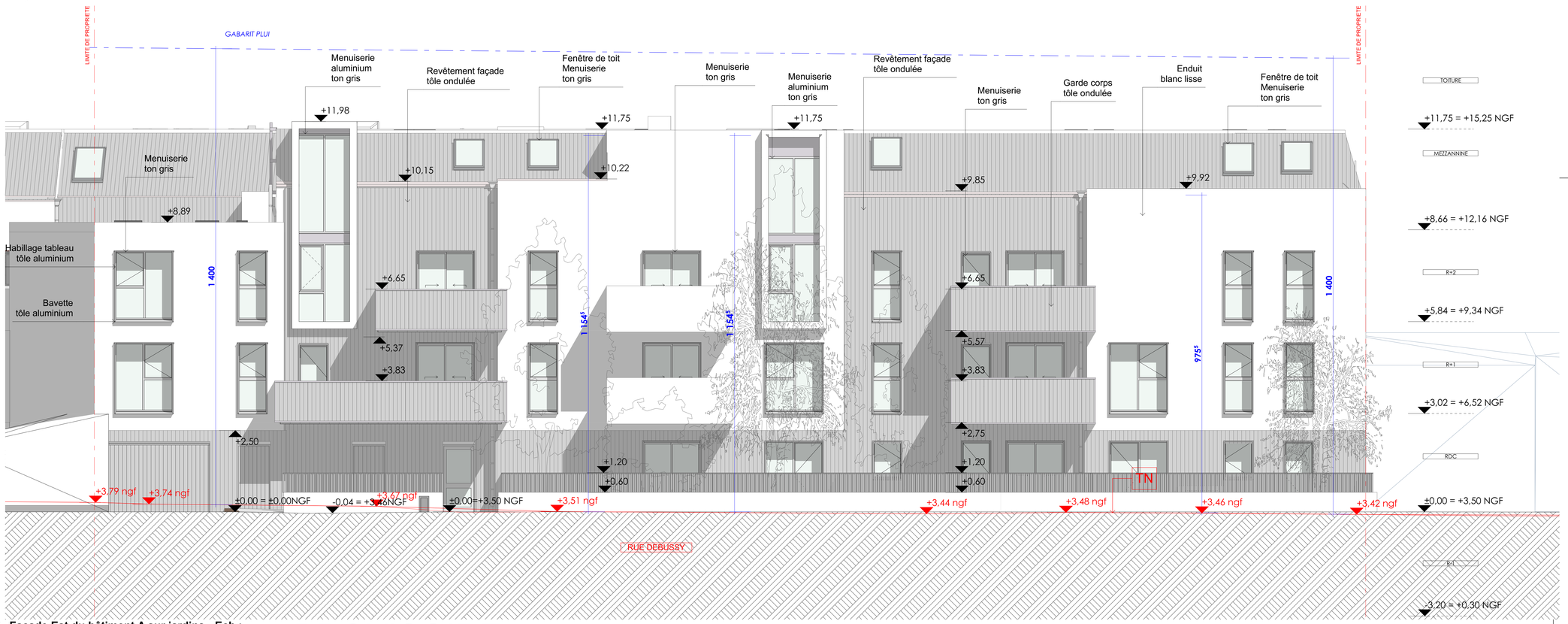
08
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
Tel : 05.46.00.01.86 - Fax : 05.46.00.01.88



PC5 - Façade Ouest du bâtiment A sur la rue Debussy - Ech.: 1/50e



PC5 - Façade Est du bâtiment A sur jardins - Ech.: 1/50e

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoutique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech: Le 01/10/2020

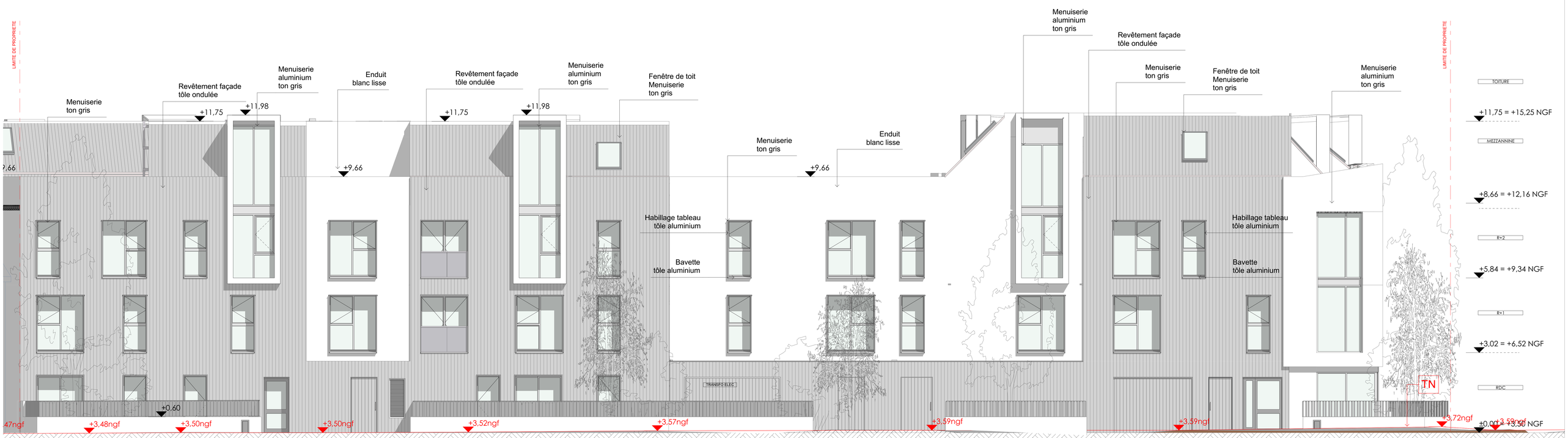
Façades Ouest et Est bâtiment A

PRO

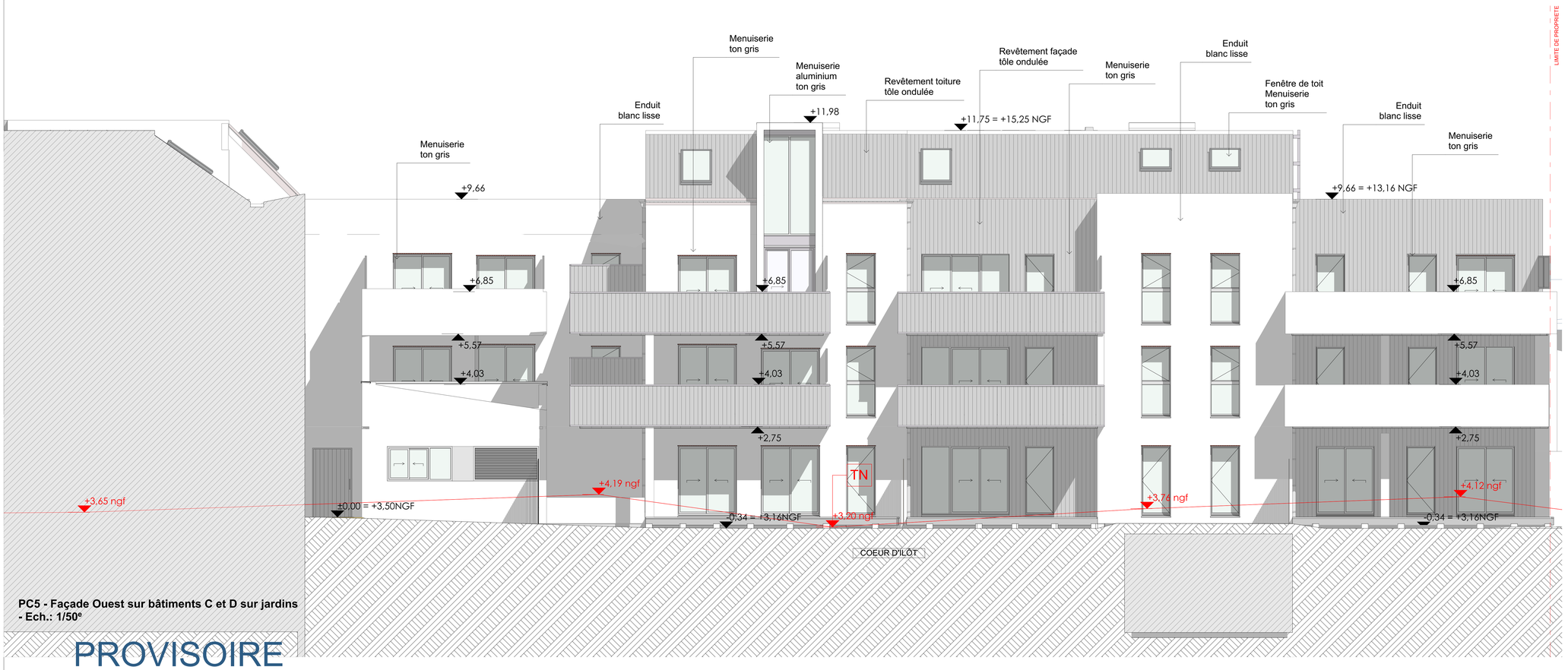
09
archi

D10.13

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
tél : 05.46.00.01.86 - fax : 05.46.00.00.88



PC5 - Façade Est sur bâtiments C et D sur la rue Berlioz - Ech.: 1/50e



PC5 - Façade Ouest sur bâtiments C et D sur jardins - Ech.: 1/50e

PROVISOIRE

Construction de 59 logements collectifs
60 Avenue de Rompsay
17000 LA ROCHELLE

Maître d'Ouvrage :
MEDIATIM PROMOTION

40, rue de la Désirée
17000 LA ROCHELLE

Architecte
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel : 05.46.00.01.86
agence@lionelcoutier.com

Economiste
LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 avenue des Cordeliers -17000 LaRochelle
Tel: 05.46.00.01.86

Bureau d'Etude Acoustique
ACOUSTEX
25 bis, rue Alsace Lorraine - 79 000 NIORT
Tel: 05 49 33 55 24

Bureau d'Etude Structure
TECO
116 route Nationale -17220 LA JARNE
Tel: 05 46 56 66 00

Bureau d'Etude Fluides - Electricité
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau d'Etude Thermique
ILAO
8b rue des Greffières - CS 10051 - 17140 LAGORD
Tel: 05 46 66 53 35

Bureau de Contrôle
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
APAVE - AGENCE DE LA ROCHELLE
ZI des 4 Chevaliers - 17180 PERIGNY
Tel: 05 46 34 71 90

Ech:
Le 01/10/2020

Façades Est et Ouest bâtiment C et D

PRO

D10.13

10 archi

LIONEL COUTIER ARCHITECTE
88 Avenue des Cordeliers 17000 La Rochelle
tel : 05.46.00.01.86 - fax : 05.46.00.01.88

Annexe 2 : Etude géotechnique de conception, phase avant-projet, Compétence Géotechnique Atlantique, septembre 2020 – Projet Lelio – 60 avenue de Rompsay

Compétence Géotechnique
Atlantique

LA ROCHELLE (17)

Rues Debussy et Berlioz,
Avenue de Rompsay

Construction de bâtiments de logements

Dossier W20-241

Mission G2 AVP

Le 18 septembre 2020

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

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

DATE	18/09/2020	
INDICE	Version 1	
OBJET/ MODIFICATIONS	Création du document	
ETABLI PAR	Laurent DESINDES	
VERIFIE PAR	Eric DUCLOS	

DIFFUSION DU DOCUMENT : le 23/09/2020

DESTINATAIRE / @	DESIGNATION	COURRIER	MAIL
MEDIATIM PROMOTION, M. BOUSCHARAIN (t.bouscharain@mediatim.fr)	Maître d'ouvrage		X
TECO, M. BARRAULT (teco@bts-17.fr)	Bureau d'études structures		X

SOMMAIRE

I - MISSION 2

II - LE PROJET 2

III - LE SITE 4

IV - ETUDE GEOTECHNIQUE 10

4.1 METHODE DE TRAVAIL 10
4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION 11
4.2.1 NATURE DU SOL 11
4.2.2 L'EAU DANS LE SOL 13
4.2.3 CARACTERISTIQUES MECANIQUES 13
4.2.4 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES MATERIAUX 14
4.2.5 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE 15
4.2.6 AGRESSIVITE DES EAUX VIS-A-VIS DES BETONS 17
4.2.7 PERMEABILITE DES SOLS 18

V – FONDATIONS DES STRUCTURES 18

5.1 CARACTÉRISTIQUES DES PIEUX 18
5.2 LONGUEUR DE FICHES 19
5.3 HYPOTHESES DE CALCUL 19
5.4 HYPOTHESES DE SOL POUR LA REPRISE DES EFFORTS HORIZONTAUX ET DES MOMENTS EN TETE DE PIEUX 20
5.5 PRÉCAUTIONS D'EXÉCUTION ET DE MISE EN OEUVRE 21

VI – PLANCHERS BAS 22

VII - TERRASSEMENTS 22

VIII - SOUTENEMENTS 22

IX - MITOYENS 23

X - L'EAU DANS LE SOL 23

CONCLUSIONS 27

I - MISSION

Notre mission fait suite au devis n°W20-02-123V2 du 07/05/2020, 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 60 logements Rues Debussy et Berlioz et avenue de Rompsay, sur la commune de LA ROCHELLE (17).

La présente étude correspond à une mission géotechnique de conception phase avant-projet du type G2 AVP 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 :
- Un plan topographique des existants faisant figure l'emprise du sous-sol et du RDC et le programme des sondages souhaités, annoté par le BET TECO et daté du 04/02/2020,
- Un programme d'étude géotechnique.

II - LE PROJET

L'opération consiste en la construction de 2 bâtiments de logements de type R+2 + mezzanine sur sous-sol général.

Les charges à prendre en compte pour les calculs ne nous ont pas été communiquées. Elles ont été estimées à :
- Charges ponctuelles hors action sismique comprises entre 50 et 120 T à l'ELS,
- Charges linéaires hors action sismique comprises entre 15 et 25 T/ml à l'ELS,
- Surcharges sur les dalles de l'ordre de 0,3 T/m² moyen, hors poids propre de la dalle.

Le niveau du RDC est vraisemblablement prévu à la cote de +3,50 m IGN69, celui du sous-sol vraisemblablement à 0,50 m IGN69.

La cote des terrassements devrait être de l'ordre de +0,00 m IGN69, en considérant 10 cm de béton de propreté et des planchers bas de 35 cm d'épaisseur.

Le projet est mitoyen :
- Côté Sud-Est, à une petite résidence en R+1 *a priori* sans sous-sol,
- Côté Sud-Ouest, à une résidence en R+1 *a priori* sans-sous-sol,
- En angle Nord-Ouest à 2 parcelles avec maisons d'habitations en simple RDC et R+1, ouvrages annexes en simple RDC et murs de clôture en mitoyenneté,
- Ailleurs, il s'agira des aménagements du domaine public

Aucun plan de masse et aucun plan ou coupe du projet ne nous ont été communiqués.

Emprise RDC et 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.

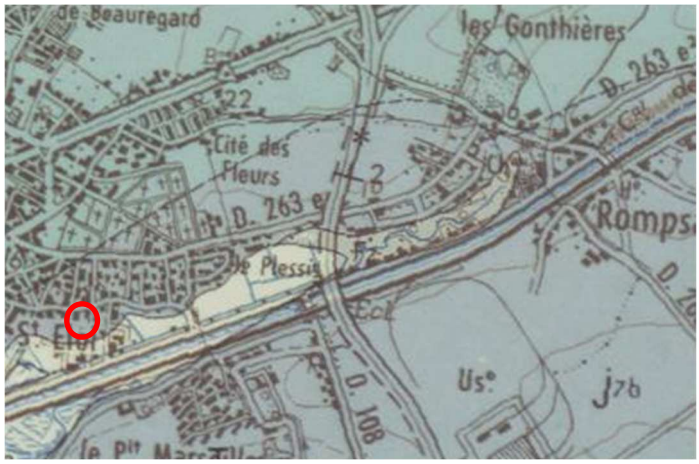
Le terrain d'étude est actuellement occupé par des bâtiments à démolir avec espaces de stationnement, circulations en enrobés et espaces verts.

Il s'agit d'un terrain relativement plat, situé vers les cotes topographiques de + 3,0 m à +3,8 m IGN 69.

Notons la présence de bâtiments mitoyens implantés en limites de propriété Sud de type R+1 et en angle Nord-Ouest de type RDC et R+1. Ailleurs le terrain d'étude est bordé par les aménagements du domaine public.

D'après les renseignements en notre possession, notamment la carte géologique de LA ROCHELLE à 1/50000e, 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** +/- altéré en tête.



Extrait du site 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 Journal Officiel 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 Journal Officiel 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 Journal Officiel du
17PREF20020007	01/01/2001	01/01/2001	23/01/2002	09/02/2002
17PREF20000009	29/09/1999	30/09/1999	14/04/2000	28/04/2000
17PREF19870003	24/08/1987	24/08/1987	03/11/1987	11/11/1987
17PREF20171236	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
17PREF19910037	01/01/1990	31/12/1990	14/05/1991	12/06/1991
17PREF19900002	01/06/1989	31/12/1989	24/07/1990	15/08/1990

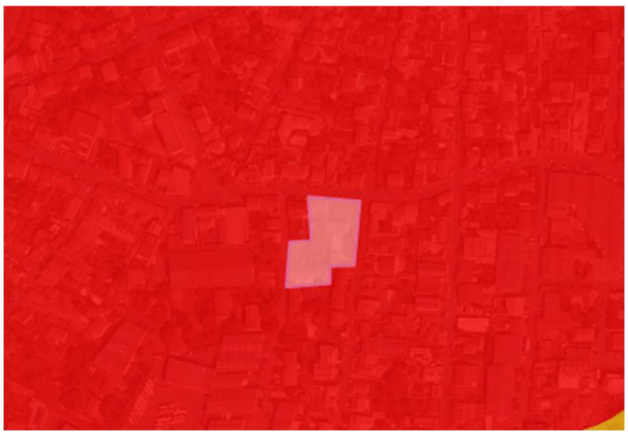
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 7

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
17PREF20190008	01/01/2017	30/06/2017	27/11/2018	07/12/2018
17PREF20130622	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
17PREF20130580	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
17PREF20080229	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
17PREF20080228	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
17PREF20040107	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
17PREF19980053	01/01/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998

Extrait du site www.macommune.prim.net.

Les risques naturels recensés sur le terrain d'étude sont les suivants :

- Exposition au retrait-gonflement des argiles :

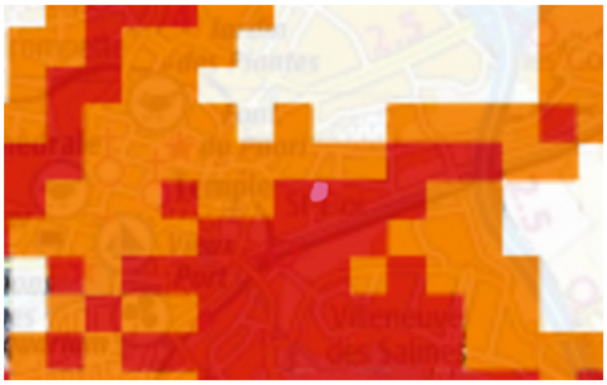


Source : www.georisques.gouv.fr

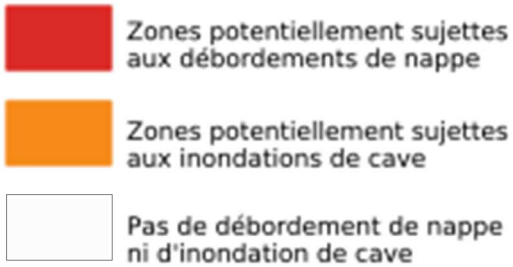
Situation du terrain :

Aléa fort

- Zone sensible aux remontées de nappe :



Source : www.georisques.gouv.fr



Situation du terrain :

En zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et inondations de caves

- Zonage sismique :

Source : www.georisques.gouv.fr

Situation du terrain :

Zone 3 (modéré)

- Cavités souterraines :

Source : www.georisques.gouv.fr

Situation du terrain :

Hors zone d'aléa

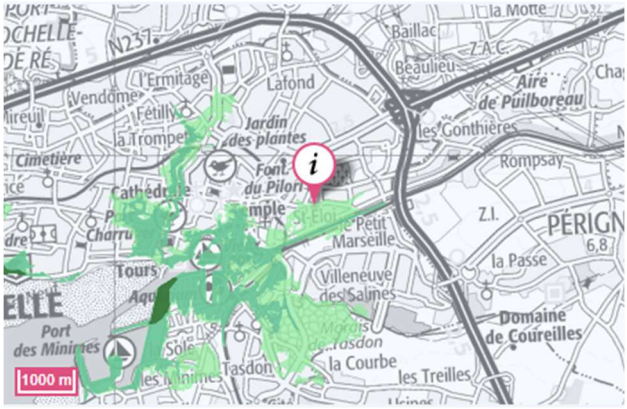
- Mouvement de terrain :

Source : www.georisques.gouv.fr

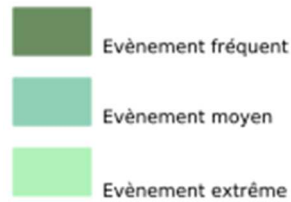
Situation du terrain :

Hors zone d'aléa

- TRI Littoral Charentais – Inondations par submersion marine :



Source : www.georisques.gouv.fr

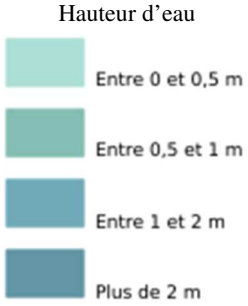


Situation du terrain :

Crue de faible probabilité / évènement extrême

- Aléa inondation – Inondations par submersion marine :

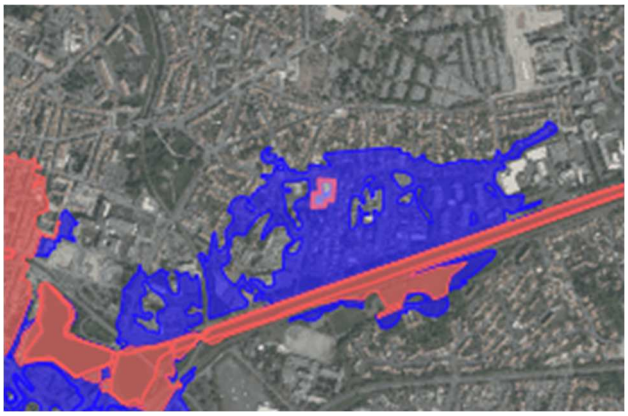
Source : www.georisques.gouv.fr



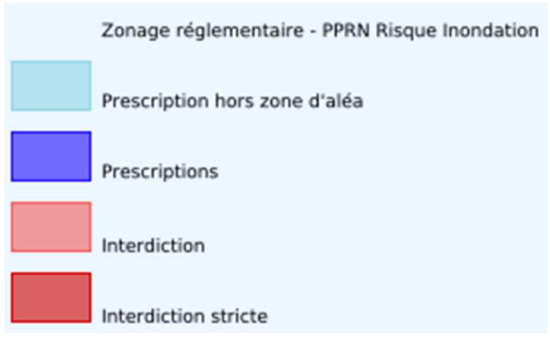
Situation du terrain :

Aléa inondation rare ou millénial

- 17DDTM20050018 - PPR LA ROCHELLE – Inondations par submersion marine :



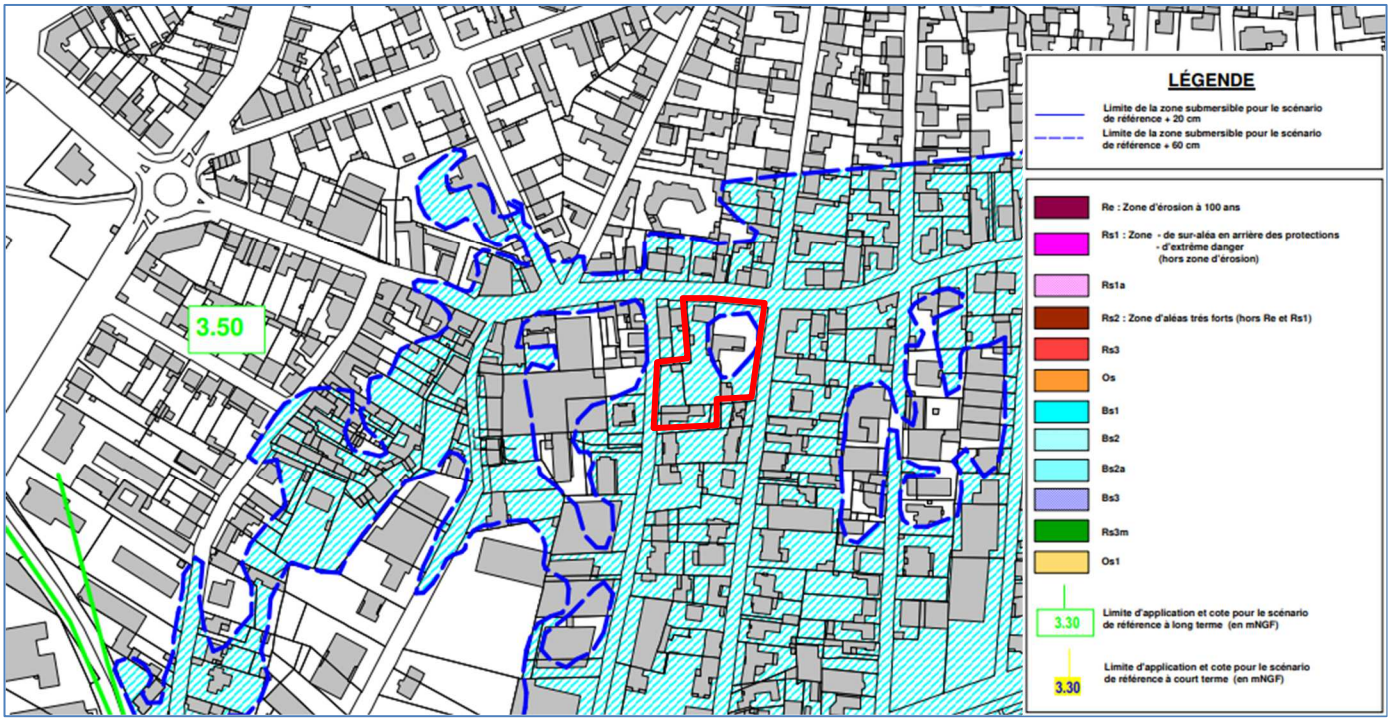
Source : www.georisques.gouv.fr



Situation du terrain :

En partie en zone de prescription

Le terrain d'étude est 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.



Extrait du plan de zonage du PPR Inondations de la Rochelle

Le terrain d'étude se trouve en zone Bs2. La zone bleue « Bs2 » correspond à des secteurs non exposés par l'aléa submersion marine à court terme mais définis comme submersibles pour l'aléa long terme (horizon 2100).

Des dispositions constructives seront à respecter pour la cote des niveaux bas (+3,5 m IGN69) et la réalisation du sous-sol (notamment cuvelage et résistance aux sous-pressions jusqu'à la cote de +3,5 m IGN69).

IV - ETUDE GEOTECHNIQUE

4.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l'exécution de :

- **3 sondages de reconnaissance commencé à la tarière hélicoïdale continue en ∅ 63 mm et terminé au tricône en ∅ 64 mm**, descendus à **20 m** de profondeur, et associés à des **essais au pressiomètre** (Norme NF P 94-110), notés SP1 et SP2 sur le plan d'implantation. Ils ont également été associés avec 3 **essais au pénétromètre dynamique** (Norme NF P 94-115) **battus jusqu'au refus**.

- **1 sondage de reconnaissance à la tarière hélicoïdale continue** en ∅ 63 mm, descendu à **10 m** de profondeur et équipé avec un piézomètre provisoire, noté PZ2.

- **1 sondage de reconnaissance à la tarière hélicoïdale continue** en ∅ 63 mm, descendu à **4 m** de profondeur et équipé avec un piézomètre provisoire, noté PZ1.

- **3 sondages de reconnaissance à la tarière hélicoïdale continue en ∅ 63 mm**, descendus à **15 m** de profondeur, et associés à des **essais au pénétromètre dynamique** (Norme NF P 94-115) **battus jusqu'au refus**.

- **5 sondages de reconnaissance des fondations existantes, à la pelle-pioche et/ou à la pelle mécanique**, notés R1 à R4bis.

Les sondages PZ1 et PZ2 ont été équipés d'**un tube piézométrique** en PVC ∅ 32 x 25,6 mm, crépiné à partir de 1 m de profondeur. Le tube dispose d'un bouchon de fond. Un dispositif filtrant a été ajouté sur les tubes PVC. En surface, les piézomètres ont été protégés par une bouche à clé.

Les implantations des différents sondages sont reportées sur les plans d'implantation annexés.

Les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins et calés par rapport aux cotes du fond topographique communiqué.

Ces altitudes sont inscrites en marge des feuilles de sondages annexées, et sont données avec une précision de +/- 0,1 mètre.

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais, sont joints sur les feuilles placées en annexe.

4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

4.2.1 NATURE DU SOL

a) Reconnaissance des sols de fondation

Le sondage de reconnaissance ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

■ **Couche 1 :** des **remblais** ***argilo-limoneux et localement sableux et/ou calcaires*** de couleurs dominantes gris, marron à beige, et localement de la **terre végétale** ***argilo-limoneuse*** marron sur les épaisseurs et jusqu'aux cotes suivantes :

Sondage (n°)	Ep. (m)	Cote IGN69 (m)	Sondage (n°)	Ep. (m)	Cote IGN69 (m)
SP1	1,4	+1,77	SPD5	1,8	+1,71
SP2	1,3	+1,94	SPD6	1,0	+2,16
SP3	1,6	+1,80	PZ1	1,5	+1,65
SPD4	1,6	+1,54	PZ2	1,7	+1,70

Notons que la limite entre les remblais (couche 1) et les argiles sous-jacentes (couche 2) est parfois imprécise. Elle serait située vers la cote de +1,8 m IGN69 +/- 0,2 m pour 75% des sondages.

■ **Couche 2 :** des **alluvions** composées par des ***argiles***, de couleurs dominantes brun-verdâtre, gris-verdâtre, et gris-bleutée, ***ponctuellement à odeurs vasardes***, reconnues jusqu'aux profondeurs et cotes suivantes :

Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)	Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)
SP1	3,6	-0,43	SPD5	4,5	-0,99
SP2	4,4	-1,16	SPD6	4,7	-1,54
SP3	3,6	-0,20	PZ1	> 4,0	-
SPD4	4,1	-0,96	PZ2	4,4	-1,0

La base de la couche des alluvions est située vers la cote moyenne de -1,2 +/- 0,4 m IGN69 pour 75% des sondages.

■ **Couche 3 :** le **substratum très altéré** composé ***d'argiles +/- calcareuses***, de couleur dominante marron à beige, reconnu jusqu'aux profondeurs et cotes suivantes :

Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)	Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)
SP1	6,1	-2,93	SPD5	7,2	-3,69
SP2	8,0	-4,76	SPD6	9,0	-5,84
SP3	5,8	-2,40	PZ1	-	-
SPD4	7,5	-4,36	PZ2	7,4	-4,10

■ **Couche 4 :** le **substratum altéré** composé ***de bancs de calcaires et de bancs de marnes +/- tendres***, de couleur dominante beige à grise, reconnu jusqu'aux profondeurs et cotes suivantes :

Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)	Sondage (n°)	Prof. (m)	Cote IGN69 (m)
SP1	11,0	-7,83	SPD5	9,4	-5,89
SP2	12,0	-8,76	SPD6	12,7	-9,54
SP3	11,5	-8,10	PZ1	-	-
SPD4	10,3	-7,16	PZ2	-	-

■ **Couche 5 :** le **substratum induré** composé de ***marnes et de calcaires***, de couleur dominante beige à gris, au-delà.

Il est à noter que les alluvions (couche 2) se sont déposées autour de la cote moyenne de -1,2 +/- 0,3 m IGN69 sur une surface d'érosion caractérisée par une importante variation de l'altération du toit des horizons marno-calcaires. Cette altération semble plus marquée à mesure que l'on se déplace vers le Sud, sauf anomalies locales comme en SP3. **Ainsi le toit du substratum de marno-calcaires indurés (couche 5) semble s'approfondir vers le Sud**.

b) Reconnaissance des fondations existantes

Des reconnaissances des fondations ont été réalisées en limite de propriétés au Sud et en angle Nord-Ouest du terrain d'étude.

■ **Reconnaissance R1 :** elle a été réalisée en limite Sud-Ouest du projet, le long du mur mitoyen d'une résidence en R+1. Elle a mis en évidence une fondation superficielle qui pourrait s'apparenter à un radier. Elle présente un débord de l'ordre de 0,15 m et de 0,2 m de hauteur et est assise à la profondeur de 0,47 m environ (cote de +2,66 m IGN69).

Les fondations d'un mur de clôture mince ont également été reconnues. Il s'agit d'une semelle en béton grossier d'environ 0,17 m de hauteur, vraisemblablement non ferraillée et présentant un débord d'environ 0,1 m au maximum. Elle est assise vers la profondeur de 0,17 m environ (cote de +2,96 m IGN69)

■ **Reconnaissance R2 :** elle a été réalisée le long du mur mitoyen d'un garage en simple RDC, côté Rue Debussy. Elle a mis en évidence une fondation superficielle de type semelles filantes. Elle présente un débord total de l'ordre de 0,4 m et est assise à la profondeur de 0,51 m environ (cote de +2,94 m IGN69).

Le débord est constitué d'une partie hors sol qui se présente comme un muret de 0,17 m de largeur et de 0,38 m de hauteur au contact ou lié (?) au mur du garage mitoyen.

Ce « muret » repose sur une semelle filante en béton de 0,23 m de débord et de 0,12 m d'épaisseur.

■ **Reconnaissance R3 :** elle a été réalisée le long du mur mitoyen d'une maison en R+1. Elle a mis en évidence une fondation qui pourrait s'apparenter à une fondation superficielle de type semelle filante. Il pourrait s'agir également du remplissage en gros béton des fouilles des fondations. Elle présente un débord de l'ordre de 0,10 m à 0,19 m et de 0,2 m de hauteur et est assise à la profondeur de 0,47 m environ (cote de +2,66 m IGN69).

Il a également été reconnu au niveau de cette fondation un élément de béton inséré dans la fondation. Il pourrait s'agir d'un vestige ancien.

■ **Reconnaissances R4 et R4bis :** elle a été réalisée en limite Sud-Est du projet, le long du mur mitoyen d'une résidence en R+1. Elle a mis en évidence une fondation superficielle qui pourrait s'apparenter à un radier ou à une semelle excentrée. Elle ne présente pas de débord (excepté petit débord de 0,08 m de béton en base en R4bis) et est assise à la profondeur de 0,55 m environ (cote de +2,75 m IGN69).

Les coupes et photographies des reconnaissances sont jointes en annexes.

4.2.2 L'EAU DANS LE SOL

Des arrivées d'eaux ont pu être relevées en cours de perforation aux profondeurs et cotes suivantes par rapport à la surface topographique, du 15 au 22/07/2020 :

Sondage (n°)	En cours de forage		En fin de forage		En fin de chantier	
	Prof. (m)	Cote (m NGF)	Prof. (m)	Cote (m NGF)	Prof. (m)	Cote (m NGF)
SP1	3,9	-0,73	3,6	-0,43	2,6	+0,57
SP2	2,1	+1,14	3,5	-0,26	2,6	+0,64
SP3	3,3	+0,10	3,6	-0,20	3,1	+0,3
SPD4	3,8	-0,66	3,3	-0,16	2,5	+0,64
SPD5	3,4	+0,11	3,6	-0,09	2,7	+0,81
SPD6	3,0	+0,16	2,5	+0,66	?	-
PZ1	Sans eau	-	4,0	-0,85	3,9	-0,75
PZ2	4,1	-0,70	3,8	-0,40	3,7	-0,30

AVERTISSEMENTS

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 non stabilisée.

4.2.3 CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110), et au pénétromètre dynamique (Norme NF P 94-115) s'avèrent avec Em = module pressiométrique, Pl* = pression limite nette et qd = résistance en pointe effective :

■ **Couche 1 : Hétérogènes** dans les ***remblais*** avec :

1 MPa ≤ qd ≤ 11 MPa
5,8 MPa ≤ Em ≤ 5,9 MPa
0,5 MPa ≤ Pl* ≤ 0,6 MPa

■ **Couche 2 : Très faibles** dans les ***alluvions*** avec :

0,5 MPa ≤ qd ≤ 3 MPa
1,8 MPa ≤ Em ≤ 2,8 MPa
0,2 MPa ≤ Pl* ≤ 0,3 MPa

■ **Couche 3 : Faibles** dans le ***substratum très altéré*** avec :

1 MPa ≤ qd ≤ + 20 MPa
6,3 MPa ≤ Em ≤ 9,2 MPa
0,4 MPa ≤ Pl* ≤ 0,9 MPa

■ **Couche 4 : Moyennes à Bonnes** dans le ***substratum altéré*** avec :

qd > 8 MPa
9,0 MPa ≤ Em ≤ 112 MPa
0,9 MPa ≤ pl* ≤ 3,4 MPa

■ **Couche 5 : Très bonnes** dans le ***substratum*** avec :

Em ≥ 112 MPa
pl* ≥ 4,3 MPa

A ce stade de l'étude, sur la base des essais réalisés pour cette opération et des essais réalisés pour des opérations voisines, les valeurs à retenir dans chacune des couches pour les calculs sont données ci-après :

Couche (n°)	Nature	α	Em (MPa)	qd (MPa)	Pl_e* (MPa)
1	Remblais	0,67	5,8	3,8	0,55
2	Argiles	0,67	1,8	1,0	0,2
3	Substratum très altéré	0,67	6,0	4,0	0,6
4	Substratum altéré	0,50	20	> 8	1,4
5	Substratum	0,50	100	-	4,3

α : coefficient rhéologique du sol.

4.2.4 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES MATERIAUX

Des essais de laboratoire ont été réalisés sur un terrain proche pour une opération similaire.

Les alluvions argileuses (couche 2) ont été classés A_3 selon le GTR.

Il est à noter que ces sols sont fortement sensibles au phénomène de retrait en période de sécheresse.

Ces alluvions (couche 2) ne sont pas connues pour être sensibles au phénomène de gonflement.

4.2.5 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE

a) Le projet :

Les bâtiments dits « à risque normal » sont classés en quatre ***catégories d'importance*** définies suivant le Code de l'Environnement (article R 563-3). Ces catégories sont référencées dans le tableau suivant :

Catégorie d'importance	Description
I	▪ Bâtiments dans lesquels il n'y a pas d'activité humaine nécessitant un séjour de longue durée
II	▪ Bâtiments d'habitation individuelle, ▪ Etablissements recevant du public (ERP) de 4ième et 5ième catégorie à l'exception des écoles selon R123-2 et R123-19, ▪ Bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres dont : ▪ Les bâtiments d'habitation collective, ▪ Les bâtiments à usage commercial ou de bureau pouvant accueillir simultanément au plus 300 personnes, ▪ Les bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes, ▪ Les parcs de stationnement ouverts au public.
III	▪ Etablissements scolaires, ▪ Etablissements recevant du public de 1ère, 2ième et 3ième catégorie selon R123-2 et R123-19, ▪ Bâtiments dont la hauteur est supérieure à 28 mètres dont : ▪ Les bâtiments d'habitation collective, ▪ Les bâtiments à usage de bureau, ▪ Les bâtiments pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes dont les bâtiments à usage commercial ou de bureau non classé ERP, ▪ Les bâtiments industriels pouvant accueillir plus de 300 personnes, ▪ Bâtiments des établissements sanitaires et sociaux à l'exception des bâtiments de santé, ▪ Bâtiments des centres de production collective d'énergie.
IV	▪ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public (moyens de secours, personnel et matériel de la défense, moyens de communication, sécurité aérienne), ▪ Bâtiments assurant la production et le stockage d'eau potable et la distribution publique d'énergie, ▪ Etablissements de santé, ▪ Centres météorologiques.

Les bâtiments considérés dans le présent rapport sont de catégorie d'importance **II**.

b) Classification des sols :

La classe du sol a été définie en considérant les profils lithologiques des sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés *in situ* et en laboratoire sur les échantillons remaniés ou intacts prélevés dans ces sondages.

Elle est définie selon le tableau ci-dessous :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		V_s (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	C_u (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de ν s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec ν s > 800 m/s			
S_1	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (IP > 40) et une teneur en eau importante.	< 100 valeur indicative	-	10 – 20
S_2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1.			

Le profil de sol considéré sous le niveau du sous-sol est de classe **A**.

c) Classification du site :

Le site géographique est à classer en **zone de sismicité 3** d'après la carte de sismicité de la France (Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010).

d) Définition du coefficient d'amplification topographique

Il est tenu compte d'un coefficient d'amplification, dans le cas de terrains présentant des inclinaisons moyennes supérieures à 15 degrés (pente de 1H/4B ou pente de 25% environ).

Eu égard à la topographie du site quasi plane, les effets topographiques peuvent être négligés et n'entraînent donc aucune majoration des efforts sismiques.

e) Comportement des sols sous efforts sismiques

Deux phénomènes engendrant des désordres plus ou moins importants aux structures sont à envisager lorsqu'une sollicitation d'origine sismique est appliquée à certains sols : la liquéfaction et la densification.

On appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement et/ou de rigidité du sol par augmentation de la pression de l'eau interstitielle dans des matériaux saturés sans cohésion, susceptible de conduire à des déformations permanentes significatives, voire à une quasi-annulation de la contrainte effective dans le sol.
Ce phénomène peut être un effet induit des séismes. Il est généralement brutal et temporaire, le sol retrouvant sa consistance après. Pour le produire, une onde mécanique d'intensité et de durée relativement importante est nécessaire.

L'analyse de la liquéfaction des sols est requise en zone de sismicité 3.

La sensibilité à la densification des sols doit être considérée lorsque des couches étendues ou des lentilles épaisses de matériaux lâches, non saturés et sans cohésion, ou des argiles très molles se trouvent à faible profondeur.

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 réalisés pour des chantiers proches montrent que les alluvions argileuses (couche 2) de par leur nature essentiellement argileuse, ne sont pas sensibles à la liquéfaction sous efforts sismiques. Du fait de leur cohésion, elles ne sont pas sensibles à la densification.

Le substratum de marno-calcaires (couches 3 à 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.

4.2.6 AGRESSIVITE DES EAUX VIS-A-VIS DES BETONS

L'analyse d'un échantillon d'eau souterraine sur un terrain proche a permis de donner les résultats suivants :

Type de mesure	Unité	Analyses sur eaux souterraines
Matrice		Eau de nappe
pH		7,2
Alcalinité (CaCO3)	mmol/L	5,5
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	mmol/L	5,9
Anhydride carbonique agressif	mg/l	<5
Nitrates	mg NO3/l	16
Azote nitrique	mg N-NO3/l	3,5
Ammonium	mg NH4/l	<0,2
Sulfates	mg SO4/l	57
Magnésium (Mg) soluble	mg/l	11

Selon les termes de la norme NF EN 206-1, les résultats des analyses sur les eaux souterraines permettent 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 des bétons.

4.2.7 PERMEABILITE DES SOLS

Des essais de détermination de la perméabilité ont été réalisés dans ces sols pour des projets dans le secteur d'étude.

Il s'agissait d'essais de type PORCHET à niveau variable permettant d'obtenir le coefficient d'infiltration, réalisés dans les remblais (couche 1) et les alluvions (couche 2).

L'essai consiste à injecter de l'eau dans une cavité d'essai dont la base atteint la couche à tester et dont la géométrie est parfaitement connue et ne varie pas. La variation du niveau d'eau en fonction du temps est mesurée. Les pentes déduites des courbes hauteur / temps, en fonction de la géométrie de la cavité, permettent de déterminer le coefficient de perméabilité k, lorsque le régime est considéré pseudo-permanent.

Les valeurs obtenues dans les sondages ont indiqué que les remblais (couche 1) sont **moyennement perméables**, avec des valeurs de perméabilité de l'ordre de 50 mm/h et que les argiles (couche 2) sont **médiocrement perméables voire imperméables**, avec des valeurs de perméabilité de l'ordre de 1 mm/h.

Notons que la perméabilité des remblais (couche 1) pourra être très variable en fonction de leur compacité, de leur granulométrie et de leur nature.

V – FONDATIONS DES STRUCTURES

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous une couche de remblais hétérogènes (couche 1), de 1,0 à 1,8 m d'épaisseur, des alluvions argileuses molles (couche 2), recouvrant le substratum +/- altéré (couches 3 à 5), en général reconnu à partir de 3,6 m à 4,7 m de profondeur (cote moyenne de la base de la couche de -1,2 +/- 0,4 m IGN69).

Plus profondément, les sondages ont reconnu le substratum de marnes et calcaires indurés (couche 5) à partir de 6,0 m à 10,8 m de profondeur.

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 marnes et calcaires altéré et induré (couches 4 et 5). Il pourra s'agir d'une solution de fondations de type **pieux forés à la tarière creuse**.

Cette solution de fondations est étudiée ci-après.

5.1 CARACTÉRISTIQUES DES PIEUX

- Pieux forés à la tarière creuse de 0,42 m à 0,82 m de diamètre,
- Armatures toutes hauteurs pour reprendre les efforts de traction,
- Selon l'eurocode 7 ces pieux sont classés :
    - Classe : 2
    - Catégorie : 6
    - Technique de mise en œuvre : foré tarière creuse

- Abréviation : FTC
- Norme de référence : NF EN 1536

5.2 LONGUEUR DE FICHES

Les pieux seront ancrés d'au moins 1,5 m dès les marnes et calcaires altérés (couche 4).

Les fiches des pieux dépendront des descentes de charge et de la profondeur des marno-calcaires altérés (couche 4).

5.3 HYPOTHESES DE CALCUL

- **Méthode de calcul** :

La portance limite en compression R_c d'une fondation profonde isolée doit être déterminée à partir de l'expression suivante :

$$R_c = R_b + R_s$$

R_c : valeur de la portance de la fondation profonde,
R_b : valeur de la résistance de pointe,
R_s : valeur de la résistance de frottement axial de la fondation profonde.

La résistance de pointe et la résistance de frottement axial se calculent suivant les relations suivantes :

$$R_b = A_b q_b \text{ et } R_s = P_s \int_0^D q_s(z)dz$$

A_b : surface de base de la fondation profonde,
q_b : pression de rupture du terrain sous la base du pieu,
P_s : périmètre du fût du pieu,
$q_s(z)$: frottement axial unitaire limite à la cote z

Avec $q_b = k_p p_{le}^*$ et $q_s(z) = \alpha_{pieu-sol} f_{sol}[P_l^*(z)]$

k_p : facteur de portance pressiométrique,
p_{le}^* : pression limite nette équivalente,
$\alpha_{pieu-sol}$: paramètre adimensionnel qui dépend du type de pieu et du type de sol,
f_{sol} : fonction qui ne dépend que du type de sol et des valeurs de P_l^*, avec $f_{sol}(P_l^*) = (aP_l^* + b)\left(1 - e^{-cP_l^*}\right)$
La résistance limite en traction R_t d'une fondation profonde isolée doit être déterminée à partir de l'expression suivante :

$$R_t = R_s$$

- **Frottement axial unitaire limite qs** (sans coefficient de sécurité) :

Le frottement latéral unitaire limite "qs" doit être déterminé en fonction de la nature du terrain, du mode de mise en œuvre du pieu et de la valeur de pression limite nette mesurée à cette même profondeur.

Le modèle géotechnique suivant sera retenu pour les calculs :

COUCHE	**N°**	Epaisseur (m)	Cote base (m IGN 69)	P_l^* **(MPa)**	$\alpha_{pieu-sol}$	**Courbe** f_{sol}	f_{sol} **(kPa)**	q_s **(kPa)**
Remblais	1	≈ 1,6	+1,8 +/- 0,2	0,55	-	-	-	0
Alluvions	2	≈ 3,0	-1,2 +/- 0,4	0,2	-	-	-	0
Subst. très altéré	3	≈ 3,8	-5,0 +/- 0,5	0,6	-	-	-	0
Substratum altéré	4	≈ 4,5 (SPD6)	-9,5	1,4	1,6	Q4	90	144
Substratum induré	5	> 10	< -19,5	4,3	1,6	Q4	114	183

La colonne "courbe" précise la courbe de frottement utilisée pour la détermination du frottement latéral limite.

Les remblais (couche 1), les argiles (couche 2) et le substratum très altéré (couche 3) sont neutralisés eu égard à leur compacité hétérogène et faible pour les argiles et le substratum très altéré et aux terrassements attendus dans les sols superficiels.

Il ne sera pas considéré de frottement négatif dans les argiles (couche 2) eu égard à l'absence de nouveaux remblais à mettre en œuvre sur des hauteurs importantes.

- **<u>Contrainte de rupture sous la pointe q_u</u>** (sans coefficient de sécurité) :

La pression de rupture du terrain sous la base du pieu est fonction du facteur de portance et de la valeur de la pression limite nette équivalente pour cette même profondeur.

Nature	**N°**	**p^*_{le} (MPa)**	**Classe de pieux**	**k_p**
Substratum altéré	4	1,4	2	Si $D_{ef}/B \geq 5$ alors $k_p = k_{pmax} = 1,6$
Substratum induré	5	4,3		Si $D_{ef}/B < 5$ alors $k_p = 1 + \frac{(k_{pmax}-1).\left(\frac{D_{ef}}{B}\right)}{5}$

5.4 <u>HYPOTHESES DE SOL POUR LA REPRISE DES EFFORTS HORIZONTAUX ET DES MOMENTS EN TETE DE PIEUX</u>

Le module linéique de mobilisation de la pression frontale **Kf** pour un élément de fondation profonde est calculé par les formules suivantes :

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3}(2{,}65)^{\alpha} + \alpha} \text{ pour B} \leq \text{Bo}$$

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B}\left(2{,}65 \cdot \frac{B_0}{B}\right)^{\alpha} + \alpha} \text{ pour B} \geq \text{Bo}$$

avec Bo = 0,6 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)	α	K_{fc} (MPa) pour b ≤ b0	K_{fc} (MPa)	
					b = 0,7 m	b = 0,8 m
1	Remblais	5,8	0,67	21	22	23
2	Alluvions	1,8	0,67	6,7	6,9	7,2
3	Substratum très altéré	6,0	0,67	22	23	24
4	Substratum altéré	20	0,50	89	95	100
5	Substratum induré	100	0,50	449	478	504

5.5 PRÉCAUTIONS D'EXÉCUTION ET DE MISE EN OEUVRE

- Les fiches des pieux devront être ajustées en fonction de la profondeur réelle du substratum altéré (couche 4), ce qui pourra conduire à allonger la fiche de certains pieux implantés entre les sondages.

- Prévoir une tarière rocher pour l'ancrage dans le substratum induré (couche 5) et le passage de bancs durs. Nous rappelons que des bancs de calcaires durs avec des pression limite pl* supérieure à 5,9 MPa et des modules pressiométrique Em 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.

- 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) jusqu'à 2 m de profondeur.

- Utiliser un béton faisant prise sous l'eau.

- Des surconsommations de béton pourront être observées dans les remblais (couche 1) et les alluvions molles (couche 2).

- Les pieux seront réalisés depuis la plateforme du terrain actuel, et seront recépés une fois le fond de fouille atteint.

VI – PLANCHERS BAS

Compte tenu de la présence de remblais en tête (couche 1) et d'alluvions argileuses molles (couche 2) sous la base des futurs planchers bas du sous-sol, **les planchers bas seront portés par les fondations**.

VII - 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 compacts à compacts sur le premier mètre. Une pelle mécanique de moyenne à forte puissance sera nécessaire pour le terrassement en déblais dans ces sols.

Nous rappelons qu'en période pluvieuse, d'autant plus en périodes de hautes eaux (voir chapitre X), 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 alluvions (couche 2) sous-jacentes.

Les terrassements des derniers mètres se feront dans des sols argileux saturés en eau. Il sera donc nécessaire de prévoir l'évacuation de ces eaux par pompage.

La partie supérieure des terrassements sera composée par des alluvions argileuses molles (couche 2) à l'état très humide, soit une PST égale à 0. Ces sols poseront des difficultés de traficabilité. Un cloutage de la PST au moyen de matériaux granulaires grossiers sera à prévoir ou le coulage d'un béton de propreté sur une hauteur d'au moins 10 cm.

Le contexte hydrogéologique déterminé au niveau du terrain voisin (voir chapitre X) limite la réalisation de talutages pour les terrassements à la période de basses eaux.

Si les conditions hydrogéologiques d'exécution des terrassements du sous-sol le permettent, des talus pourront être envisagés. En première approche, ces talus seront dressés avec une pente de 2H/3B (2 de hauteur pour 3 de base).

Dans le cas contraire et à défaut de pouvoir respecter ces pentes de talus, il conviendra alors de mettre en place des soutènements (voir chapitre VIII).

VIII - SOUTENEMENTS

La réalisation des terrassements du sous-sol dans les terrains meubles, c'est-à-dire les remblais (couche 1) et les alluvions (couche 2), nécessite la réalisation de soutènements en limites de propriété et si les terrassements sont réalisés en périodes de hautes eaux et au moins au contact des bâtiments et murs mitoyens pendant les autres périodes.

A ce stade de l'étude les solutions de soutènements suivantes pourront être envisagées :

- Un soutènement de type parois de pieux sécants par exemple. Ces pieux seront ancrés d'au moins 1,5 m dans le substratum altéré (couche 4). Cette solution technique permettra également un confinement des sols sous les fondations des mitoyens ancrées superficiellement (voir chapitre IX).

- Un soutènement de type paroi parisienne ou berlinoise. Notons que la réalisation de ce type de soutènement sera pénalisée d'une part en profondeur par la présence de la nappe dans les alluvions argileuses (couche 2), et d'autre part par la nappe +/- discontinue et les circulations importantes d'eaux d'infiltration à attendre dans les remblais (couche 1).

Le dimensionnement et le choix de ces systèmes de soutènements devront être réalisés en mission G2 PRO.

A ce stade de l'étude pour le dimensionnement des soutènements les paramètres de sols suivants pourront être retenus :

Couche (n°)	**Nature**	**Cohésion long terme C' (kPa)**	**Angle de frottement interne long terme φ' (°)**	**Poids volumique γ h (kN/m³)**
1	Remblais	0	25	18
2	Alluvions	2	23	17
3	Substratum très altéré	5	25	18
4	Substratum altérés	20	30	19
5	Substratum induré	50	35	20

IX - MITOYENS

L'exécution des terrassements du sous-sol implique des travaux de terrassements au contact immédiat de bâtiments et murs de clôture fondés superficiellement en limite de propriété Sud et en angle Nord-Ouest, et au contact d'aménagements publics.

Il conviendra donc de réduire les déplacements des sols au contact des bâtiments, murs de clôture et des aménagements publics.

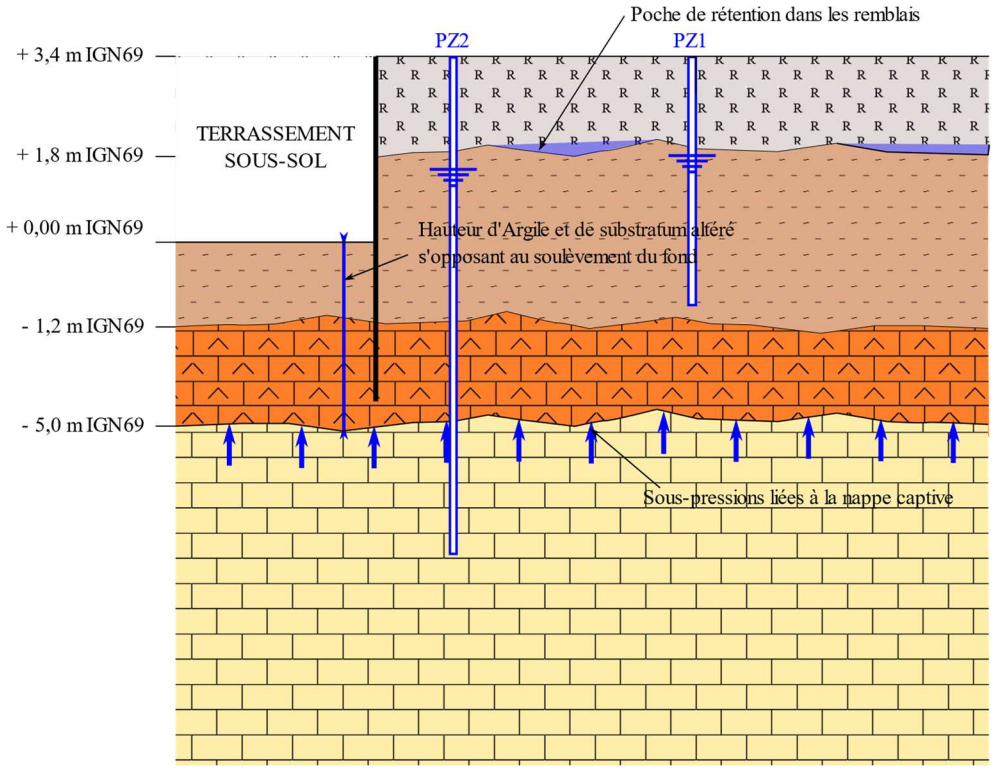
Toutes les précautions seront prises pour ne pas abimer les structures mitoyennes et les aménagements publics.

X - L'EAU DANS LE SOL

Des niveaux d'eau ont été détectés dans tous les sondages.

D'après les premières informations disponibles dans le secteur :

- Les remblais contiennent une nappe temporaire +/-discontinue, 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 alluvions (couche 2) sous-jacentes.
- Les alluvions (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 substratum de marno-calcaires (couches 3, 4 et 5) constitue une formation aquifère renfermant une nappe d'eau souterraine en pression sous les alluvions (couche 2).



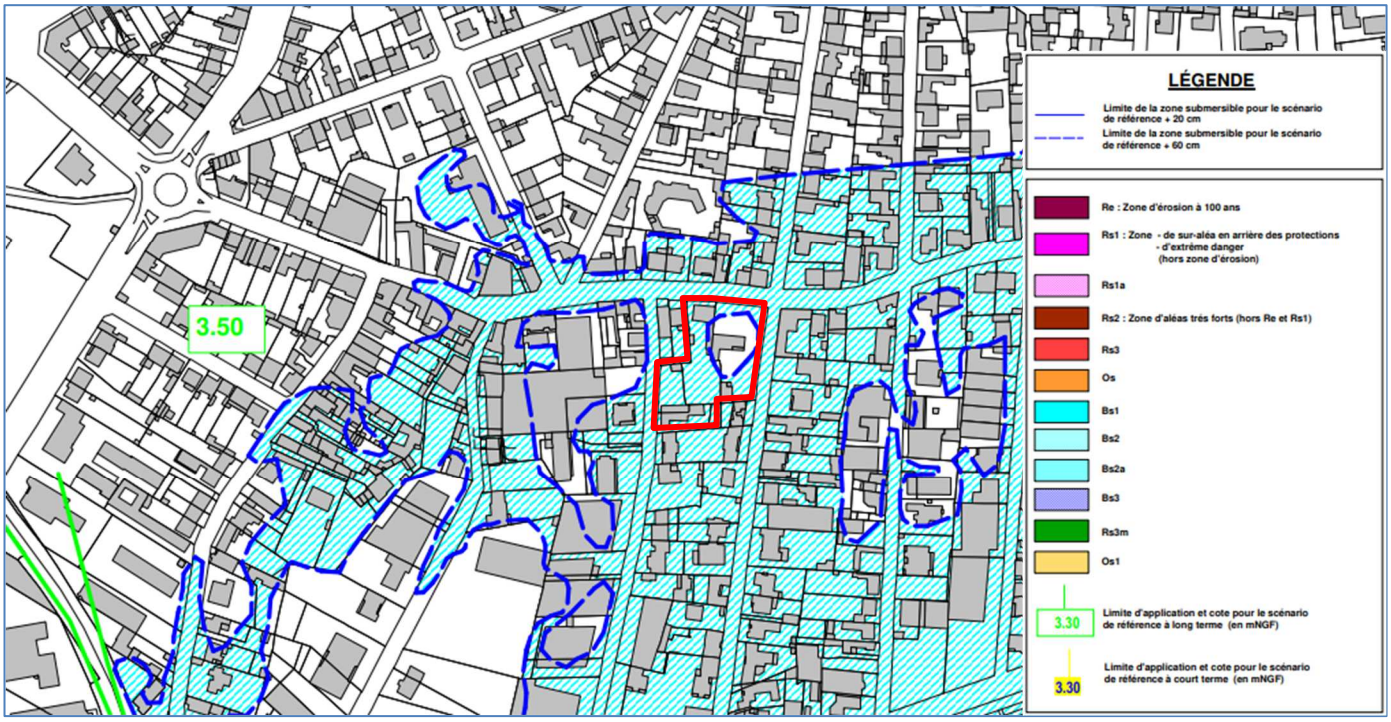
Synthèse hydrogéologique

Le terrain d'étude est situé en zone Bs2 du plan de prévention du risque d'inondation 17DDTM20050018 - PPR LA ROCHELLE.

La zone bleue « Bs2 » correspond à des secteurs non exposés par l'aléa submersion marine à court terme mais définis comme submersibles pour l'aléa long terme (horizon 2100).

Des dispositions constructives seront à respecter (voir règlement du PPR), notamment :

- Le niveau fini du premier plancher aménagé se situera au-dessus de la cote de référence long terme de +3,5 m IGN69, selon les dispositions définies dans le règlement du PPR au chapitre 2 – réglementation des projets,
- Les réseaux seront équipés de clapets anti-retours,
- Les sous-sols seront réalisés sur la base d'un cuvelage étanche jusqu'à la cote de référence long terme. La structure sera dimensionnée pour résister aux différentes pressions induites par la cote de référence long terme,
- Les seuils d'accès au stationnement souterrain (porte de garage, cage d'escalier et/ou ascenseur) seront placés au-dessus de la cote de référence à long terme.



Extrait du plan de zonage du PPR Inondations de la Rochelle

Dans ces conditions, on retiendra la cote de + 3,50 m IGN69 pour le niveau exceptionnel des eaux (EE).

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, en phase travaux.

Dans les remblais (couche 1), les débits d'exhaure devraient rester inférieurs à 30 m^3/h en pointe, le temps de drainer cet horizon puis rapidement baisser sous 10 m^3/h en période de basses eaux et hors périodes pluvieuses intenses et/ou prolongées.

En période de hautes eaux et en périodes pluvieuses intenses et/ou prolongées, les débits d'exhaures pourraient s'approcher des 30 m^3/h en pointe.

Dans les alluvions (couche 2) les calculs réalisés pour des opérations proches font état de débits d'exhaure de l'ordre de 0,1 m^3/h, et ce quelle que soit la période à considérer. Ces niveaux sont en effet saturés en eau peu mobile.

Ainsi le débit d'exhaure en fond de terrassement devrait rester inférieur à 30 m^3/h sur la durée du chantier, si la nappe captive des marno-calcaires n'est pas sollicitée.

Le caractère captif de la nappe contenue dans le substratum (couches 4 et 5 *a priori*) implique des sous-pressions à la base des alluvions argileuses (couche 2) et/ou du substratum très altéré (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 des chantiers proches, confirme bien ces sous-pressions et semble indiquer également l'influence des altérations marno-calcaires dans « l'effet lest » puisqu'à ce jour aucune rupture par soulèvement du fond de fouille n'a été observée.

Les terrassements à attendre pour la réalisation du sous-sol pourront réduire l'effet « lest » des sols et entrainer 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).

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.

Dans ces conditions les travaux de terrassement devront être impérativement projetés dans la période de basses eaux, en général de mai à fin septembre.

Par ailleurs, les sols au droit du projet apparaissent inaptes à accueillir une solution de gestion des eaux pluviales par infiltration.

Le suivi des relevés piézométrique est en cours. Il permettra notamment, en association avec les études disponibles, une consolidation des différents niveaux remarquables de la nappe souterraine à considérer au droit du futur projet et des débits d'exhaure à attendre lors des travaux de terrassements.

AVERTISSEMENT :

Les cotes des niveaux d'eau relevées dans les sondages et piézomètres et 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 non stabilisée.

CONCLUSIONS

Les sondages ont reconnu :

Couche 1 : des **remblais** ***hétérogènes***, sur 1,0 m à 1,8 m d'épaisseur.

Couche 2 : des **argiles** ***molles***, reconnues jusqu'à entre 3,6 m et 4,7 m de profondeur. Il s'agit de matériaux de classe GTR A_3.

Couche 3 : le **substratum très altéré**, composé ***d'argiles +/- calcareuses***, sur une épaisseur variable et potentiellement importante,

Couche 4 : le **substratum altéré** composé ***de bancs de calcaires et de bancs de marnes +/- tendres***, jusqu'à la profondeur de 12,7 m en SPD6.

Couche 5 : le **substratum** induré, au-delà.

✧ ✧ ✧

Des niveaux d'eaux correspondant à plusieurs « nappes » ont été détectés dans tous les sondages. Le modèle hydrogéologique du site d'étude est présenté au chapitre X.

Le terrain d'étude étant situé en zone Bs2, le sous-sol sera cuvelé et les structures seront dimensionnées pour résister aux sous-pressions jusqu'à la cote long terme de +3,5 m IGN69.

✧ ✧ ✧

La perméabilité des sols est donnée au chapitre 4.2.7.

✧ ✧ ✧

Le type de fondation à envisager pour les structures est étudié au chapitre V.

✧ ✧ ✧

Les planchers bas seront portés par les fondations, et dimensionnés aux sous-pressions pour les planchers bas du sous-sol.

✧ ✧ ✧

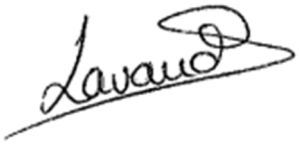
Les terrassements sont abordés au chapitre VII ; les principes de soutènements au chapitre VIII ; les mitoyens au chapitre IX, et l'eau dans le sol au chapitre X.

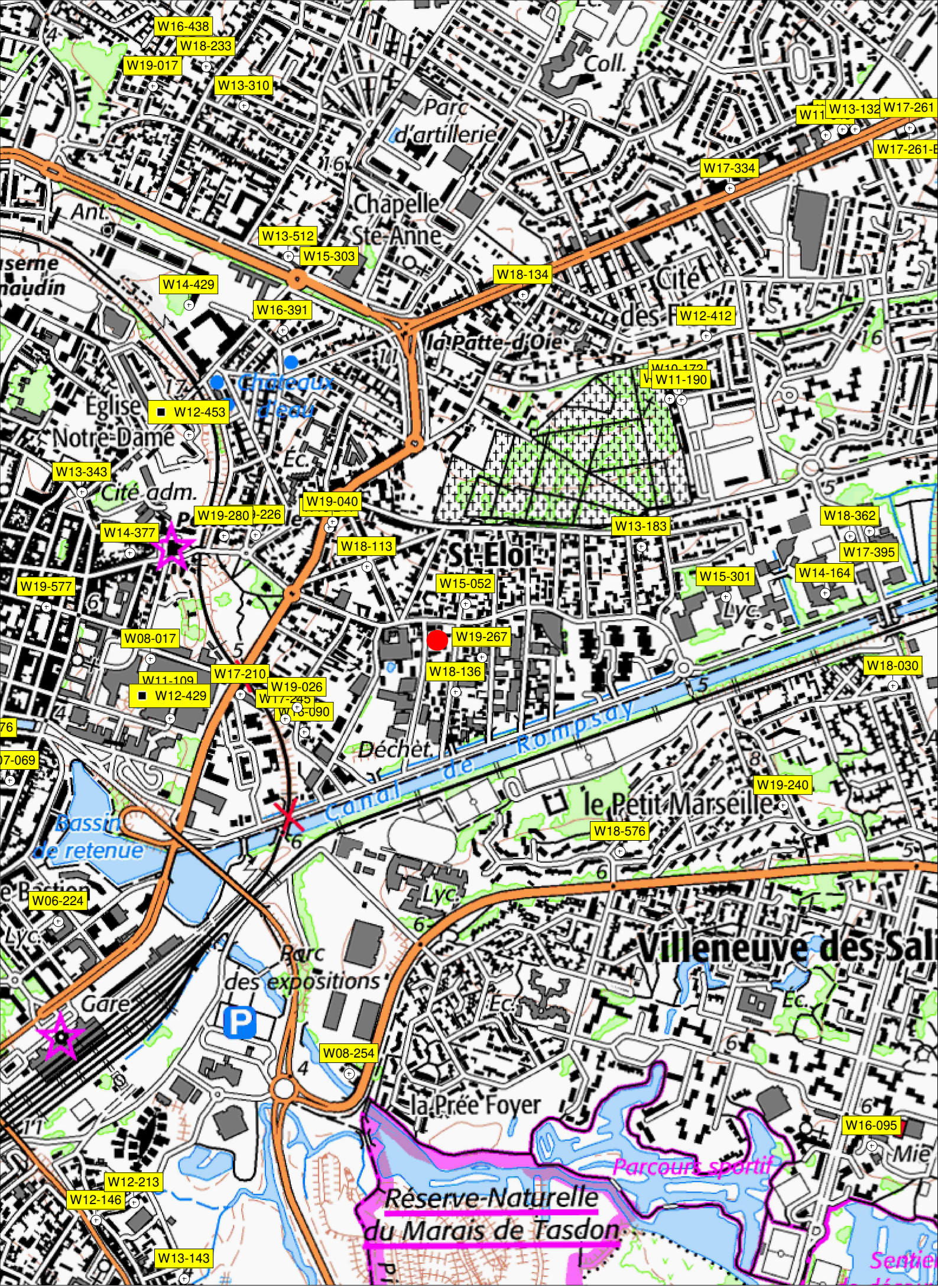
✧ ✧ ✧

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage ou de ses conseils pour étudier toutes les adaptations et variantes de ce projet et finaliser le dimensionnement des ouvrages géotechniques. Cela pourra se faire notamment en missions géotechniques complémentaires, conformément à la norme NF P 94-500.

L'ingénieur chargé du dossier
Laurent DESINDES

Contrôle Qualité
Sabrina LAVAUD



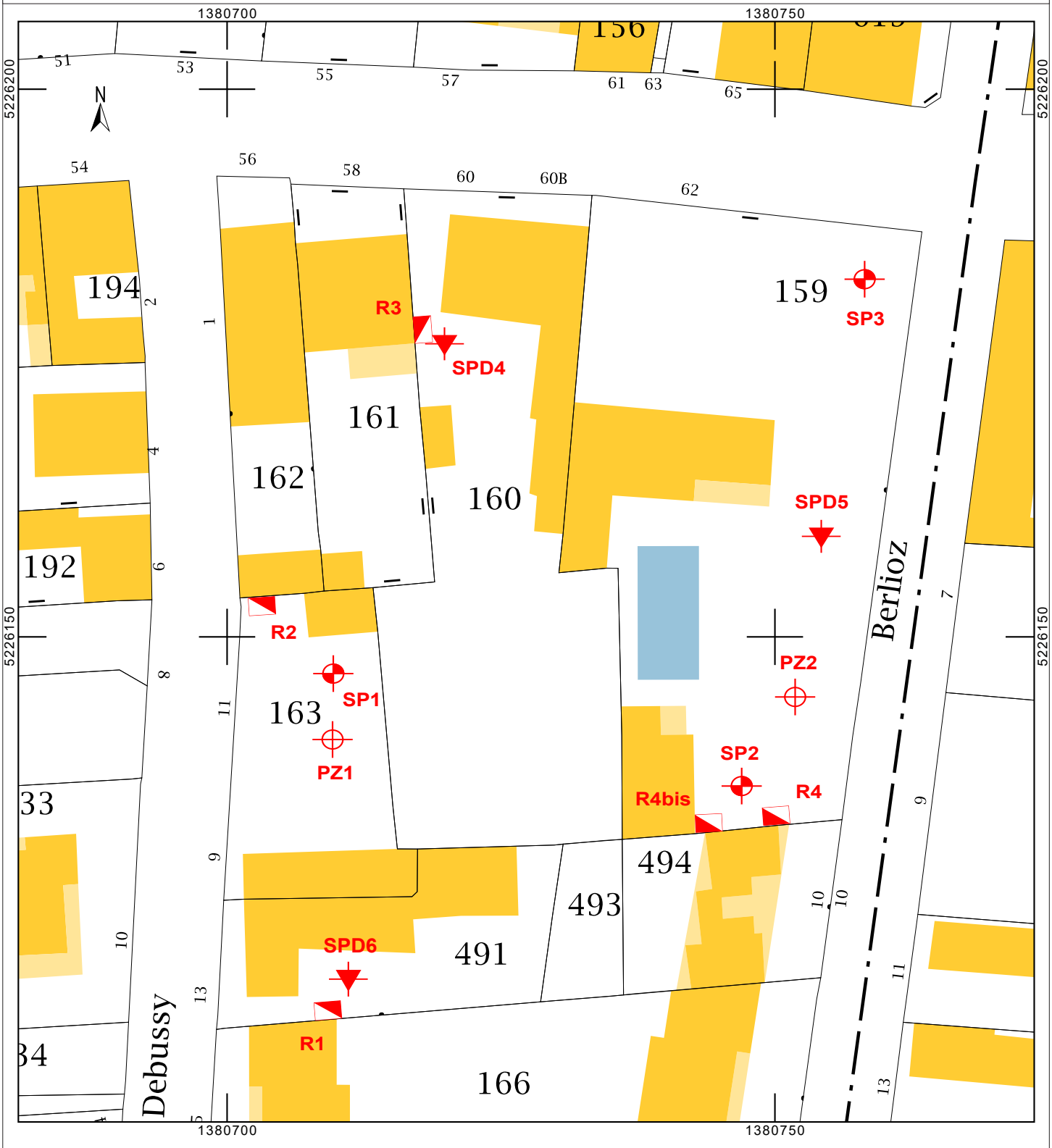


CartoExploreur 3D - Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF

250 m

© FFRP pour les itinéraires et sentiers de randonnées GR®, GRP®, PR®

Implantation des points de sondage



Compétence Géotechnique
ATLANTIQUE
8, Impasse des Petits Fossés
ZAC des Groix
17120 COZES

Tél. : 05 46 90 22 90
Fax : 05 46 90 28 30
Mail : atlantique@competence-geotechnique.fr

- Sondage de reconnaissance avec essais au pressiomètre
- Sondage de reconnaissance avec essais au pénétromètre dynamique
- Sondage de reconnaissance équipé pour piézométrie
- Reconnaissance des fondations

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : SD
Foreur: CHAUMETTE / CHATEL

Dossier : W20-241

Z : 3.15 m

Date : 22/07/2020

SONDAGE PZ1

Profondeur (m)	Cote (m)	Lithologie	Faciès	Equipement	Niveau d'eau
0	3	Remblais limoneux marron — 0.50 m	REMBLAIS	Tube PVC plein diamètre 32 x 25,6 mm. Bouche à clé en tête — 1.00 m	
1	2	Remblais argileux brun — 1.50 m			
2	1	Argiles gris-bleutées — 4.00 m	ALLUVIONS	Tube PVC crépiné diamètre 32 x 25,6 mm avec chaussette filtrante et bouchon en pied — 4.00 m	4.00 m ▽ 22/07/2020
3	0				
4	-1				Fin du sondage
5	-2				
6	-3				
7	-4				
8	-5				
9	-6				
10	-7				
11	-8				
12	-9				
13	-10				
14	-11				
15	-12				
16	-13				
17	-14				
18	-15				
19	-16				
20					

Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : SD
Foreur: CHAUMETTE / CHATEL

Dossier : W20-241

Z : 3.40 m

Date : 22/07/2020

SONDAGE PZ2

Profondeur (m)	Cote (m)	Lithologie	Faciès	Equipement	Niveau d'eau
0	3	Terre végétale argilo-limoneuse marron — 0.30 m	REMBLAIS	Tube PVC plein diamètre 32 x 25,6 mm. Bouche à clé en tête — 1.00 m	
1	2	Remblais argileux brun + cailloutis divers — 1.70 m			
2	1	Argiles gris-bleutées — 4.40 m	ALLUVIONS		▽ 4.10 m 22/07/2020
3	0				▽ 3.80 m 22/07/2020
4	-1				
5	-2	Argiles +/- calcareuses beiges — 7.40 m	SUBST. TRES ALT.	Tube PVC crépiné diamètre 32 x 25,6 mm avec chaussette filtrante et bouchon en pied	
6	-3				
7	-4				
8	-5	Calcaires argileux altérés beige — 10.00 m	SUBSTRATUM ALT.	— 10.00 m	10.00 m
9	-6				
10	-7				Fin du sondage
11	-8				
12	-9				
13	-10				
14	-11				
15	-12				
16	-13				
17	-14				
18	-15				
19	-16				
20					

Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

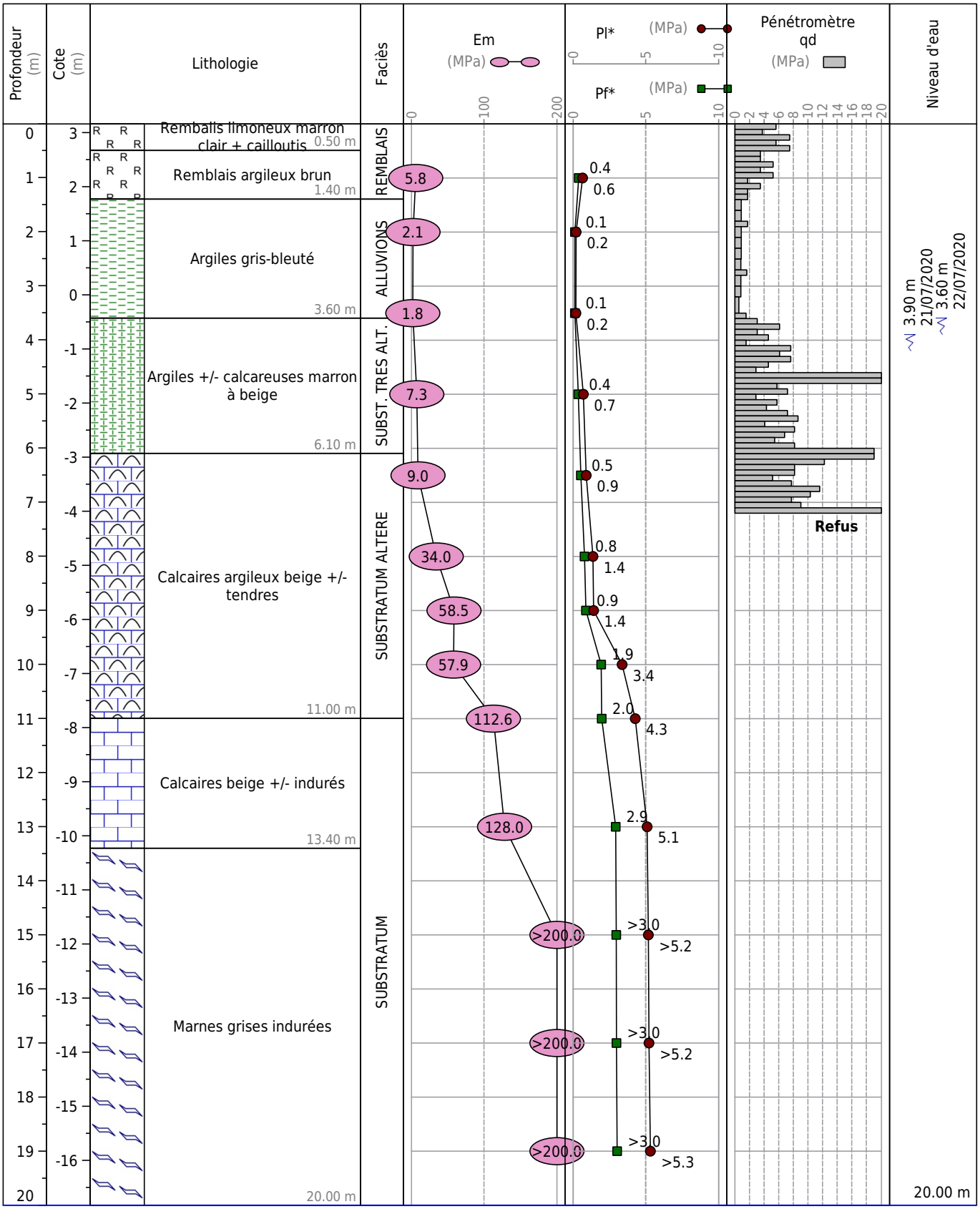
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: CHAUMETTE / CHATEL / PENICHOU

Dossier : W20-241

Z : 3.17 m

Date : 21/07/2020

SONDAGE SP1



Obs. :

Fin du sondage

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

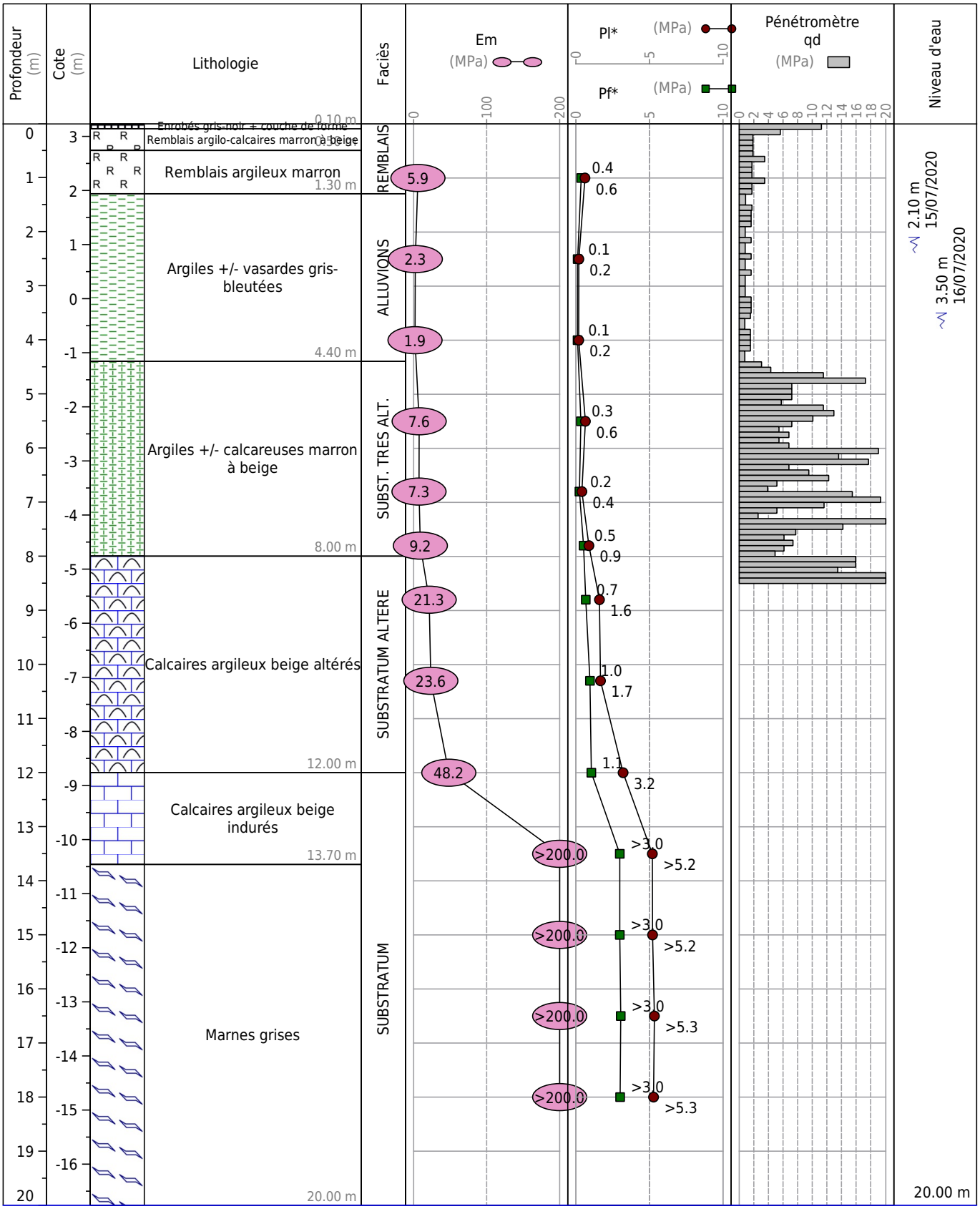
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: CHAUMETTE / CHATEL / PENICHOU

Dossier : W20-241

Z : 3.24 m

Date : 15/07/2020

SONDAGE SP2



Obs. :

Fin du sondage

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

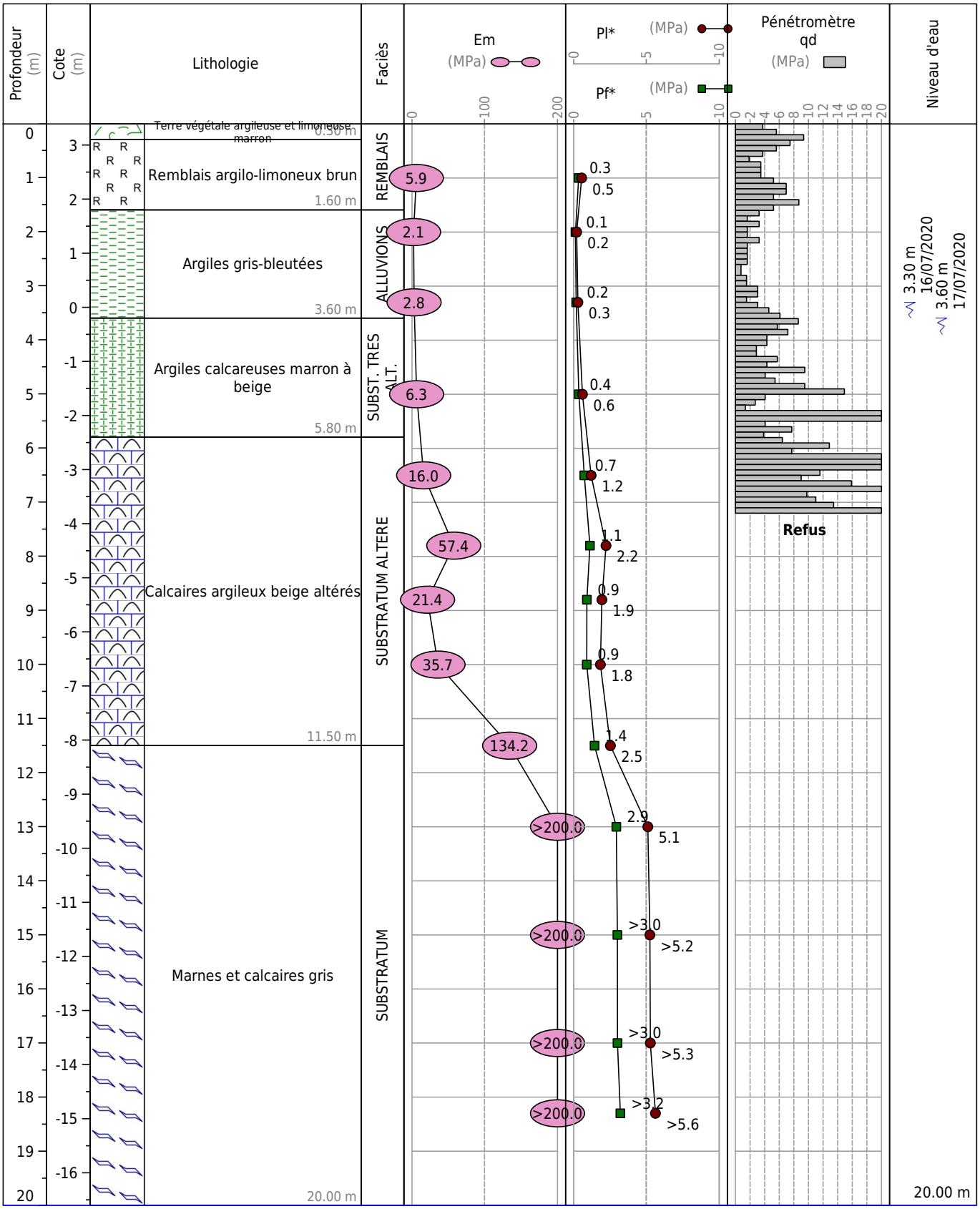
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: CHAUMETTE / CHATEL / PENICHOU

Dossier : W20-241

Z : 3.40 m

Date : 16/07/2020

SONDAGE SP3



Obs. :

Fin du sondage

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

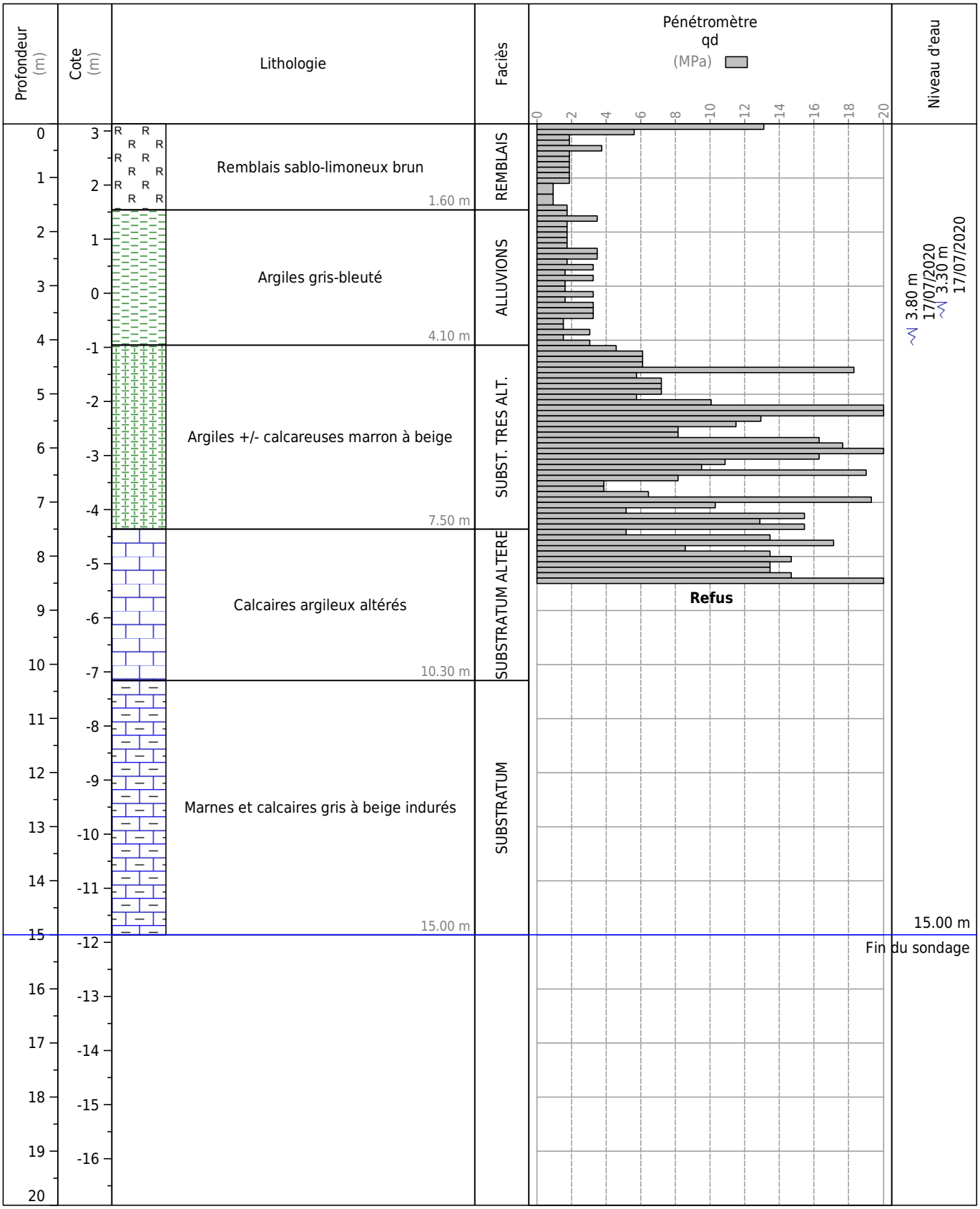
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: CHAUMETTE A./ CHATEL A. / PENICHOU A.

Dossier : W20-241

Z : 3.14 m

Date : 17/07/2020

SONDAGE SPD4



Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

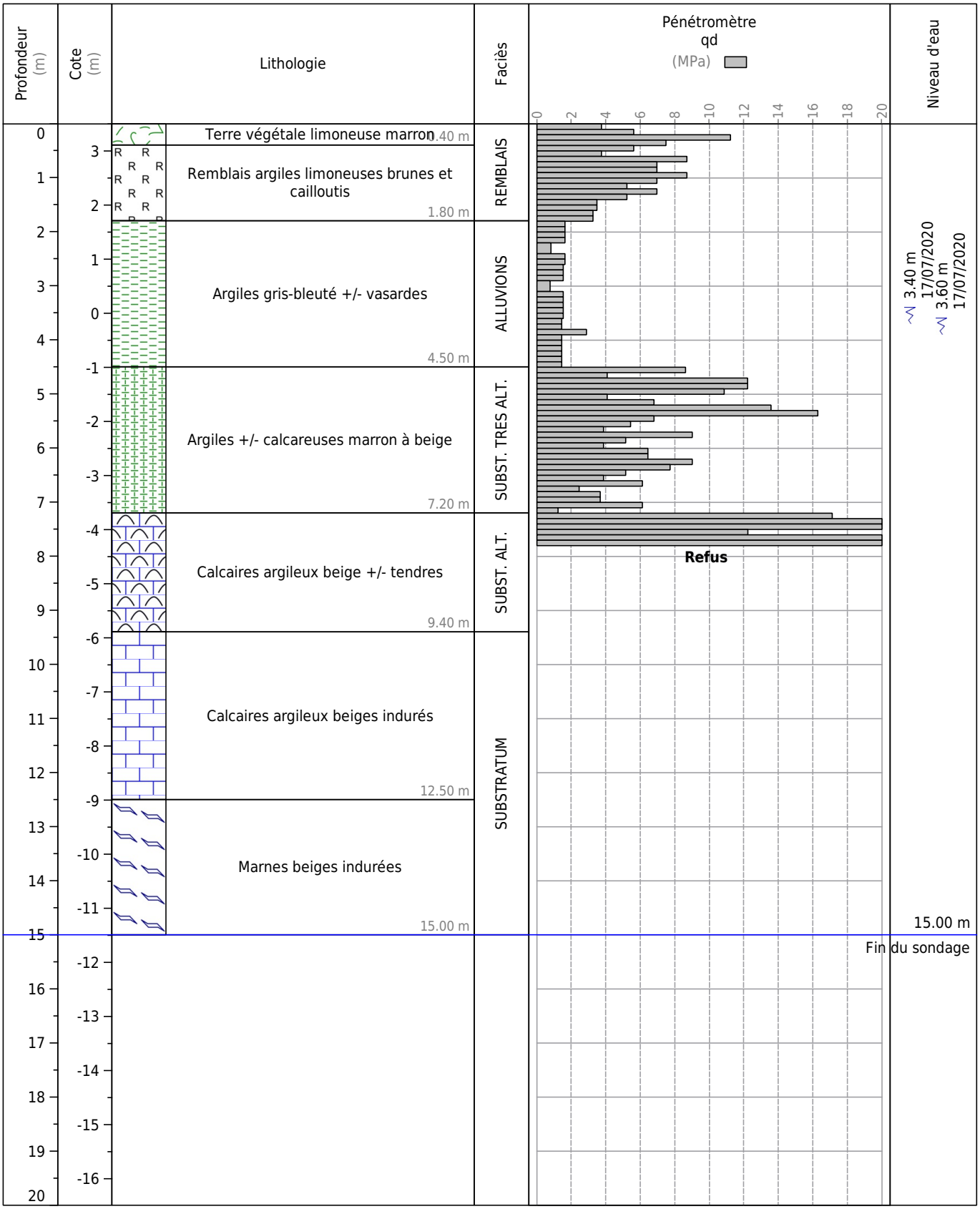
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: CHAUMETTE A./ CHATEL A. / PENICHOU A.

Dossier : W20-241

Z : 3.51 m

Date : 17/07/2020

SONDAGE SPD5



Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Berlioz / Debussy
Construction de 60 logements

Echelle 1/100

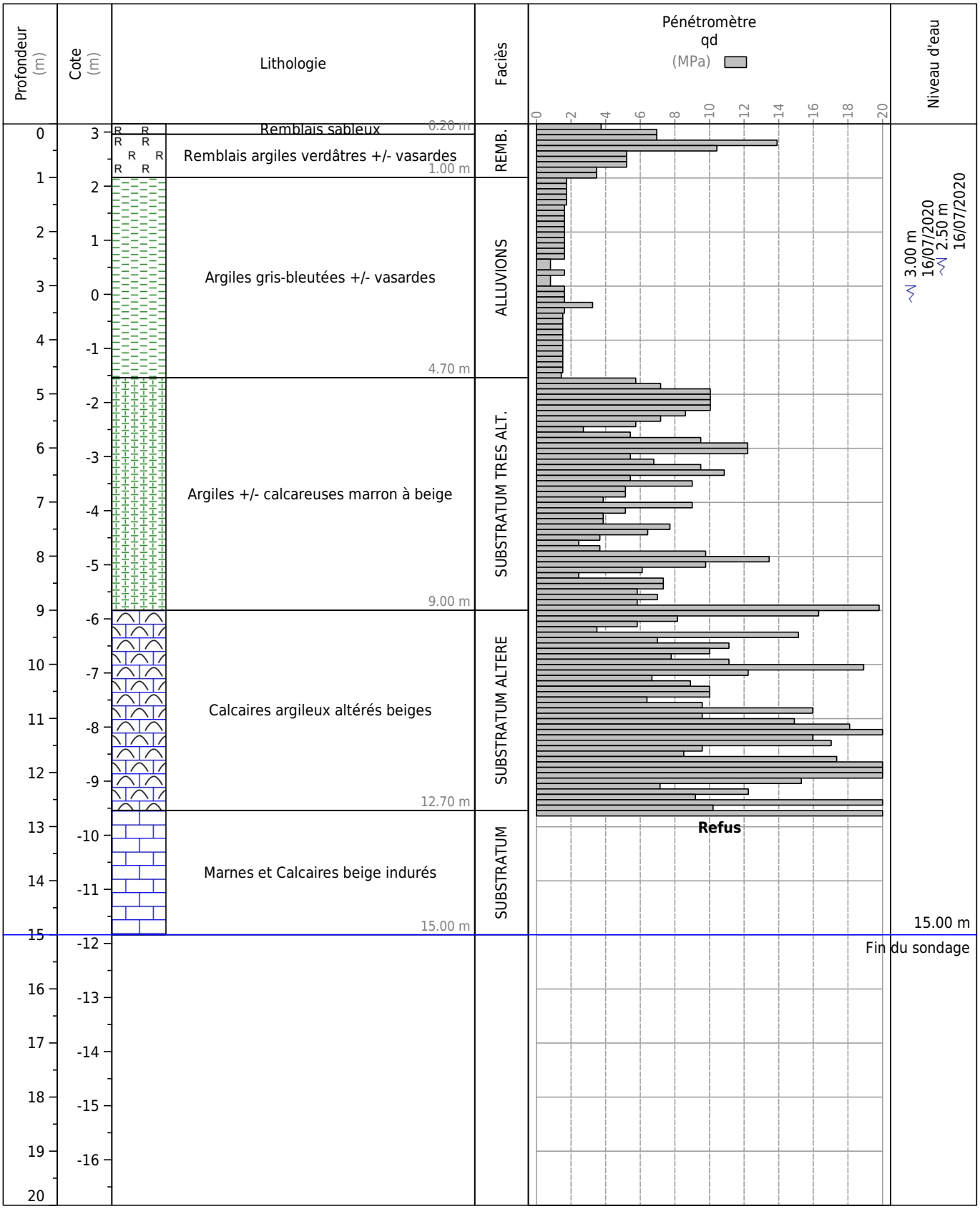
CLIENT : MEDIATIM PROMOTION
MACHINE : APAFOR
Foreur: VILFEU F. / VILFEU T. / PENICHOU A.

Dossier : W20-241

Z : 3.16 m

Date : 16/07/2020

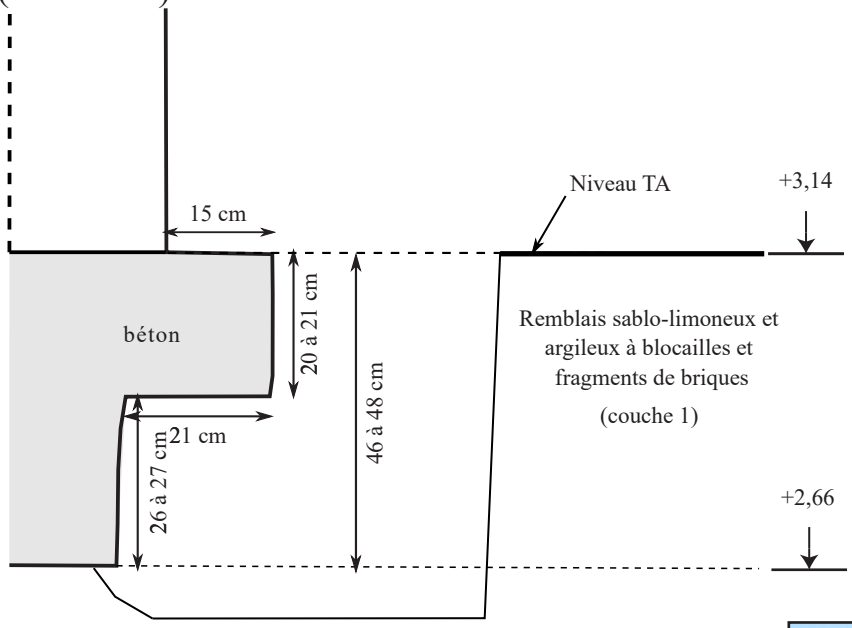
SONDAGE SPD6



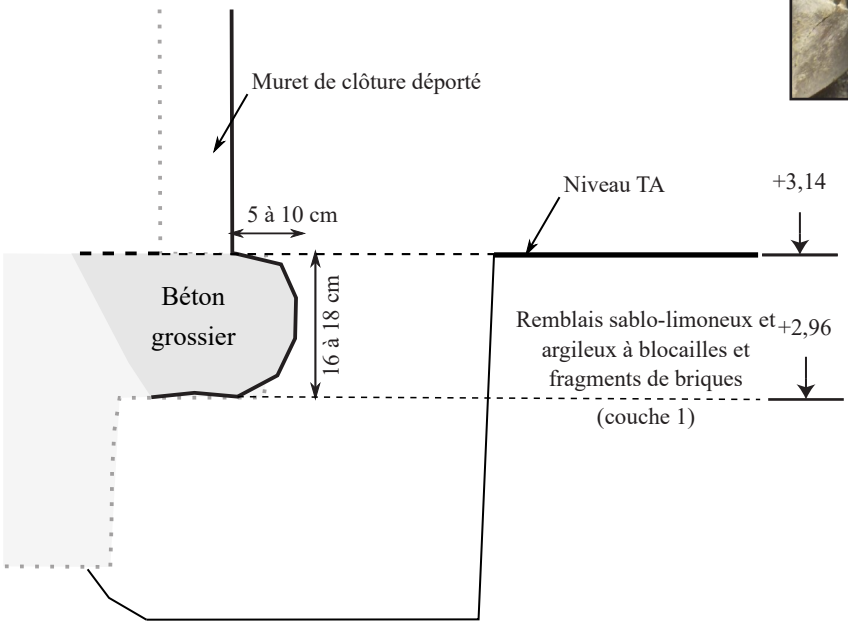
Obs. :

W20-241 LA ROCHELLE Coupes des reconnaissances de fondations JUILLET 2020

R1 (habitation)

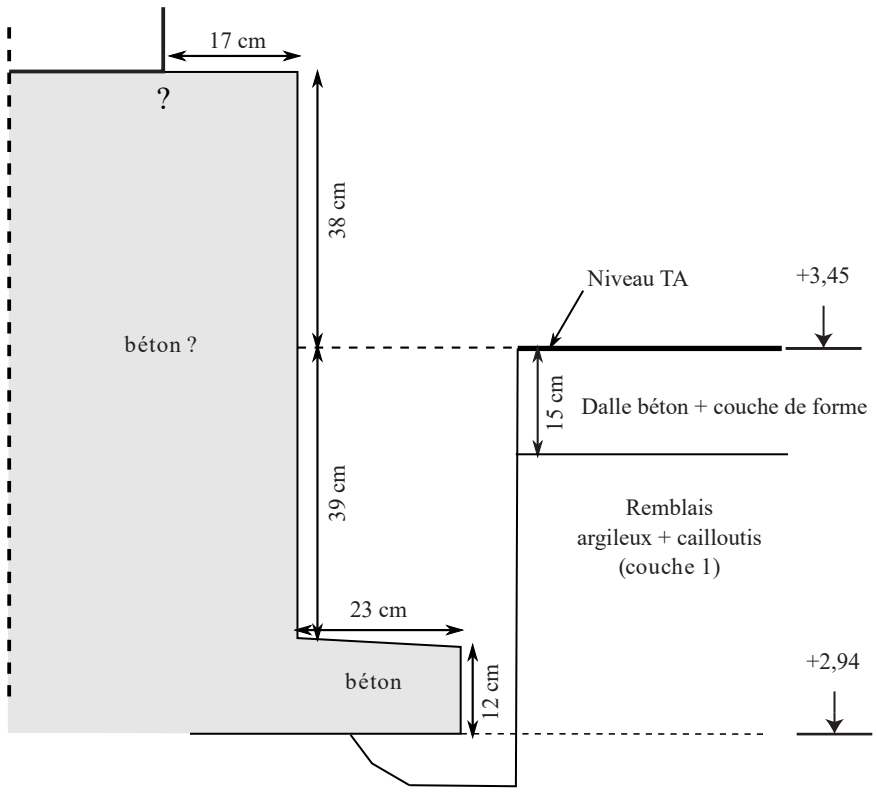


R1 (mur de clôture)

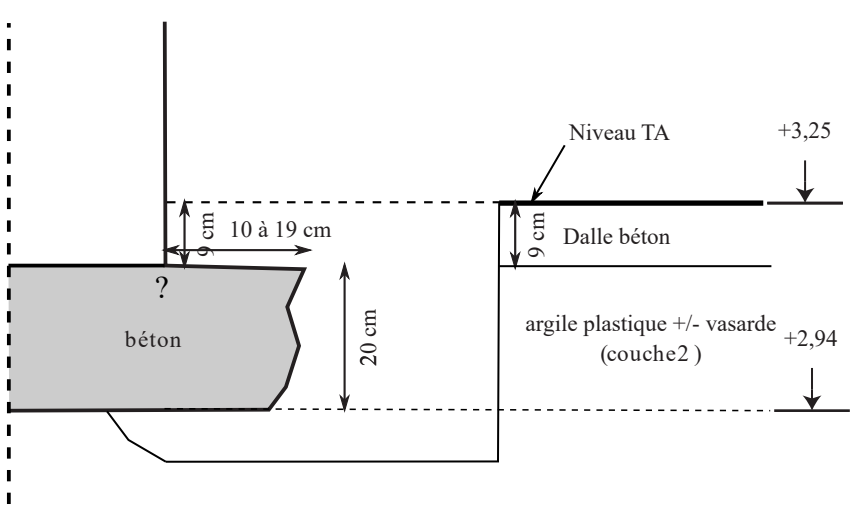


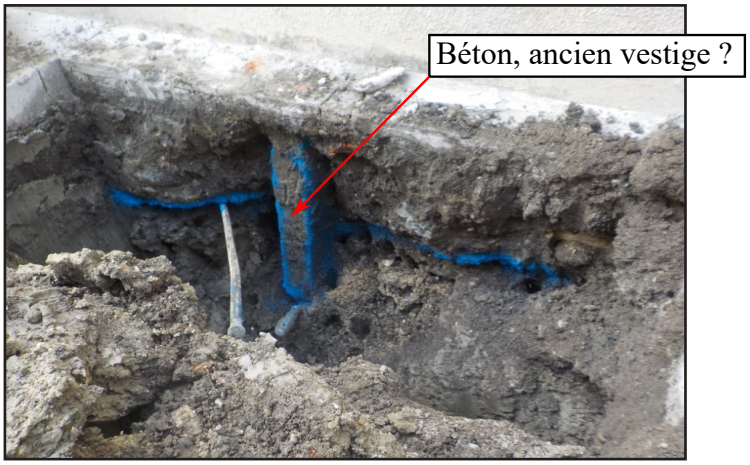
W20-241 LA ROCHELLE Coupes des reconnaissances de fondations JUILLET 2020

R2



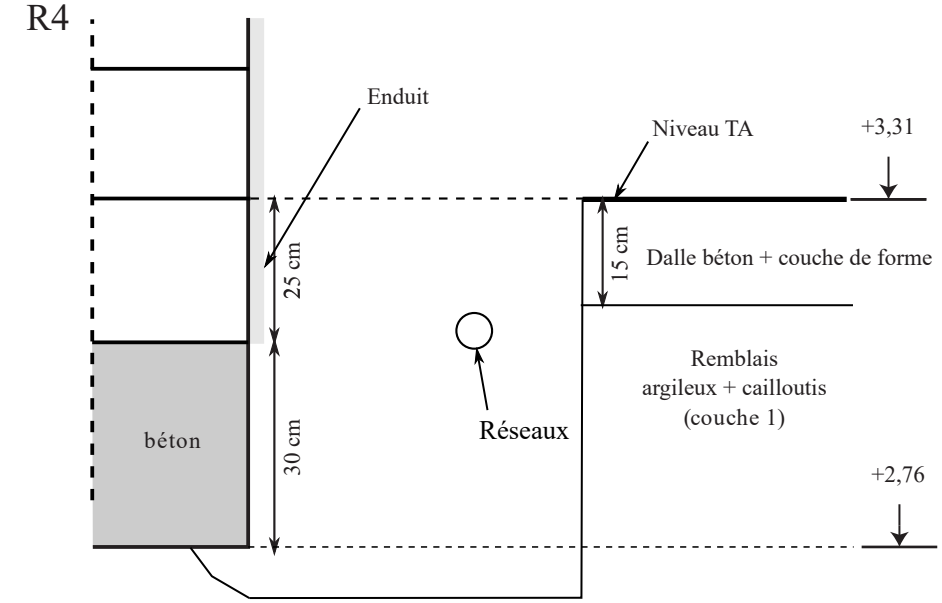
R3



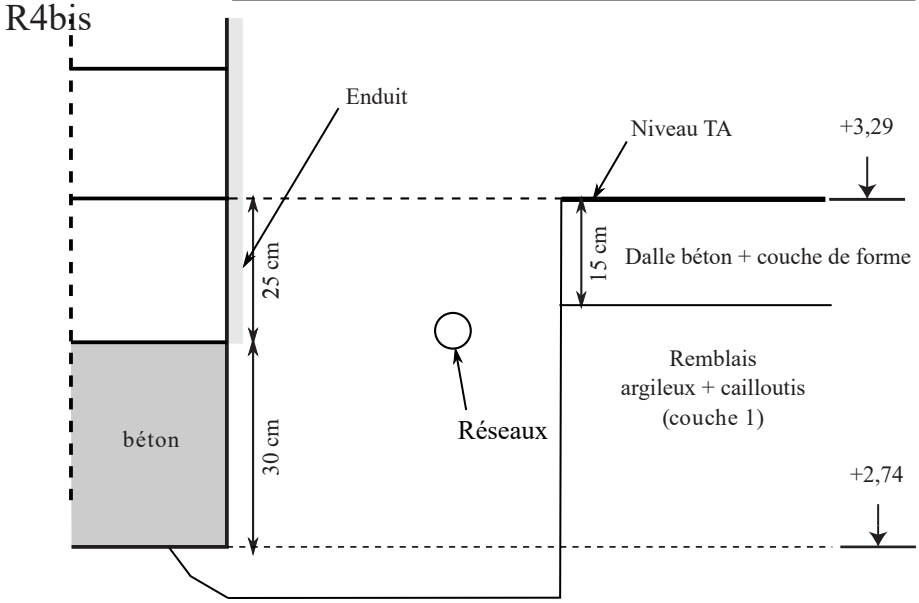


W20-241 LA ROCHELLE Coupes des reconnaissances de fondations JUILLET 2020

R4



R4bis



L'enchaînement de chacune de ces 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 pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS et permet 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 ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission, comprenant trois phases, 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.

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 et 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 comprenant la 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, participer 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)

Se déroulant en deux phases interactives, 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.

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 GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Se déroulant en deux phases interactives, 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.

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 dossier des ouvrages exécutés (DOE) et sur les documents du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (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).

Notre référence à rappeler
dans toute correspondance :
N° assuré : 418383J
N° contrat : 7302.000/1 472624
N° SIREN : 413087511

Pour tout renseignement contacter :
SMABTP LIMOGES
2 Allée Duke Ellington
BP 50013
87067 LIMOGES CEDEX 3
Tél. : 01 58 01 42 20
Courriel : amandine_rusek@groupe-sma.fr

COMPETENCE GEOTECHNIQUE
LE BARIOLET
19410 PERPEZAC LE NOIR

ATTESTATION D'ASSURANCE

Contrat d'assurance GLOBAL INGENIERIE

Période de validité : du 01/01/2020 au 31/12/2020

SMABTP ci-après désigné l'assureur atteste que l'assuré désigné ci-dessus est titulaire d'un contrat d'assurance professionnelle GLOBAL INGENIERIE numéro 418383J 7302.000/1 472624.

1. ASSURES

Les sociétés listées ci-dessous bénéficient de la qualité d'assuré :

- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE (siren 814172383)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE OUEST (siren 789894615)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE FRANCHE COMTE (siren 488400367)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE GRAND EST (siren 488202755)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE NORD (siren 814521951)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE SUD (siren 507474997)**
- **COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE (siren 814252870)**

2. PERIMETRE DES MISSIONS PROFESSIONNELLES GARANTIES

Seules les missions suivantes sont garanties par le présent contrat :

2.1 Missions bénéficiant des garanties d'assurance de responsabilité décennale obligatoire et complémentaire, de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance et des garanties de responsabilité civile

⇨ **Etudes GEOTECHNIQUES G1 à G4 dans le cadre de la norme NF P 94-500 comportant :**

- **Etude géotechnique préalable (G1)** comprenant 2 phases :

- la phase Etude de Site (ES) pour définir un modèle géologique préliminaire et une première identification des risques géotechniques majeurs,

- la phase Principes Généraux de Construction (PGC) pour compléter le modèle géologique et définir le contexte géotechnique à prendre en compte dans un rapport de synthèse. Elle doit permettre de réduire les conséquences des risques majeurs identifiés en cas de survenance.

- **Etude géotechnique de conception (G2)** comprenant 3 phases, qui permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés :

- la phase Avant-Projet (AVP) pour fournir les hypothèses géotechniques, les principes de construction envisageables et une ébauche dimensionnelle. Elle précise la pertinence de l'application de la méthode observationnelle,

- la phase Projet (PRO) pour fournir un rapport de synthèse justifiant des choix constructifs, des notes de calculs de dimensionnement, des valeurs seuils et une approche des quantités,

- la phase DCE/ACT pour établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises et pour assister le maître d'ouvrage dans l'analyse des offres techniques.

- **Etude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**, normalement à la charge des entreprises, comprenant 2 phases interactives, qui permet de réduire les risques résiduels par des mesures correctives :

- la phase Etude, sur la base de la G2, pour étudier dans le détail les ouvrages géotechniques et élaborer le dossier d'exécution,

- la phase Suivi pour suivre la réalisation et vérifier les données par des relevés lors des travaux, et pour établir le dossier des ouvrages exécutés.

- **Supervision géotechnique d'exécution (G4)** comprenant 2 phases interactives :

- la phase Etude pour donner un avis sur la pertinence des hypothèses prises par l'entreprise,

- la phase Suivi, par interventions ponctuelles sur le chantier, pour donner un avis sur les adaptations proposées par l'entreprise, sur le contexte géotechnique retenu et le comportement de l'ouvrage et des avoisinants.

Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques issues d'investigations pouvant être réalisées à chaque étape par un BET.

⇨ **Diagnostics géotechniques G5 :**

Missions ponctuelles de Diagnostics géotechniques (G5) réalisées en dehors de toute autre mission de la norme NF P 94 -500 et limitées strictement à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques pour permettre d'identifier l'influence d'un ou plusieurs éléments géotechniques et les conséquences possibles sur le projet en cours ou sur l'ouvrage existant.

2.2 Missions bénéficiant des garanties d'assurance de responsabilité civile hors garanties d'assurance de responsabilité décennale obligatoire et complémentaire et de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

⇨ **Etudes environnementales :**

Impacts remembrements de carrières, études hydrogéologiques et diagnostic pollution (mission LEVE et mission EVAL).

3. GARANTIES D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE OBLIGATOIRE ET COMPLEMENTAIRE POUR LES OUVRAGES SOUMIS A L'OBLIGATION D'ASSURANCE

Les garanties objet de la présente attestation s'appliquent :

- aux missions professionnelles suivantes : missions listées au paragraphe 1-1 ci-avant ;

- aux travaux ayant fait l'objet d'une ouverture de chantier pendant la période de validité mentionnée ci-dessus. L'ouverture de chantier est définie à l'annexe I à l'article A243-1 du code des assurances ;

- aux travaux réalisés en France Métropolitaine et dans les DROM ;

- aux chantiers dont le coût total de construction H.T. tous corps d'état (honoraires compris), déclaré par le maître d'ouvrage, n'est pas supérieur à la somme de 26 000 000 €.
  Cette somme est illimitée en présence d'un contrat collectif de responsabilité décennale bénéficiant à l'assuré, comportant à son égard une franchise absolue au maximum de 3 000 000 € par sinistre ;

- aux travaux, produits et procédés de construction suivants : tous travaux, produits et procédés de construction.

Dans le cas où les travaux réalisés ne répondent pas aux caractéristiques énoncées ci-dessus, l'assuré en informe l'assureur.

-----Tableau de la garantie d'assurance de responsabilité décennale obligatoire en page suivante-----

3.1 ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE OBLIGATOIRE

<table>
<tr><th>Nature de la garantie</th><th>Montant de la garantie</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Le contrat garantit la responsabilité décennale de l'assuré instaurée par les articles 1792 et suivants du code civil, dans le cadre et les limites prévus par les dispositions des articles L. 241-1 et L. 241-2 du code des assurances relatives à l'obligation d'assurance décennale, et pour des travaux de construction d'ouvrages qui y sont soumis, au regard de l'article L. 243-1-1 du même code.

La garantie couvre les travaux de réparation, notamment en cas de remplacement des ouvrages, qui comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou démontage éventuellement nécessaires.</td><td>En Habitation :
Le montant de la garantie couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage.</td></tr>
<tr><td>Hors habitation :
Le montant de la garantie couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage dans la limite du coût total de construction déclaré par le maître d'ouvrage et sans pouvoir être supérieur au montant prévu au I de l'article R. 243-3 du code des assurances.</td></tr>
<tr><td>En présence d'un CCRD :
Lorsqu'un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD) est souscrit au bénéfice de l'assuré, le montant de la garantie est égal au montant de la franchise absolue stipulée par ledit contrat collectif.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Durée et maintien de la garantie</th></tr>
<tr><td colspan="2">La garantie s'applique pour la durée de la responsabilité décennale pesant sur l'assuré en vertu des articles 1792 et suivants du code civil. Elle est maintenue dans tous les cas pour la même durée.</td></tr>
</table>

3.2 GARANTIE DE RESPONSABILITE DU SOUS-TRAITANT EN CAS DE DOMMAGES DE NATURE DECENNALE

Le contrat garantit la responsabilité de l'assuré qui intervient en qualité de sous-traitant, en cas de dommages de nature décennale dans les conditions et limites posées par les articles 1792 et 1792-2 du code civil, sur des ouvrages soumis à l'obligation d'assurance de responsabilité décennale. Cette garantie est accordée pour une durée ferme de dix ans à compter de la réception visée à l'article 1792-4-2 du code civil.

La garantie couvre les travaux de réparation, notamment en cas de remplacement des ouvrages, qui comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou démontage éventuellement nécessaires.

Le montant des garanties accordées couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage sans pouvoir excéder, en cas de CCRD, 3 000 000 € par sinistre.

3.3 GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT

Le contrat garantit la responsabilité de l'assuré en cas de dommages matériels affectant les éléments d'équipements relevant de la garantie de bon fonctionnement visée à l'article 1792-3 du code civil.

Cette garantie est accordée pour une durée de deux ans à compter de la réception et pour un montant de 750 000 € par sinistre.

4. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE POUR LES OUVRAGES NON SOUMIS A L'OBLIGATION D'ASSURANCE

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation ;
- aux travaux réalisés en France Métropolitaine et dans les DROM ;
- aux opérations de construction non soumises à l'obligation d'assurance dont le coût total de construction H.T. tous corps d'état (honoraires compris), déclaré par le maître d'ouvrage, n'est pas supérieur à la somme de 26 000 000 €. Au-delà de ce montant, l'assuré doit déclarer le chantier concerné et souscrire auprès de l'assureur un avenant d'adaptation de garantie. A défaut, il sera appliqué la règle proportionnelle prévue à l'article L121-5 du code des assurances ;
- aux missions, travaux, produits et procédés de construction listés au paragraphe 1-1 ci-avant.

Dans le cas où les travaux réalisés ne répondent pas aux caractéristiques énoncées ci-dessus, l'assuré en informe l'assureur. Tous travaux, ouvrages ou opérations ne correspondant pas aux conditions précitées peuvent faire l'objet sur demande spéciale de l'assuré d'une garantie spécifique, soit par contrat soit par avenant.

Nature de la garantie	Montant de garantie
Garantie de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance mentionnés au contrat, y compris en sa qualité de sous-traitant, dans les conditions et limites posées par les articles 1792, 1792-4-1 et 1792-4-2 du code civil.	3 000 000 € par sinistre et par an

5. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE CIVILE EXPLOITATION

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux conséquences pécuniaires de la responsabilité incombant à l'assuré à l'occasion de l'exploitation de sa société pour l'exercice de son activité ;
- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation.

Nature de la garantie	Montants de garantie
Dommages corporels	8 000 000€ par sinistre
Dommages matériels et immatériels	2 000 000€ par sinistre
- dont dommages immatériels non consécutifs	1 000 000€ par sinistre
- dont dommages aux biens des préposés	50 000€ par sinistre

6. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE CIVILE PROFESSIONNELLE

Cette garantie a vocation à couvrir les dommages causés aux tiers relevant de la responsabilité civile professionnelle de l'assuré en dehors des dispositions relevant des articles 1792 et suivants du code civil relatifs à la garantie décennale traités aux paragraphes 2 et 3 ci-avant.

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux missions professionnelles listées au paragraphe 1 ci-avant ;
- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation.

Nature de la garantie	Montant de garantie
Dommages corporels	8 000 000 € par sinistre et par an
Dommages matériels et immatériels France	4 000 000 € par sinistre et par an
- dont dommages immatériels non consécutifs	1 000 000 € par sinistre et par an
- dont dommages aux biens confiés	200 000 € par sinistre et par an
Limite pour tous dommages confondus d'atteinte à l'environnement y compris ceux dus ou liés à l'amiante	1 000 000 € par sinistre et par an
Responsabilité environnementale (*pour les dommages survenus pendant la période de validité de la présente attestation et constatés pendant cette même période)*	150 000 € par sinistre et par an

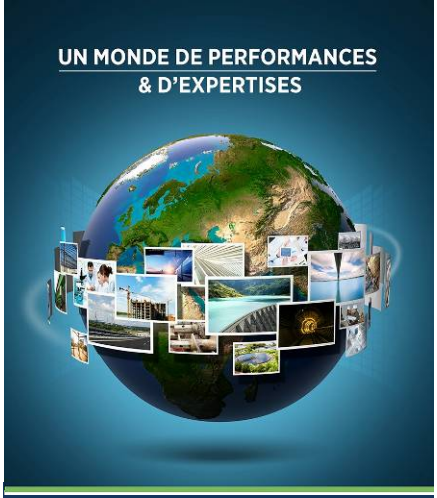
La présente attestation ne peut engager l'assureur au-delà des clauses et conditions du contrat précité auquel elle se réfère.

Fait à LIMOGES
Le 03/01/2020

Le Directeur général

P7612A

Annexe 2 : Etude géotechnique, Mission G2 PRO, GEOTECHNIQUE OUEST, 2019 – Projet KARMA – 8 rue Debussy



GEOTECHNIQUE OUEST

53 rue du Bois d'Amour

86280 ST BENOIT

Tel : 05.49.51.24.24

Contact86@geotechnique-sas.com

ETUDES

RECONNAISSANCES

ANALYSES

AUSCULTATION

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION

Mission G2 PRO

LA ROCHELLE (17)

8 Rue Debussy

Construction d'un ensemble de logements collectifs

Maître d'ouvrage :

MEDIATIM PROMOTION

Architecte:

LIONEL COURTIER

BET Structure :

BAG

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 "*in situ*" 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
Pressiométrique	SP1	100,04	8,0	4
	SP2	100,05	10,5	7
	SP3	100,07	8,0	4
Reconnaissance	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
Pressiométrique **Outils de forage** : forage destructif par roto percussion avec enregistrement de paramètres	SP101	100,00	19,3	5
Reconnaissance **Outils de forage** : forage destructif par roto percussion avec enregistrement de paramètres	S102	100,00	21,2	
Reconnaissance **Outils de forage** : 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 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 préssiomètriques

Les valeurs de la pression limite Pl et du module pressiométrique E_M sont les suivantes :

Remblais 01 : Pl = 0,60 à 0,70 MPa E_M = 5,2 à 8,5 MPa

Argiles 02 : Pl = 0,55 à 1,10 MPa E_M = 5,3 à 10,8 MPa

Calcaires 03 : Pl = 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. Lles valeurs sont les suivantes :

Argiles 02 : C (cohésion) = 10 à 18 MPa φ : 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 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.

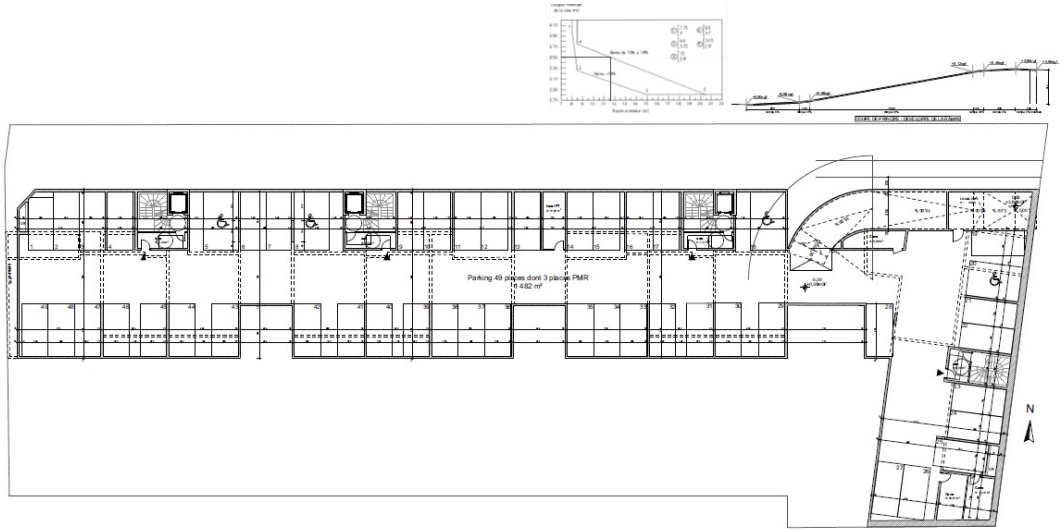
Les argiles 02 sous jacentes (présentes à partir des profondeurs variant de 0,6 à 3,1 m) sont beaucoup plus déformables que les calcaires 03.

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 entrainer 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 ***sols de couverture 01*** en épaisseur variable, constitués pour partie de remblais, au sein desquels, bien qu'aucune difficulté majeure de forage n'ait été mis 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 postériori 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 ***sols 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 ϕ 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 (Rc) est donnée par la relation :

$$\mathbf{Rc = Rb + Rs}$$

avec :

- Rb : résistance de pointe (kN),
- Rs : résistance de frottement axial (kN)

L'effort limite mobilisable par frottement latéral (Rs), sur toute la hauteur h concernée du fût du pieu est calculé par l'expression suivante :

$$\mathbf{Rs = Ps} \int_0^D \mathbf{qs(z)\ dz}$$

$$\mathbf{où\ qs\ (z) = \alpha_{pieu.sol}} \left(a \times Pl^{*} + b\right)\left(1 - e^{-c \times Pl}\right)$$

avec :

- Ps : périmètre du fût du pieu (m)
- $\alpha_{pieu.sol}$: 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 (Rs) et la résistance de pointe (Rb) permettent le calcul de la :

- résistance de frottement caractéristique : $R_{s;k} = Rs / (\gamma_{Rd1}\ \gamma_{Rd2})$
- résistance de pointe caractéristique : $Rb_{;k} = Rb / (\gamma_{Rd1}\ \gamma_{Rd2})$

où γ_{Rd1} et γ_{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 :

- $Q_{ELS\ caractéristique} = 0.5\ R_{b;k} + 0.7\ R_{s;k}$
- $Q_{ELS\ combinaison\ caractéristique} = Q_{ELS\ caractéristique} / \gamma_{cr\ caractéristique\ 1}$
- $Q_{ELS\ quasi\ permanent} = Q_{ELS\ caractéristique} / \gamma_{cr\ caractéristique\ 2}$
- $Q_{ELU\ durable\ et\ transitoire} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$
- $Q_{ELU\ accidentel} = R_{s;k} / \gamma_{s(acc)} + R_{b;k} / \gamma_{b(acc)}$

où $\gamma_{cr\ caractéristique\ 1}$, $\gamma_{cr\ caractéristique\ 2}$, γ_s, γ_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)	
		ϱ pieu-sol	qs (KPa)	ϱ 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 :

		FS			FTC		
Charges Extrêmes		**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 qs et kp 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'Enterprise 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***.

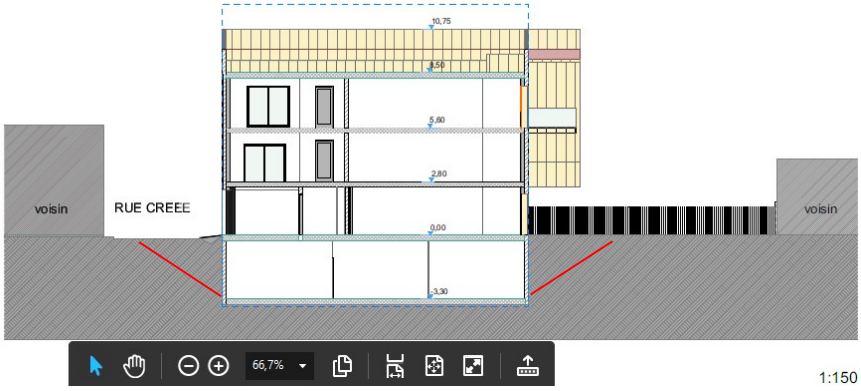
Les sols en place sont sensibles aux variations de teneur en eau et donc aux intempéries ainsi qu'aux circulations des engins de chantier. Des précipitations, même peu importantes, produiront une diminution très nette de la portance

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 :

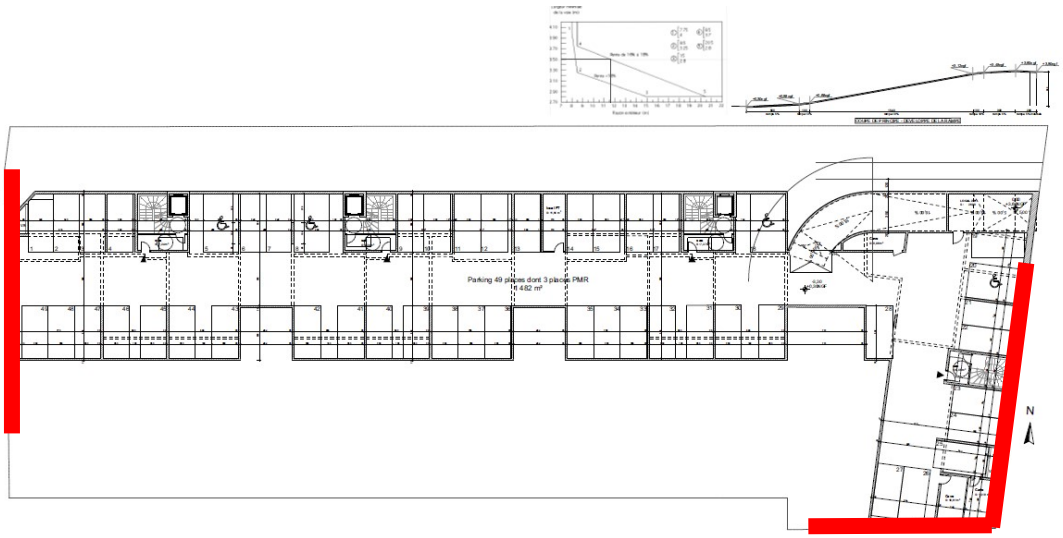
- la géométrie,
- la résistance au cisaillement des sols (ou des roches),
- les pressions de l'eau interstitielle,
- les sollicitations extérieures (climatiques et anthropiques).



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.

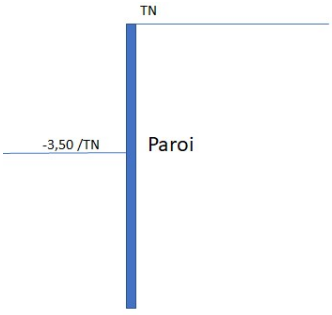
11.3 Ouvrage de soutènement

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 suivants :



Nous proposons des parois provisoires de type berlinoise, ou provisoires voire définitives de type pieux sécants ou parois lutéciennes.

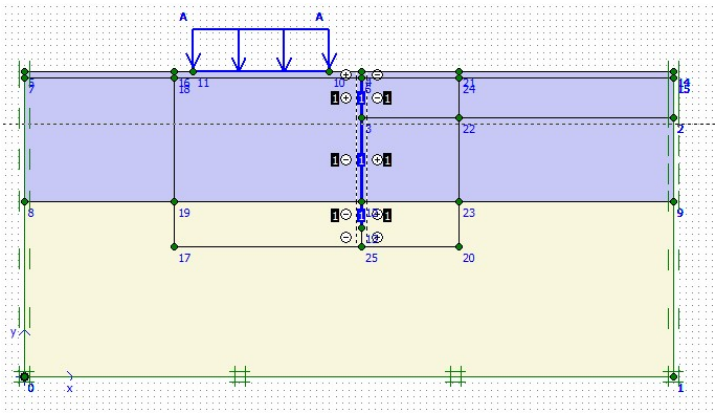
Une coupe géotechnique est proposée :



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=15kPa, φ=18° et E=15MPa
- Les caractéristiques mécaniques de la couche de calcaire sont : c=40kPa, φ=35° et E=100MPa
- La nappe est située à -4,00/TN
- La profondeur de l'excavation est à -3,50m/TN
- La longueur de micropieux (parois belinoises) est de 12 m
- Une charge de 15 kN/ m² est considérée en haut de l'excavation (voirie)



Les matériaux retenus pour la conception de la paroi Micro-berlinoise sont les suivants :

- Profilés 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 : Ea = 210 000 MPa,
  - Produit d'inertie EI : 2616 kN m²,
  - EA=407400 kN
- Parement inter-profilés :
  - Boisage,
  - Module d'élasticité du bois : > 10 000 MPa,
  - Résistance en flexion f_y : > 10 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.

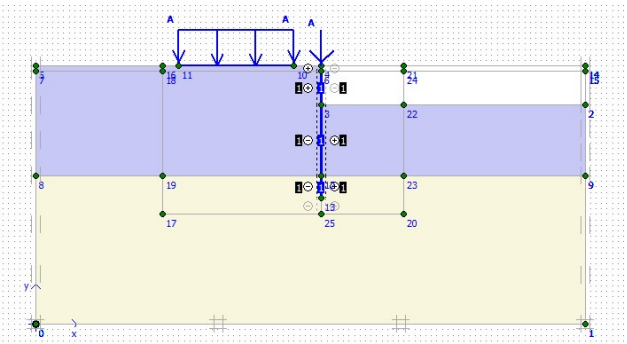
L'étude de la stabilité générale vis-à-vis des grands déplacements a été effectuée en utilisant la méthode de réduction de résistance au cisaillement du sol. Cette méthode permet de calculer un coefficient de sécurité pour une situation donnée en réduisant les paramètres de cisaillement du sol. La valeur 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.

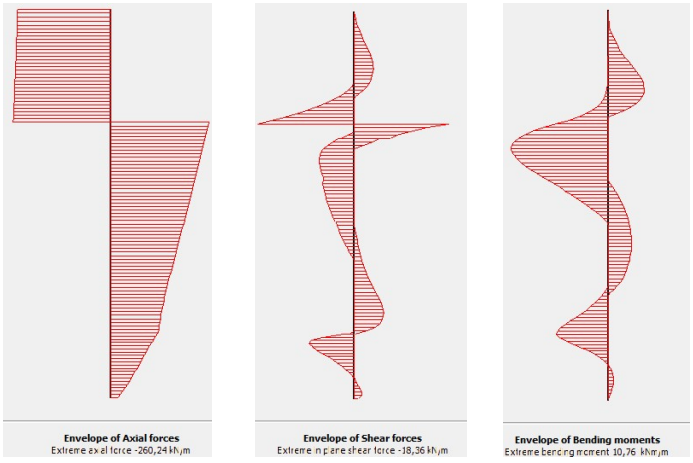
Les matériaux retenus pour la conception de la paroi lutécienne sont les suivants :

- Pieux :
  - Pieux forés simple ou à la tarière de diamètre minimal 400mm, espacés de 1,5m
  - Module d'élasticité différé du béton : E_b = 10 000 MPa,
  - Produit d'inertie EI : 8378 kN m² (pour les pieux de 400mm),
  - EA=837758 kN/m (pour les pieux de 400mm).
- Parement inter-pieux :
  - Le parement sera constitué de béton projeté et renforcé par des treillis soudés.
  - Produit d'inertie EI : *négligé en phase provisoire*.

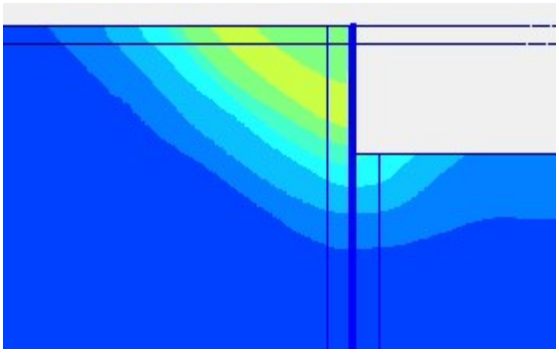
La longueur de pieux est au moins 12 m (en fonction de la charge verticale). En plus des hypothèses ci-dessus énumérées, une charge verticale est considérée sur le pieux de 25t/ml. La cohésion de la couche d'argile considérée dans ce modèle est de 10 kPa.



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 boulance, 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

GEOTECHNIQUE OUEST
53 rue du Bois d'Amour – 86280 ST BENOIT– tél. : 05.49.51.24.24 – e-mail : contact86@geotechnique-sas.com

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 rotopercussion (S102)

FEVRIER 2019
GEOTECHNIQUE OUEST

Contrat VJt2018-08-121

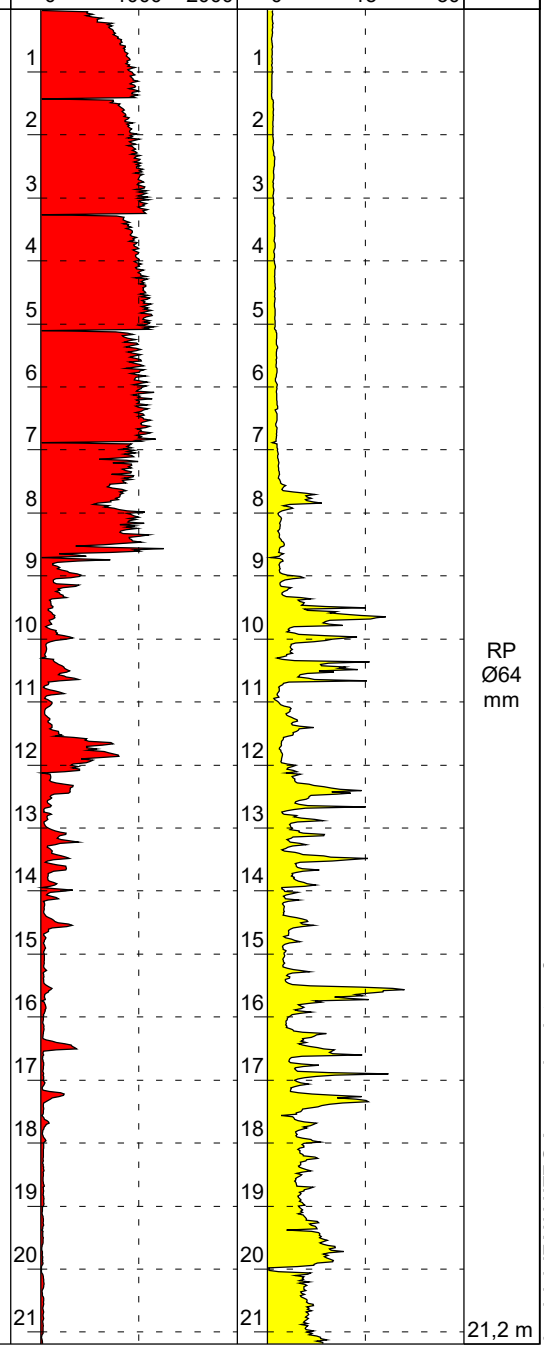
LA ROCHELLE (17) - Quartier Rompsay
8, rue Debussy

Cote locale : **100.0**

Machine : **EMCI SILEA 450**

Forage : S102

Cote locale	Lithologie	Vitesse d'avancement (0 1000 2000)	Pression d'injection (0 15 30)	Outil
99,9 m				
99,4 m	01 - Béton 0,15 m			
	01 - Remblais 0,6 m			
	02 - Argiles gris-bleu			
91,4 m	8,6 m			
	03 - Calcaires à quelques passages décimétriques plus tendres			RP Ø64 mm
78,8 m	21,2 m			21,2 m



Arrêt à 21,2 m
Niveau d'eau non mesurable durant le forage avec injection de boue

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

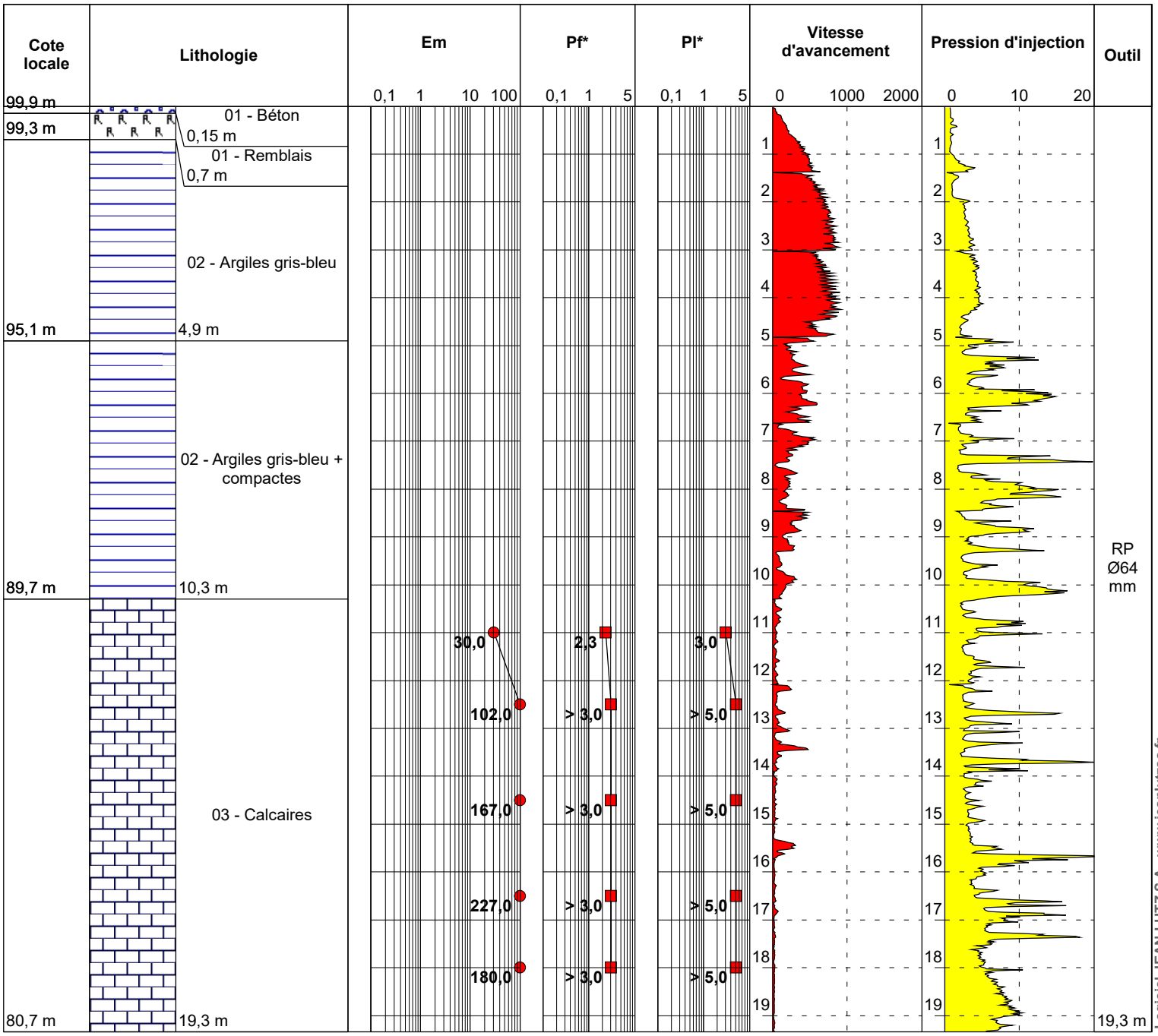
Contrat VJt2018-08-121

LA ROCHELLE (17) - Quartier Rompsay
8, rue Debussy

Cote locale : **100.0**

Machine : **EMCI SILEA 450**

Forage : SP101



Arrêt à 19,3 m

Niveau d'eau non mesurable durant le forage avec injection de boue

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110

GÉOtechnique sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE OUEST

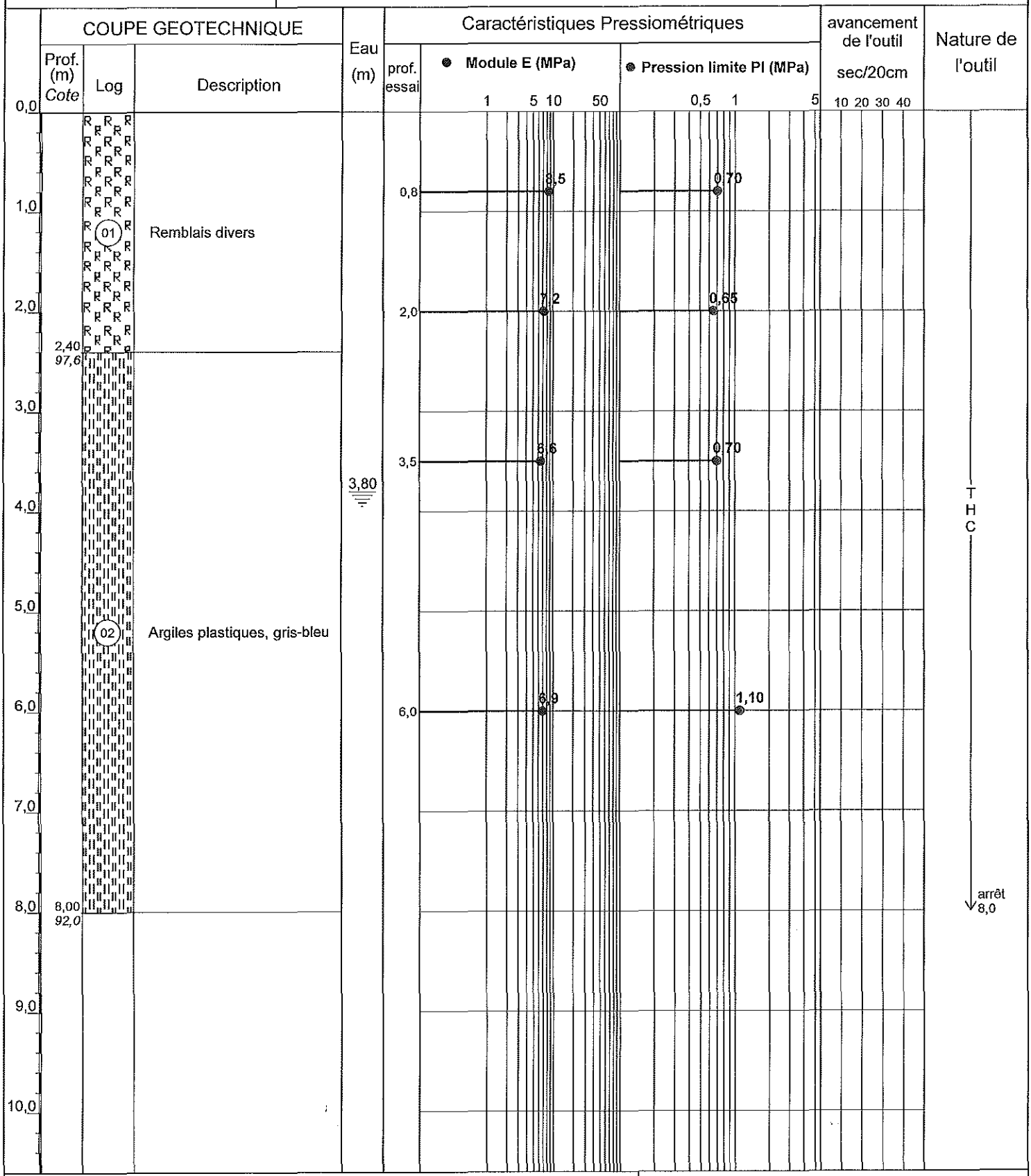
Etude : LA ROCHELLE (17)

N° 2018-08-121

Sondage : **SP1**

Cote : 100.0

Date : 09 et 10/01/189



Niveau d'eau stabilisé : 3,80m (cote : 96,2)

MATERIEL ET OUTILS UTILISES

↓ Arrêt volontaire X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110

GÉOtechnique sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE OUEST

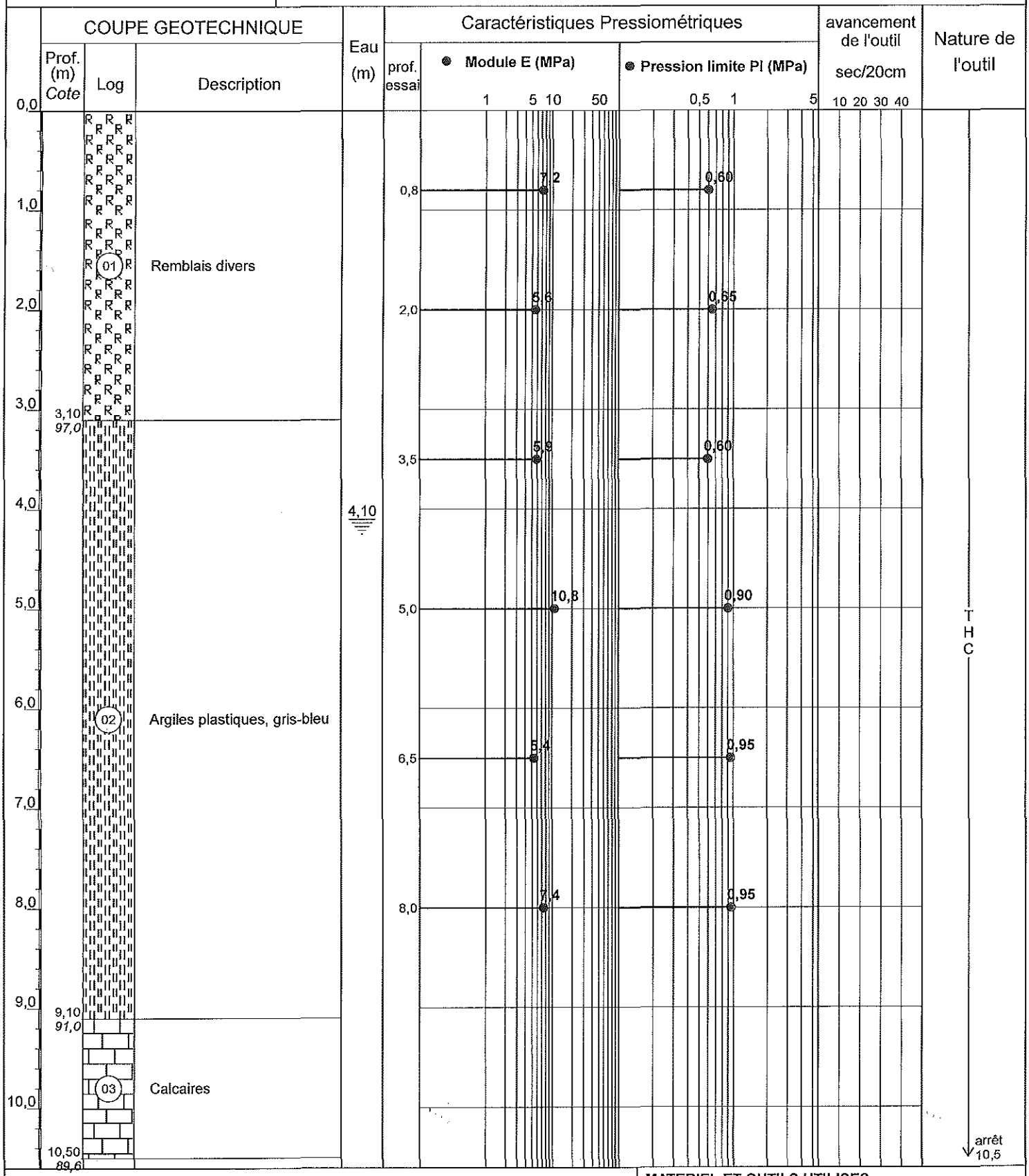
Etude : LA ROCHELLE (17)

N° 2018-08-121

Sondage : **SP2**

Cote : 100.1

Date : 09 et 10/01/189



Niveau d'eau stabilisé : 4,10m (cote : 96,0)

MATERIEL ET OUTILS UTILISES

⏚ Arrêt volontaire X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD - Effectué conformément à la norme NF P 94-110

GÉOtechnique sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE OUEST

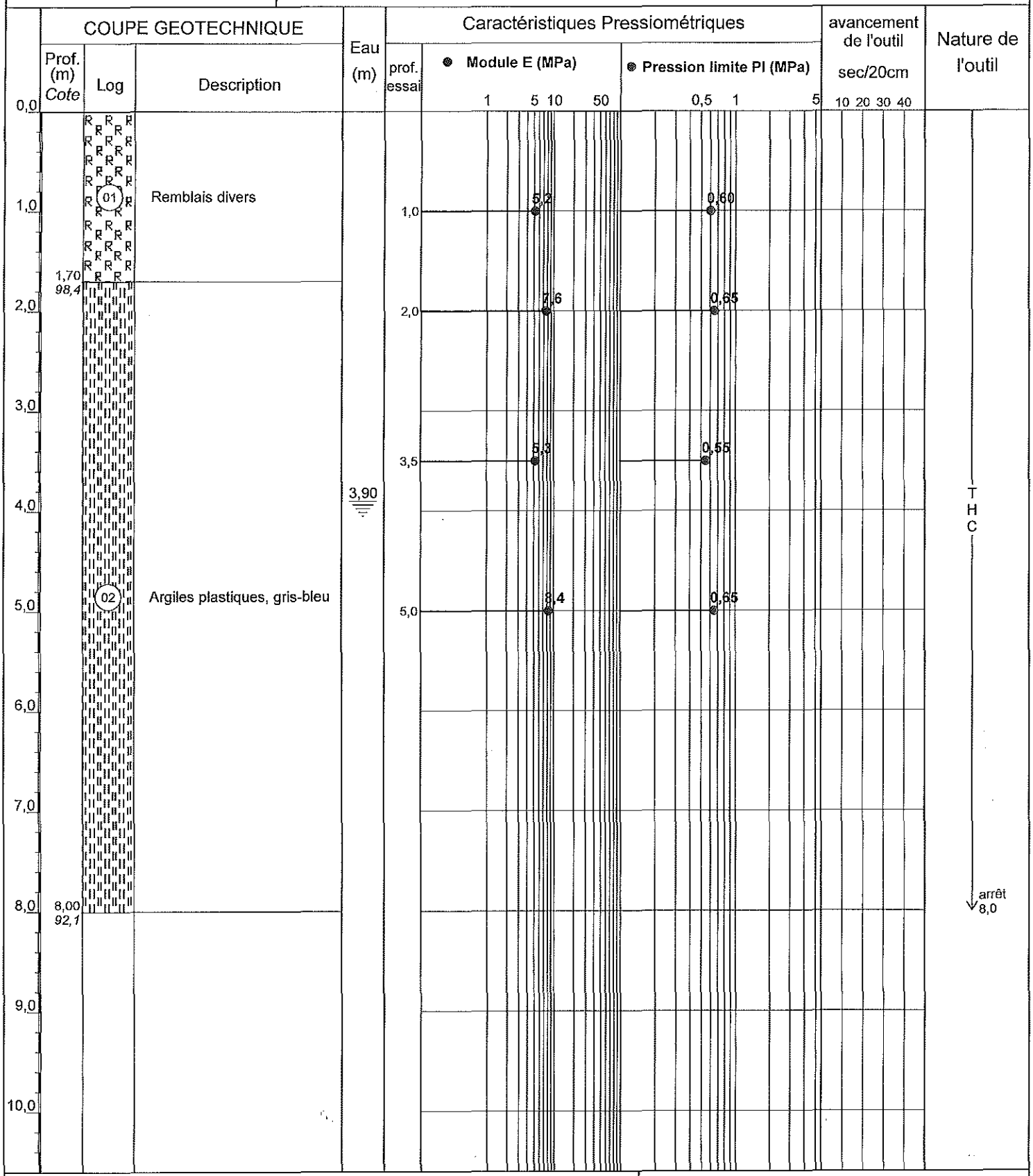
Etude : LA ROCHELLE (17)

N° 2018-08-121

Sondage : **SP3**

Cote : 100.1

Date : 09 et 10/01/189



Niveau d'eau stabilisé : 3,90m (cote : 96,2)

MATERIEL ET OUTILS UTILISES

↓ Arrêt volontaire X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm

GÉOtechnique sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE OUEST

Etude : LA ROCHELLE (17)

N° 2018-08-121

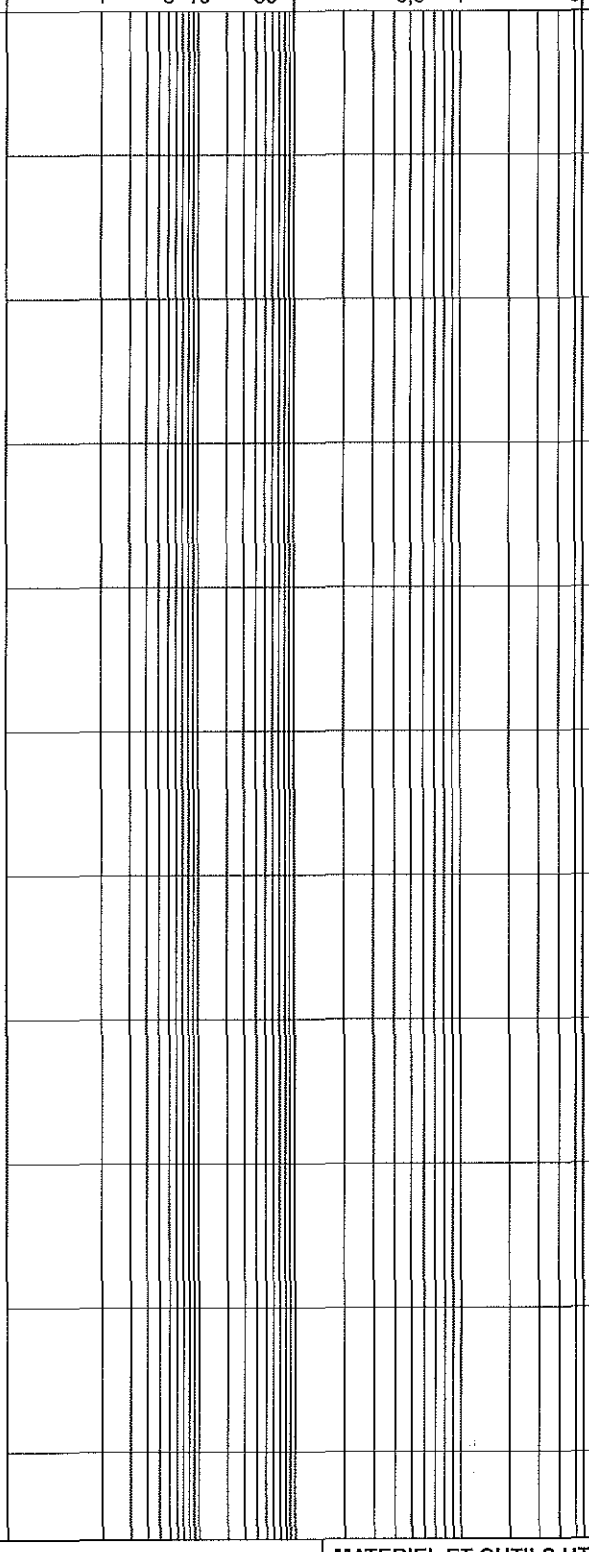
Sondage : **S4**

Cote : 100.0

Date : 09 et 10/01/189

Prof. (m) Cote	Log	Description	Eau (m)
0,0			
	01	Remblais divers	
1,90 98,1			
	02	Argiles plastiques, gris-bleu	2,90
5,00 95,0			

Caractéristiques Pressiométriques



Niveau d'eau stabilisé : 2,90m (cote : 97,1)

MATERIEL ET OUTILS UTILISES

↓ Arrêt volontaire X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm

GÉOtechnique sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE OUEST

Etude : LA ROCHELLE (17)

N° 2018-08-121

Sondage : **S5**

Cote : 100.0

Date : 09 et 10/01/189

COUPE GEOTECHNIQUE			Eau	Caractéristiques Pressiométriques			avancement de l'outil	Nature de l'outil
Prof. (m) Cote	Log	Description	(m)	prof. essai	● Module E (MPa) 1 5 10 50	● Pression limite Pl (MPa) 0,5 1 5	sec/20cm 10 20 30 40	
0,0								
1,0	01	Remblais divers						THC
2,0	2,00 98,0							arrêt 2,0
3,0								
4,0								
5,0								
6,0								
7,0								
8,0								
9,0								
10,0								

MATERIEL ET OUTILS UTILISES

↓ Arrêt volontaire X REFUS

THC : Tarière Hélicoïdale Continue de 63mm

GEOTECHNIQUE OUEST
53 rue du Bois d'Amour – 86280 ST BENOIT– tél. : 05.49.51.24.24 – e-mail : contact86@geotechnique-sas.com

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

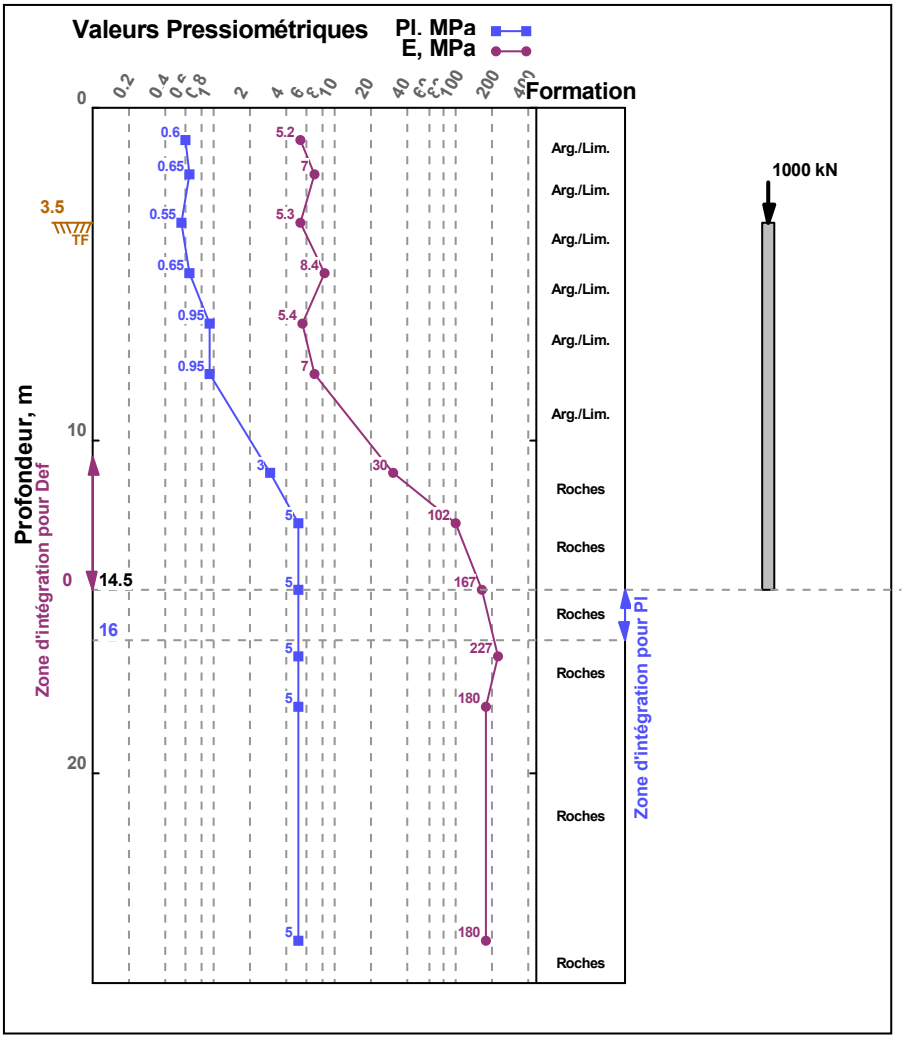
Mission G2 – Phase PRO

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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

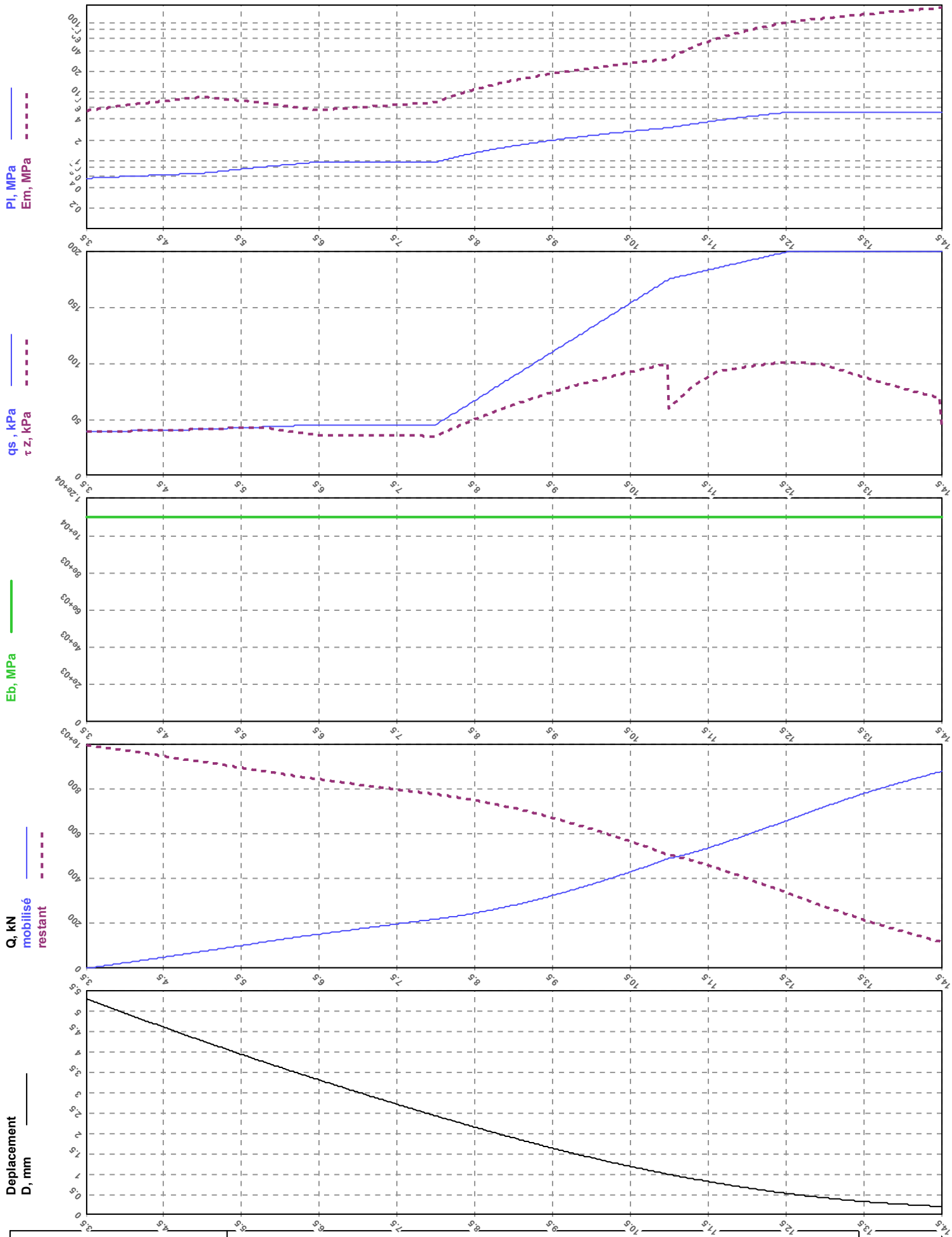
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 1.75 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 1.92 MN
Rc;d (ELU sismique) = 1.75 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.33 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.09 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.857 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

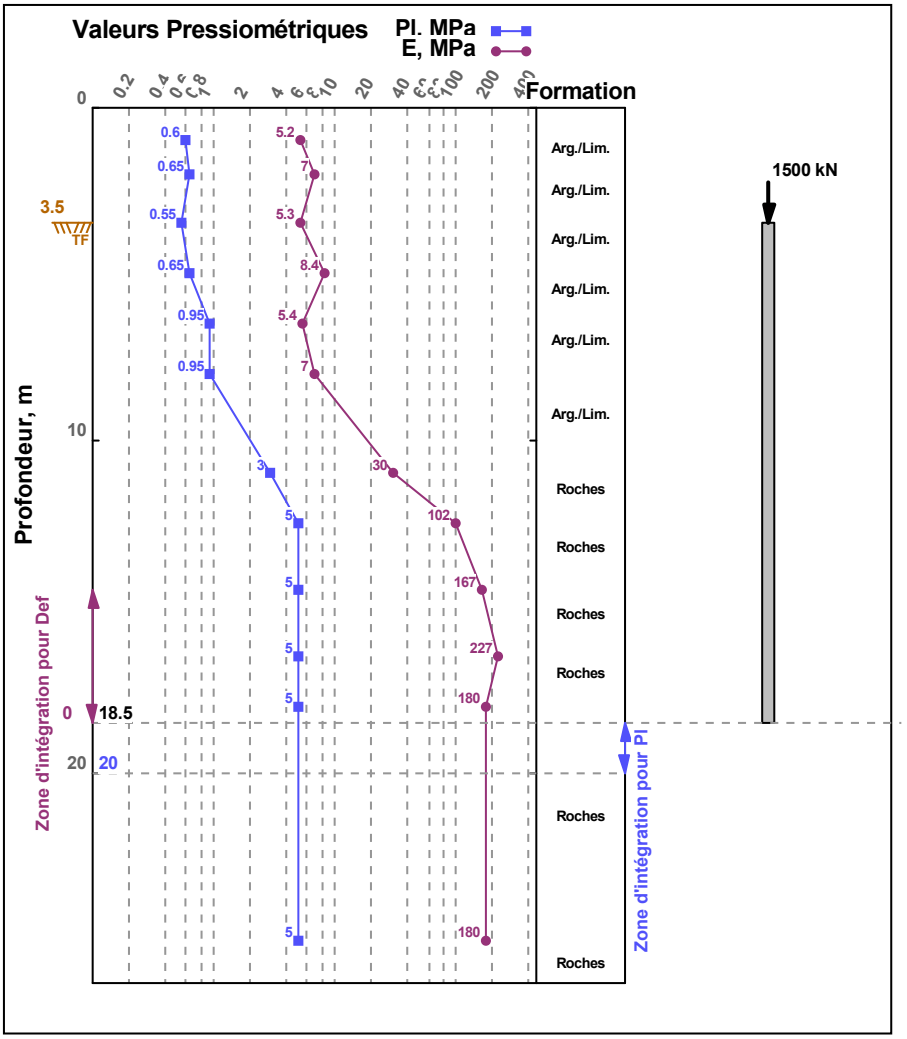
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.96 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(14.5) = 7.25e+03 kPa
qp(14.5) = 954 kPa
q'u(14.5) = 120 kN

Tassement D = 5.32 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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	kpmax = 1.45	Tab. F4.2.1
Def = 4 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 = 1.76 MN	Chap 14.2.2	Rt;cr;k = 1.15 MN	Chap 14.2.2

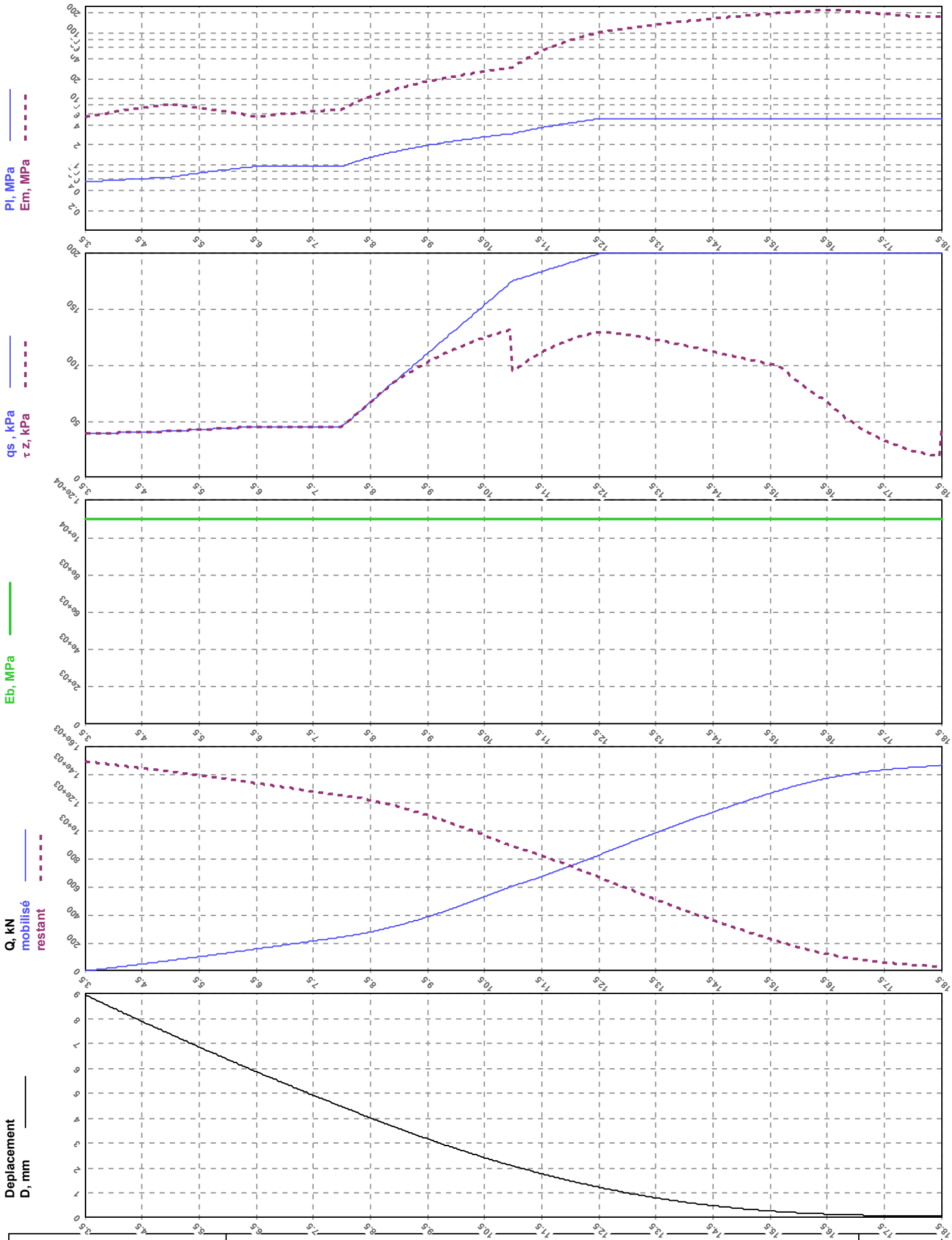
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.47 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 2.71 MN
Rc;d (ELU sismique) = 2.47 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.95 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.6 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.42 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

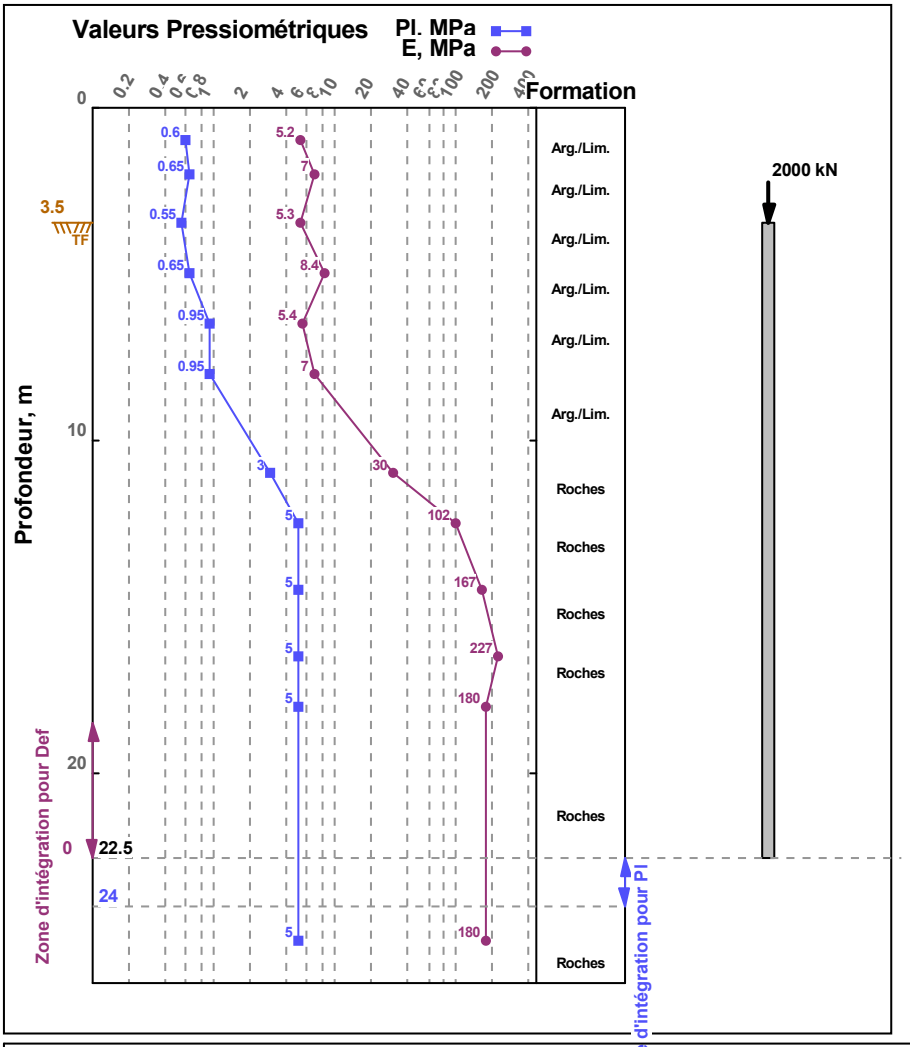
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 11.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(18.5) = 7.25e+03 kPa
qp(18.5) = 261 kPa
q'u(18.5) = 32.9 kN

Tassement D = 8.97 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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	kpmax = 1.45	Tab. F4.2.1
Def = 4 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 = 2.31 MN	Chap 14.2.2	Rt;cr;k = 1.6 MN	Chap 14.2.2

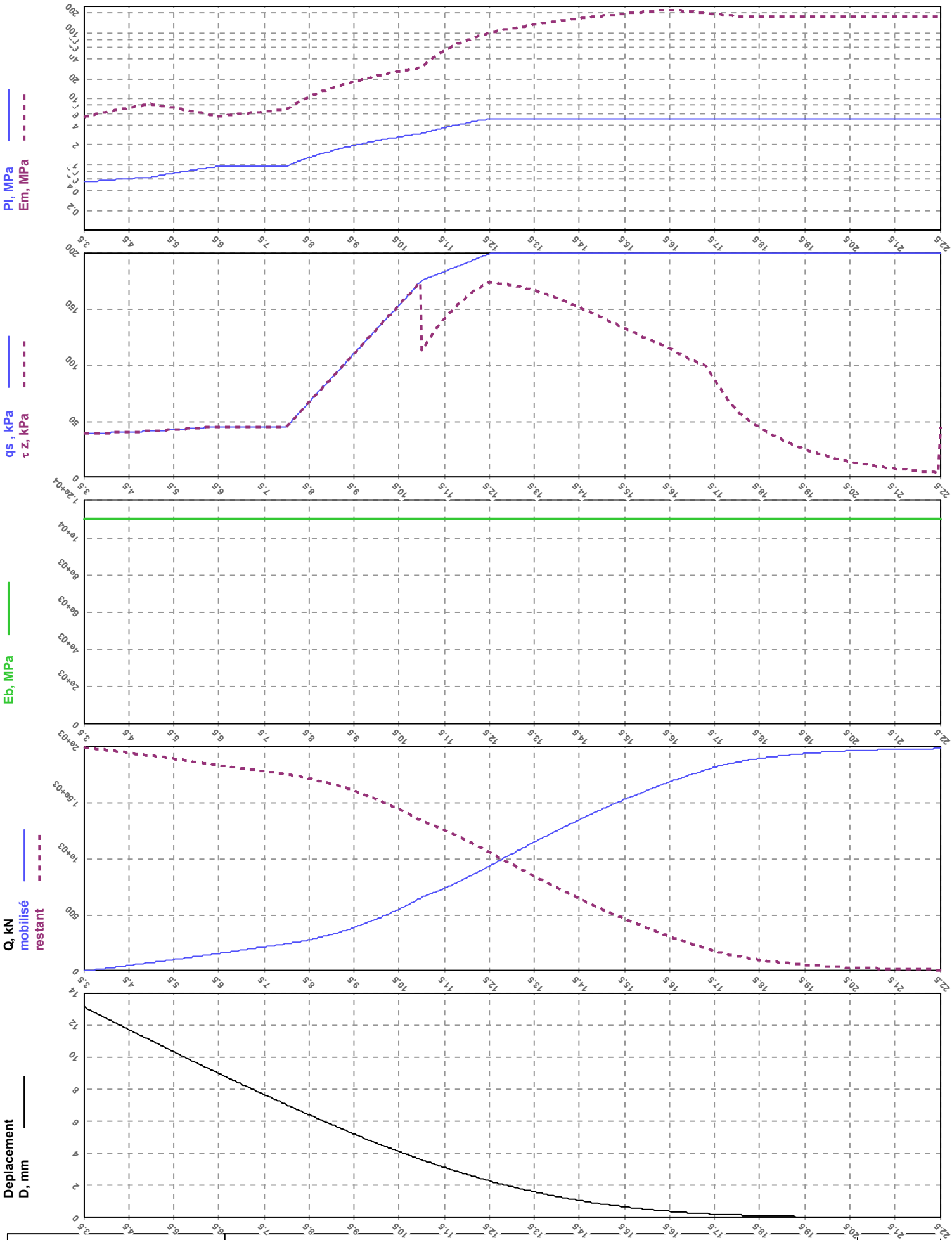
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.19 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.51 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.19 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.57 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.1 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.99 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

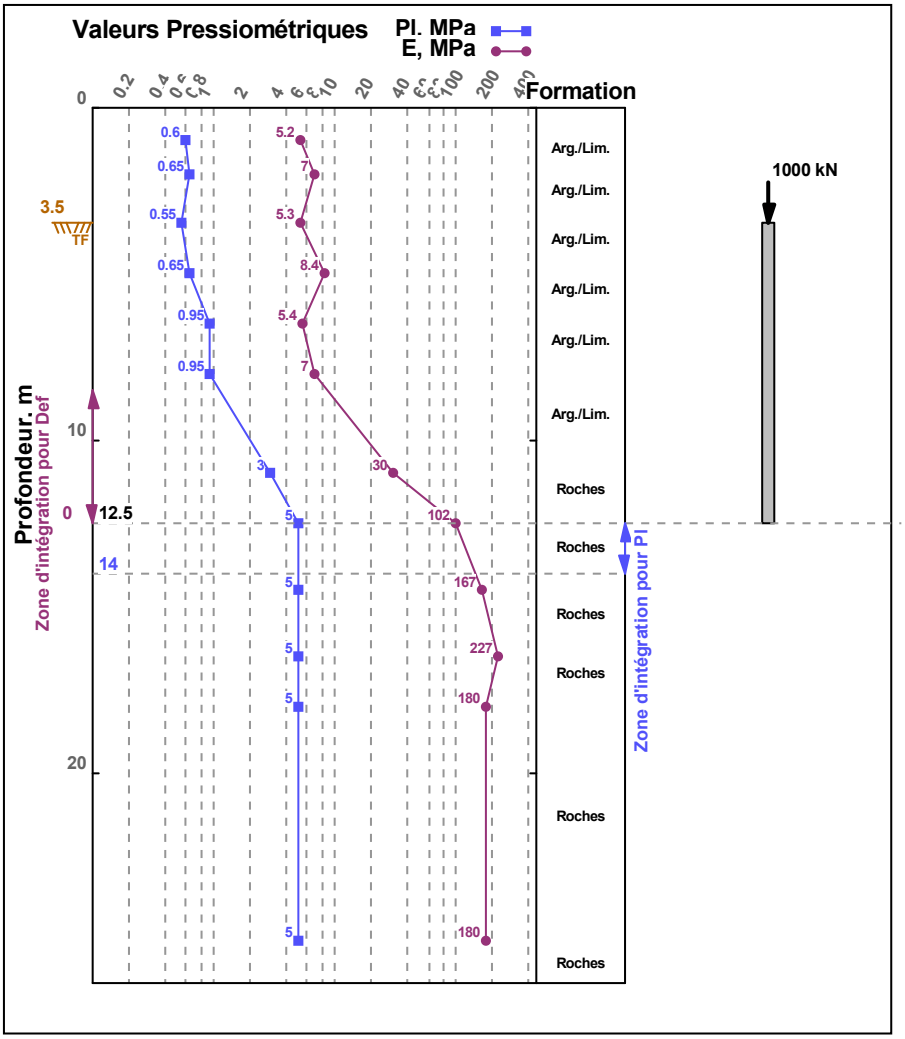
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 15.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(22.5) = 7.25e+03 kPa
qp(22.5) = 59.6 kPa
q'u(22.5) = 7.49 kN

Tassement D = 13.2 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 12.5 m
Largeur B : 0.4 m
Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

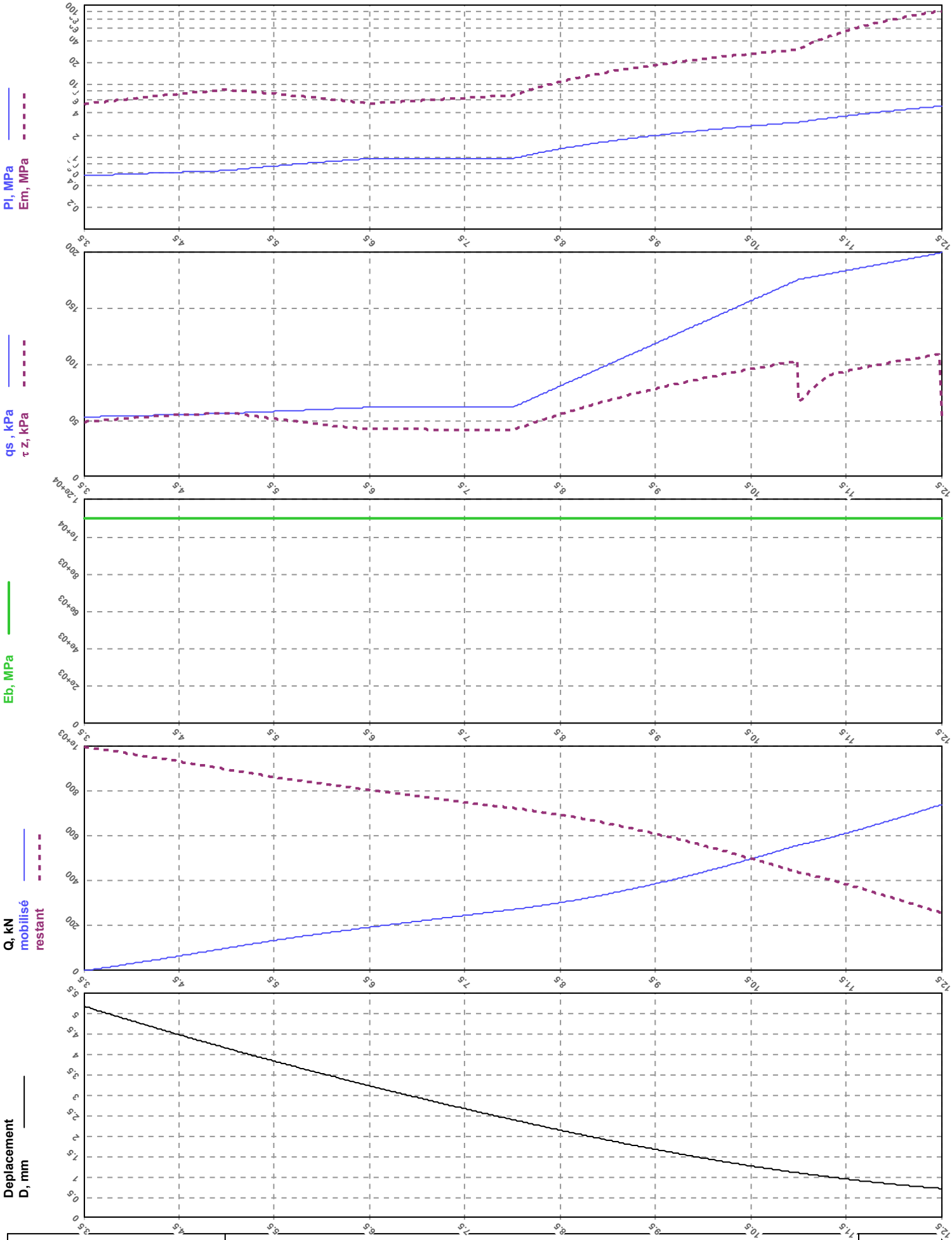
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 1.72 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 1.89 MN
Rc;d (ELU sismique) = 1.72 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.25 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.02 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.641 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

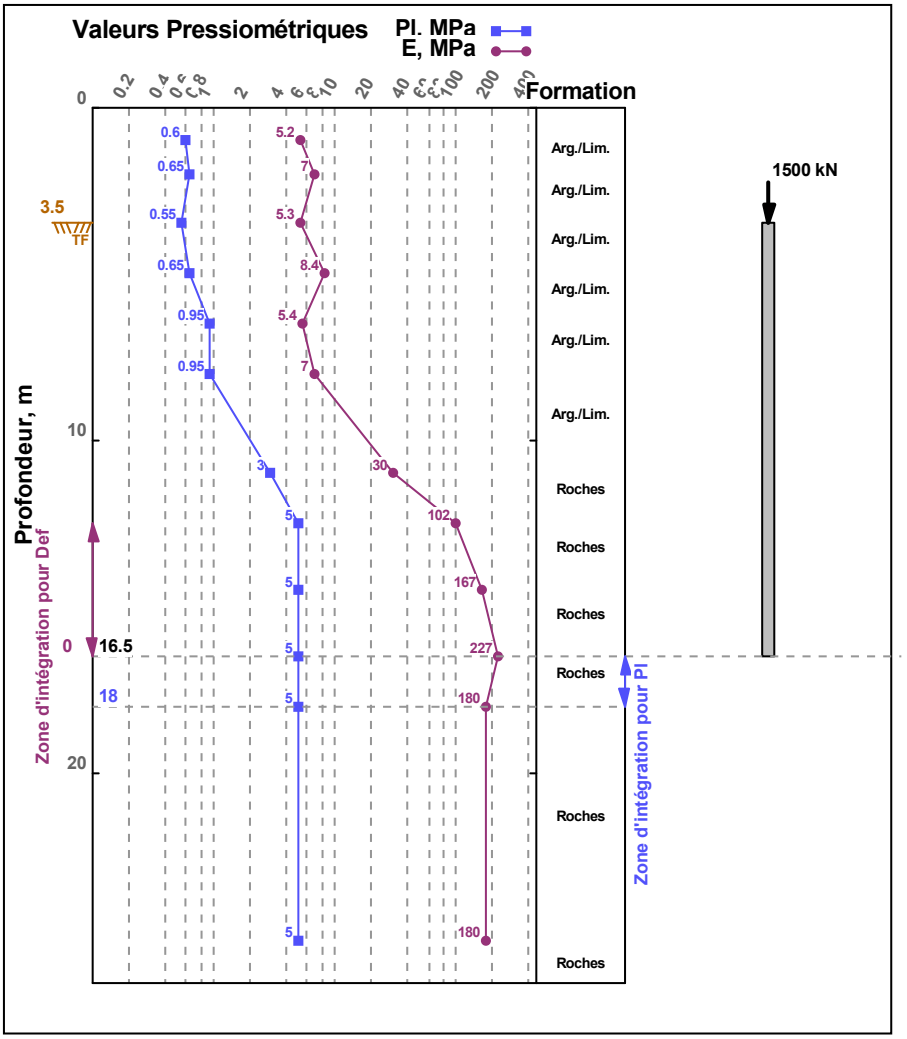
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.96 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(12.5) = 1e+04 kPa
qp(12.5) = 2.02e+03 kPa
q'u(12.5) = 253 kN

Tassement D = 5.2 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 16.5 m
Largeur B : 0.4 m
Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

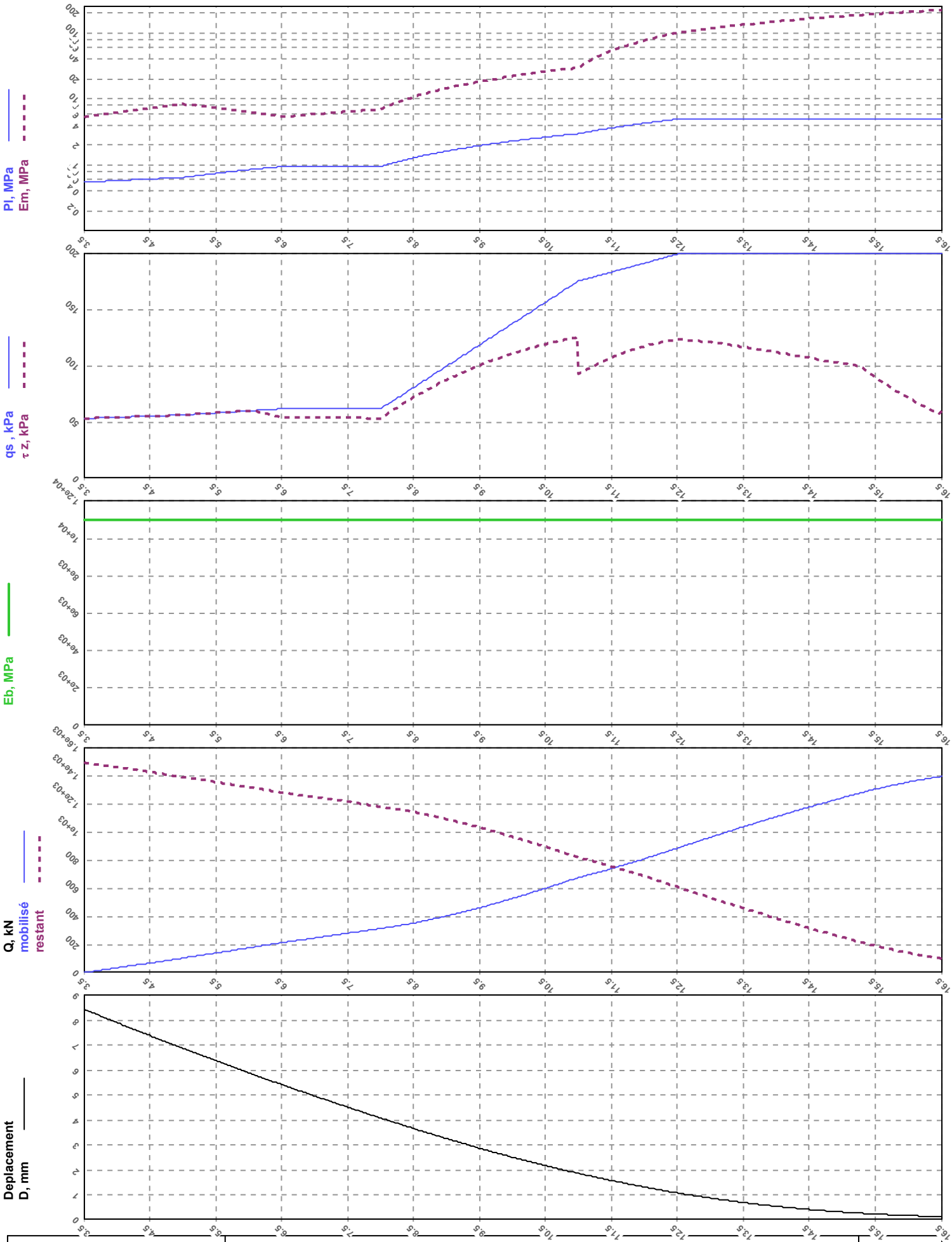
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.44 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 2.69 MN
Rc;d (ELU sismique) = 2.44 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.87 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.53 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.21 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

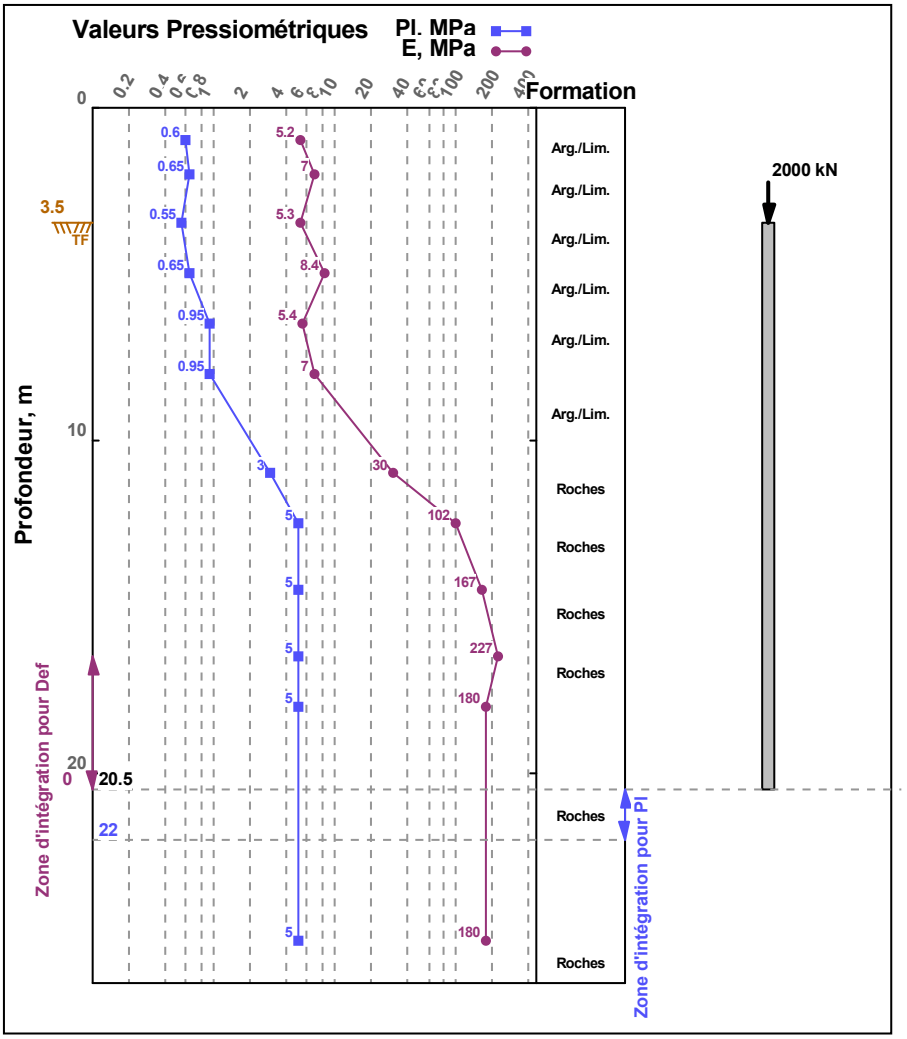
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 11.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(16.5) = 1e+04 kPa
qp(16.5) = 785 kPa
q'u(16.5) = 98.7 kN

Tassement D = 8.46 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 20.5 m
Largeur B : 0.4 m
Périmètre : 1.26 m ; aire : 0.126 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 3.15 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	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 = 2.24 MN	Chap 14.2.2	Rt;cr;k = 1.43 MN	Chap 14.2.2

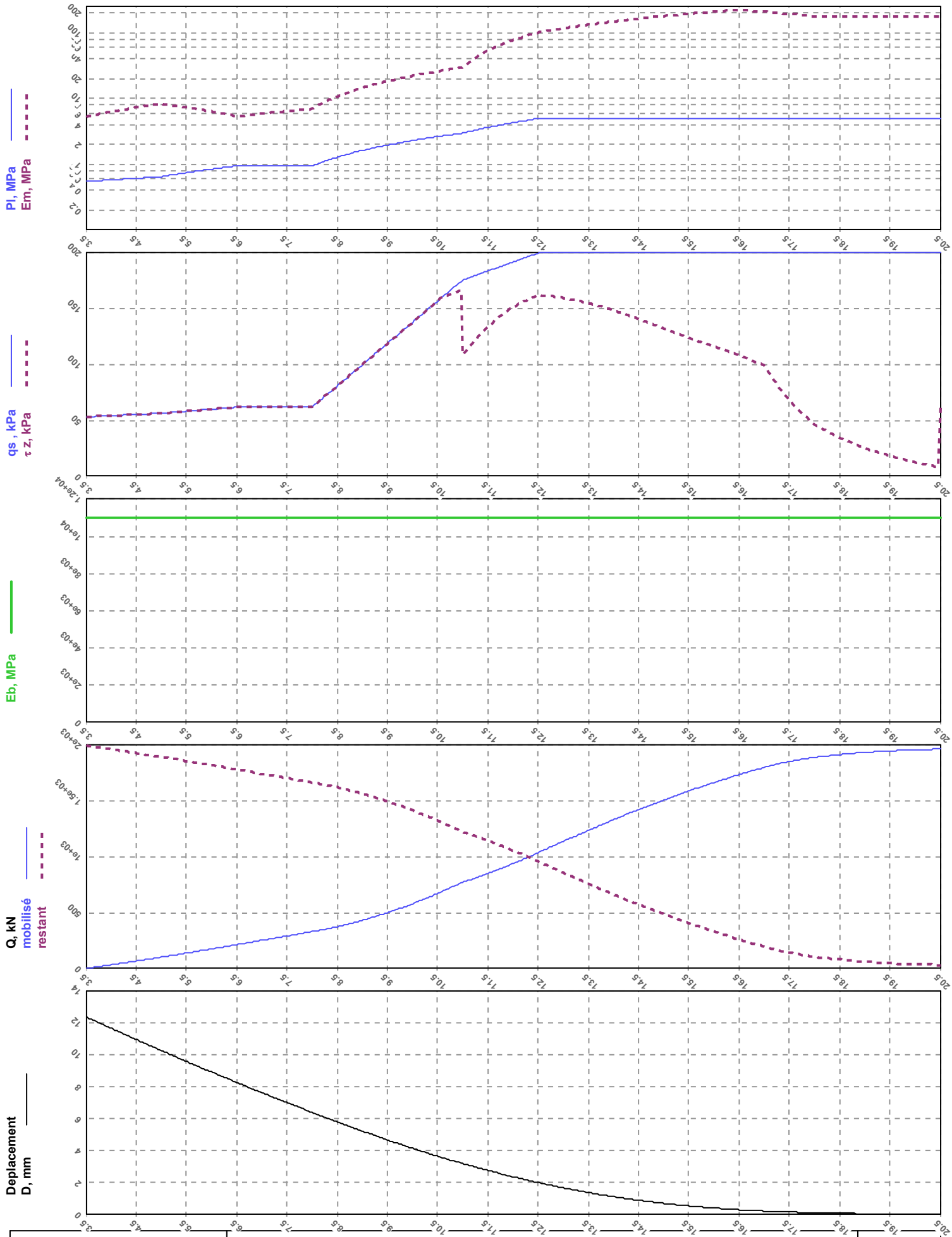
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.16 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.48 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.16 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.49 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.03 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.78 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

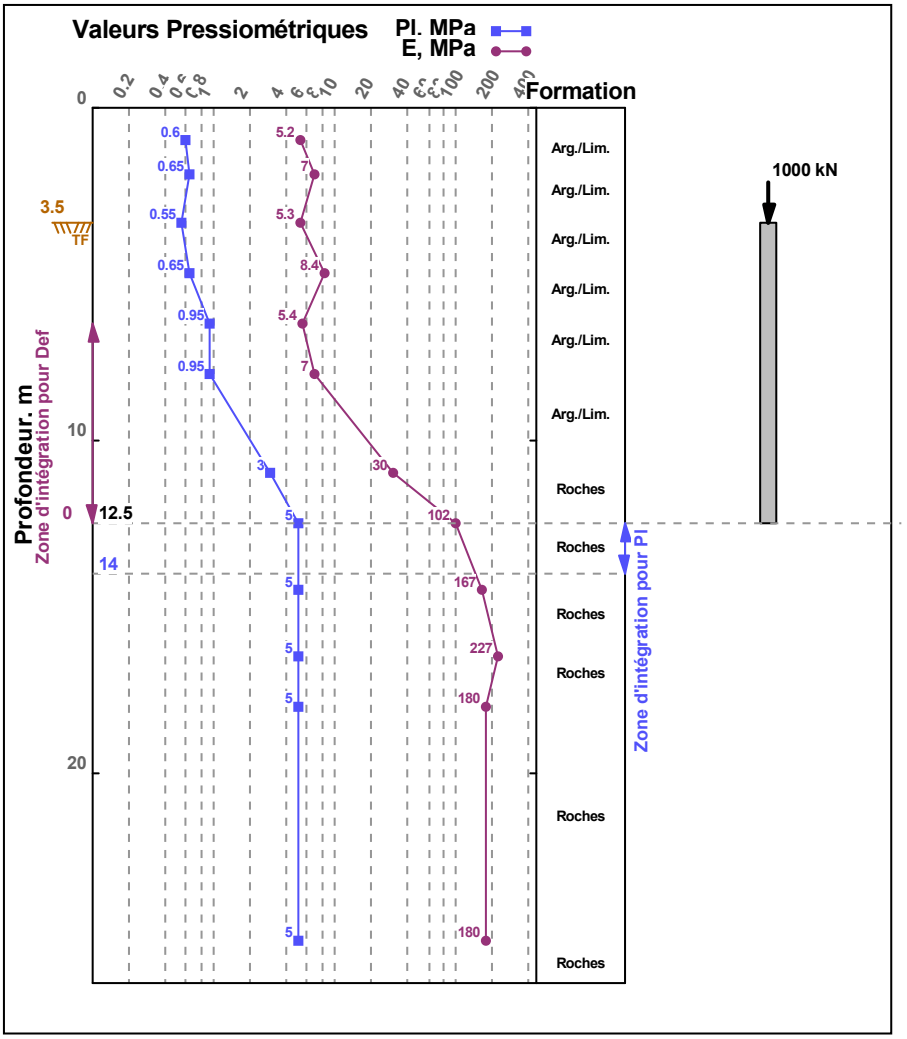
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 15.9 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(20.5) = 1e+04 kPa
qp(20.5) = 114 kPa
q'u(20.5) = 14.3 kN

Tassement D = 12.4 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

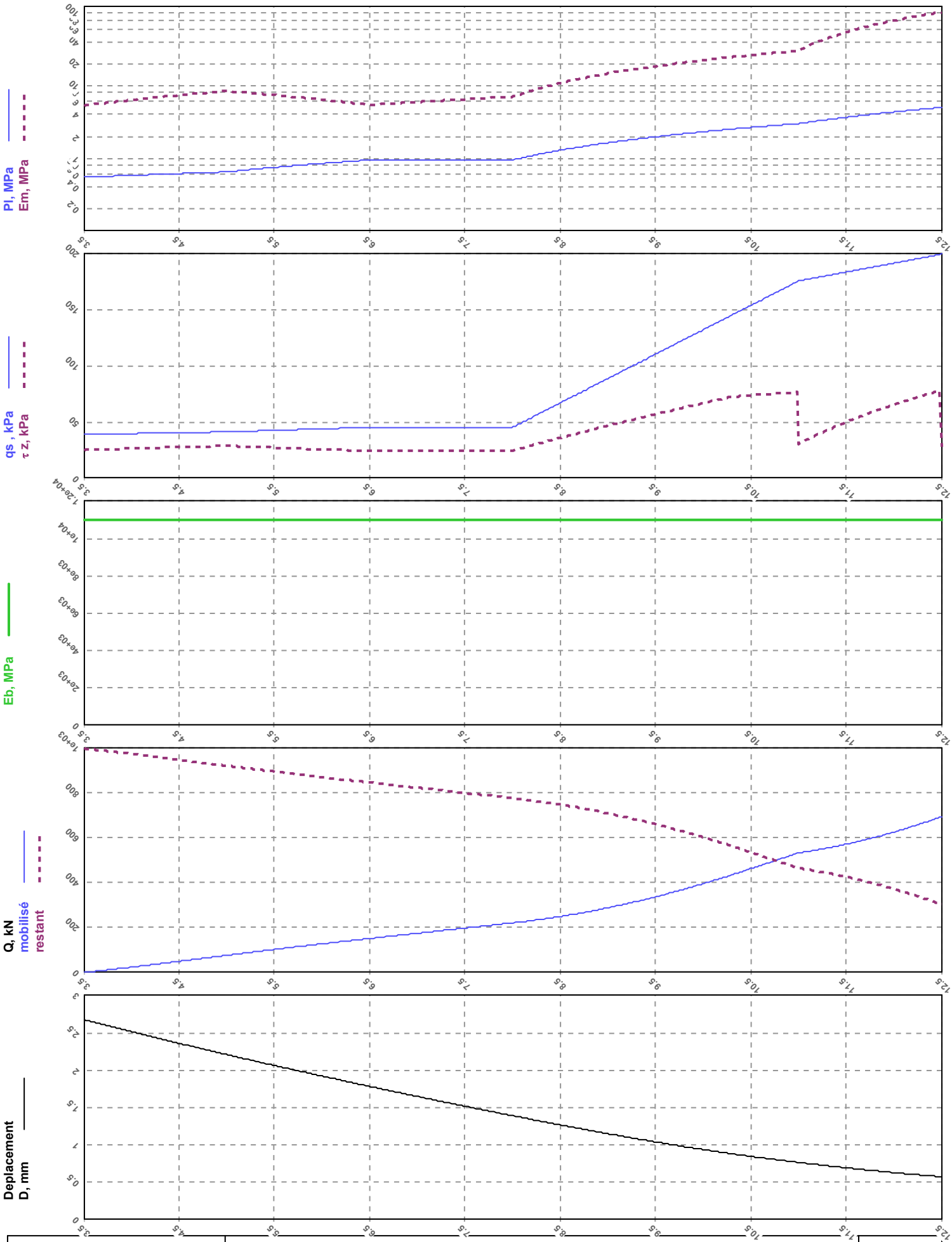
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.52 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 2.77 MN
Rc;d (ELU sismique) = 2.52 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 1.81 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.48 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.86 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

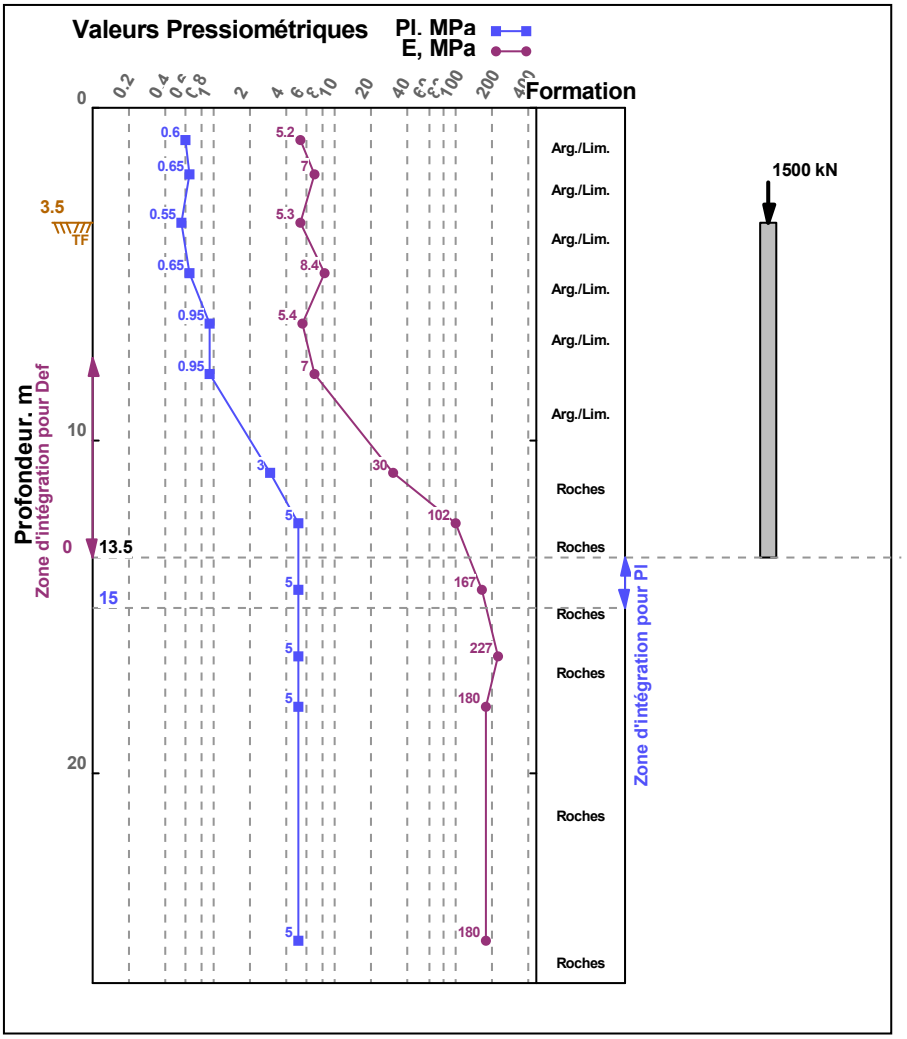
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 3.54 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(12.5) = 7e+03 kPa
qp(12.5) = 1.08e+03 kPa
q'u(12.5) = 305 kN

Tassement D = 2.68 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, 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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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	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 = 2.05 MN	Ann. F4.1
Rb;k = 1.62 MN	Ann. C.2.6		
Rc;cr;k = 1.86 MN	Chap 14.2.2	Rt;cr;k = 0.863 MN	Chap 14.2.2

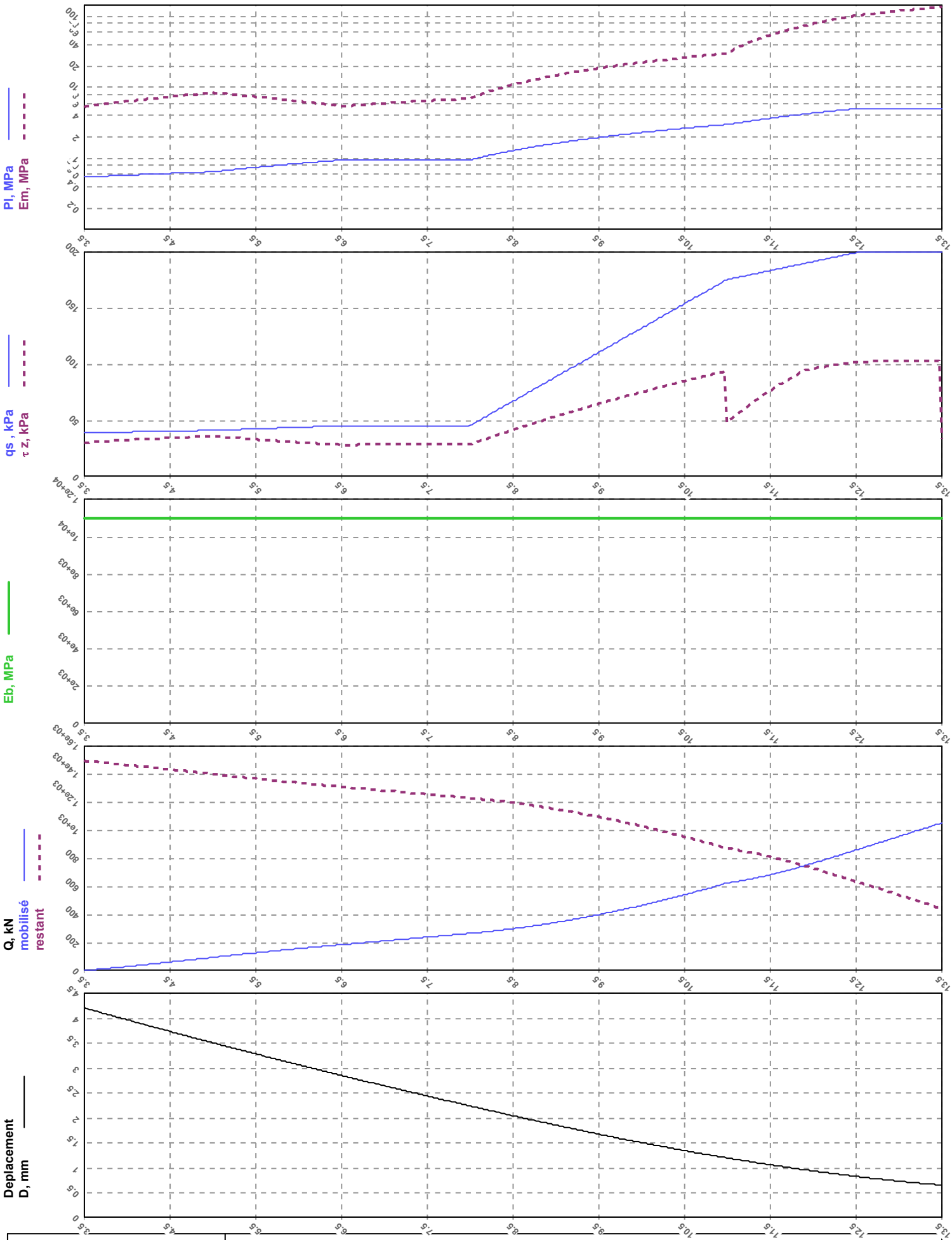
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 2.84 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.12 MN
Rc;d (ELU sismique) = 2.84 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.07 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.69 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.07 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 1.17 MN
Rt;d (ELU sismique) = 1.07 MN
Rt;cr;d (ELS caractéristiques) = 0.785 MN
Rt;cr;d (ELS quasi-permanent) = 0.576 MN

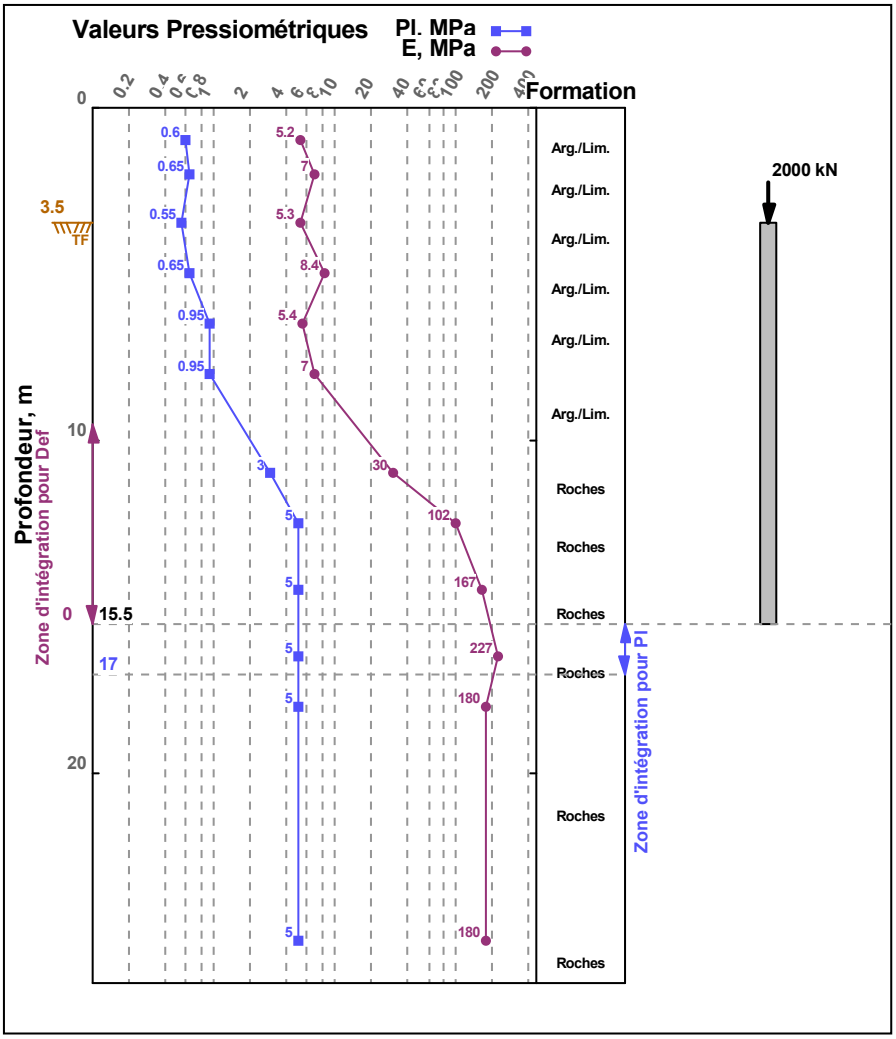
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 5.31 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(13.5) = 7.25e+03 kPa
qp(13.5) = 1.62e+03 kPa
q'u(13.5) = 458 kN

Tassement D = 4.22 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, 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 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

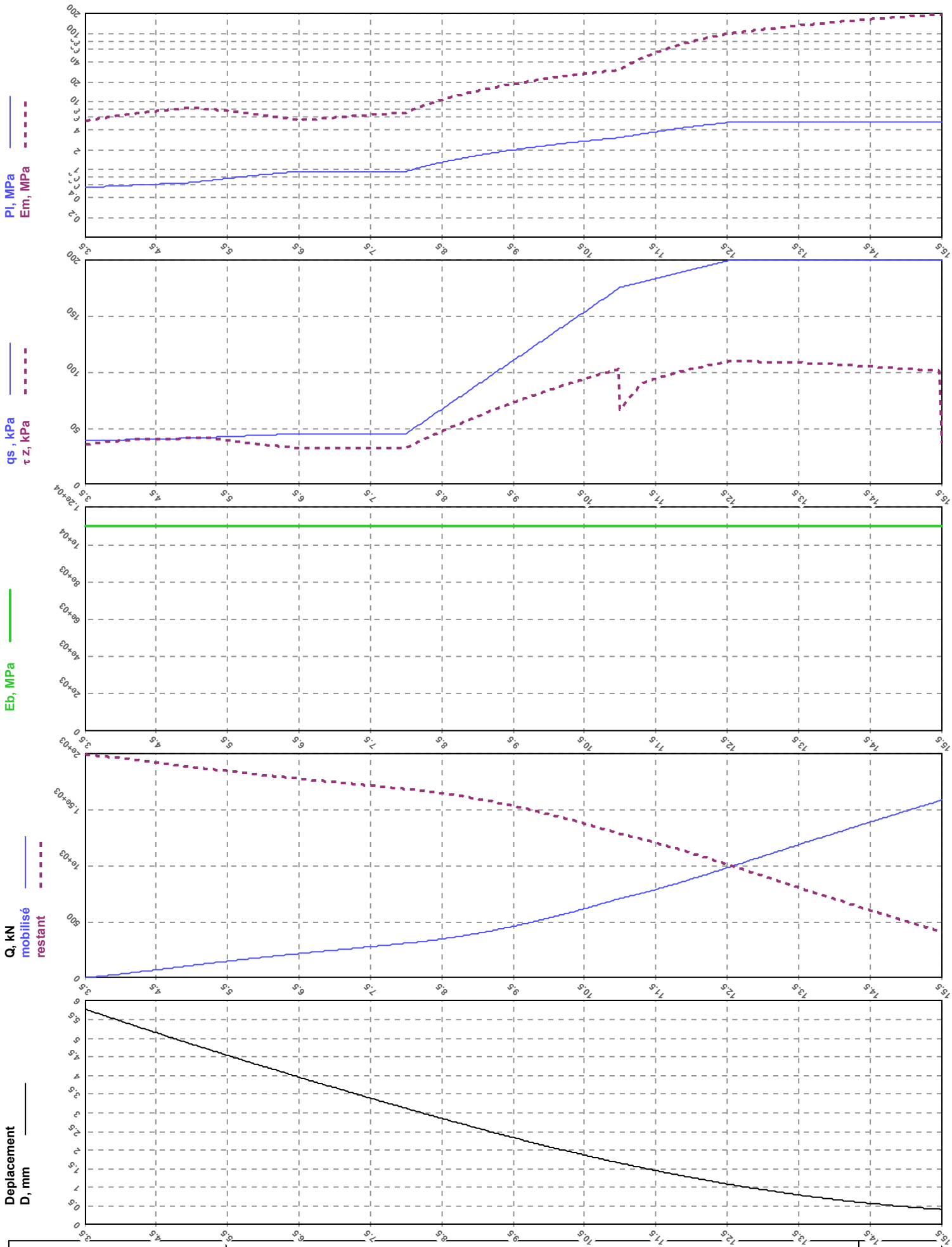
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.38 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.72 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.38 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.53 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.07 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.5 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

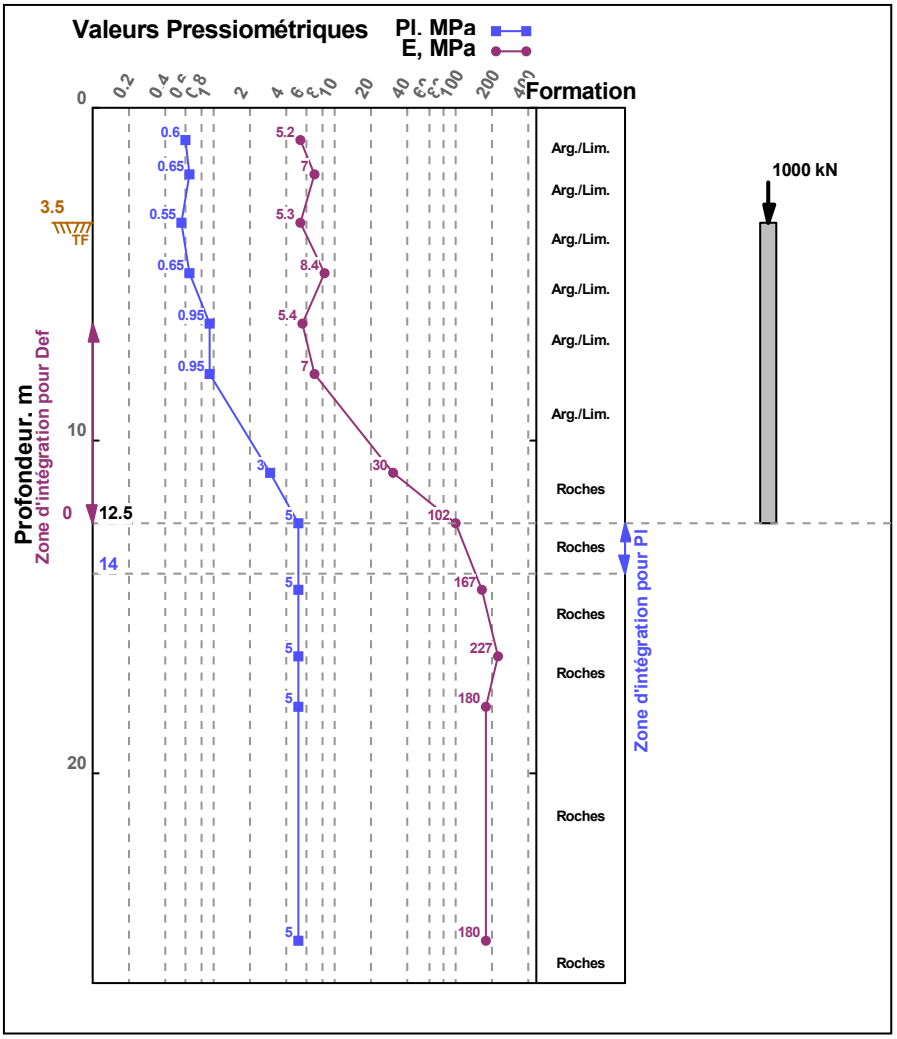
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 7.07 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(15.5) = 7.25e+03 kPa
qp(15.5) = 1.48e+03 kPa
q'u(15.5) = 419 kN

Tassement D = 5.78 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 12.5 m
Largeur B : 0.6 m
Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

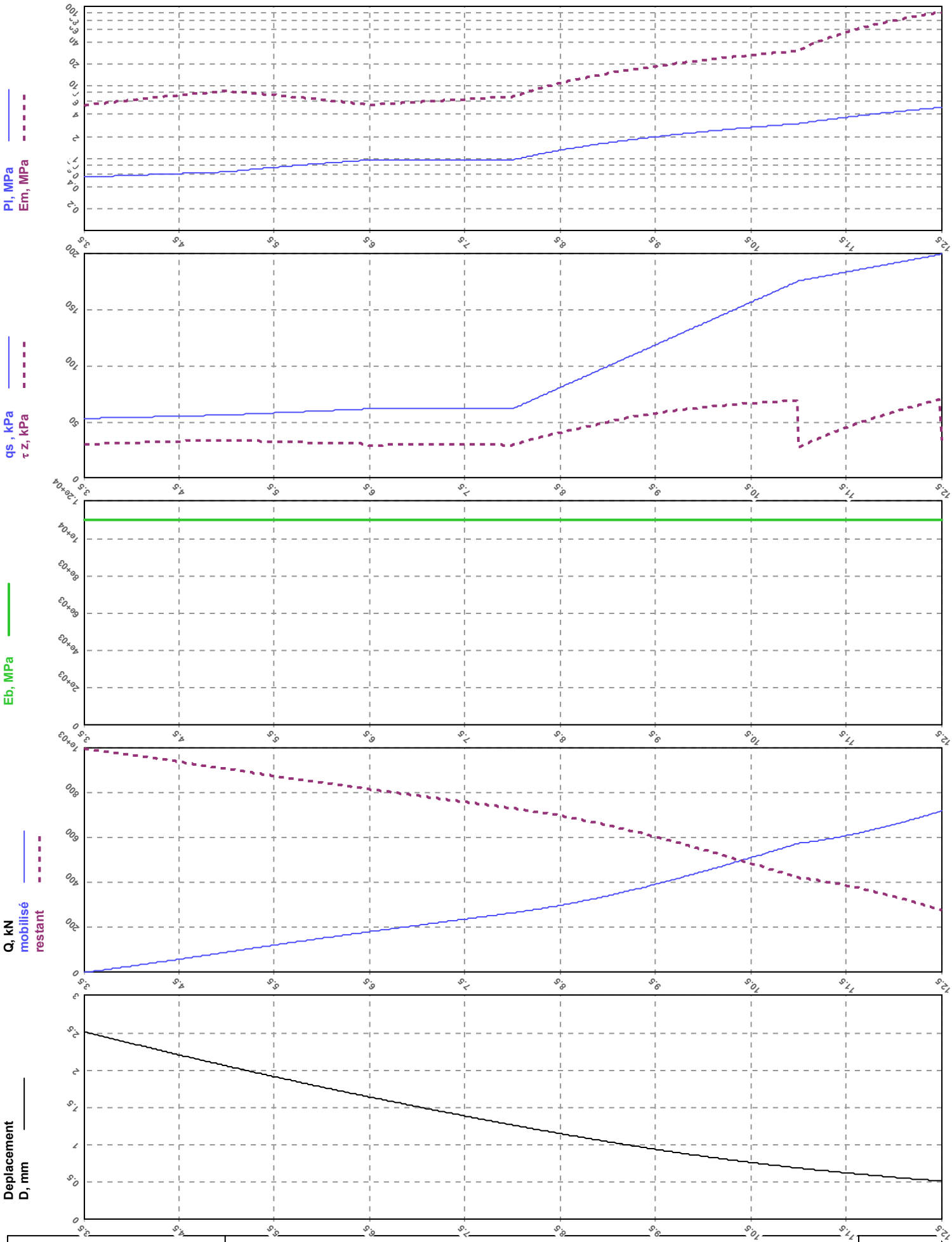
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.14 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.46 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.14 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.22 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.82 MN> 1 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.961 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

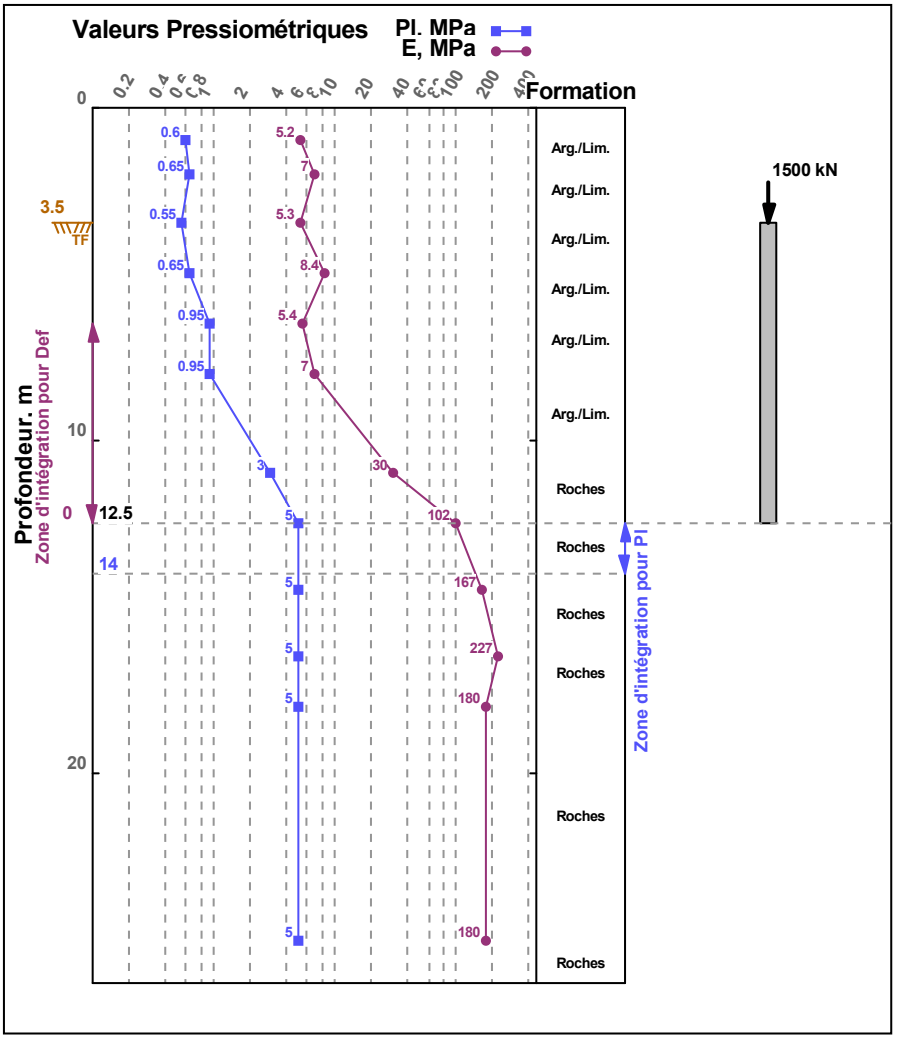
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 3.54 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(12.5) = 9.45e+03 kPa
qp(12.5) = 970 kPa
q'u(12.5) = 274 kN

Tassement D = 2.52 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 12.5 m
Largeur B : 0.6 m
Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

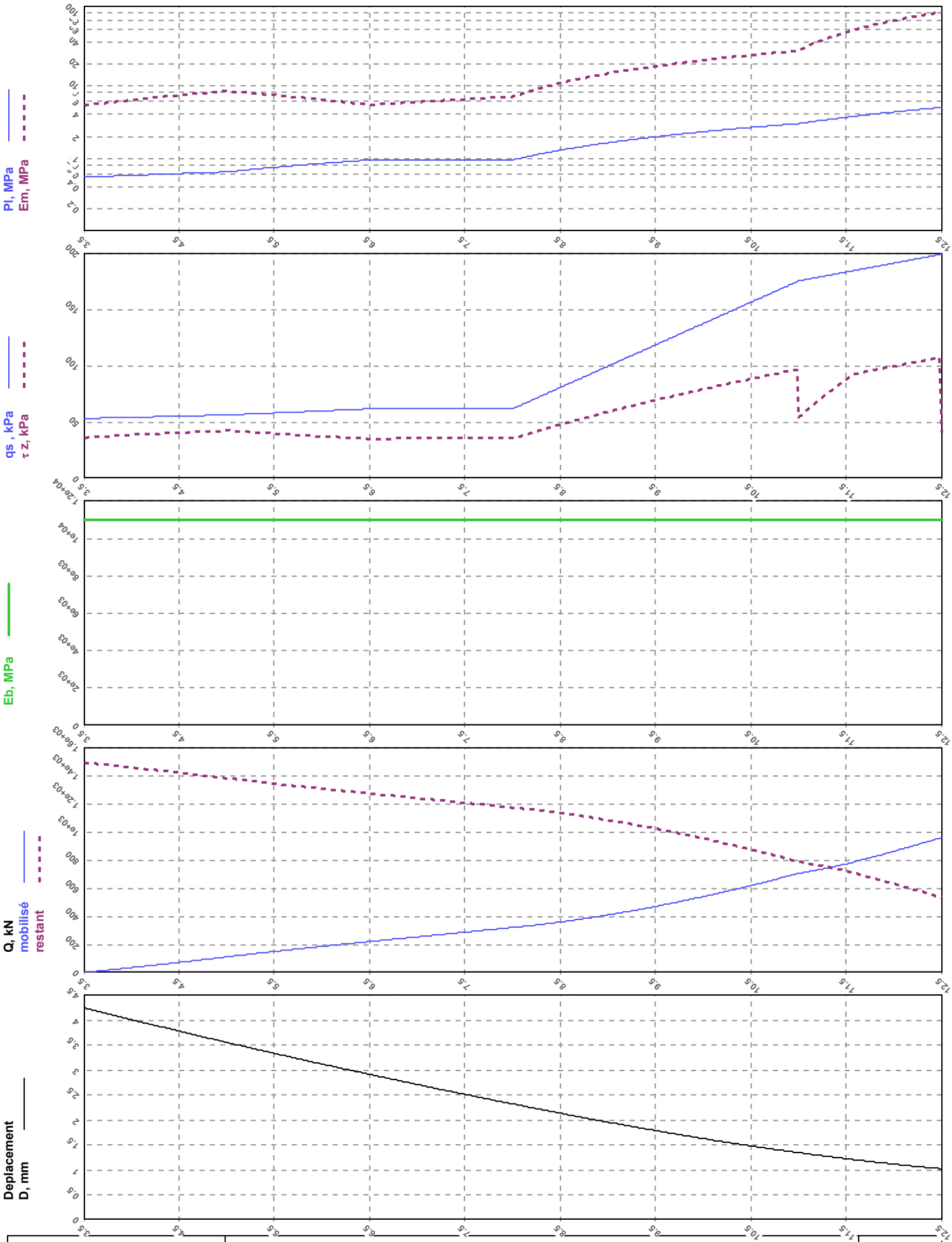
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.14 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.46 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.14 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.22 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 1.82 MN> 1.5 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 0.961 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

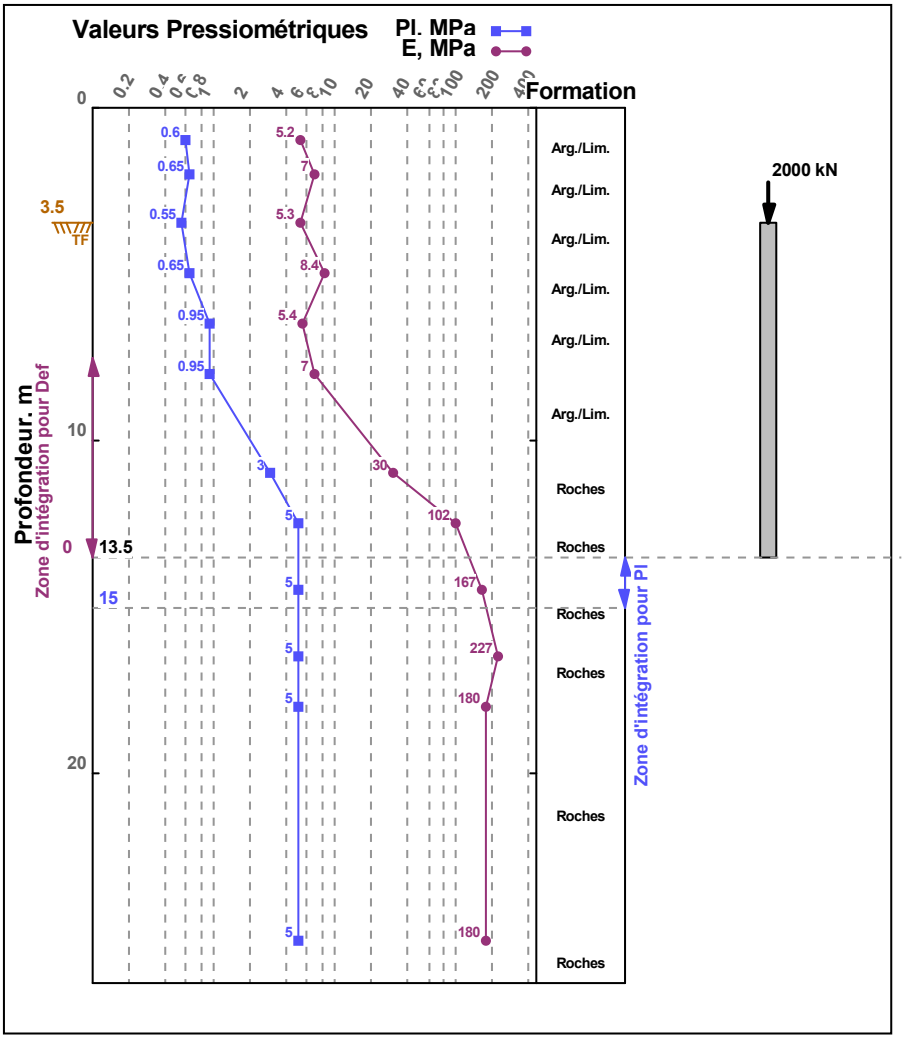
Résultats de calcul : Tassement

Sous une contrainte qref = 5.31 MPa

Par la méthode de Frank & Zhao
ql(12.5) = 9.45e+03 kPa
qp(12.5) = 1.91e+03 kPa
q'u(12.5) = 541 kN

Tassement D = 4.26 mm


Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm



Pieu

Type de pieu : Foré tariére creuse simple ou double ro
Prof. Base : 13.5 m
Largeur B : 0.6 m
Périmètre : 1.88 m ; aire : 0.283 m²
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

GEOFOND© V1.22 du 01/08/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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 = 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

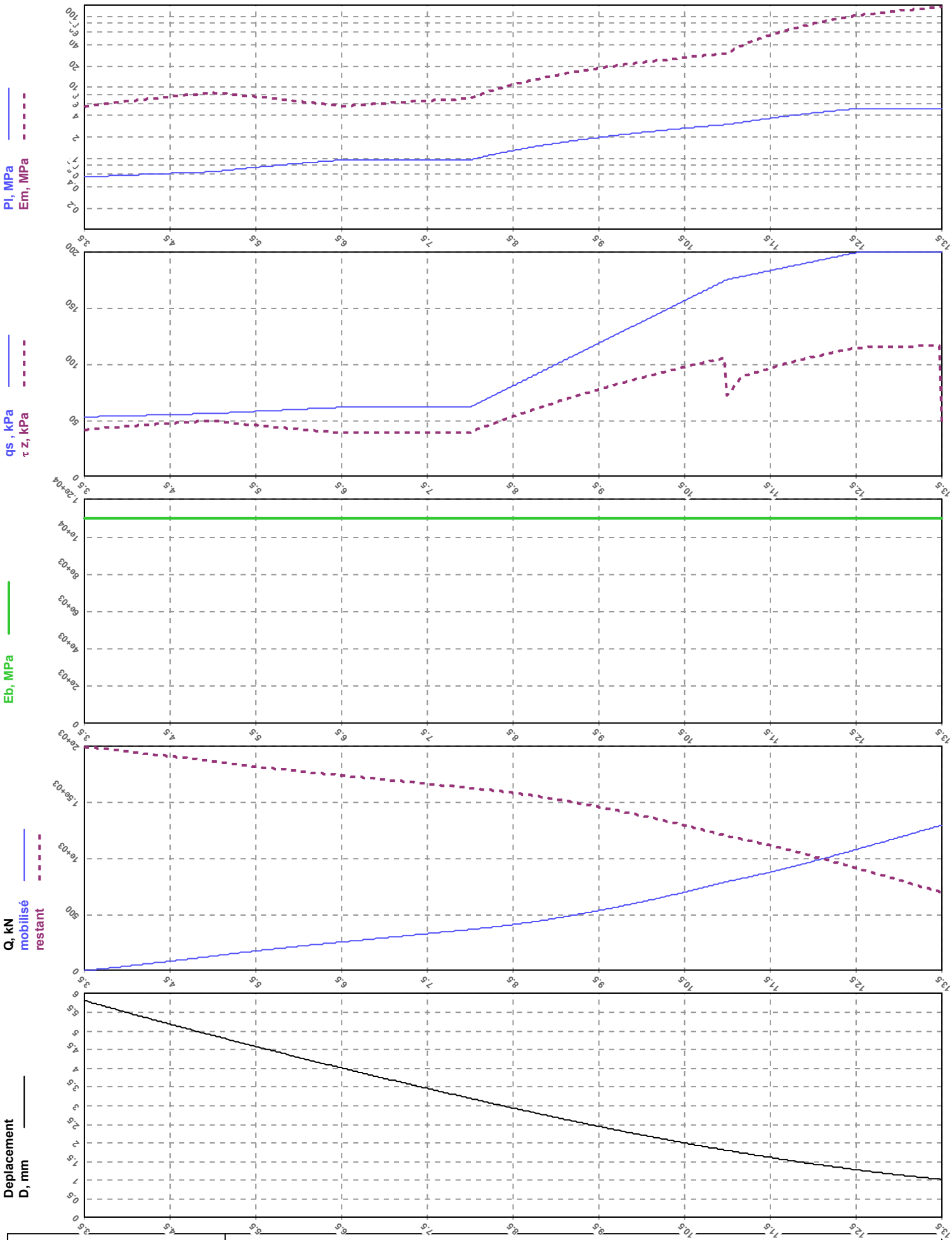
Rc;d (ELU durables et transitoires) = 3.53 MN
Rc;d (ELU accidentel) = 3.88 MN
Rc;d (ELU sismique) = 3.53 MN
Rc;cr;d (ELS caractéristiques) = 2.52 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rc;cr;d (ELS quasi-permanent) = 2.06 MN> 2 MN : Cond. vérifiée
Rt;d (ELU durables et transitoires) = 1.17 MN
Rt;d (ELU accidentel) = 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

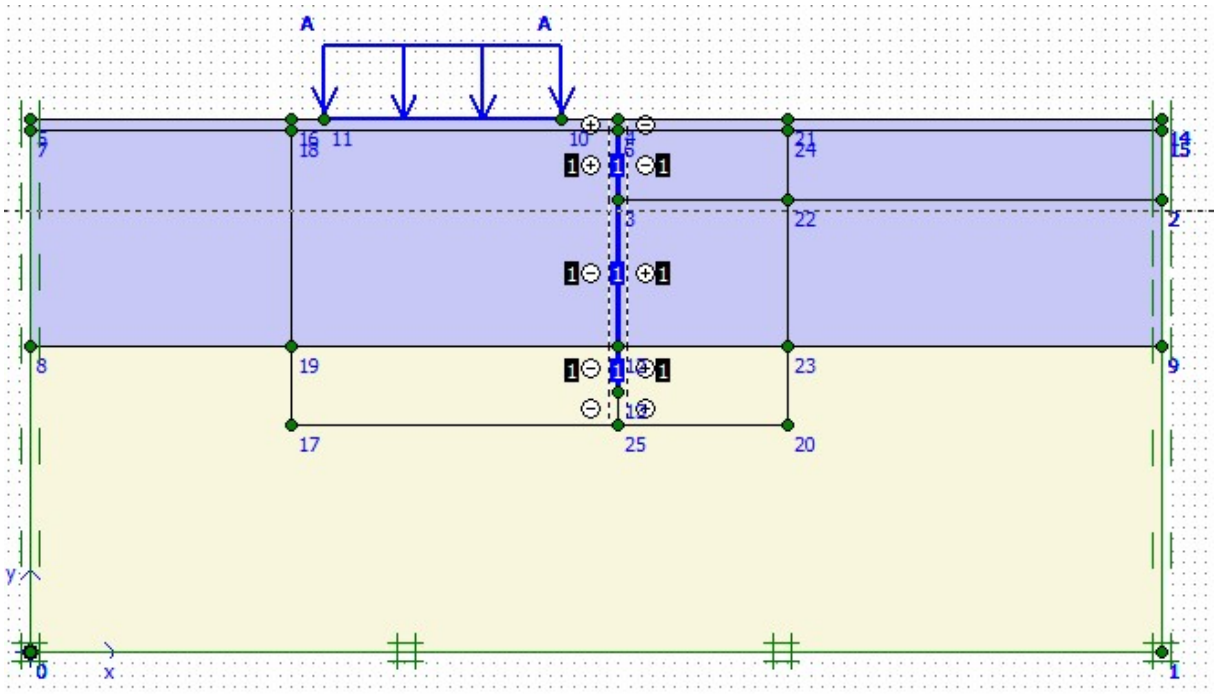
Résultats de calcul : Tassement

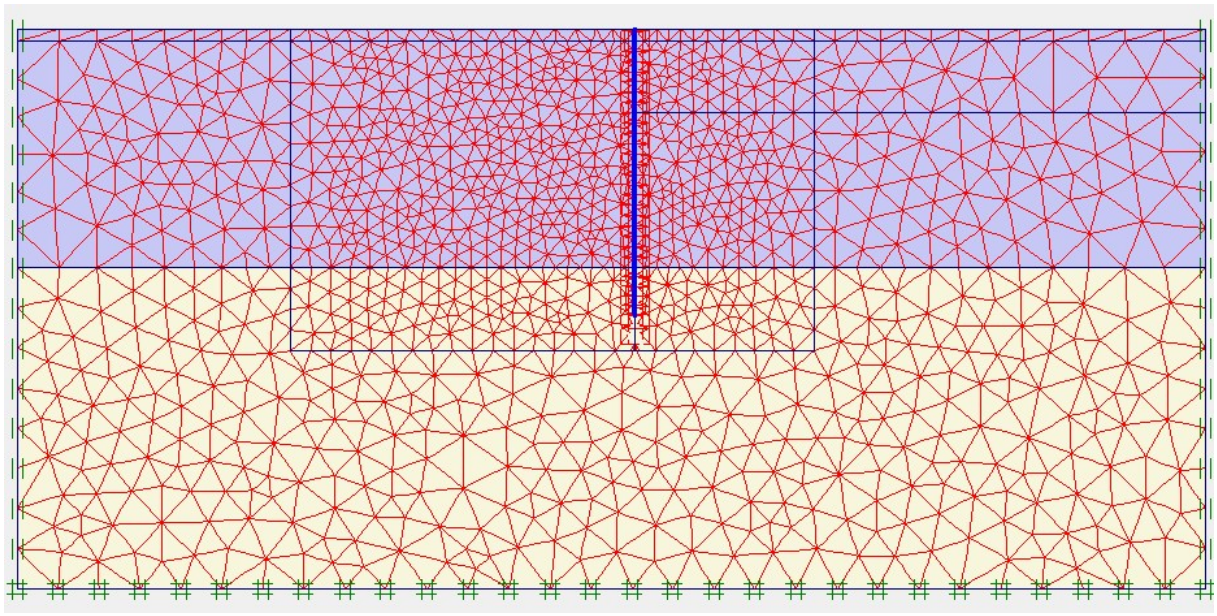
Sous une contrainte qref = 7.07 MPa

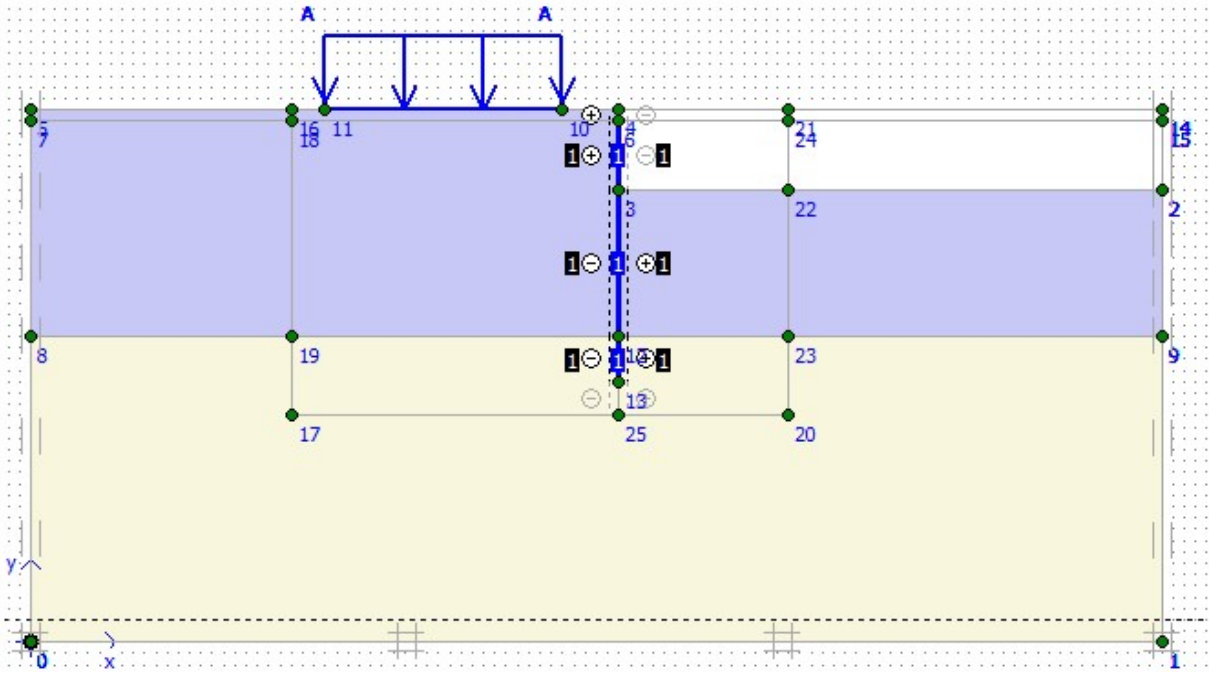
Par la méthode de Frank & Zhao
ql(13.5) = 1e+04 kPa
qp(13.5) = 2.53e+03 kPa
q'u(13.5) = 717 kN

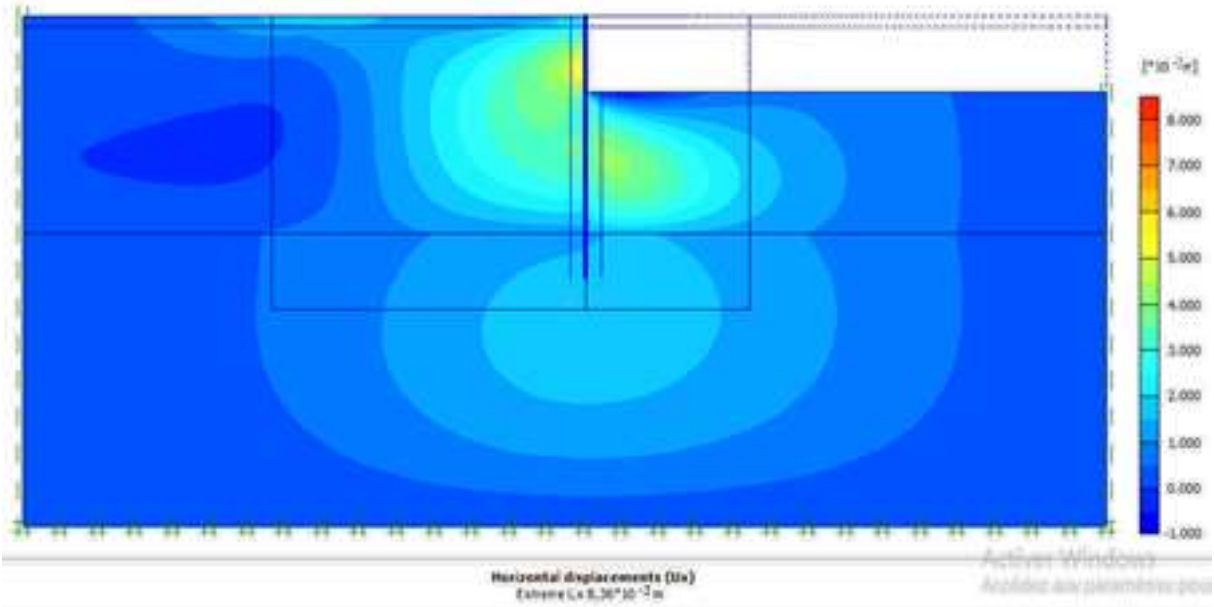
Tassement D = 5.82 mm

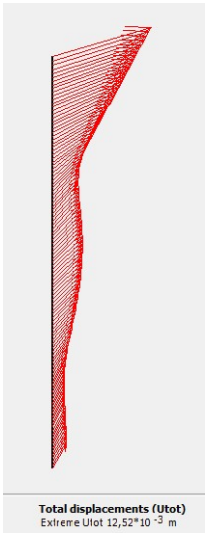

Pl, MPa
Em, MPa
qs , kPa
τ z, kPa
Eb, MPa
Q, kN
mobilisé
restant
Deplacement
D, mm


A
A
y
x
0
1

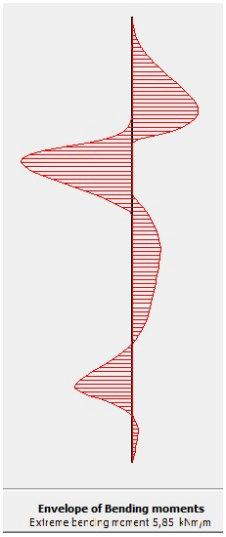



A
A
7
16
11
10
21
24
14
15
18
3
22
2
1
8
19
23
9
17
25
20
y
0
x
1

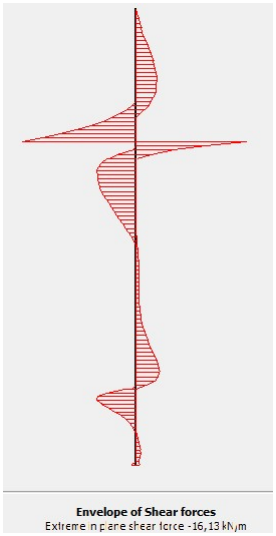

[*10⁻²m]
6.000
7.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0.000
-1.000
Horizontal displacements (Ux)



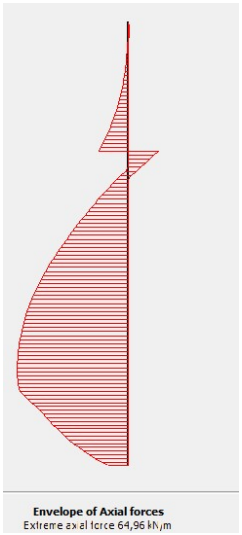
Total displacements (Utot)
Extreme Utot 12,52*10 $^{-3}$ m



Envelope of Bending moments
Extreme bending moment 5,85 kNm/m



Envelope of Shear forces
Extreme in plane shear force -16,13 kN/m



Envelope of Axial forces
Extreme axial force 64,96 kN/m

GEOTECHNIQUE OUEST
53 rue du Bois d'Amour – 86280 ST BENOIT– tél. : 05.49.51.24.24 – e-mail : contact86@geotechnique-sas.com

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 oà¹ 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'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).

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 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, 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, Compétence géotechnique atlantique, 2019 – Projet RHAPSODY – 12 rue Maurice Ravel

Compétence Géotechnique
Atlantique

LA ROCHELLE (17)

Rue Maurice Ravel

Construction de bâtiments de logements

Dossier W18-362B V2

Mission G2 PRO

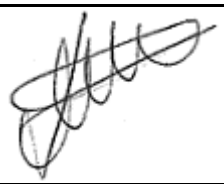
Le 08 février 2019

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

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

DATE	08/02/2019	
INDICE	Version 2	
OBJET/ MODIFICATIONS	Compléments et corrections	
DATE	29/01/2019	
INDICE	Version 1	
OBJET/ MODIFICATIONS	Création du document	
ETABLI PAR	Laurent DESINDES	
VERIFIE PAR	Eric DUCLOS	

DIFFUSION DU DOCUMENT : le 08/02/2019

DESTINATAIRE / @	DESIGNATION	COURRIER	MAIL
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

I - MISSION 3

II - LE PROJET 3

III - LE SITE 6

IV – SYNTHESE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 8

V – SOLUTIONS TECHNIQUES A RETENIR 12

5.1 SOLLICITATIONS ENVELOPPES 12
5.2 FONDATIONS 12
5.3 TERRASSEMENTS ET SOUTENEMENTS 13

VI – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS 14

6.1 PRINCIPES GENERAUX AUX ETATS LIMITES 14
6.1.1 États limites ultimes 14
6.1.2 États limite de service 14
6.2 STABILITE GENERALE DU SITE (ELU) 15
6.3 ETAT 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 numeriques 16
6.4 ETAT LIMITE DE TRACTION (ELU) 17
6.4.1 Base théorique 17
6.4.2 Applications numériques 18
6.5 RESISTANCE AUX CHARGES TRANSVERSALES (ELU) 19
6.6 RESISTANCE 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 DEPLACEMENT DES FONDATIONS PROFONDES (ELS) 22
6.9 PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE DES FONDATIONS 23

VII – TERRASSEMENTS ET SOUTENEMENTS 24

7.1 TERRASSEMENTS 24
7.2 SOUTENEMENTS 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.

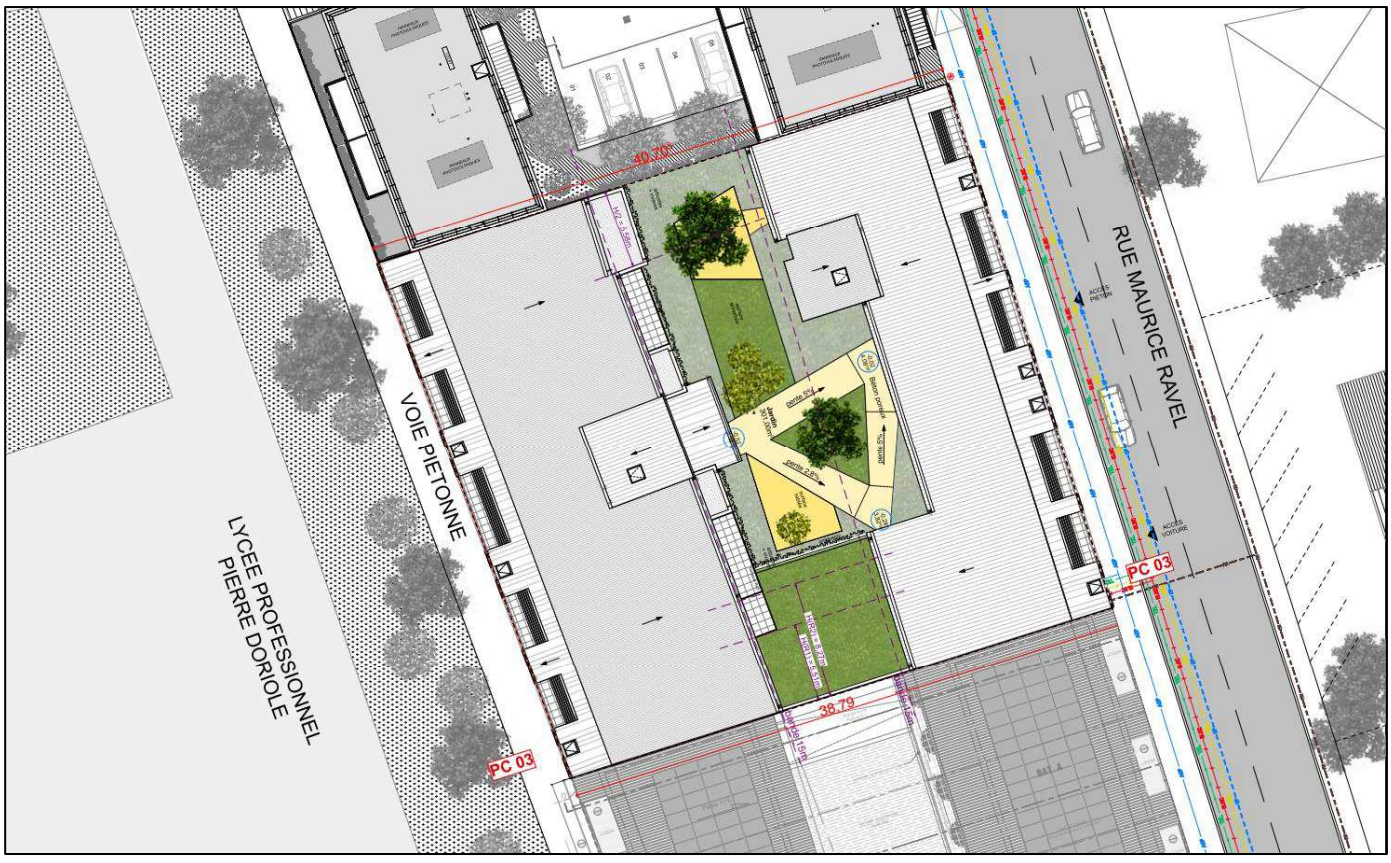
Elle a été réalisée à la demande et pour le compte de MEDIATIM PROMOTION, à l'emplacement envisagé pour la construction de bâtiments de logements implantés Rue Maurice Ravel sur la commune de LA ROCHELLE (17).

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.

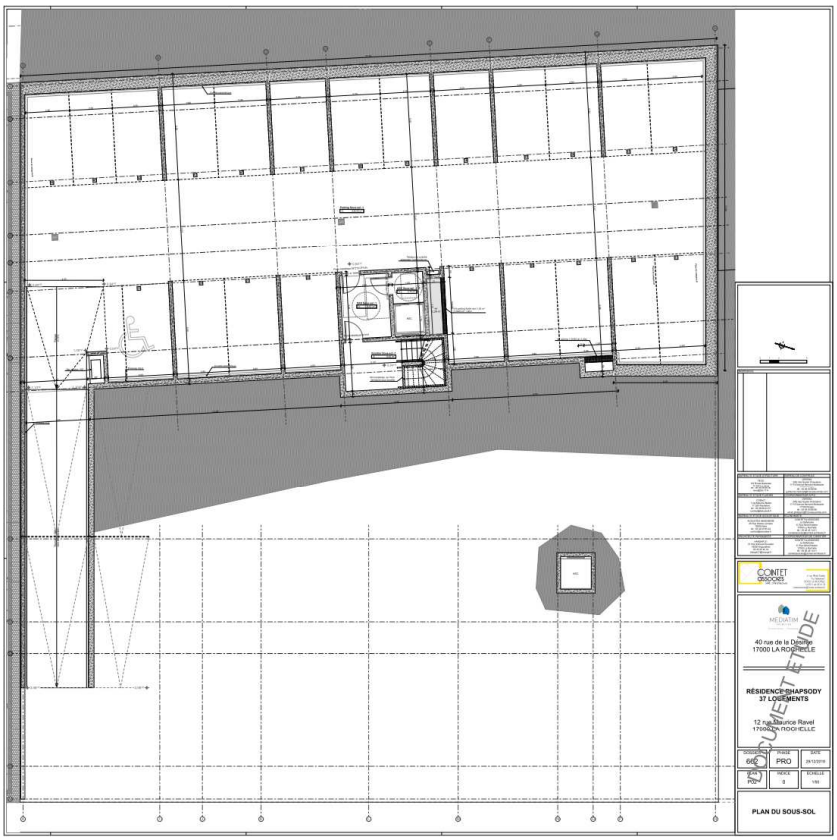
Les documents fournis pour remplir notre mission ont été les suivants :
- Les plans de l'Atelier d'Architecture COINTET ET ASSOCIES, dossier 662 phase PRO,
- Les plans béton provisoires du BE TE.CO, dossier 5315 phase DCE.

II - LE PROJET

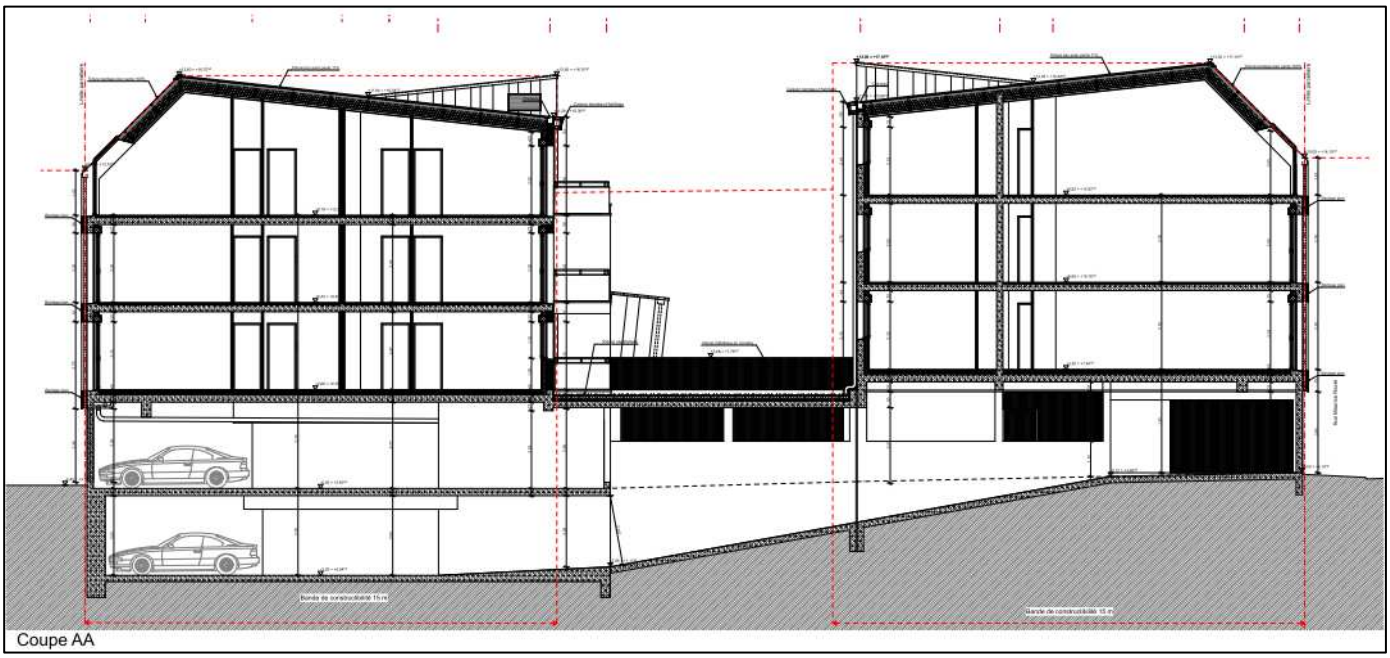
L'opération consiste en la construction de 2 bâtiments en R+3 dont un sur sous-sol.



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 1/50000e, 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

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.

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 – SYNTHESE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

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_3). 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	α	Em (MPa)	qd (MPa)	Pl_e* (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

α : 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.

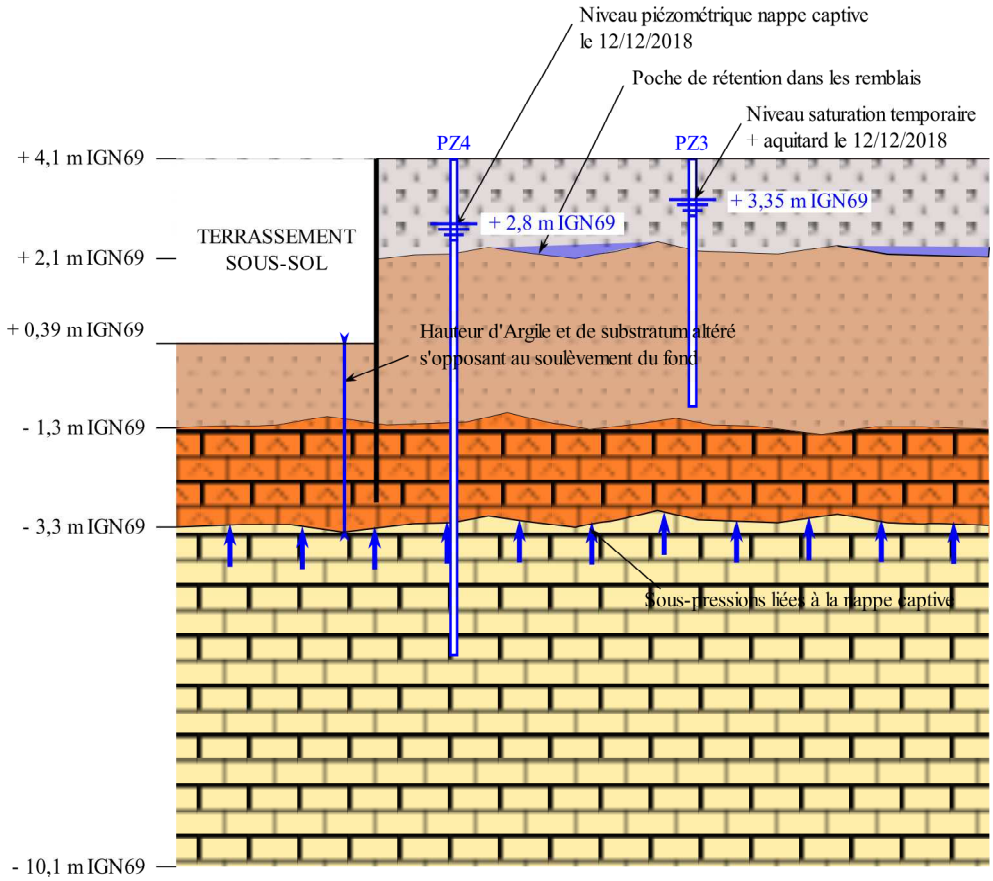


Schéma hydrogéologique conceptuel

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^3/h (5 à 10 M^3/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 entrainer 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 $kN/m^2/m$) sur les forces déstabilisatrices (pression de l'eau 10 $kN/m^2/m$) 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^3/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 + Sv + ψ_2Q avec ψ_2 = 0,3 (bâtiment d'habitation / bureau),
- ELS caractéristique : G + Q,
- ELS quasi-permanent : G + ψ_2Q avec ψ_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 SOUTENEMENTS

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^3/h à 4000 m^3/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
Fondations profondes sous charge axiale			
	Portance (Note 1)	GEO	2
	Résistance de traction (Notes 1 et 2)	GEO/UPL	2
	Résistance structurale (Note 3)	STR	2
Fondations profondes sous charge transversale			
	Résistance structurale (Note 4)	STR	2
	Déplacement en tête (Note 5)	GEO	2
Site des travaux			
	Stabilité générale (Note 6)	GEO	2 (ou 3)

Notes :

(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^{eme} 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)	α	Em (MPa)	Pl* (MPa)	Kp
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

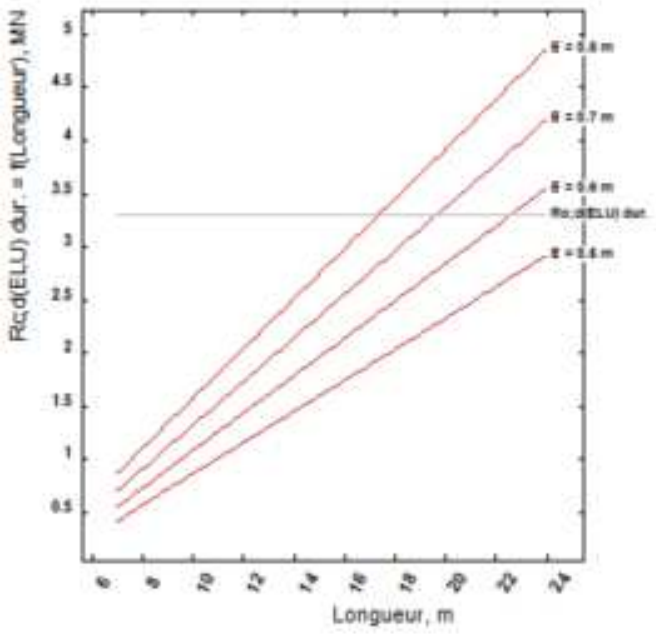
Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017.

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^{eme} couche de terrain ($q_{s;i;k}$ valeur caractéristique).

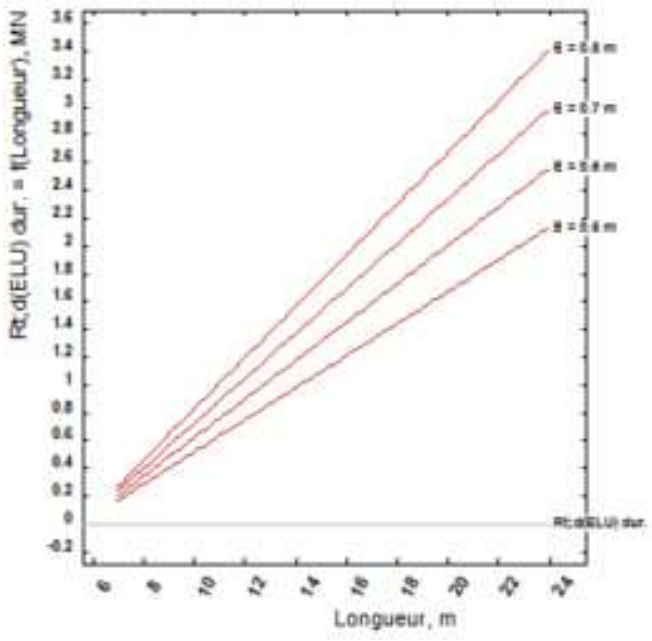
6.4.2 APPLICATIONS NUMERIQUES

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 $\mathbf{K_f}$ pour un élément de fondation profonde.

Il est calculé par les formules suivantes :

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3}(2{,}65)^{\alpha} + \alpha} \text{ pour B} \leq \text{Bo}$$

$$K_{fc} = \frac{12 \cdot E_m}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B}\left(2{,}65 \cdot \frac{B}{B_0}\right)^{\alpha} + \alpha} \text{ pour B} \geq \text{Bo}$$

avec Bo = 0,6 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)	α	K_{fc} (MPa) pour b ≤ b0	K_{fc} (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 structurelle 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 :

$$f_{ck}^{*} = \inf\left(f_{ck}(t); C_{\max}; f_{ck}\right)\frac{1}{k_1 k_2}$$

- Valeur de calcul de la résistance du béton en compression (ELU) :

$$f_{cd} = Min\left(\alpha_{cc} k_3 \frac{f_{ck}^{*}}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{f_{ck}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{C_{\max}}{\gamma_c}\right)$$

α_{cc} = 1 pour des pieux armés toute hauteur
k_3 = 1,2
γ_c = 1,5 pour des situations durables et transitoires

- Valeur moyenne σ_{cmoy} et maximale σ_{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 :

$$0{,}3 k_3 f_{c;k}^{*} \text{ et } Min\left(0{,}6 k_3 f_{c;k}^{*}; 0{,}6 f_{c;k}\right)$$

b) Application numérique :

Pour des pieux forés à la tarière creuse :
- k1 = 1,35, k2 = 1, k3 = 1,2 (contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût),
- Cmax = 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 σ_{cmoy} et maximale σ_{cmax} de la contrainte de compression du béton aux états limites de service (ELS) :

$$\sigma_{cmoy} = 6{,}67 \text{ MPa} \quad \text{et } \sigma_{cmax} = 13{,}32 \text{ MPa}$$

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,
γ_{cr} la valeur du facteur partiel sur la charge de fluage de compression.

6.7.2 APPLICATION NUMERIQUE

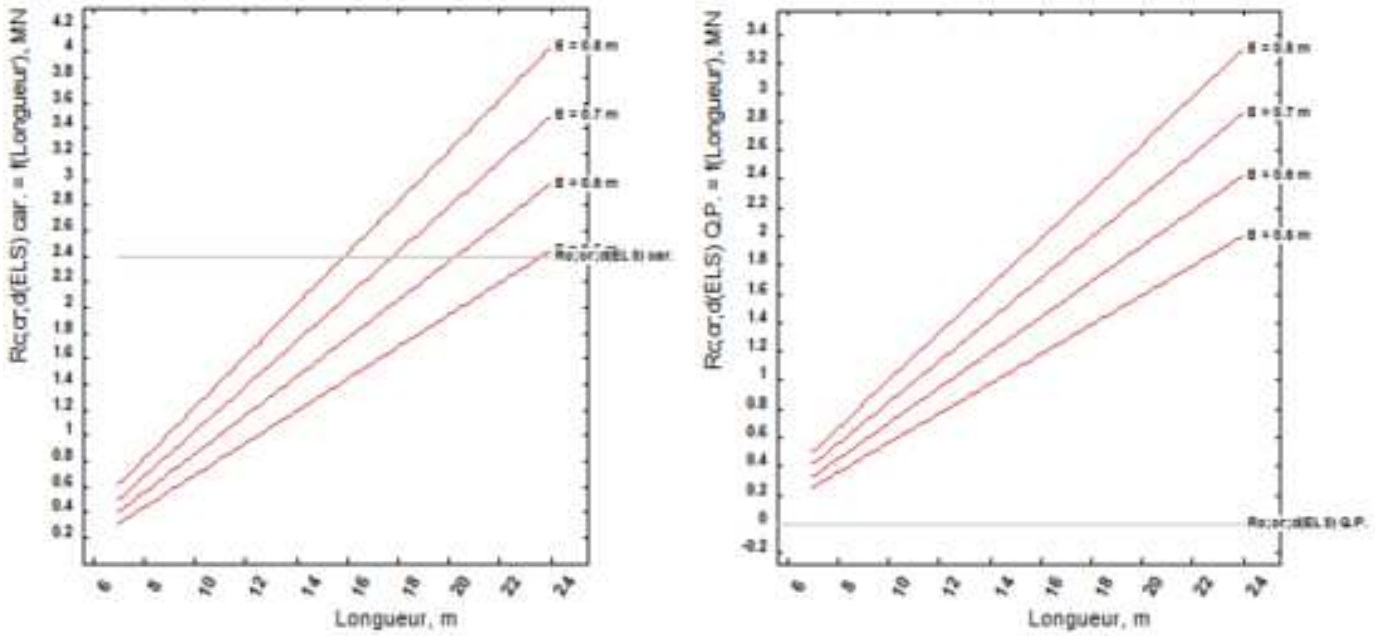
Ces vérifications ont été menées au moyen du logiciel GEOFOND 2014 de la société GEOS dans sa version v1.20 du 24/01/2017. Les notes de calcul sont annexées.

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 pl* supérieures à 5,2 MPa et des modules pressiométriques Em 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 SOUTENEMENTS

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^3/h (5 à 10 m^3/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^3/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/m²/m) sur les forces déstabilisatrices (pression de l'eau 10 kN/m²/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 m³/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 SOUTENEMENTS

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 φ' (°)	Poids volumique γ_h (kN/m³)
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/m²).

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 :

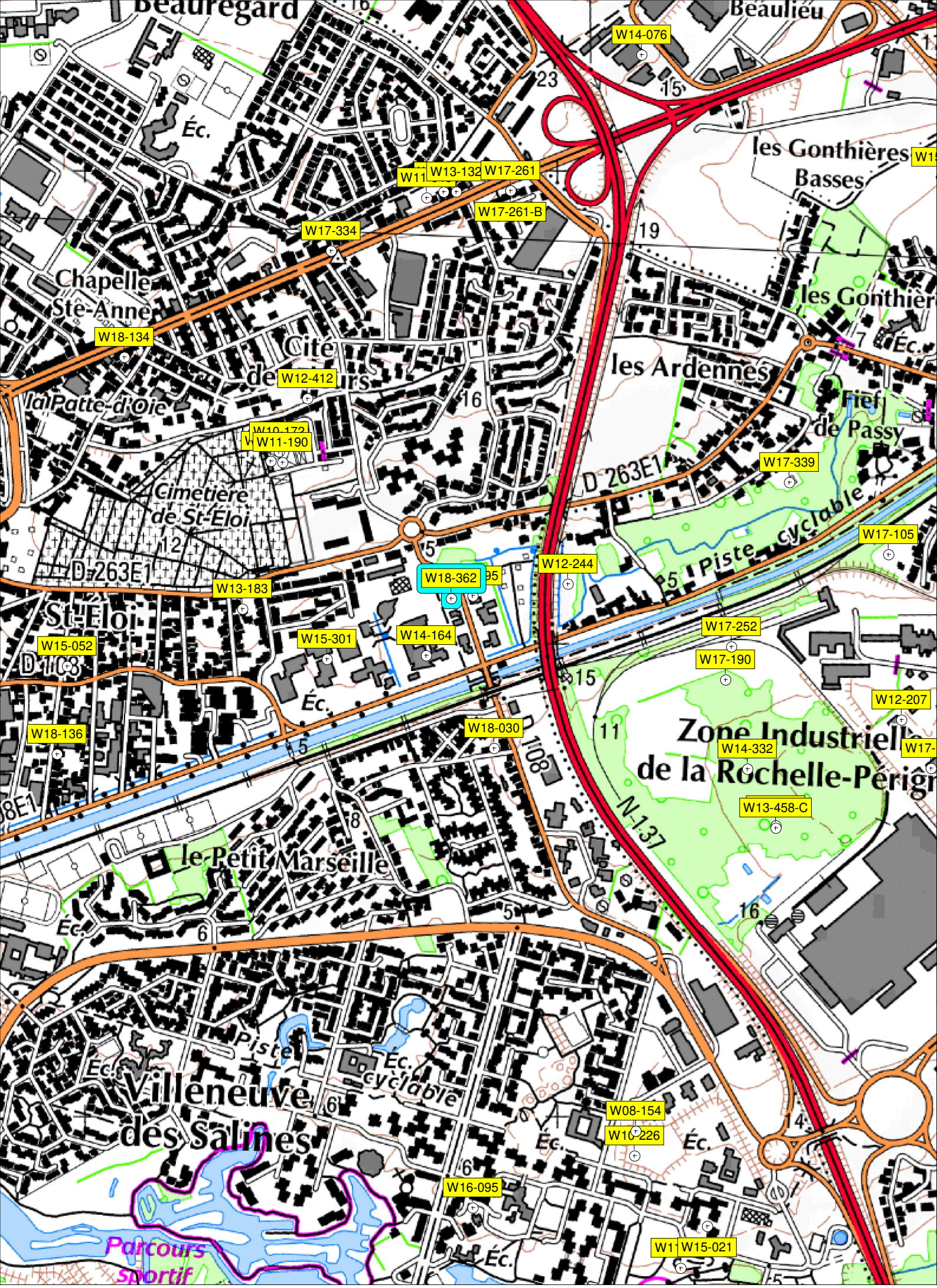
Les cotes des niveaux d'eau communiquées dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu'une mesure ponctuelle.

✧ ✧ ✧

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

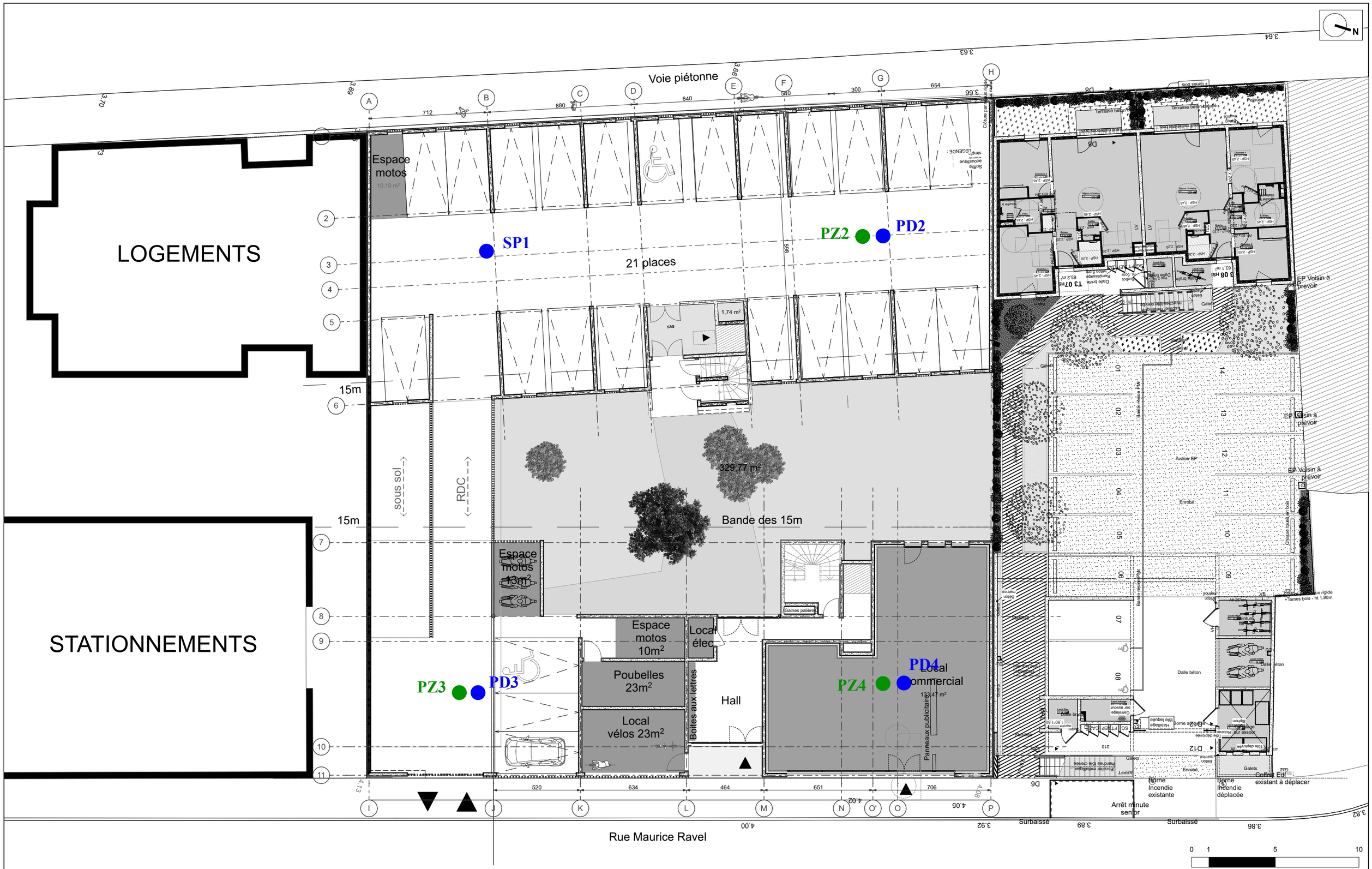
Contrôle Qualité
Sabrina LAVAUD



CartoExploreur 3D - Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF

250 m

© FFRP pour les itinéraires et sentiers de randonnées GR®, GRP®, PR®



COINTET associes
SARL d'Architecture
6 rue Alfred Kastler
"La Défenante"
17000 LA ROCHELLE
(+33) 5 46 45 14 01
cointetassocies@cointet-architecte.fr

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

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Echelle 1/100

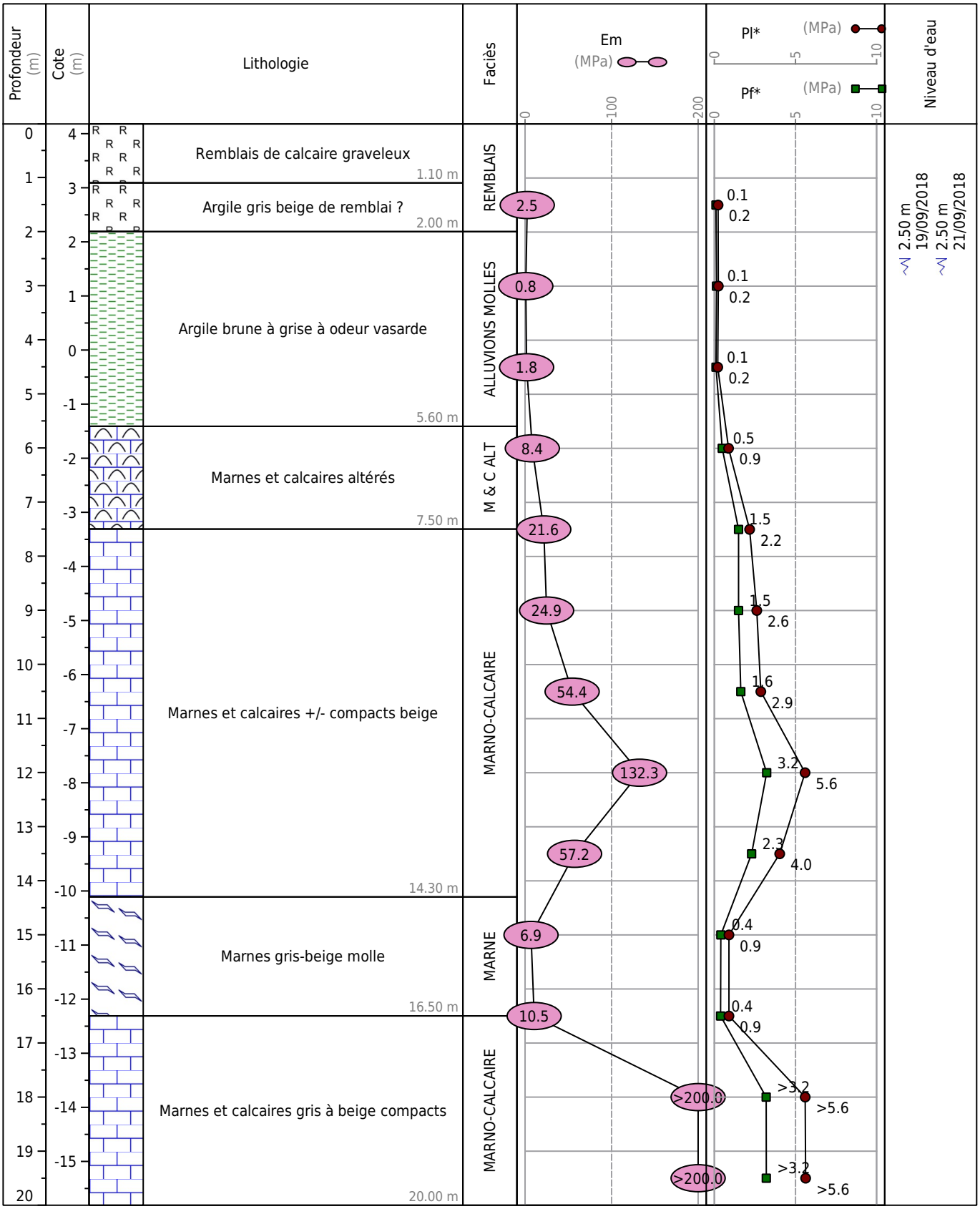
Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Maurice Ravel
Construction d'un bâtiment de logements

Client : SAS MEDIATIM PROMOTION
Machine: SD
Foreur: GELINEAU / CHAUMETTE

Dossier : W18-362
Z : 4.19 m

Date : 19/09/2018

SONDAGE SP1



Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Echelle 1/100

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Maurice Ravel
Construction d'un bâtiment de logements

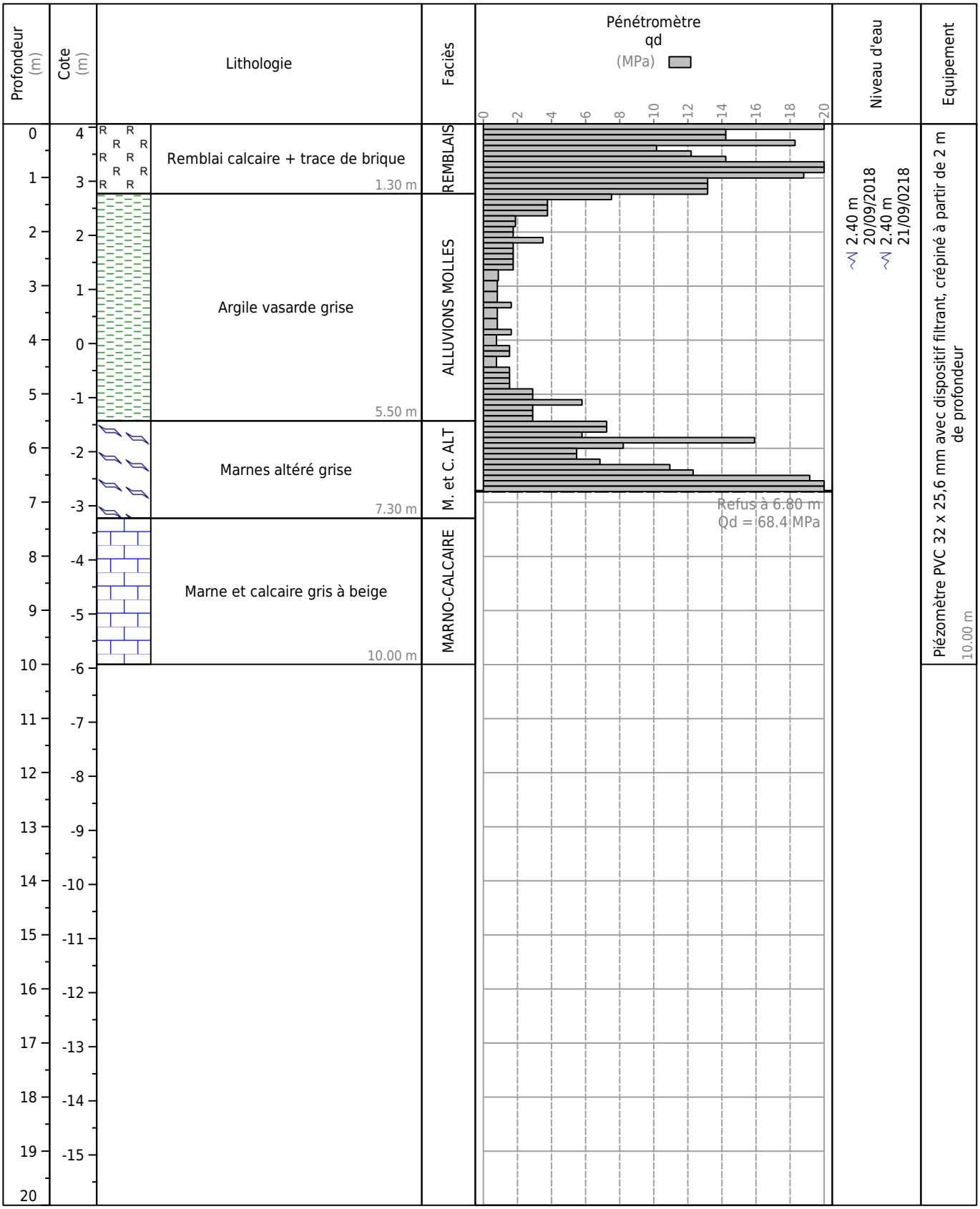
Client : SAS MEDIATIM PROMOTION
Machine: SD
Foreur: GELINEAU / CHAUMETTE

Dossier : W18-362

Z : 4.07 m

Date : 20/09/2018

SONDAGE PZ2



Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Echelle 1/100

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Maurice Ravel
Construction d'un bâtiment de logements

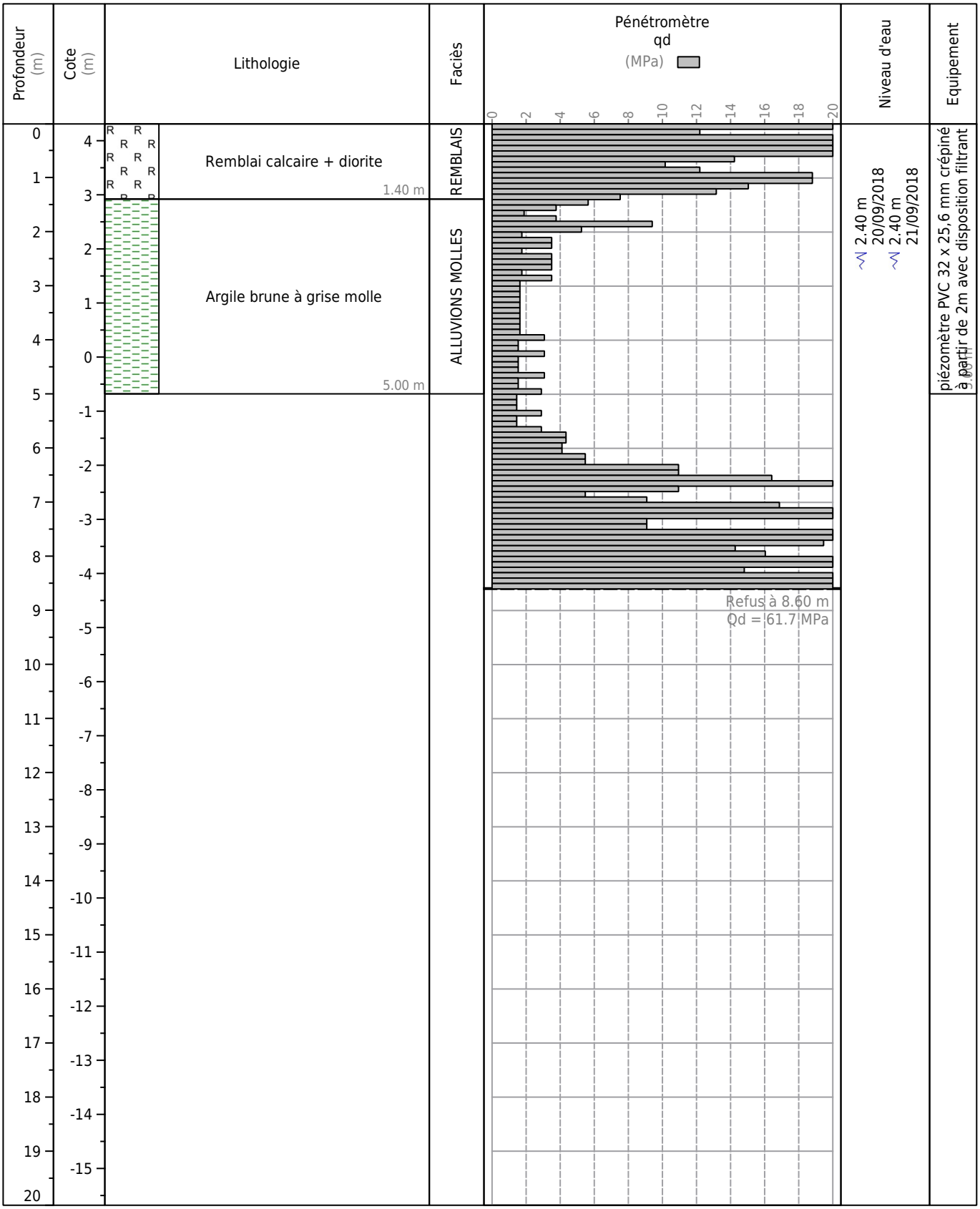
Client : SAS MEDIATIM PROMOTION
Machine: SD
Foreur: GELINEAU / CHAUMETTE

Dossier : W18-362

Z : 4.32 m

Date : 20/09/2018

SONDAGE PZ3



Obs. :

Compétence Géotechnique Atlantique
Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise
ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Echelle 1/100

Chantier : LA ROCHELLE (17)
Rue Maurice Ravel
Construction d'un bâtiment de logements

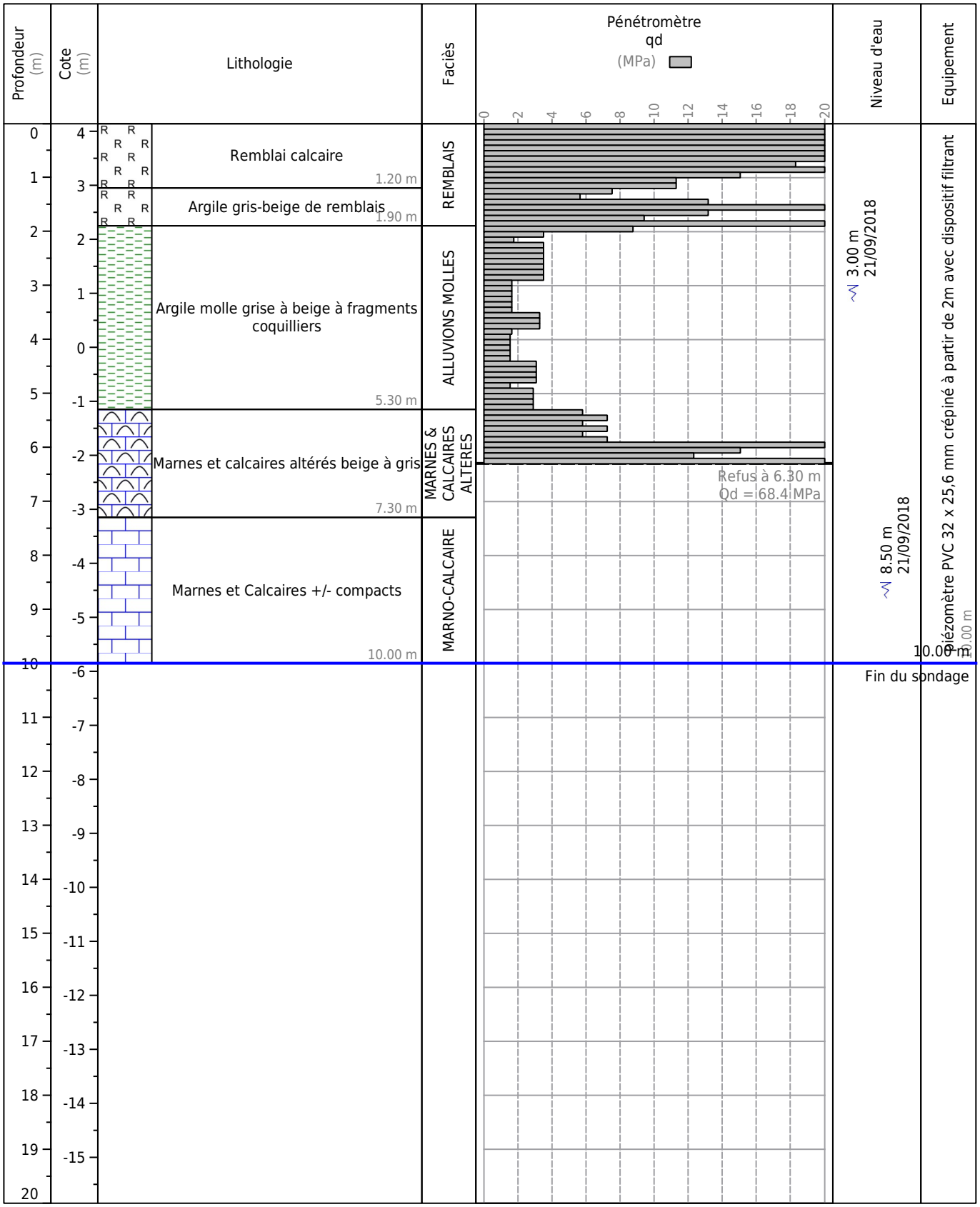
Client : SAS MEDIATIM PROMOTION
Machine: SD
Foreur: GELINEAU / CHAUMETTE

Dossier : W18-362

Z : 4.15 m

Date : 21/09/2018

SONDAGE PZ4



Obs. :

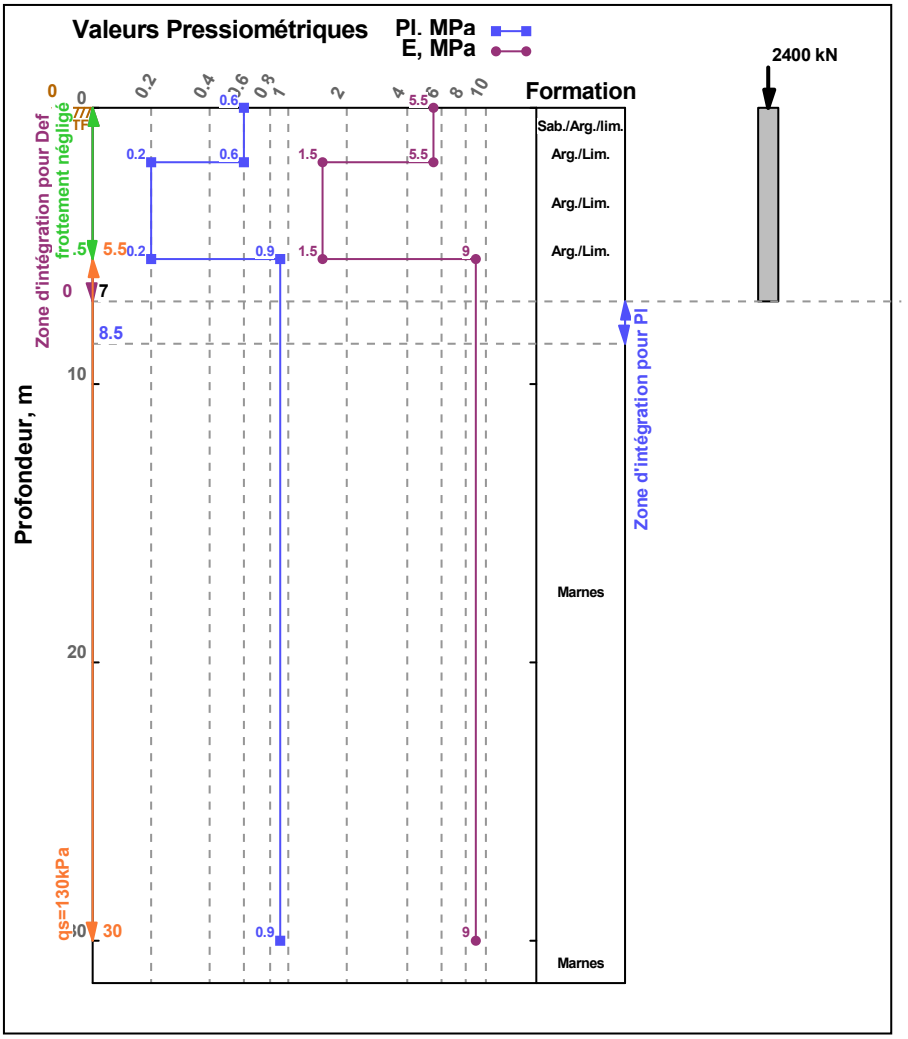
Compétence Géotechnique
Atlantique

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 tariére 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

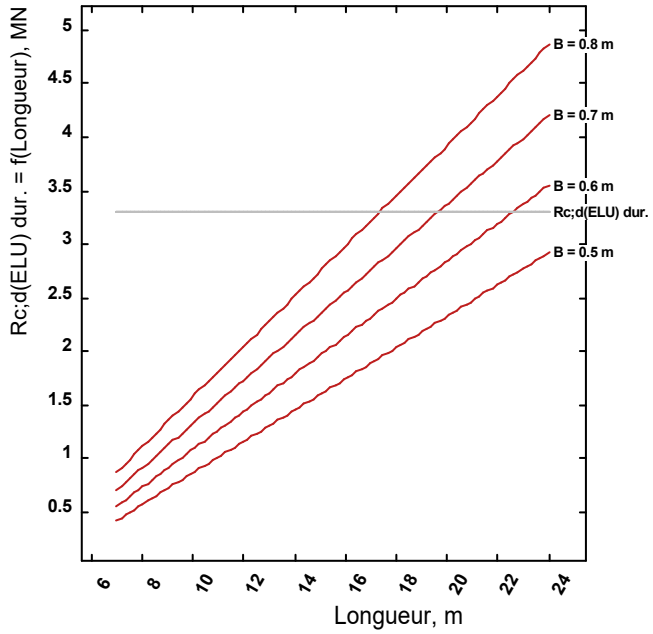
Charge :

	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

GEOFOND© V1.20 du 26/07/2018 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : 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

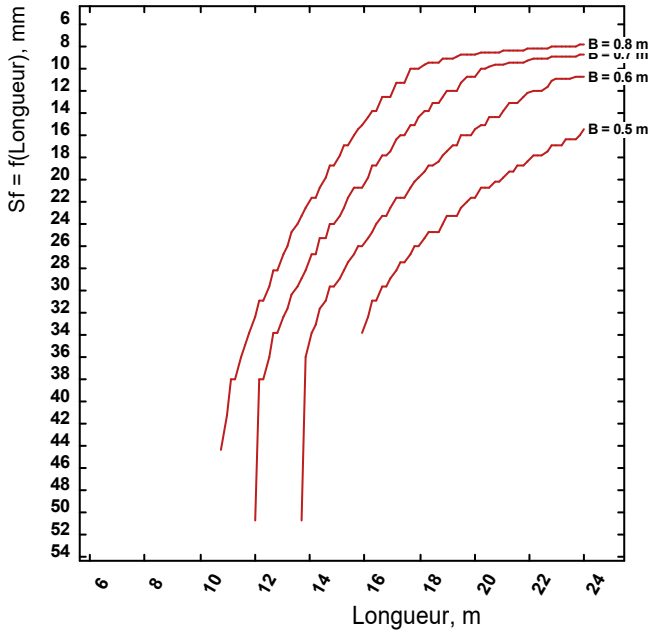
Résultats de calcul : Capacité portante



Par la méthode de la NF P 94-262 : Modèle de terrain

Résultats de calcul : Tassement

qref = 4.77 MPaQ ref = 2400 kN



Méthode Franck et Zhao.

W18-362B _ LD 29/01/2019 18:24	**Dim pieux forés à la tarière creuse**	**MODELE**
	LA ROCHELLE (17) Rue Maurice Ravel Construction de bâtiments de logements	**1**

Pour une Largeur B de 0.5 m ; avec Aire A de 0.196 m² 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
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.

Pour une Largeur B de 0.5 m ; avec Aire A de 0.196 m² 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
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.

Pour une Largeur B de 0.5 m ; avec Aire A de 0.196 m² 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
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

Pour une Largeur B de 0.5 m ; avec Aire A de 0.196 m² 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
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 m² 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 m² 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.

Pour une Largeur B de 0.6 m ; avec Aire A de 0.283 m² 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
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.

Pour une Largeur B de 0.6 m ; avec Aire A de 0.283 m² 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
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

Pour une Largeur B de 0.6 m ; avec Aire A de 0.283 m² 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
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

Pour une Largeur B de 0.6 m ; avec Aire A de 0.283 m² 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
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

Pour une Largeur B de 0.7 m ; avec Aire A de 0.385 m² 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
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.

Pour une Largeur B de 0.7 m ; avec Aire A de 0.385 m² 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
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 m² 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

Pour une Largeur B de 0.7 m ; avec Aire A de 0.385 m² 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
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 m² 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
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 m² et Perimètre 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.

Pour une Largeur B de 0.8 m ; avec Aire A de 0.503 m² et Perimètre 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
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

Pour une Largeur B de 0.8 m ; avec Aire A de 0.503 m² et Perimètre 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
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

Pour une Largeur B de 0.8 m ; avec Aire A de 0.503 m² et Perimètre 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
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

Pour une Largeur B de 0.8 m ; avec Aire A de 0.503 m² et Perimètre 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
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

Notes de calculs KREA

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)

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, t, t/m²	**Niveau phréatique :**	3,00 m
Poids volumique de l'eau :	1,00 t/m³	**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/m³]	γ' [t/m³]	φ [°]	c [t/m²]	dc [t/m²/m]	k0	kaγ	kpγ	kd	kr	kac	kpc	kh [t/m²/m]	dkh [t/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kaγ,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.m²/m]	W [t/m/m]
1	-5,20	55243	1,24

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

DONNEES

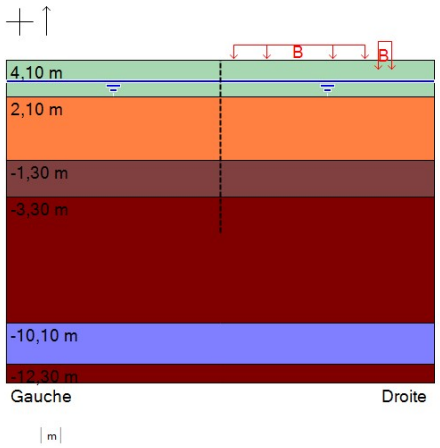
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [t/m/m]
1	0	3,50	6,00	0,50	10,00
2	0	4,10	0,50	5,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [m]	F [t/m]	α [°]
1	4	4,10	7,50	90,00

APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [t/m³]	ps [t/m/m]
1	3	0,49	0,84	72910	0
2	4	3,37	3,60	72910	0

SYNTHESE PHASAGE

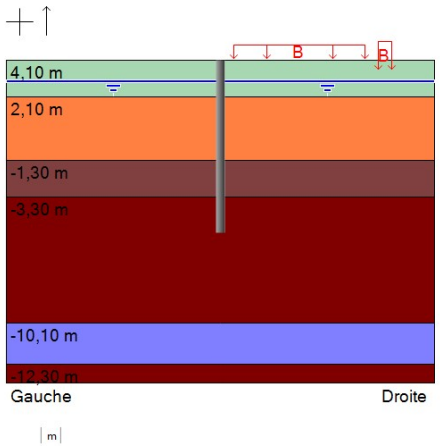
Phase initiale



- 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

Phase 1 : Phase transitoire



- Options MEL :

Surexcavation :

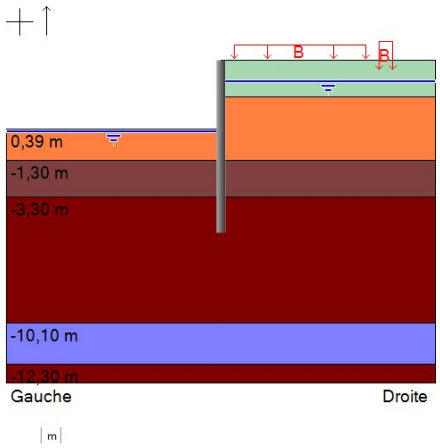
Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.

Sélection automatique du coté de la butée

Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

Phase 2 : Phase transitoire



- Options MEL :

Surexcavation :

Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.

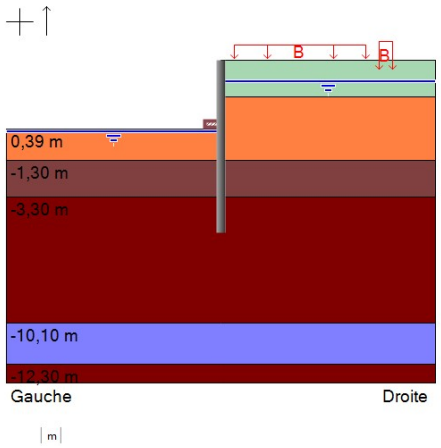
Sélection automatique du coté de la butée

Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Excavation (côté gauche) :
  - zh [m] = 0,39

- Action hydraulique : (gauche)
  - zw [m] = 0,30

Phase 3 : Phase transitoire



- 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/m³] = 72910
  - α -
  - P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009
  - P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

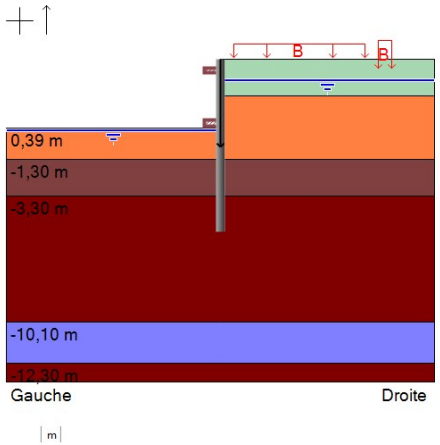
terrasol

setec

Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase durable



- 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°2
z,sup [m] = 3,60
z,inf [m] = 3,37
Ks [t/m³] = 72910
α -
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
α [°] = 90,00

terrasol
setec

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

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

Paramètre de résistance

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

-

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

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

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

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - 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 (≥ 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 : α = 0,038

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 = 0,20 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 "linéïques" 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 (≥ 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 : α = 0,714

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 = 15,57 t/m

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

Vérifications

Pv,d = -15,32 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 "linéïques" 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 = 0,24 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 : Bt,k = 33,07 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 44,64 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 104,10 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 94,64 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 = 15,57 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -12,03 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 "linéïques" 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 = 3,54 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 : Bt,k = 33,07 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 44,64 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 104,10 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 74,36 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 = 15,57 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -12,03 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 "linéïques" 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 = 13,66 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/m²	**Niveau phréatique :**	3,00 m
Poids volumique de l'eau :	1,00 t/m³	**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/m³]	γ' [t/m³]	φ [°]	c [t/m²]	dc [t/m²/m]	k0	kaγ	kpγ	kd	kr	kac	kpc	kh [t/m²/m]	dkh [t/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kaγ,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.m²/m]	W [t/m/m]
1	-5,10	55243	1,24

Cote de la tête de l'écran : z0 = 4,10 m

DONNEES

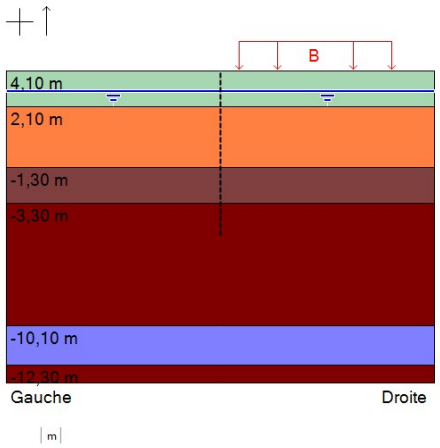
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [t/m/m]
1	0	4,10	0,50	4,00	1,00

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/m³]	ps [t/m/m]
1	3	0,49	0,84	72910	0
2	4	3,37	3,60	72910	0

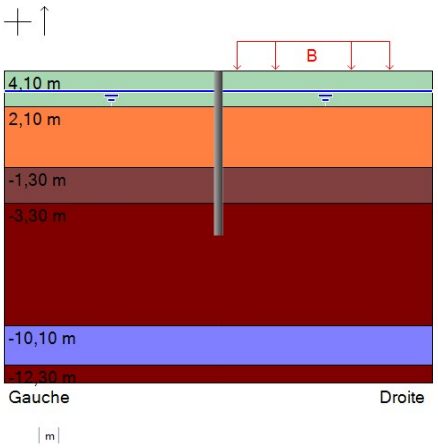
SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
  - z [m] = 4,10
  - x [m] = 0,50
  - αe = 1,000
  - L [m] = 4,00
  - q [t/m/m] = 1,00

Phase 1 : Phase transitoire

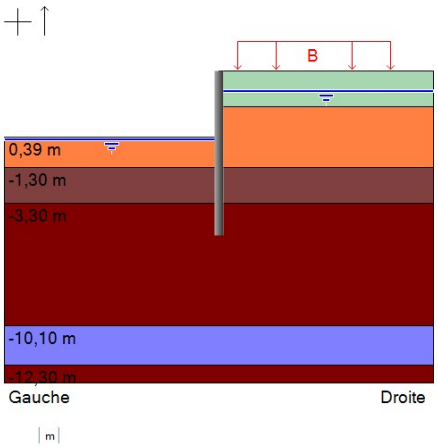


- Options MEL :

Surexcavation :
  - Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.
Sélection automatique du coté de la butée
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

Phase 2 : Phase transitoire



- Options MEL :

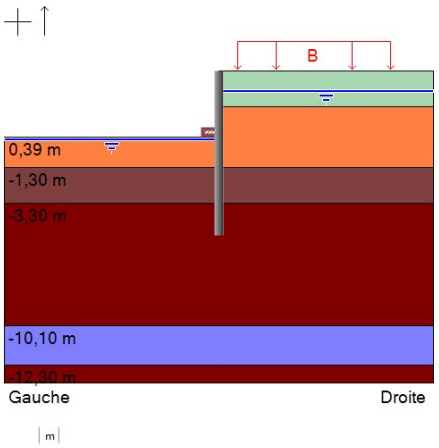
Surexcavation :
  - Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.
Sélection automatique du coté 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

Phase 3 : Phase transitoire



- Options ELU (MISS):

Surexcavation :
  - Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00
  - position zD du point d'effort tranchant null : automatique

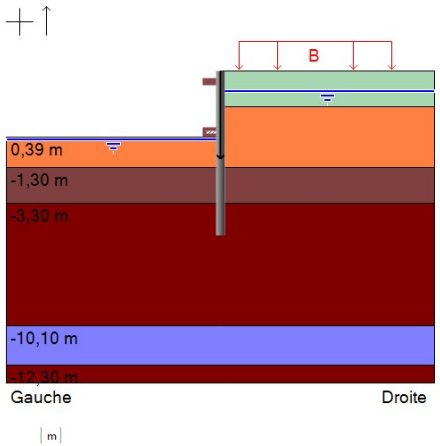
- Mise en place de la liaison surfacique : (gauche) n°1
  - z,sup [m] = 0,84
  - z,inf [m] = 0,49
  - Ks [t/m³] = 72910
  - α -
  - P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009
  - P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

terrasol
setec

Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase durable



- 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°2
z,sup [m] = 3,60
z,inf [m] = 3,37
Ks [t/m³] = 72910
α -
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
α [°] = 90,00

terrasol
setec

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

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

Paramètre de résistance

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

-

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

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

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

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - 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 (≥ 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 : α = 0,040

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 = 0,20 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 "linéïques" 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 (≥ 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 : α = 0,644

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 = 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 "linéïques" 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 "linéïques" 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 "linéïques" 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/m²

Poids volumique de l'eau : 1,02 t/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 3,00 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [t/m³]	γ' [t/m³]	φ [°]	c [t/m²]	dc [t/m²/m]	k0	kaγ	kpγ	kd	kr	kac	kpc	kh [t/m²/m]	dkh [t/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kaγ,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.m²/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]	α [°]
1	3	4,00	7000	0,00	45,00

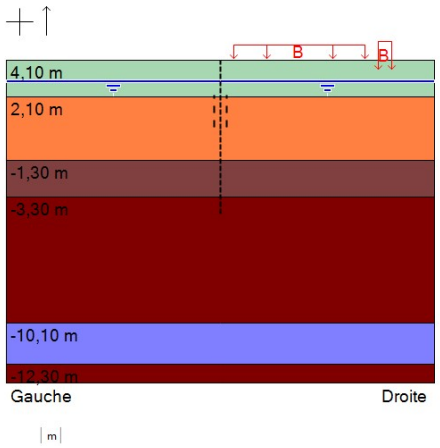
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [t/m/m]
1	0	3,50	6,00	0,50	10,00
2	0	4,10	0,50	5,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [m]	F [t/m]	α [°]
1	5	4,10	7,50	90,00

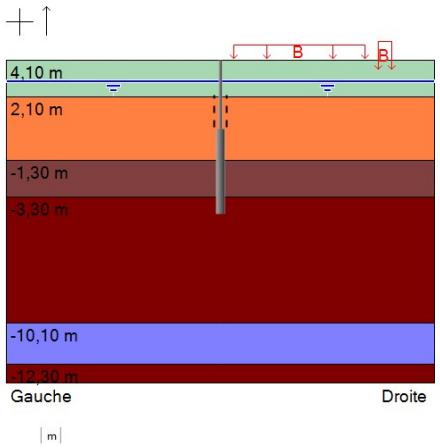
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [t/m³]	ps [t/m/m]
1	4	0,49	0,84	291639	0
2	5	3,37	3,60	291639	0

SYNTHESE PHASAGE

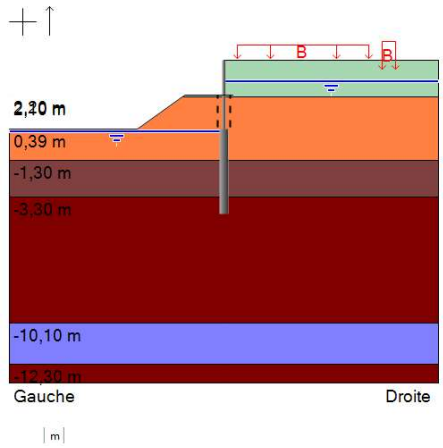
Phase initiale



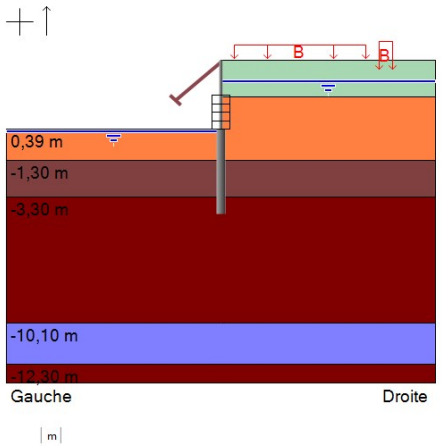
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
  - z [m] = 3,50
  - x [m] = 6,00
  - 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

- 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 coté 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 coté 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
  - αe = 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

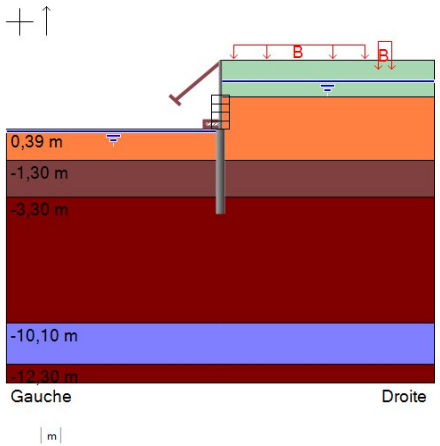
terrasol

setec

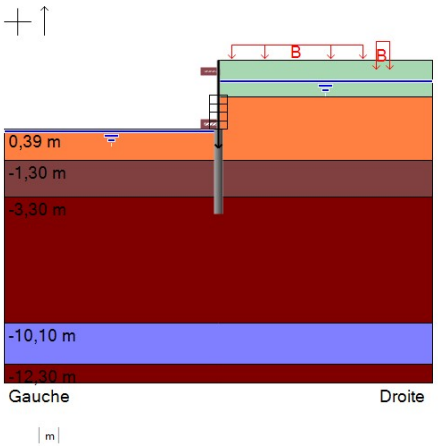
Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



- 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/m³] = 291639
α -
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- 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°2
z,sup [m] = 3,60
z,inf [m] = 3,37
Ks [t/m³] = 291639
α -
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
α [°] = 90,00

- Enlèvement du buton n°1

terrasol
setec

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

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

Paramètre de résistance

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

-

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

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

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

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - 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 (≥ 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 : α = 0,134

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 "linéïques" 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 (≥ 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 : α = 0,328

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

Pv,d = -5,17 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 "linéïques" 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 = -5,17 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 : Bt,k = 27,62 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 37,28 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 68,04 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 61,85 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -10,38 t/m
Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :
Tv,d = -3,00 t/m
Résultante verticale Fv des surcharges "linéïques" 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 = -13,38 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 : Bt,k = 27,62 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 37,28 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 68,04 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 61,85 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -10,38 t/m
Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :
Tv,d = -3,00 t/m
Résultante verticale Fv des surcharges "linéïques" 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 = -13,38 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 : Bt,k = 27,62 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 37,29 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 68,04 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 48,60 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -10,77 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 "linéïques" 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 :

Vérifications

Rv,d = -0,65 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/m²	**Niveau phréatique :**	3,00 m
Poids volumique de l'eau :	1,02 t/m³	**Nombre d'itérations par phase de calcul :**	100
Pas de calcul :	0,20 m	**Prise en compte moments 2 ordre :**	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [t/m³]	γ' [t/m³]	φ [°]	c [t/m²]	dc [t/m²/m]	k0	kaγ	kpγ	kd	kr	kac	kpc	kh [t/m²/m]	dkh [t/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kaγ,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.m²/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

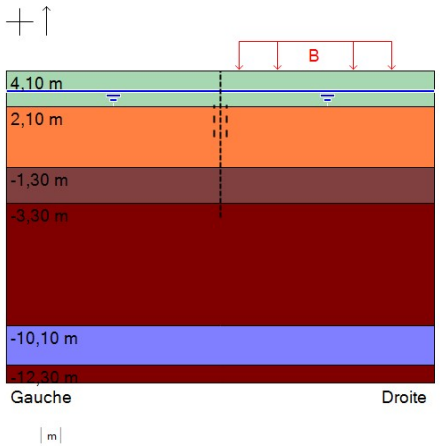
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [t/m/m]
1	0	4,10	0,50	4,00	1,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [m]	F [t/m]	α [°]
1	5	4,10	7,50	90,00

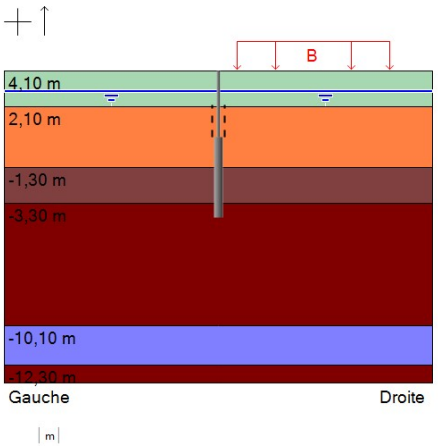
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [t/m³]	ps [t/m/m]
1	4	0,49	0,84	291639	0
2	5	3,37	3,60	291639	0

SYNTHESE PHASAGE

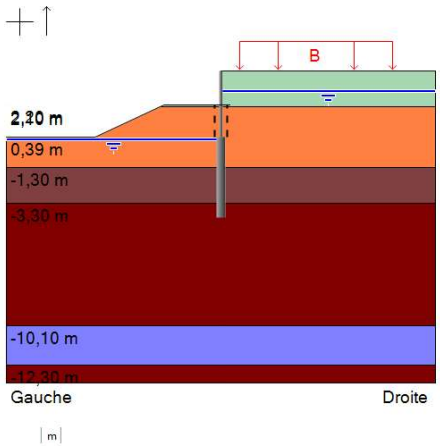
Phase initiale



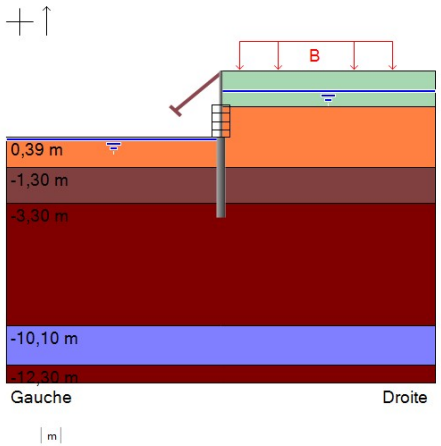
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
  z [m] = 4,10
  x [m] = 0,50
  αe = 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 :
  Δa,gauche [m] = 0,00 Δa,droite [m] = 0,00
Méthode de calcul automatique.
Sélection automatique du coté 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 coté 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
  αe = 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

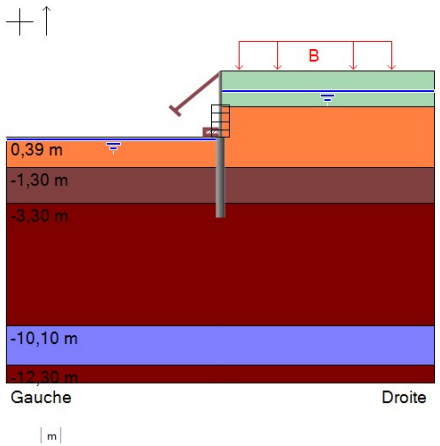
- Mise en place du buton (côté gauche) : n°1
  za [m] = 4,00
  K [t/m/m] = 7000
  α [°] = 45,00
  P [t/m] = 0,00

terrasol
setec

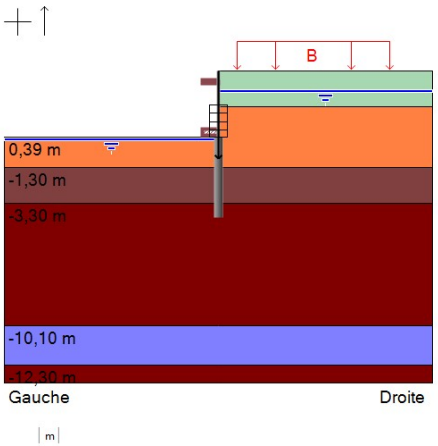
Calcul réalisé par : COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



- 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/m³] = 291639
α -
P,min [t/m/m] = -1,01971621E+009
P,max [t/m/m] = 1,01971621E+009

- 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°2
z,sup [m] = 3,60
z,inf [m] = 3,37
Ks [t/m³] = 291639
α -
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
α [°] = 90,00

- Enlèvement du buton n°1

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

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

Paramètre de résistance

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

-

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

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

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

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - 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 "linéïques" 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

Pv,d = -4,85 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 "linéïques" 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 = -4,85 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 : Bt,k = 25,94 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 35,02 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 64,82 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 58,93 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -9,56 t/m
Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :
Tv,d = -2,83 t/m
Résultante verticale Fv des surcharges "linéïques" 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 = -12,38 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 : Bt,k = 25,94 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 35,02 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 64,82 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 58,93 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -9,56 t/m
Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :
Tv,d = -2,83 t/m
Résultante verticale Fv des surcharges "linéïques" 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 = -12,38 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 : Bt,k = 25,94 t/m
Valeur de calcul : Bt,d = 35,02 t/m
Butée mobilisable :
Valeur caractéristique : Bm,k = 64,82 t/m
Valeur de calcul : Bm,d = 46,30 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 = 0,00 t/m
Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :
Pv,d = -9,93 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 "linéïques" 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 :

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 : Insertions des bâtiments par photos réalistes

MEDIATIM PROMOTION - Avenue Rompsay - Plan de masse

Avenue de Romspay

Accès Piétons

Bâtiment B

Accès Véhicules

Bâtiment C

Accès Piétons

Rue Berlioz

Bâtiment D

Accès Piétons

Rue Debussy

Accès Véhicules

Accès Piétons

Bâtiment A

N

© arka - www.arka-studio.fr - 2020 - Illustration non contractuelle

MEDIATIM PROMOTION - Avenue Rompsay - Evimmo

MEDIATIM PROMOTION - Avenue Rompsay - Evimmo

MEDIATIM PROMOTION - Avenue Rompsay - Illustration extérieure

© arka + www.arka-studio.fr - 2020 - Illustration non contractuelle

Annexe 5 : Zonage du Plan de Prévention des Risques naturels de La Rochelle modifié le 4 octobre 2019

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES
ET DE LA MER DE LA CHARENTE-MARITIME

ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX (EROSION ET SUBMERSION)

COMMUNE DE LA ROCHELLE

Carte de zonage

Carte Z8-01

Echelle: 1/ 5 000

LE PREFET,

0 4 OCT. 2019

Fabrice RIGOULET-ROZE

Juin 2019

Affaire n° 8310094

ARTELIA

Agence de Bordeaux

Le Sextant - 6-8 avenue des Satellites - 33187 LE HAILLAN - tél : 05 56 13 85 82 - Fax : 05 56 13 85 83

Site d'étude

GARE DE LA ROCHELLE

LA VILLE EN BOIS

QUAI OUEST

MARAIS PERDU

COURLLES

FIEF DES MINIMES

FIEF DU PAS ROUTELET

FIEF DES MOUCHES

PIERRE NOIRE

MARAIS SALANT DE TASDON NORD

MARAIS SALANT DE TASDON SUD

TASDON

LÉGENDE

- Limite de la zone submersible pour le scénario de référence + 20 cm
- Limite de la zone submersible pour le scénario de référence + 60 cm

- Re : Zone d'érosion à 100 ans
- Rs1 : Zone - de sur-aléa en arrière des protections - d'extrême danger (hors zone d'érosion)
- Rs1a
- Rs2 : Zone d'aléas très forts (hors Re et Rs1)
- Rs3
- Bs1
- Bs2
- Bs1a
- Bs3
- Rs3m
- Os1

3.30 Limite d'application et cote pour le scénario de référence à long terme (en mNGF)

3.30 Limite d'application et cote pour le scénario de référence à court terme (en mNGF)