



Boulevard du professeur Jacques Monod, Saint  
Herblain (44)

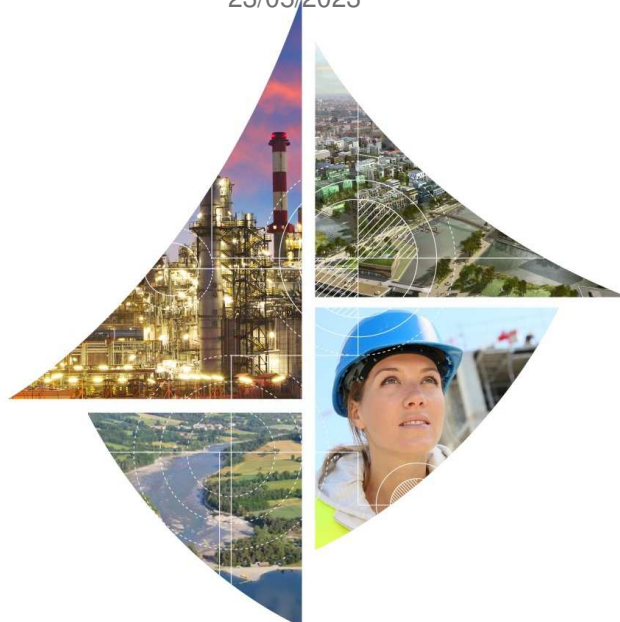
## **Demande d'examen au cas par cas**

Rapport

Réf : 1024638-01/LB6000035/ CV\_LB0000344

NMES-CRO / MVO / ISZ

23/05/2023






## LNA SANTE

Boulevard du professeur Jacques Monod, Saint Herblain (44)

Demande d'examen au cas par cas

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	23/05/2023	01	N. MESBAHI		M. VOGUET		I. ZETTI	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : 1024638-01/LB6000035/ CV_LB0000344
Numéro d'affaire :	1110
Domaine technique :	16_1

GINGER BURGEAP Région Loire-Bretagne • ZAC des hauts de Couëron 3

24 quater rue Jan Palach

44220 COUERON

Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • [burgeap.nantes@groupeginger.com](mailto:burgeap.nantes@groupeginger.com)

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
1.1	Le contexte réglementaire.....	5
1.2	Situation du projet.....	5
1.3	Présentation du document .....	6
<b>2.</b>	<b>Annexes obligatoires.....</b>	<b>8</b>
	Annexe obligatoire n°1 : Renseignements concernant le maître d'ouvrage .....	8
	Annexe obligatoire n°2 : Décision administrative soumettant le projet au cas par cas.....	8
	Annexe obligatoire n°3 : Plan de situation du projet.....	8
	Annexe obligatoire n°4 : Prise de vues du site et de ses abords .....	9
	Annexe obligatoire n°5 : Présentation du projet.....	13
	Annexe obligatoire n°6 : Présentation des abords du site .....	25
	Annexe obligatoire n°7 : Situation du projet par rapport aux sites NATURA 2000 ..	26
<b>3.</b>	<b>Annexes volontairement transmises .....</b>	<b>29</b>
	Annexe volontaire n°8 : Synthèse des enjeux environnementaux du site .....	29
	Annexe volontaire n°9 : Etude géotechnique.....	54
	Annexe volontaire n°10 : Etude de pollution.....	55

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet .....	8
Figure 2 : Localisation des prises de vue du site et de ses abords.....	9
Figure 3 : Plan schématique du projet d'aménagement du centre SMR de LNA SANTE (source : notice descriptive architecturale et paysagère, AIA ARCHITECTES).....	14
Figure 4 : Façades et Coupes – Etat APS (source : AIA ARCHITECTES, en date de 31/03/2023).....	15
Figure 5 : Plan du projet avec les espaces végétalisés prévus dans la cadre de l'opération (source : AIA ARCHITECTES en date de 31/03/2023) .....	17
Figure 6 : Plan de rez-de-jardin (source: AIA Architectes,31/03/2023) .....	19
Figure 7 : Plan de Niveau 0 (source: AIA Architectes, 31/03/2023) .....	20
Figure 8 : Plan de Niveau 1 (source: AIA Architectes, 31/03/2023) .....	21
Figure 9 : Plan de Niveau 2 (source: AIA Architectes, 31/03/2023) .....	22
Figure 10 : Plan de Niveau 3 (source: AIA Architectes, 31/03/2023) .....	23
Figure 11 : Plan de Niveau 4 (source: AIA Architectes, 31/03/2023) .....	24
Figure 12 : Plan des abords du site et usages alentours dans un rayon de 500 mètres (source : Fond de plan IGN, avec annotations GINGER BURGEAP).....	25
Figure 13 : Cartographie des sites ZPS de Natura 2000 à proximité du site du projet (source : Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP).....	27
Figure 14 : Cartographie des sites ZSC de Natura 2000 à proximité du site du projet (source : Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP).....	28
Figure 15 : Cartographie de ZNIEFF continentales de type 1 situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP) .....	30
Figure 16 : Cartographie des ZNIEFF continentales de type 2 situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP) .....	31
Figure 17 : Cartographie des ZICO situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP) .....	32
Figure 18 : Cartographie simplifiée des enjeux écologiques (source : ETAMINE) .....	33

Figure 19 : Plan des parties non conservées et conservées dans les zones à plus fort enjeu écologique (source : ETAMINE) .....	34
Figure 20 : Exemples de clôtures intégrant des passages à petite faune (source: ARB IDF) .....	35
Figure 21 : Localisation des clôtures qui a minima respecteront les critères de perméabilités (source: ETAMINE) .....	35
Figure 22 : Perspectives de la façade sud (source : AIA avec annotations ETAMINE) .....	36
Figure 23 : Perspectives façade est (source : AIA avec annotations ETAMINE) .....	36
Figure 24 : Perspectives de la façade nord (source : AIA avec annotations ETAMINE) .....	37
Figure 25 : Perspectives de la façade ouest (source : AIA avec annotations ETAMINE) .....	37
Figure 26 : Espèces exotiques envahissantes courantes (source : ETAMINE) .....	42
Figure 27 : Bandes spectrales « à éviter » par groupes d'espèces (Tableau réalisé grâce aux informations issues de la synthèse bibliographique MEB-ANPCEN) .....	43
Figure 28 : Proposition d'installation de nichoirs (source : ETAMINE) .....	45
Figure 29 : Illustrations d'aménagements d'accueil pour les reptiles (source: Biodiversité et Bâti) .....	46
Figure 30 : Exemples de tas de pierres calcaires sèches (source : ETAMINE) .....	47
Figure 31 : Exemples de zones engravillonnées et ensablées (source : ETAMINE) .....	47
Figure 32 : Exemples de tas de bois et bûches percées et de fagots de branches (source : ETAMINE) .....	47
Figure 33 : Exemples et schéma de gîtes à chiroptères à installer dans les façades (source : ETAMINE) .....	48
Figure 34 : Localisation privilégiée des haies (source : ETAMINE) .....	49
Figure 35 : Cartographie de ZPPA, des monuments historiques protégés, et des sites classés ou inscrits à proximité du site d'étude (source : Ministère de la Culture et de la Communication Direction générale des patrimoines, avec annotations de GINGER BURGEAP) .....	50
Figure 36 : Exposition du site au risque de retrait – gonflement des argiles (Source : Géorisques, avec annotations GINGER BURGEAP) .....	51
Figure 37 : Exposition du site au risque de remontées de nappes (Source : Géorisques avec annotations GINGER BURGEAP) .....	52

## TABLEAUX

Tableau 1 : Extrait de l'annexe de l'article R.122-2 du Code de l'Environnement – Catégories d'aménagements auxquelles est soumis le projet .....	6
Tableau 2 : Zones naturelles remarquables aux alentours du site d'étude .....	29

## PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Vue panoramique du site d'étude - vue vers le nord .....	10
Photographie 2 : Vue panoramique du site d'étude - vue vers le sud .....	10
Photographie 3 : Parking au sud du site d'étude - Extension du parking sans enrobé .....	11
Photographie 4 : Vue sur les espaces verts de séparation entre les deux parkings .....	11
Photographie 5 : Site d'étude - vue vers l'ouest .....	12
Photographie 6 : Site d'étude - vue vers le sud .....	12



## 1. Introduction

### 1.1 Le contexte réglementaire

Certains projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés sont susceptibles, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé.

Les projets donnant lieu à un permis de construire **peuvent être soumis à évaluation environnementale systématique ou à un examen préalable au cas par cas selon les critères définis dans le tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement**. Dans ce dernier cas, seuls les projets identifiés par l'autorité environnementale comme étant susceptibles d'avoir des incidences négatives notables sur l'environnement doivent faire l'objet d'une étude d'impact.

### 1.2 Situation du projet

LNA Santé projette la construction d'un centre de Soins Médicaux et de Réadaptation (SMR), localisé boulevard du professeur Jacques Monod au sein du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Laennec, développant une surface de plancher de 14 424 m<sup>2</sup>, sur une superficie au sol d'environ 4 500 m<sup>2</sup>. Au regard des caractéristiques du projet et du décret d'application n°2016-1110 du 11 août 2016 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, l'opération de construction de LNA SANTE sur le site du CHU de Saint-Herblain est soumise à une procédure d'examen au cas par cas.

Le projet est par conséquent concerné par l'alinéa 39° de l'Annexe de l'article R122.2 du Code de l'environnement présenté ci-dessous :

**Tableau 1 : Extrait de l'annexe de l'article R.122-2 du Code de l'Environnement – Catégories d'aménagements auxquelles est soumis le projet**

Catégorie	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à examen au cas par cas
39. Travaux, constructions et opérations d'aménagement	<p>a) Travaux et constructions créant une emprise au sol au sens de l'article R. 420-1 du Code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m<sup>2</sup> dans un espace autre que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les zones mentionnées à l'article R. 151-18 du Code de l'urbanisme, lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ;</li> <li>- les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L. 161-4 du même code, lorsqu'une carte communale est applicable ;</li> <li>- les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L. 111-3 du même code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable ;</li> </ul>	<p>a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du Code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du même code supérieure ou égale à 10 000 m<sup>2</sup>.</p>
	<p>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha ;</p>	
	<p>c) Opérations d'aménagement créant une emprise au sol au sens de l'article R. 420-1 du Code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m<sup>2</sup> dans un espace autre que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les zones mentionnées à l'article R. 151-18 du Code de l'urbanisme lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ;</li> <li>- les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L. 161-4 du même code, lorsqu'une carte communale est applicable ;</li> <li>- les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L. 111-3 du même code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable.</li> </ul>	<p>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du Code de l'urbanisme ou l'emprise au sol au sens de l'article R. 420-1 du même code est supérieure ou égale à 10 000 m<sup>2</sup>.</p>

### 1.3 Présentation du document

Le présent document met à disposition des services de l'Autorité Environnementale les annexes obligatoires de la demande d'examen au cas par cas de l'opération de construction portée par LNA SANTE à Saint-Herblain, et les éléments complémentaires au document CERFA14734-04 établi dans le cadre de l'opération, en permettant une meilleure appréhension des enjeux associés au projet et à son contexte.

L'**annexe n°1** « Informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » est jointe à part. L'ensemble des pièces annexes obligatoires et les pièces volontairement transmises constituent le présent document.

Celui-ci se compose de :

- **Annexes obligatoires n°2 à 7 :**
  - un plan de situation du projet (annexe obligatoire n°3),
  - un reportage photographique du site (annexe obligatoire n°4),
  - une présentation du projet (annexe obligatoire n°5),
  - une présentation des abords du site (annexe obligatoire n°6),

- une carte de situation du site vis-à-vis des zones NATURA 2000 les plus proches (annexe obligatoire n°7).
- **Annexes volontaires n°8 à 10** jointes pour une meilleure compréhension du projet :
  - synthèse des enjeux environnementaux du site et possibles incidences du projet (annexe volontaire n°8),
  - étude de géotechnique (annexe volontaire n°9).
  - étude de pollution (annexe volontaire n°10).

## 2. Annexes obligatoires

### Annexe obligatoire n°1 : Renseignements concernant le maître d'ouvrage

La feuille de renseignements concernant le maître d'ouvrage est éditée séparément.

### Annexe obligatoire n°2 : Décision administrative soumettant le projet au cas par cas

Sans objet (le projet ne fait pas l'objet d'un examen au cas par cas dans le cadre du dispositif prévu aux I et II de l'article R.122-2-1 du Code l'environnement).

### Annexe obligatoire n°3 : Plan de situation du projet



**Figure 1 : Localisation du projet**

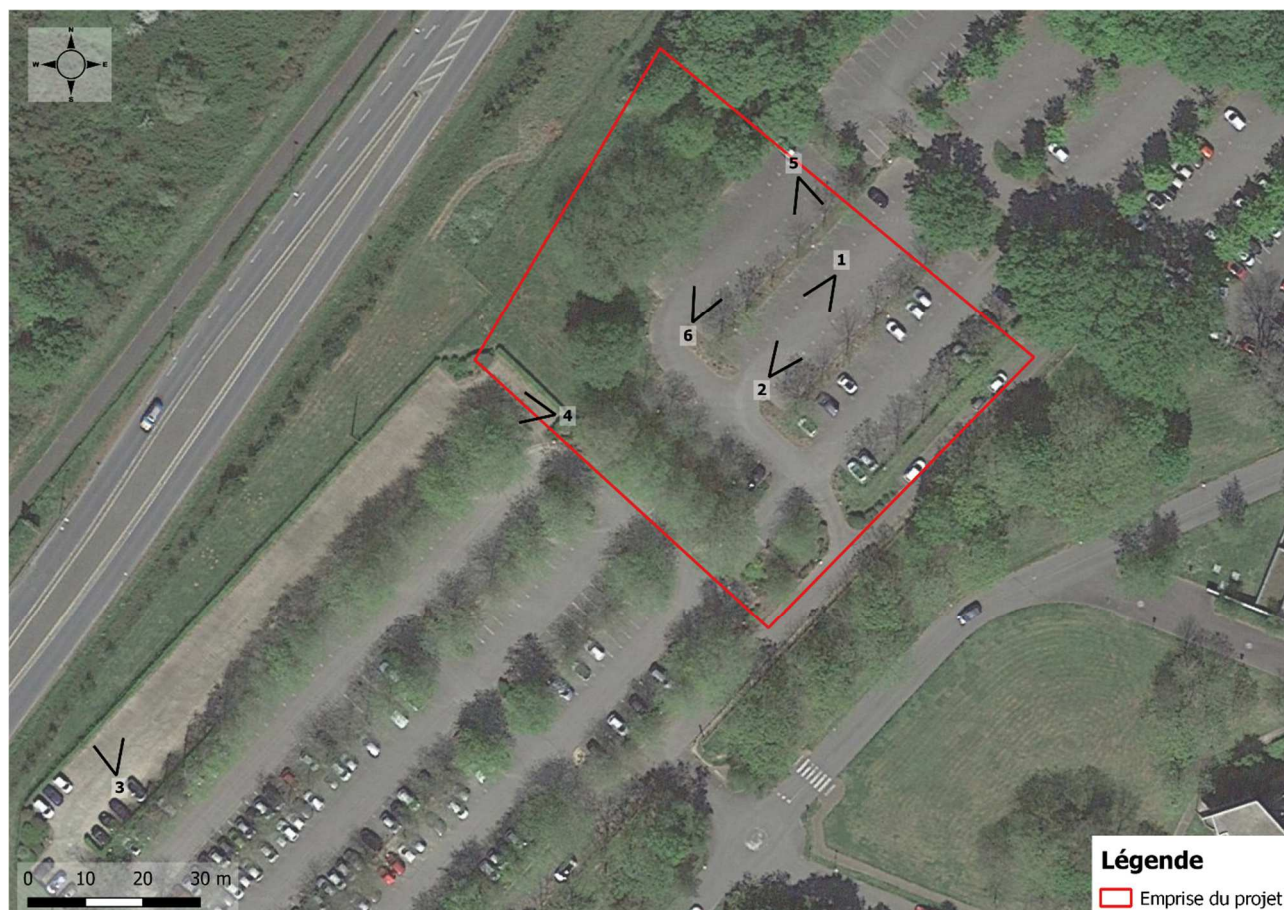
Source : Géoportail avec annotations GINGER BURGEAP



## Annexe obligatoire n°4 : Prise de vues du site et de ses abords

Un reportage photographique a été entrepris le 07 mars 2023.

La figure ci-après localise les prises de vue du site du projet et de ses abords, présentées au fil des pages suivantes.



**Figure 2 : Localisation des prises de vue du site et de ses abords**

Source : GINGER BURGEAP sur fond Géoportail avec annotations GINGER BURGEAP





**Photographie 1 : Vue panoramique du site d'étude - vue vers le nord**



**Photographie 2 : Vue panoramique du site d'étude - vue vers le sud**





**Photographie 3 : Parking au sud du site d'étude - Extension du parking sans enrobé**



**Photographie 4 : Vue sur les espaces verts de séparation entre les deux parkings**





**Photographie 5 : Site d'étude - vue vers l'ouest**



**Photographie 6 : Site d'étude - vue vers le sud**



## Annexe obligatoire n°5 : Présentation du projet

### ► Programme

Le projet prévoit la construction d'un centre de Soins de Suite et de Réadaptation sur la partie sud des espaces parkings / espaces verts de l'hôpital CHU Nord-Laënnec sur une surface bâtie d'environ 14 420 m<sup>2</sup>. L'opération prévoit :

- la construction d'un bâtiment en R+3, sans niveau de sous-sol, d'une superficie de plancher supérieure à 10 000 m<sup>2</sup> et d'une superficie au sol estimée d'environ 4 500 m<sup>2</sup> ;
- des voiries ;
- des espaces verts.

### ► Parti architectural

Le nouveau centre de soins comprend les entités programmatiques suivantes :

- 146 lits d'hospitalisation conventionnelle (HC) de neurologie, de MPR et de gériatrie ;
- 60 places d'hospitalisation de jour (HTP) ;
- un plateau technique de rééducation, y compris une balnéothérapie, ainsi qu'un pôle de consultation.

Les fonctionnalités sont implantées suivant la répartition suivante :

- Rez-de-jardin
  - salle à manger résidents et invités
  - restauration et lieu de détente du personnel
  - cuisine de production
  - logistique, pharmacie et lingerie
  - vestiaires du personnel
  - locaux techniques
  - centrale d'énergie (bâtiment indépendant)
  - un parking dédié au personnel (80 places)
- Rez-de-chaussée
  - hall principal
  - salle de conférence
  - administration
  - boutique
  - consultations
  - hospitalisation de jour
  - plateau technique de rééducation et de balnéothérapie
  - micro-crèche (indépendante en fonctionnement)
  - appartements de fonction
- Niveau 1
  - hébergement – 2 unités
- Niveau 2
  - hébergement – 2 unités
- Niveau 3

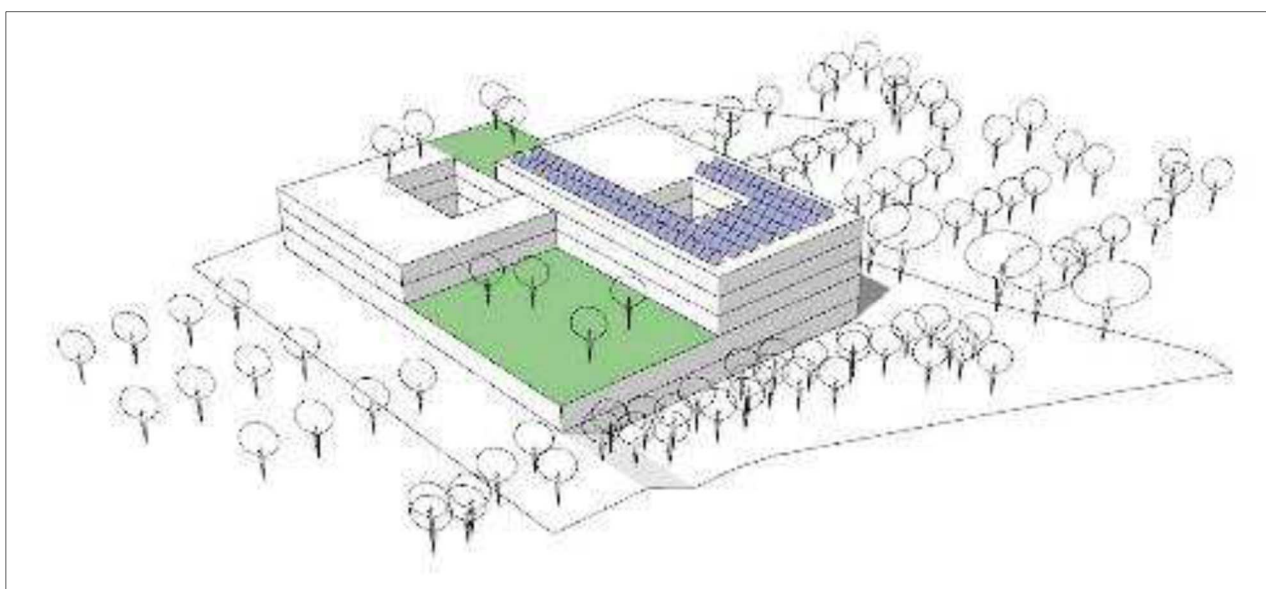
- hébergement – 1 unité
- Niveau 4
- locaux techniques

Le projet comprend également une micro-crèche installée au rez-de-chaussée, ainsi qu'un parc de stationnement en rez-de-jardin, dédié au personnel du bâtiment.

Le bâtiment sera construit sur trois étages, avec des hébergements qui s'organisent en une forme de 8, autour de deux patios. La morphologie du bâtiment génère naturellement de larges terrasses. Elles sont :

- données à vivre pour les patients,
- deviennent le support des activités de rééducation,
- largement végétalisées et permettent de retrouver de la biodiversité sur le bâtiment en complément des espaces en pleine terre.

Les figures suivantes donnent une vue 3D du projet et ses coupes.



**Figure 3 : Plan schématique du projet d'aménagement du centre SMR de LNA SANTE (source : notice descriptive architecturale et paysagère, AIA ARCHITECTES)**

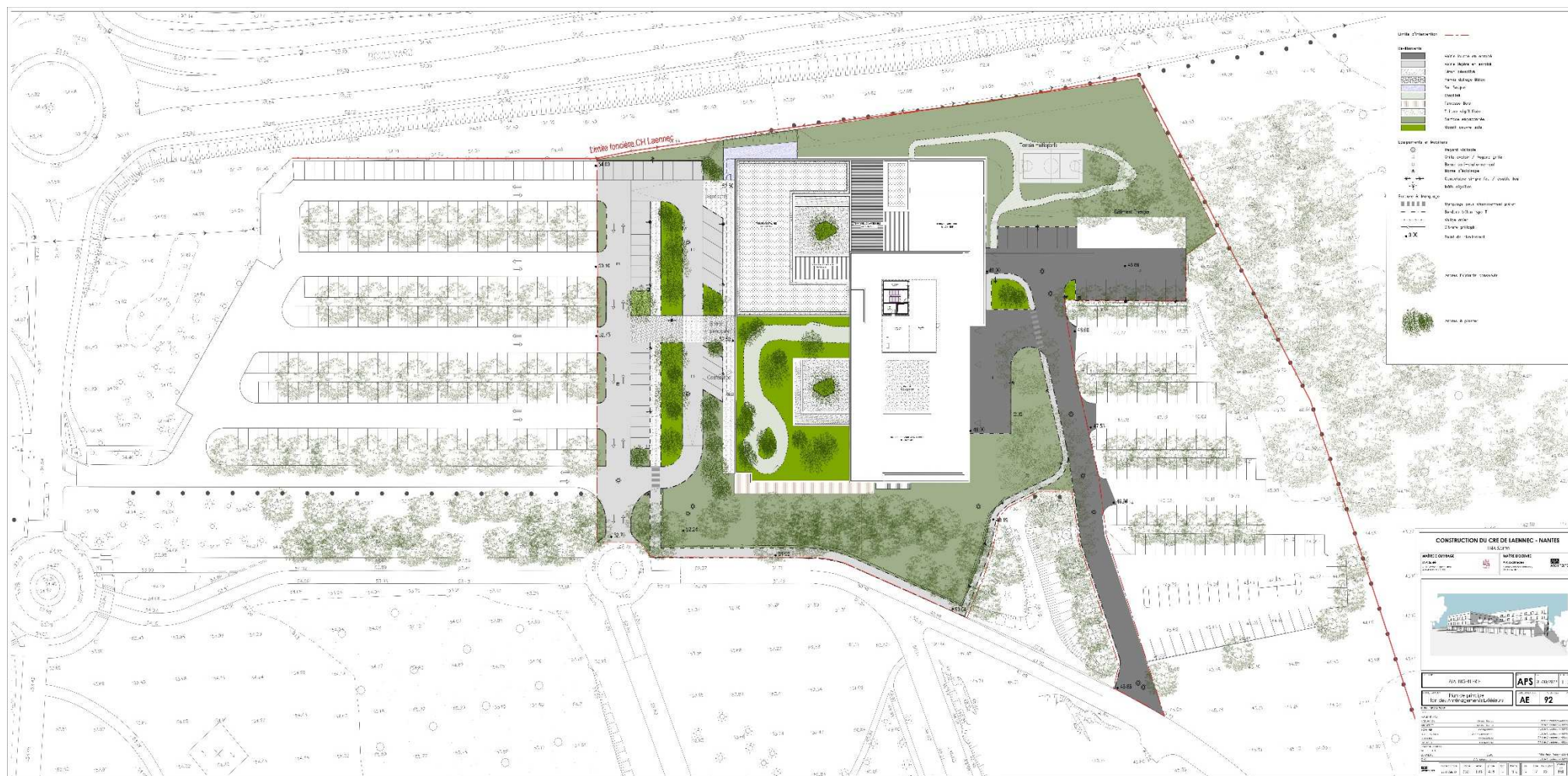


### ► Parti paysager

Favorisant la préservation du patrimoine végétal existant, le projet prévoit l'aménagement de plusieurs espaces propices à la préservation et au développement de la biodiversité, à citer :

- des arbres remarquables inscrits au Plan Local d'Urbanisme de Nantes Métropole,
- des toitures végétalisées ,
- des patios arborés.





**Figure 5 : Plan du projet avec les espaces végétalisés prévus dans la cadre de l'opération (source : AIA ARCHITECTES en date de 31/03/2023)**

### ► Planning

Le planning prévisionnel de l'opération est le suivant :

- dépôt du permis de construire : juin 2023 ;
- démarrage des travaux : février 2024.

### ► Démarche environnementale

Dans le cadre d'une politique de développement durable et socialement responsable, LNA Santé a souhaité inscrire le projet de construction de l'établissement projeté dans une démarche de certification de qualité environnementale.

De ce fait, l'opération visera les certifications et les labellisations énergétiques suivantes :

- Certification NF Bâtiments terrières démarches HQE- Passeport « Excellent »,
- Label E+C- de performance Énergétique et Carbone- niveau E3C1,
- Label BiodiverCity®

### ► Accès et stationnement

L'accès principal au centre SMR est prévu via le boulevard du Professeur Jacques Monod. 80 places de stationnement sont prévues dans le niveau rez-de-jardin et seront dédiées au personnel (véhicules légers).

### ► Travaux

Il s'agit d'un chantier de construction de bâtiments en contexte urbain. Les emprises seront délimitées et protégées par des palissades de chantier. Les circulations des engins et camions nécessaires seront signalées de manière adéquate. Les opérations réalisées lors du chantier seront :

- les opérations de dépollution du terrain en fonction des résultats des investigations complémentaires qui seront réalisées prochainement,
- des terrassements, excavations, nivellements pour permettre l'implantation du nouveau bâtiment,
- la construction du nouveau bâtiment (gros œuvre et finitions) dont infrastructures,
- la réalisation des abords et des aménagements paysagers.



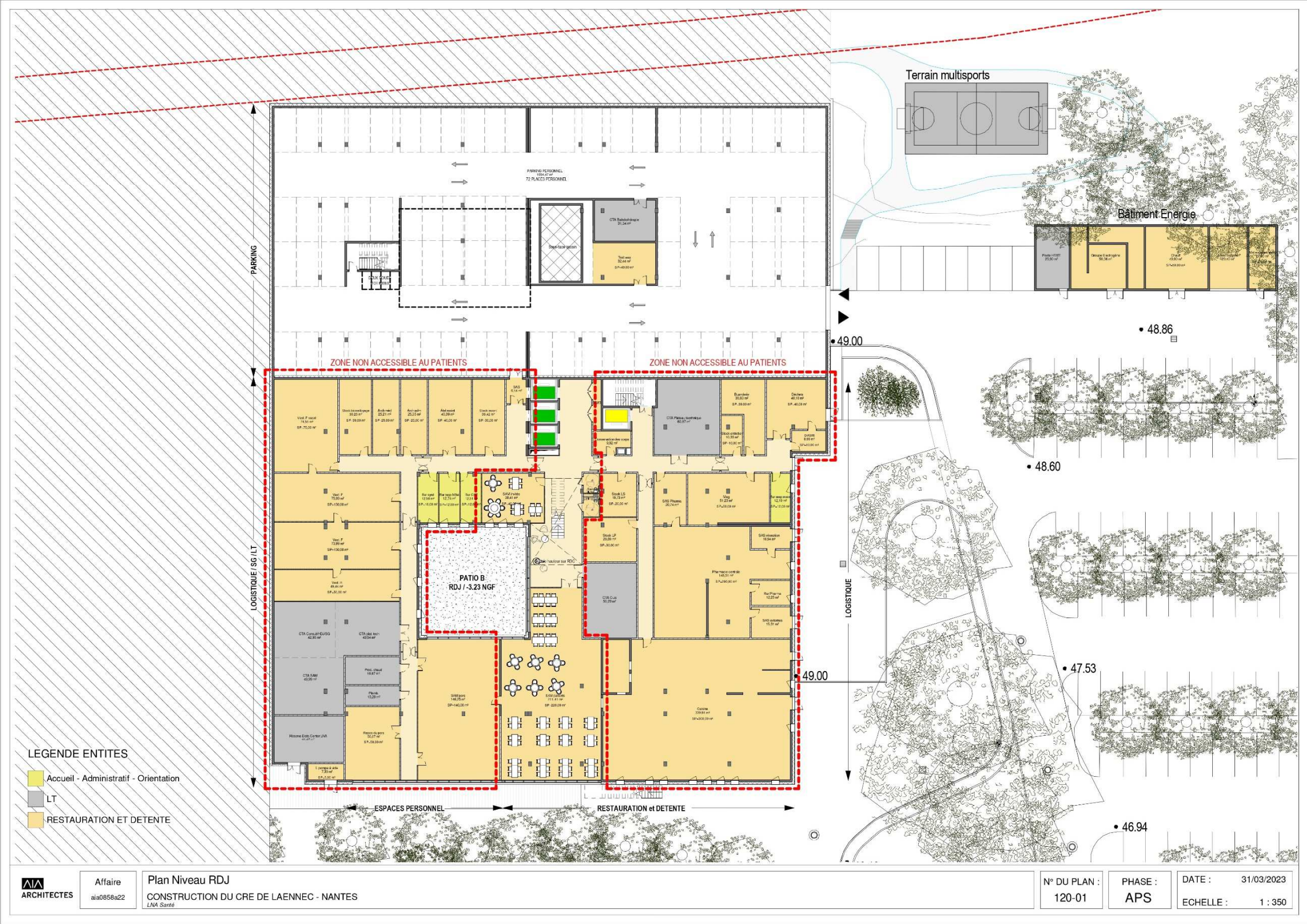


Figure 6 : Plan de rez-de-jardin (source: AIA Architectes,31/03/2023)



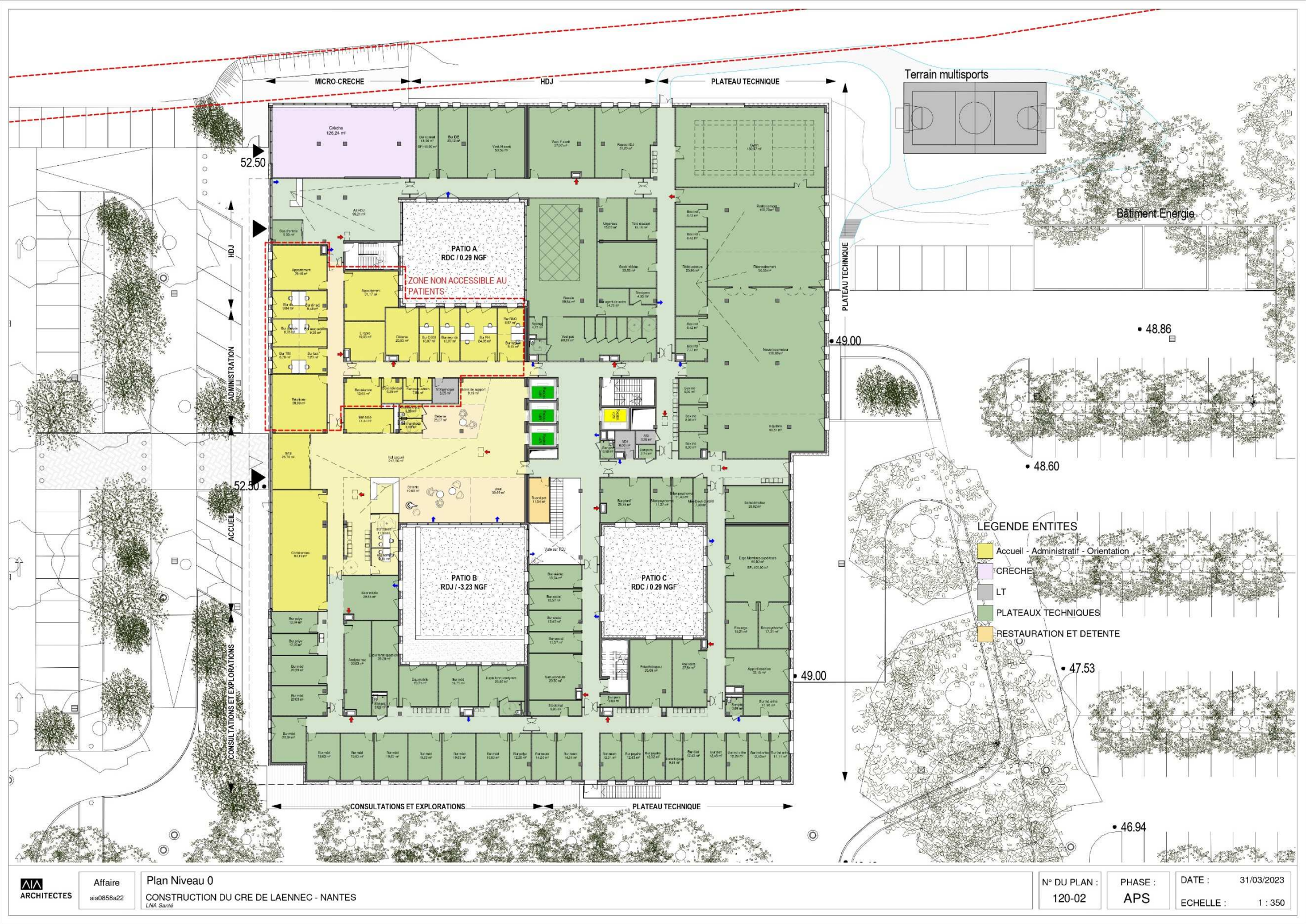






Figure 8 : Plan de Niveau 1 (source: AIA Architectes, 31/03/2023)

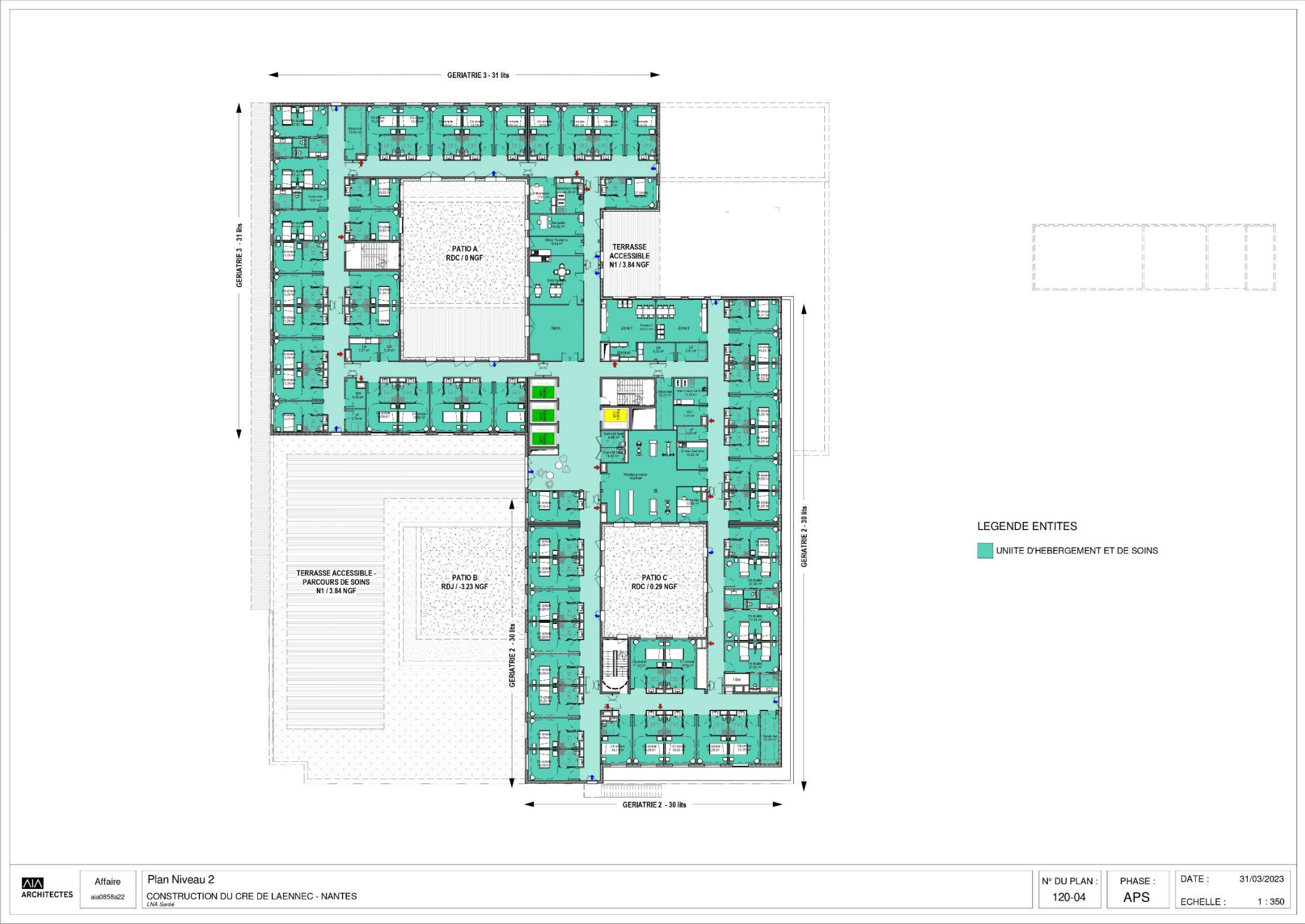


Figure 9 : Plan de Niveau 2 (source: AIA Architectes, 31/03/2023)



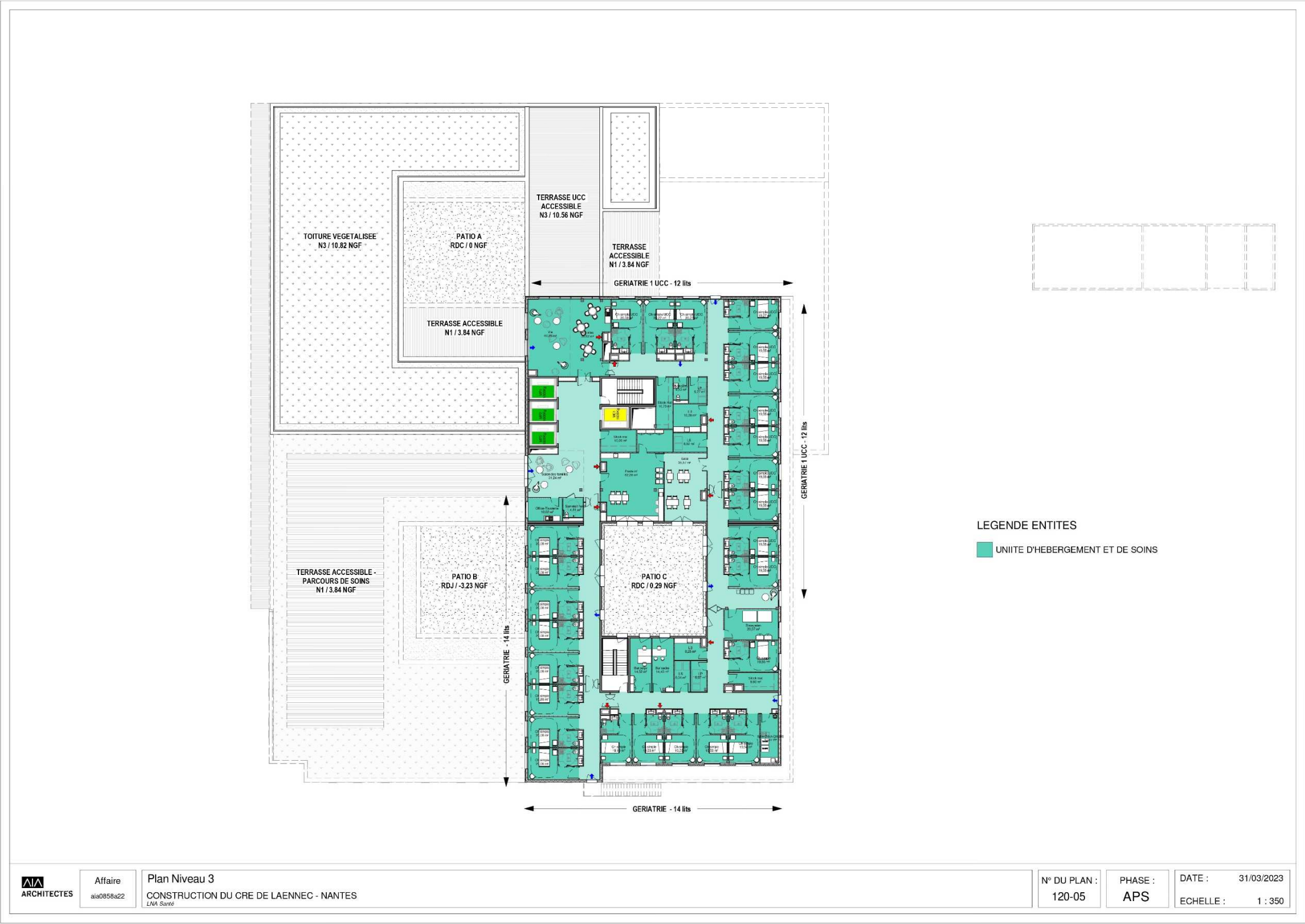


Figure 10 : Plan de Niveau 3 (source: AIA Architectes, 31/03/2023)

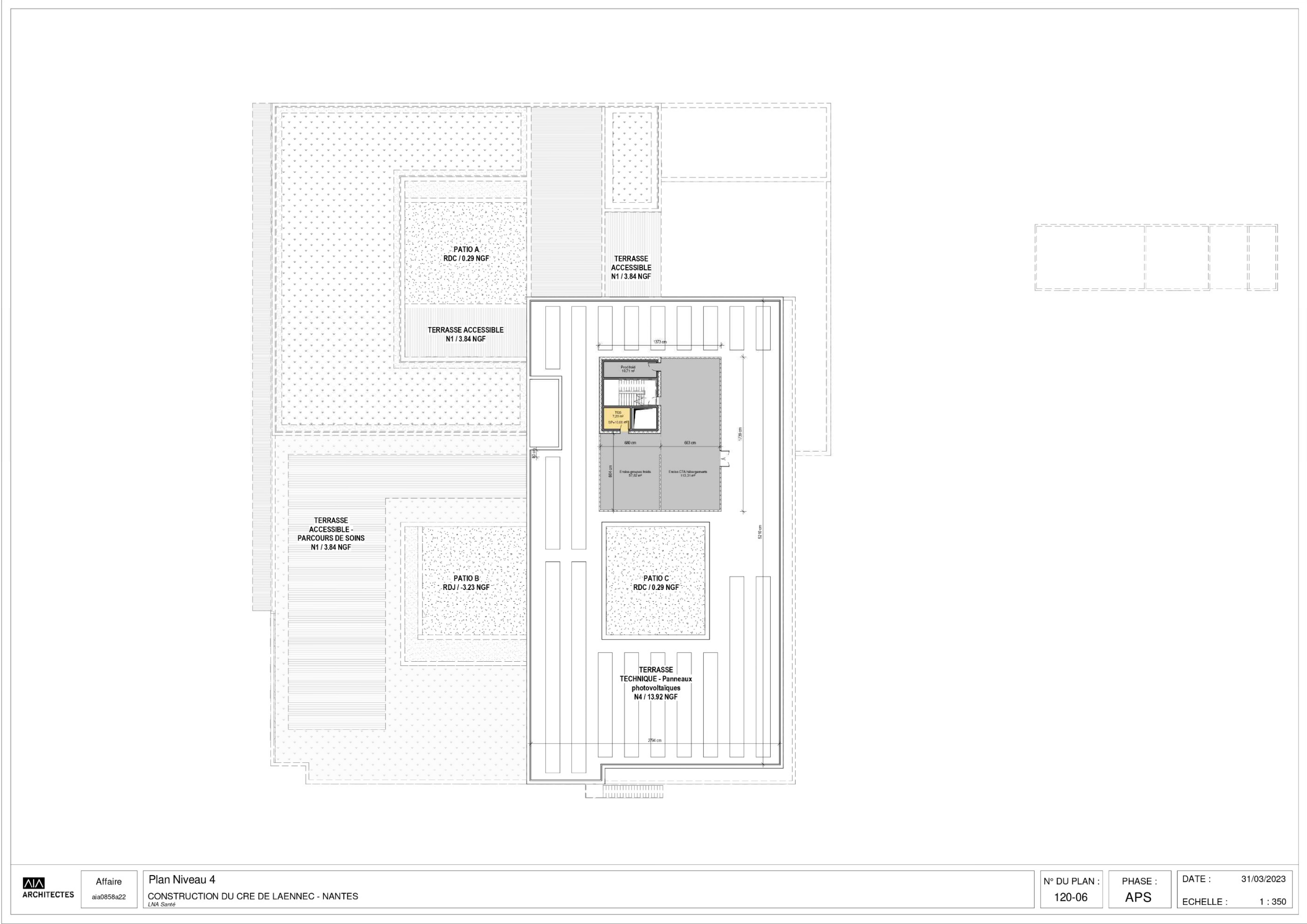


Figure 11 : Plan de Niveau 4 (source: AIA Architectes, 31/03/2023)



## Annexe obligatoire n°6 : Présentation des abords du site

Le site, d'une surface d'environ 14 500 m<sup>2</sup>, est actuellement occupé par un parking de véhicules légers et des espaces verts de l'hôpital CHU Nord-Laënnec.

La parcelle du projet est située en limite du boulevard du professeur Jacques Monod, et est bordée :

- à l'est et au sud, par le centre hospitalier CHU Laënnec, et par une zone industrielle ;
- au nord par le boulevard du professeur Jacques Monod, et par une plateforme de stockage de matériaux ;
- à l'ouest, par le boulevard du professeur Jacques Monod, et par de la forêt.

Ces différents éléments sont visibles sur les photographies données dans l'**Annexe obligatoire n°4 : Prise de vues du site et de ses abords**, et représentés sur la figure suivante.



**Figure 12 : Plan des abords du site et usages alentours dans un rayon de 500 mètres (source : Fond de plan IGN, avec annotations GINGER BURGEAP)**



## Annexe obligatoire n°7 : Situation du projet par rapport aux sites NATURA 2000

Le réseau « Natura 2000 » s'inscrit au cœur de la politique de conservation de la nature de l'union européenne et est un élément clé du dispositif visant à enrayer l'érosion de la biodiversité.

Ce réseau, mis en place en application de la Directive « Oiseaux » datant de 1979 et de la Directive « Habitats » datant de 1992, vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

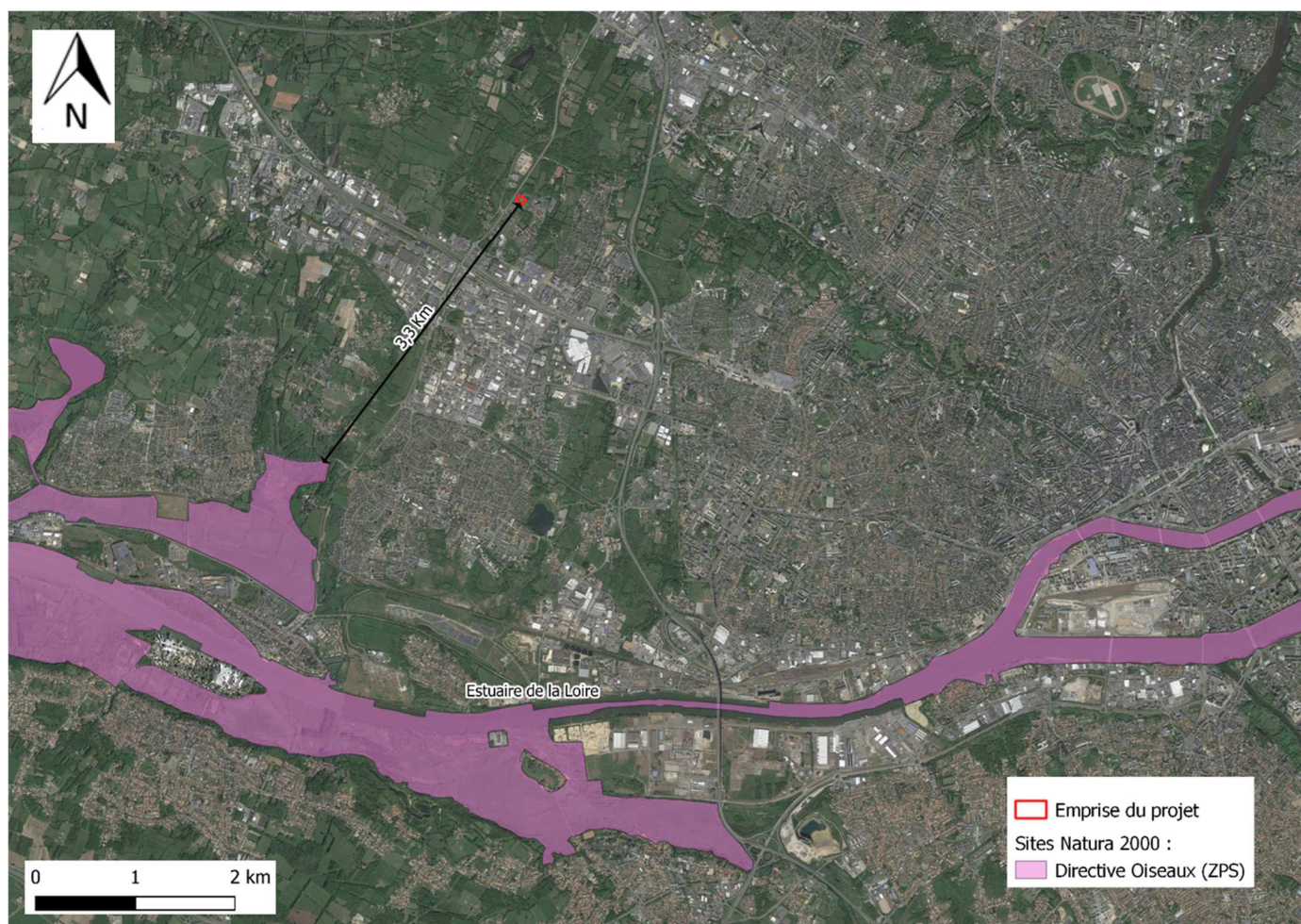
La structuration de ce réseau comprend :

- des Zones de Protection Spéciale (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ;
- des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive "Habitats".

L'opération ne se situe pas sur ou en bordure de sites NATURA 2000. Les entités les plus proches du site d'étude sont :

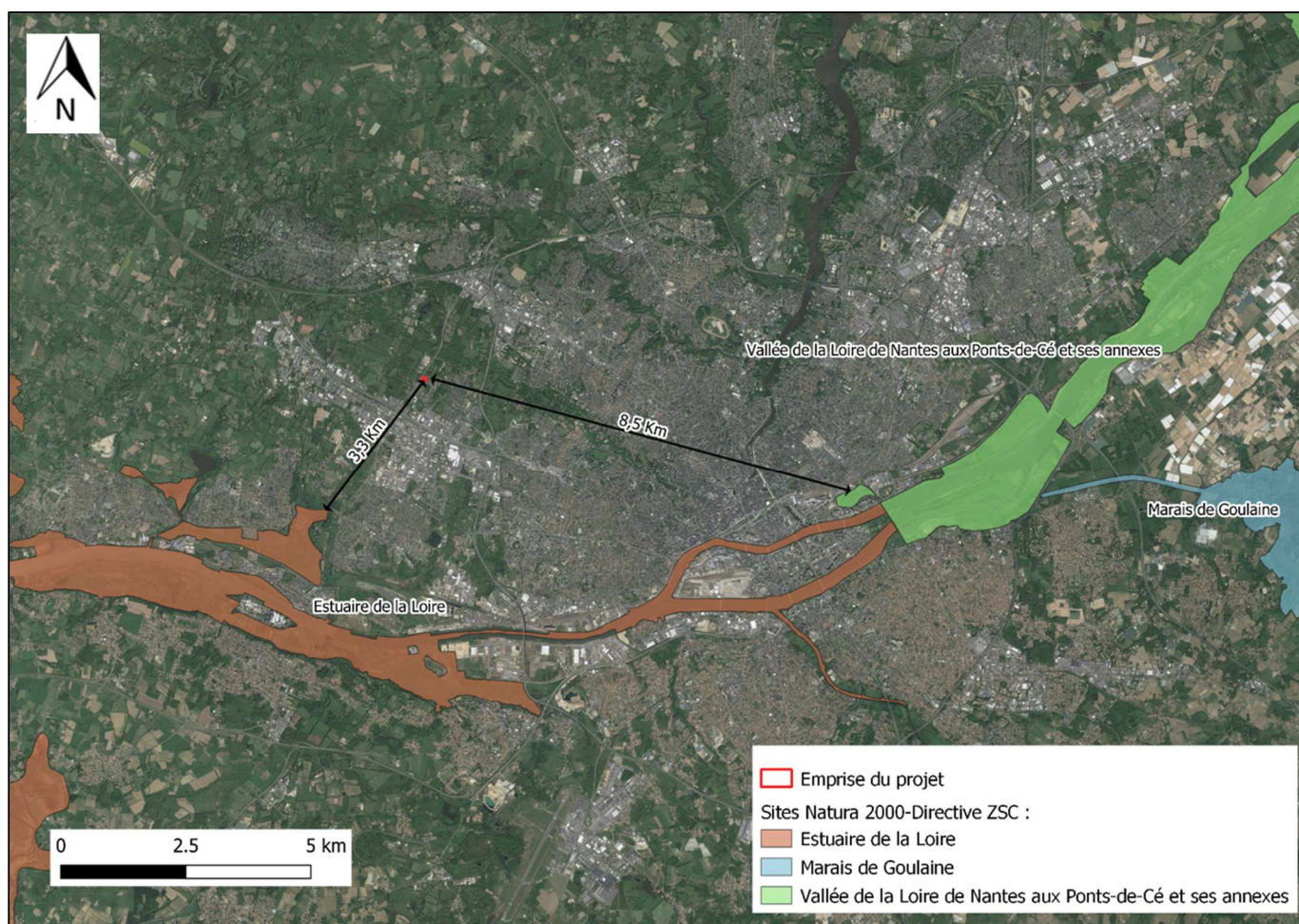
- le site ZPS sous la directive oiseaux « Estuaire de la Loire » codifiée FR5210103. Il se situe à environ 3,3 km au sud et sud-ouest du projet (cf. [Figure 13](#)) ;
- le site ZSC sous la directive Habitats, faune, flore « Estuaire de la Loire » codifiée FR5200621. Il se situe à environ 3,3 km au sud et sud-ouest du projet (cf. [Figure 14](#)).

D'un point de vue fonctionnel, il n'existe aucune connexion hydraulique ni écologique entre ces sites Natura 2000 et le site du projet. Compte-tenu du milieu urbanisé dans lequel s'inscrit le projet et de la distance importante avec les sites Natura 2000 cités précédemment (plus de 3 km), les interactions et perturbations du projet avec les espèces visées par la directive européenne sont considérées comme négligeables.



**Figure 13 : Cartographie des sites ZPS de Natura 2000 à proximité du site du projet (source : Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP)**





**Figure 14 : Cartographie des sites ZSC de Natura 2000 à proximité du site du projet (source : Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP)**

### 3. Annexes volontairement transmises

#### Annexe volontaire n°8 : Synthèse des enjeux environnementaux du site

Cette annexe présente une synthèse des enjeux environnementaux du site, et des extraits des conclusions de différentes études réalisées dans le cadre du projet, permettant de compléter certaines affirmations mentionnées dans le CERFA.

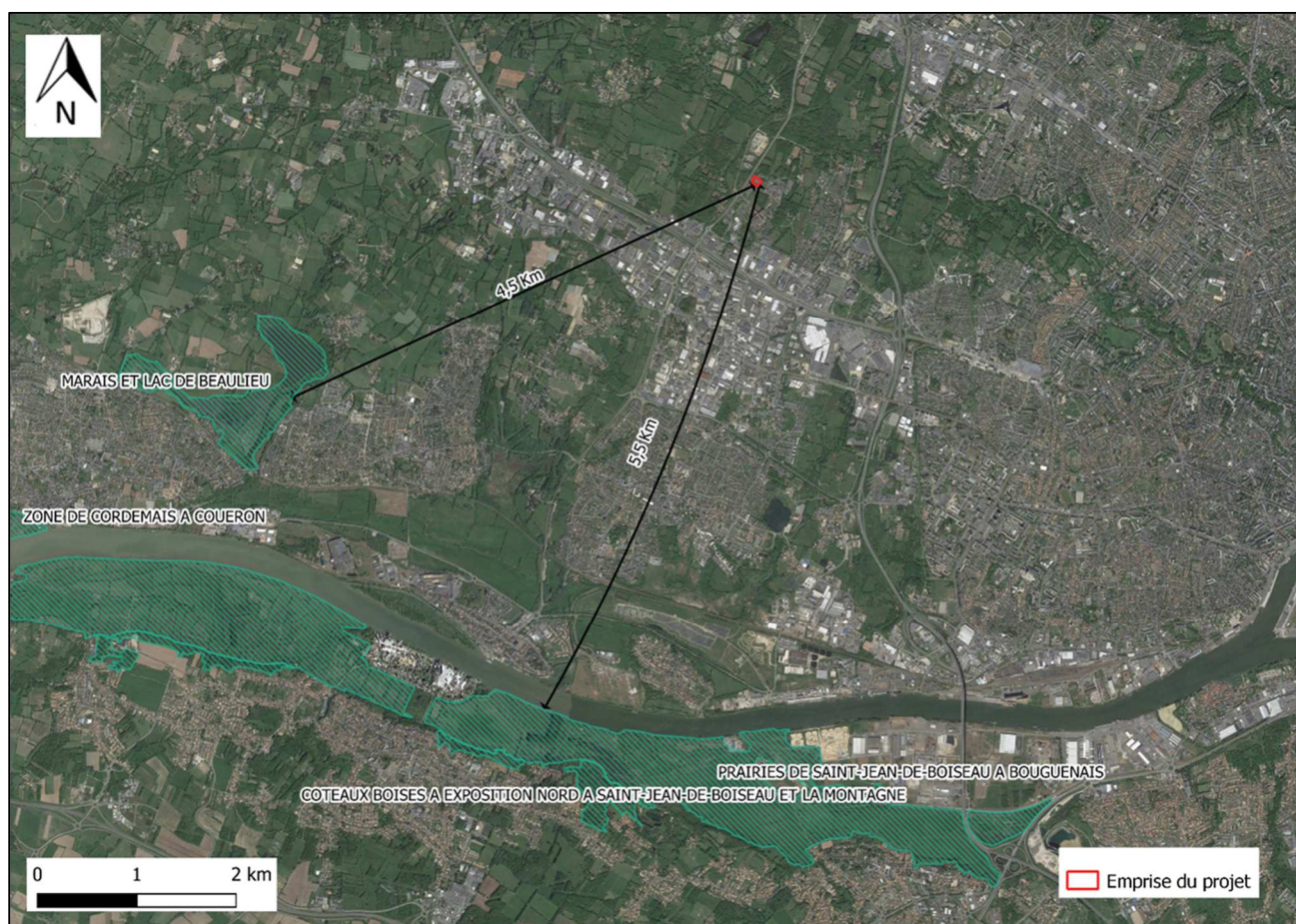
#### ► Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Le **Tableau 2** suivant présente les ZNIEFF et ZICO situées à proximité du site d'étude.

**Tableau 2 : Zones naturelles remarquables aux alentours du site d'étude**

Nom de la zone naturelle	Distance et position par rapport au site
<b>Inventaires</b>	
<u>ZNIEFF de type 1</u>	
Marais et lac de Beaulieu	4,5 km au sud-ouest
Prairies de Saint-Jean-de-Boiseau à Bouguenais	5,5 km au sud
Couteux boisés à exposition nord Saint-Jean-de-Boiseau et la montagne	5,5 km au sud
<u>ZNIEFF de type 2</u>	
Valée de la Chezine	0,6 km au nord
Valée du Cens	2,4 km au nord
Vallée de la Loire à l'aval de Nantes	3,3 km au sud
<u>Zones importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)</u>	
Estuaire de la Loire	3,3 km au sud-ouest
Valée de la Loire de Nantes à Montsoreau	9,9 km à l'est





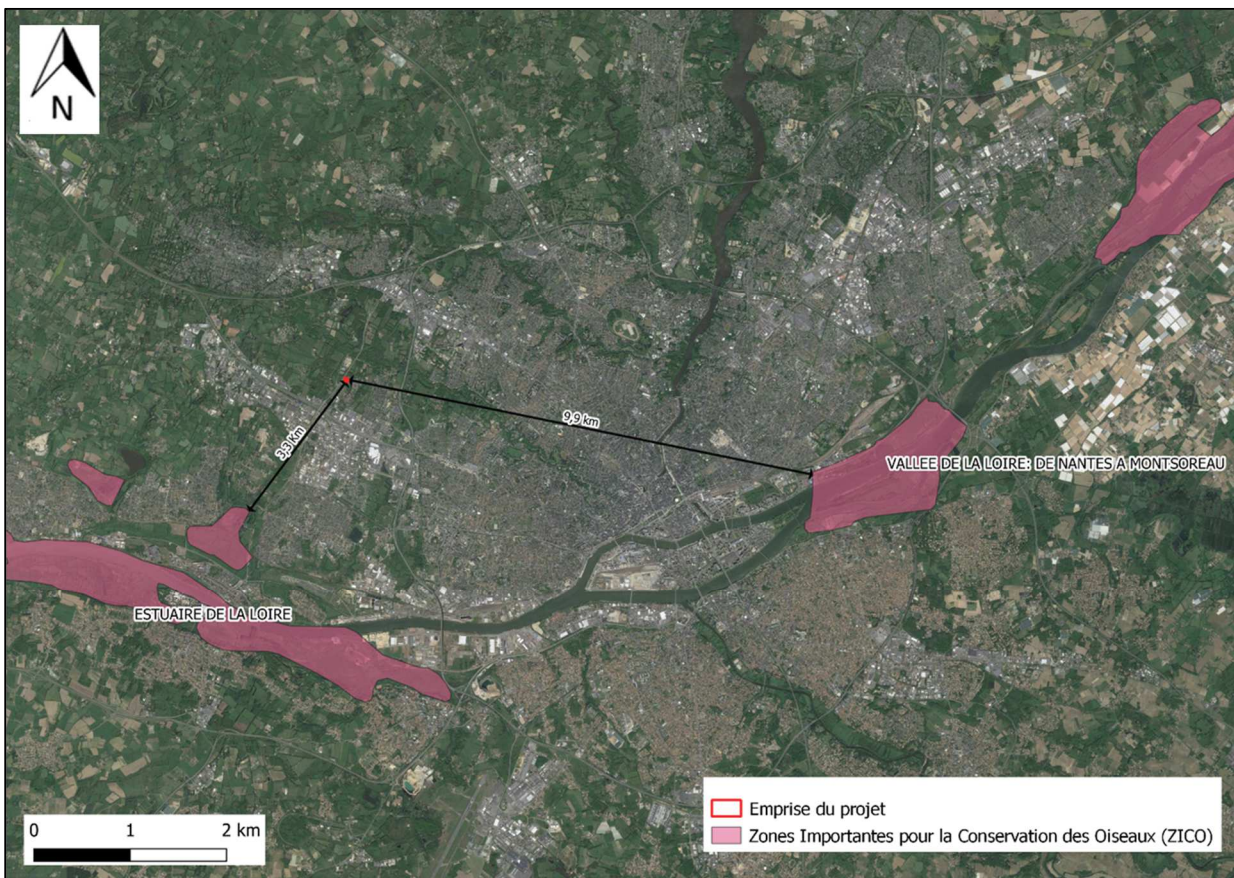
**Figure 15 : Cartographie de ZNIEFF continentales de type 1 situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP)**





**Figure 16 : Cartographie des ZNIEFF continentales de type 2 situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP)**





**Figure 17 : Cartographie des ZICO situées à proximité du site d'étude (Géoportail, avec annotations GINGER BURGEAP)**

### ► Espèces faunistiques et floristiques remarquables

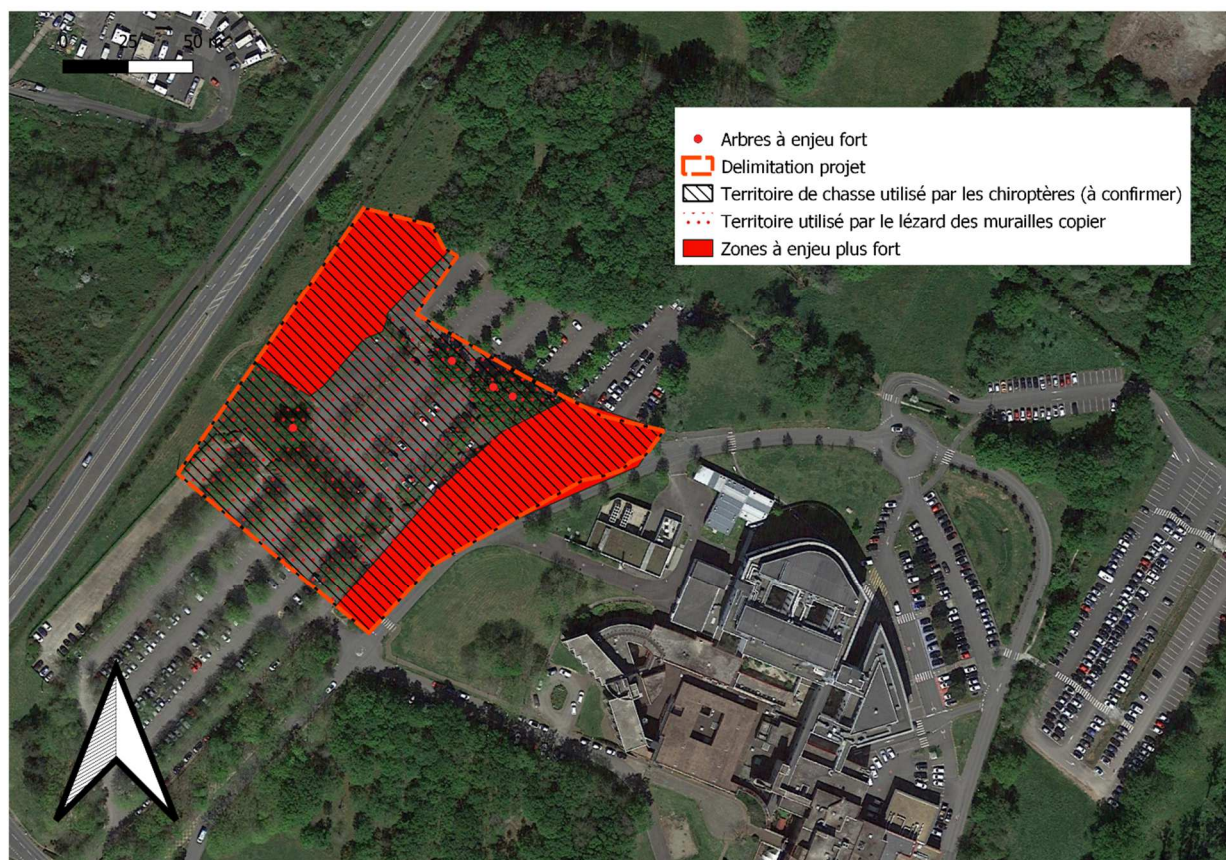
Un diagnostic écologique a été mené sur site par le bureau d'étude ETAMINE en avril 2023. Les prospections ont principalement été effectuées sur le périmètre de réalisation de l'opération, mais des recherches bibliographiques ont été réalisées à une échelle plus vaste, et couvrent ainsi le territoire de Nantes Métropole afin de prendre en compte l'ensemble des potentialités présentes sur le site.

La visite réalisée les 18 et 19 avril 2023 a permis de mettre en évidence plusieurs enjeux liés au site mais également à la richesse faunistique aux alentours.

Ainsi, à l'échelle du site, on dénombre les enjeux réglementaires liés à la présence de plusieurs groupes d'espèces protégées :

- avifaune nicheuse avérée sur l'emprise du projet ;
- lézard des murailles avéré sur l'emprise du projet ;
- chauve-souris avérées sur l'emprise du projet.





**Figure 18 : Cartographie simplifiée des enjeux écologiques (source : ETAMINE)**

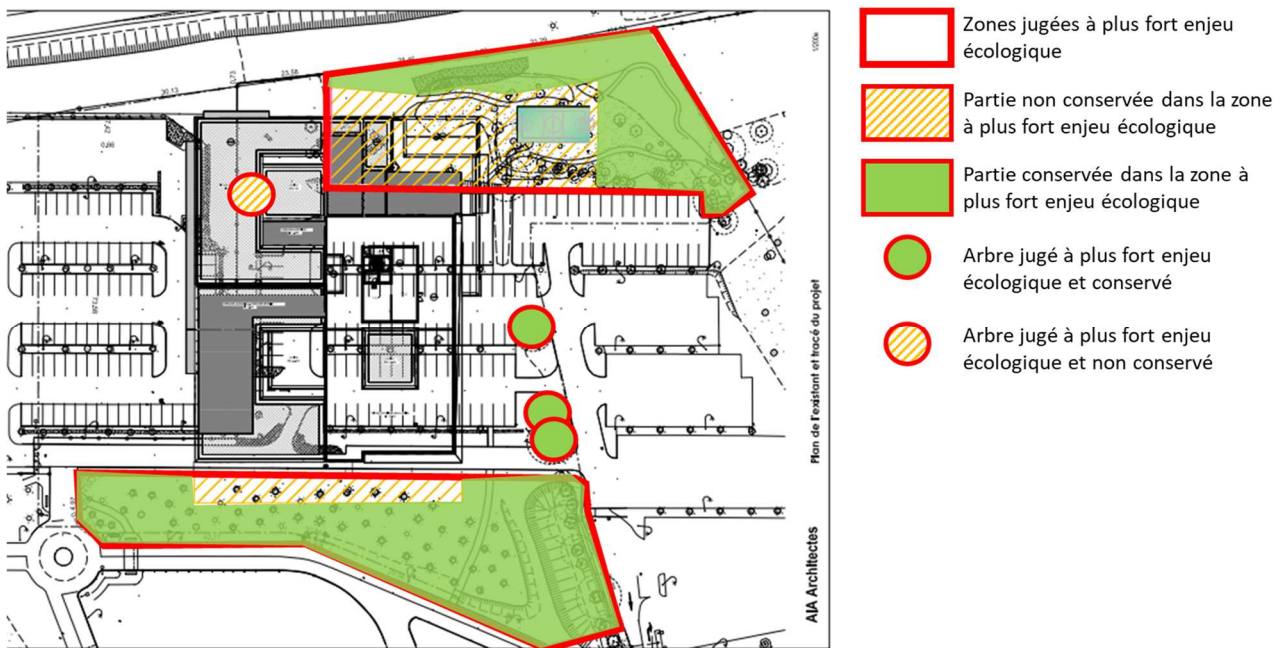
Ces espèces protégées, bien que communes, doivent être préservées ainsi que leurs habitats.

Pour ce faire, LNA Santé a choisi de mettre en œuvre tout une série de mesures de préservation et de conservation, en phase travaux mais également à plus long terme dans la conception du projet. Ces mesures ont été définies en collaboration avec le bureau d'étude écologue ETAMINE ayant réalisé le diagnostic écologique, afin de bénéficier de leur expertise du site et des enjeux liées aux espèces protégées recensées sur le secteur d'étude.

Cette démarche a été pensée en suivant la séquence « Eviter, Réduire, Compenser » (ERC).

### Mesures d'évitement

- ➔ Le choix du site a été étudié en concertation avec Nantes Métropole. Deux autres sites avaient été proposés en première approche, mais écartés car le projet aurait impliqué une artificialisation de sols végétalisés. Le choix a donc été porté sur le site étudié dans la présente demande, ce dernier étant déjà en grande partie artificialisé et imperméabilisé (surfaces imperméabilisées principalement dédiées au stationnement).
- ➔ Le projet venant s'implanter sur une partie **des surfaces jugées à enjeu fort**, les zones en rouge sur la **Figure 19** suivante **seront conservées** (zones jugées notamment comme sites de nidification, dont 3 chênes à enjeu fort).



**Figure 19 : Plan des parties non conservées et conservées dans les zones à plus fort enjeu écologique (source : ETAMINE)**

Pour les enjeux non stationnels qui concernent la parcelle entière utilisée comme territoire par le lézard des murailles et les chiroptères, aucune mesure d'évitement n'est proposée compte-tenu du territoire occupé par toute la parcelle. L'emprise du projet, en effet, n'occupe qu'une surface de 4 500 m<sup>2</sup>, soit un faible pourcentage de la surface totale de la parcelle.

## Mesures de réduction

► **En phase conception**

➔ Adapter les clôtures pour permettre le passage de la petite faune

Selon leur forme, les clôtures peuvent constituer des obstacles infranchissables à certaines espèces. Le principe consiste à les rendre perméables au plus grand nombre d'animaux, voire favorables pour les continuités écologiques entre habitats tout en facilitant l'entretien.

Afin de permettre à la microfaune (hérissons, rongeurs, amphibiens, reptiles, etc.) de circuler au sein des espaces végétalisés de la parcelle et environnants, **des passages facilitant la circulation de la petite faune seront mis en place**. Les ouvertures dans les clôtures seront situées au niveau du sol, et d'une hauteur et largeur de 15 cm.

Différentes typologies sont possibles en fonction des accessibilités (à définir par la suite) :

- mise en place d'une clôture surélevée de 15 cm sur toute sa longueur,
- mise en place de maille type « ursus » de 15 cm x 15 cm,
- installation tous les 10 m de passages spécifiques respectant les mêmes dimensions.



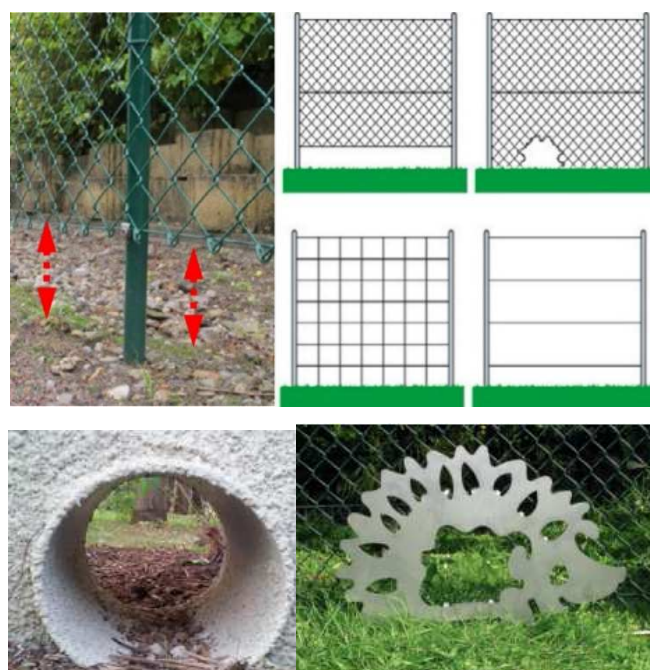


Figure 20 : Exemples de clôtures intégrant des passages à petite faune (source: ARB IDF)

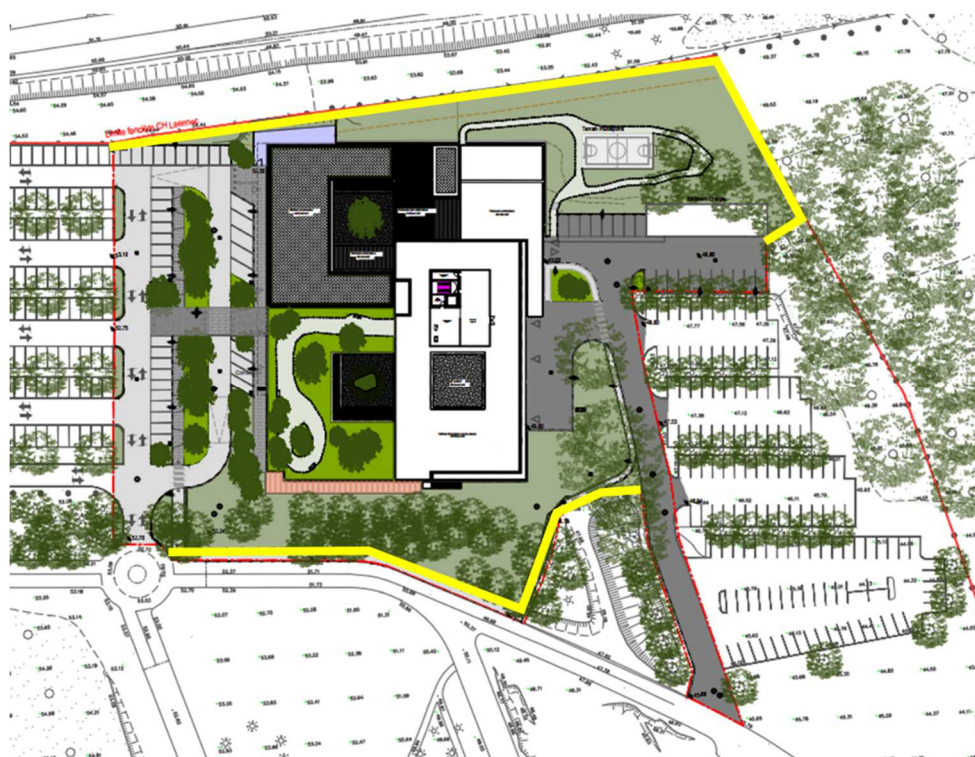


Figure 21 : Localisation des clôtures qui a minima respecteront les critères de perméabilités (source: ETAMINE)

### → Préconisations contre les dangers des surfaces vitrées

Le verre, et plus généralement toute surface vitrée utilisée dans la construction (façade, passerelles, garages

à vélos, abribus...) représente un double danger pour la faune. Transparent, il n'est pas perçu par l'oiseau ; réfléchissant, il lui donne l'illusion d'un milieu naturel. Ce risque peut être atténué en appliquant un marquage sur la surface présentant des risques dès la conception ou la rénovation du bâtiment, en faisant une utilisation intelligente de ce matériau, en choisissant un verre « visible ».

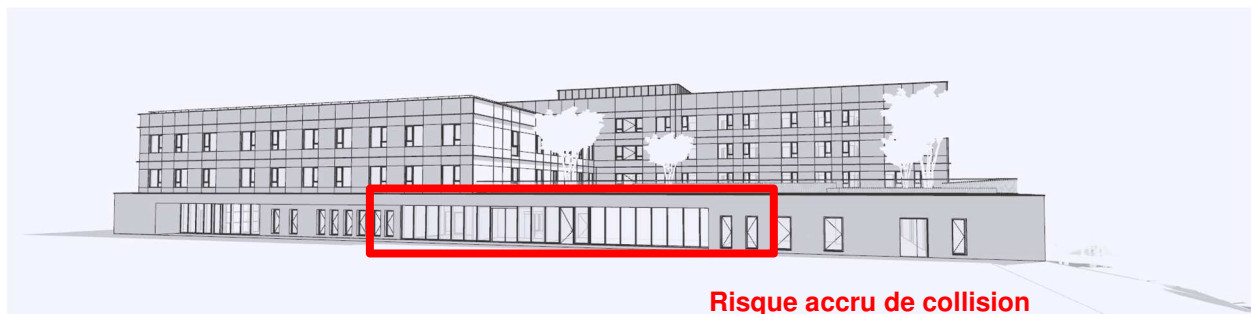
Certaines des façades présentent plus ou moins de risques vis-à-vis des collisions d'oiseaux.

La façade sud présente des risques de collisions dus notamment à la présence d'arbres de haute tige face au bâtiment.

Le rez-de-jardin correspond à l'entrée du bâtiment, soit constitué de vitrages particulièrement réfléchissant.

**Il sera mis en place des sérigraphies ainsi qu'une signalisation sécuritaire pour les usagers.**

Dans les étages supérieurs, correspondant aux chambres, le taux de réflexion pourra être limité par un coefficient de réflexion inférieur à 15%.



**Figure 22 : Perspectives de la façade sud (source : AIA avec annotations ETAMINE)**

De même, sur la façade est, le rez-de-jardin est le plus à risque. Il correspond à l'accueil du bâtiment. De même, il sera mis en place des sérigraphies ainsi qu'une signalisation sécuritaire pour les usagers.

Dans les étages supérieurs, correspondant aux chambres, le taux de réflexion pourra être limité par un coefficient de réflexion inférieur à 15%.



**Figure 23 : Perspectives façade est (source : AIA avec annotations ETAMINE)**

La façade nord dispose d'un pan particulièrement réfléchissant avec le RDC dédié aux plateaux techniques nécessitant d'un apport indispensable à la lumière du jour. A ce jour, il n'est pas possible d'envisager un traitement adapté à ces vitrages.

Il sera proposé à la livraison du bâtiment d'effectuer un suivi de la mortalité éventuelle des oiseaux afin d'envisager des mesures de correction si nécessaire.



Dans les étages supérieurs, correspondant aux chambres, le taux de réflexion pourra être limité par un coefficient de réflexion inférieur à 15%.



Figure 24 : Perspectives de la façade nord (source : AIA avec annotations ETAMINE)

Le rez-de-jardin de la façade ouest semble être l'étage le plus réfléchissant, avec la présence de la crèche nécessitant un apport de lumière du jour important.

Cet étage est en décaissé et un talus végétalisé sera présent en hauteur par rapport au rez-de-jardin.

Le risque de collision nous semble ainsi réduit.

Dans les étages supérieurs, correspondant aux chambres, le taux de réflexion pourra être limité par un coefficient de réflexion inférieur à 15%.



Figure 25 : Perspectives de la façade ouest (source : AIA avec annotations ETAMINE)

### ► En phase travaux

#### → Adaptation des travaux de préparation du chantier en fonction des exigences écologiques des espèces

Afin de limiter tous les dérangements et destruction des communautés faunistiques présentes, **les opérations nécessaires à la mise en place du projet débuteront en dehors des phases de sensibilité de ces communautés.**

**Cela implique donc le respect du protocole suivant : un début des déboisements et d'enlèvement de toute zone végétale impérativement à partir de mi-octobre et jusqu'à mi-novembre. Les terrassements pourront ensuite débuter au plus tard avant fin février de l'année suivante.**

**Concernant les arbres qui pourraient abriter des individus d'oiseaux et de chiroptères, avant tout**

**défrichement, une expertise visant à vérifier l'absence de zones à risque sera réalisée.**

Enjeux	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	types de travaux
flore													débroussaillage, taille, etc.
mammifères terrestres													débroussaillage
chiroptères													travail de nuit à proximité des routes de vols + gîtes
avifaune nicheuse													débroussaillage + travaux de nuit
reptiles													débroussaillage
amphibiens													débroussaillage + travaux de nuit + vérification état des clôtures
insectes													débroussaillage

Tableau de phasage biodiversité.

Interdit      sensibilité forte      sensibilité moyenne      sensibilité faible

#### → Protection des emprises du chantier

**Un plan de circulation et installation du chantier sera produit afin de restreindre au maximum les zones impactées, et pour épargner au maximum les éléments remarquables** (arbres, haies, espèces patrimoniales...) et les sols que l'on souhaite conserver.

La cartographie des zones à enjeux sera insérée au cahier des charges imposé aux entreprises pour une prise de connaissance dans le cadre du respect du périmètre de protection.

L'emprise du chantier sera entourée de palissades de chantier pleines pour éviter la dispersion des poussières et polluants et sera ajourée de quelques zones ouvertes dans les parties basses afin de permettre la fuite des espèces terrestres du site.

L'entrée du chantier se fera hors des zones jugées à plus forts enjeux.

#### → Dispositions concernant les arbres conservés dans le projet

Les mesures suivantes seront intégrées dans le cahier des charges destinées aux entreprises VRD, en charge du déboisement :

- ✓ Maintenir et préserver une emprise égale au double de la projection au sol du houppier ;
- ✓ Procédure de non fouille autour des arbres ou pose d'un géotextile pour protéger les racines et mise en scène des arbres conservés ;
- ✓ Mise en place d'un balisage autour des arbres isolés pour éviter le piétinement des racines par les engins et les dégâts indirects. Pose de barrières de protection à proximité de l'arbre.
- ✓ Préservation du tronc par des protections physiques ;
- ✓ Baliser les haies pour éviter les dégâts.



## EN PHASE CHANTIER

«conserver un arbre, c'est prendre les bonnes mesures de protection»

### La protection de la couronne

#### Les conseils de base :

- implanter les grues en dehors de l'emprise vitale de l'arbre et éloigner au maximum le passage des véhicules sous sa couronne, adapter le gabarit des engins.
- en cas de dépôts de poussières sur le feuillage : asperger d'eau le feuillage en fin de chantier, ou tous les mois si les travaux excèdent 2 mois.

#### En cas de nécessité :

- réaliser une taille préventive selon les principes de la «taille douce» (à réaliser par une entreprise spécialisée qualifiée).

#### En cas de force majeure :

- tailler des branches gênantes sans toutefois dégager le tronc sur plus d'un tiers de la hauteur total de l'arbre.

### La protection du tronc

#### Les conseils de base :

- Interdire tout stockage, intervention ou passage d'engins à proximité du tronc.
- Implanter une barrière continue et rigide (hauteur 2m) autour de l'arbre à protéger, si possible au niveau de la projection au sol de la couronne de l'arbre (ou plus).

#### En l'absence de barrière :

- protéger le tronc sur une hauteur de 2.00m, grâce à un complexe «tuyaux souples + éléments rigides» (ex : «Janolène» + planches de bois jointives).
- le complexe de protection ne devra en aucun cas être fixé directement sur l'arbre (privilégier les fixations par liens souples).

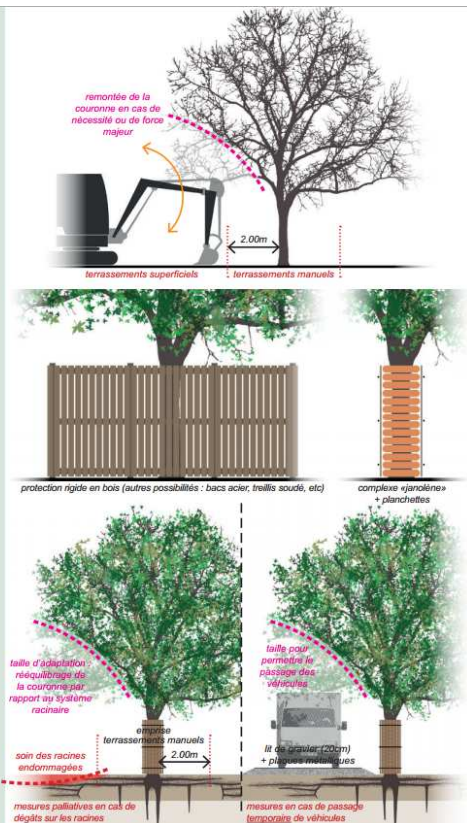
### La protection des racines

#### Les conseils de base :

- Interdire tout stockage (en particulier produits polluants), intervention ou passage d'engins au pied d'arbre, et si possible dans la zone de projection au sol de la couronne.
- Éloigner au maximum de l'arbre les terrassements en profondeur. Pour les réseaux souterrains : implanter les réseaux à plus de 2.00m (1.50m si impossibilité).
- déblais : limiter les décaissements de plus de 10 cm de profondeur dans un rayon de 2 mètres autour du tronc.
- évaluer si besoin le système racinaire en procédant à des sondages manuels.

#### En cas de nécessité ou de force majeure :

- passages d'engin : exceptionnellement et de façon temporaire, protéger le sol par la mise en place d'une couche de 20 cm de graviers, recouverte de plaques métalliques de répartition.
- remblais : remblayer au pied de l'arbre avec des matériaux drainants, accompagné d'un système d'aération par des drains agricoles.
- si des racines apparaissent lors des fouilles, et si leur diamètre n'excède pas 5 cm, elles devront faire l'objet d'une coupe propre et d'une cautérisation (à réaliser par une entreprise spécialisée). La couronne devra faire l'objet d'une taille d'adaptation.



## → Vérification des dangers pour la faune

Les chantiers peuvent représenter des espaces dangereux pour la faune (cavités-pièges, surfaces vitrées, axes de déplacement, équipements hydrauliques...). Il est possible de la protéger en prenant certaines précautions.

Les mesures suivantes seront intégrées au cahier des charges destiné aux entreprises :

- sur les zones travaux, éviter les pièges et les endroits propices à nidification pour les chauves-souris et les oiseaux, éviter les pièges pour les petits mammifères,
- éviter les cavités verticales à parois lisse où les jeunes oiseaux et la petite faune pourraient rester bloqués : obstruer l'embout supérieur des plots de chantier (avec du ruban adhésif orange de chantier par exemple) ;
- pour tout tubage vertical (exemple : tuyau PVC de réservation dans les dalle ou poteaux de panneau de signalisation) : obstruer la cavité (capuchon, grillage ou ruban adhésif de chantier) ;
- afin d'éviter que des oiseaux y fassent leur nid : trous de passage de crochets de levage en coins supérieurs des conteneurs à obstruer une fois que le conteneur est installé sur son emplacement définitif (par une plaque métallique, du ruban adhésif de chantier, ou tout autre dispositif d'efficacité similaire, pérenne dans le temps).



>> Un écureuil pénètre dans un poteau non bouché. Il sera condamné.



① Niche de mésanges charbonnières dans un plot.  
② Niche dans un parpaing



- éviter les ouvertures en vis-à-vis dans les bases vie. Si elles ne peuvent être évitées, rendre visibles les vitrages pour l'avifaune, en y apposant des autocollants :



>> Gros bec tué contre une fenêtre.



>> Merle tué contre un mur antibruit transparent.



>> Dessin sur une vitre pour la neutraliser.

- si des fouilles existent dans le sol avec des parois lisses, il est important de laisser une échappatoire pour la petite faune => exemple : planche recouverte de nergalto, ou rampe grillagée.
  - ✓ mettre en place des rampes anti-noyade pour les points bas des installations de pompes en phase terrassement et de tout autre bac ou matériel pouvant se remplir d'eaux de pluie : planche avec nergalto, ou grillage fixé sur une barre métallique. Systèmes également disponibles auprès de la LPO,
  - ✓ recenser les trous présents au ras du sol qui n'auraient pas été protégés contre le risque de chute (trous de petite taille) et les obstruer ou installer une échappatoire (planche recouverte de nergalto, ou rampe grillagée),
  - ✓ si un stockage est prévu pendant plus d'une semaine de matériels présentant des cavités (banches, lests de banches, palettes de parpaings) : bâchage préconisé des matériels en période de nidification,
  - ✓ embouts rouges systématiques sur les lisses de garde-corps (les tubes doivent être fermés),
  - ✓ grillage ou planches installés en pieds de base vie ou de conteneur ou de grue pour empêcher l'accès à l'espace creux (NB : ne rien spitter sur les bungalows pour ne pas endommager les modules).





>> 2 hérissons sont morts dans ce système d'irrigation.



#### → Mise en défens des zones à conserver

**Les parties des zones de plus forte valeur écologique conservées seront préservées pendant la durée des travaux.**

Une clôture temporaire sur le linéaire des espaces à conserver avec un recul de 2 m sera mise en place, afin de :

- limiter le piétinement,
- limiter les risques d'endommagement (corridor écologique),
- limiter le dérangement des espèces animales fréquentant les fossés et les haies,
- limiter les risques de pollution.

Les dépôts de matériaux, engins et les déplacements de personnels seront interdits sur cette zone. Par ailleurs, cet espace confiné fera l'objet de visites régulières par le responsable environnement du chantier de manière à vérifier le bon maintien de ces barrières.

#### → Réduire les nuisances sonores et vibratoires

**Les pollutions acoustiques et vibratoires seront réduites en respectant les exigences de protection du bruit du paragraphe correspondant de la charte de chantier à faibles nuisances.**

Plusieurs mesures de prévention seront suivies, dont l'identification lors de la rédaction du planning des travaux des interventions créant des nuisances sonores et vibratoires importantes. Des mesures de limitation des nuisances seront mises en place telles que :

- entretien régulier des engins (suivi avec un carnet d'entretien),
- ravitaillement sur bac étanche,
- aucun stockage d'hydrocarbures sur le site,
- production de bruits et de poussières limités,
- mise en place d'une gestion des déchets.

→  **Limiter le risque de prolifération d'espèces exotiques envahissantes**

Le responsable environnement du chantier réalisera régulièrement un suivi pour **s'assurer de l'absence de plantes exotiques envahissantes sur le chantier et lutter contre leur développement.**









**D'après le diagnostic réalisé en avril 2023, très peu d'espèces exotiques envahissantes ont été observées, et seulement de manière anecdotique.** Néanmoins, un suivi sera réalisé sur ces aspects, particulièrement lors de la réalisation des espaces verts

Les mesures suivantes pourront permettre de limiter la dispersion de ces espèces, qui peuvent être particulièrement colonisatrices sur des secteurs remaniés par des travaux :

- arracher systématiquement les espèces exotiques envahissantes, si possible avant le développement des fleurs et des fruits pour éviter la dissémination du pollen et des graines, et les exporter vers un centre de traitement adapté,
- nettoyage des roues des engins, des machines et de l'outillage, et traitement des eaux de nettoyage,
- la terre végétale sera réutilisée sur les talus à proximité des sites de prélèvement. Il n'y aura pas de transfert de terre végétale d'un site à l'autre.

**Une note méthodologique de gestion des espèces exotiques envahissantes en phase chantier détaillant précisément le protocole de suivi, d'éradication et de gestion des déchets verts d'espèces exotiques envahissantes sera transmise aux entreprises de travaux. Elle devra être respectée sur le chantier durant toute sa durée.**

Les plantes exotiques envahissantes les plus courantes sur les chantiers urbains en France métropolitaine sont les suivantes (liste non exhaustive) :

<p><i>Senecio inaequidens</i> Séneçon du Cap</p> 	<p><i>Buddleja davidii</i> Arbre à papillon</p> 
<p><i>Fallopia japonica</i> La Renouée du Japon</p> 	<p><i>Ambrosia artemisiifolia</i> Ambroisie à feuilles d'armoise</p> 
<p><i>Impatiens glandulifera</i> Balsamine de l'Himalaya</p> 	<p><i>Impatiens balfourii</i> Impatiens de Balfour</p> 
<p><i>Phytolacca Americana</i> Raisin d'Amérique</p> 	<p><i>Robinia pseudo-acacia</i> Robinier faux-acacia</p> 

**Figure 26 : Espèces exotiques envahissantes courantes (source : ETAMINE)**



→ **Limiter les nuisances du chantier liées à l'éclairage (phase travaux et conception)**

Dans le cadre de la mise en place de l'éclairage au cours du chantier, des luminaires appropriés seront utilisés. L'impact du projet par dérangement sur les populations locales d'insectes, voire de chauves-souris s'en trouvera réduit. Pour ce faire, les mesures suivantes ont été adoptées :

- les spectres d'émissions dans les ultraviolets étant néfastes pour les insectes et la faune nocturne, **la projet privilégiera les sources lumineuses jaunes ou orangées qui sont les moins impactantes** pour un maximum de groupes d'espèces ;

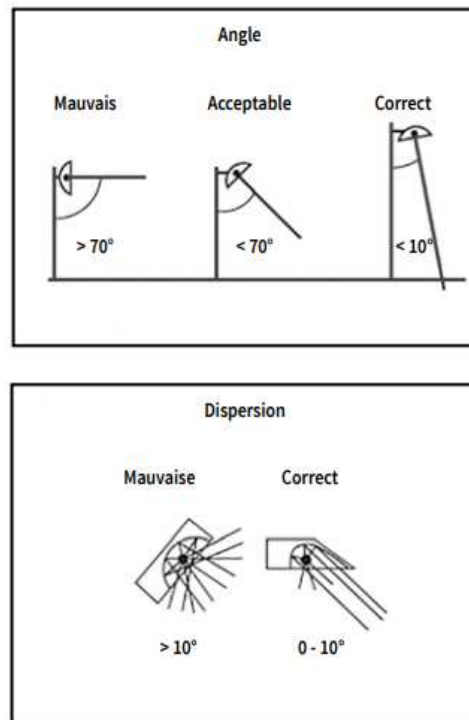
	UV	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	IR
Longueurs d'ondes (nm)	<400	400 - 420	420 - 500	500 - 575	575 - 585	585 - 605	605 - 700	>700
Poissons d'eau douce	x	x	x	x	x	x	x	
Poissons marins	x	x	x	x				
Crustacés (zooplancton)	x	x*	x*					
Amphibiens et reptiles	x	x	x	< à 500 et > à 550	x	x	x	x
Oiseaux	x	x	x	x		x	x	x
Mammifères (hors chiroptères)	x	x	x	x			x	
Chiroptères	x	x	x	x				
Insectes	x	x	x	x				

**Figure 27 : Bandes spectrales « à éviter » par groupes d'espèces (Tableau réalisé grâce aux informations issues de la synthèse bibliographique MEB-ANPCEN)**

- des lampes sodium basse pression et haute pression seront utilisées** afin de limiter les impacts sur la faune et la flore, et plus particulièrement les insectes. La lampe sodium haute pression n'émet presque pas de lumière bleue, ni d'UV. La lampe sodium à basse pression, à un spectre encore plus ciblé et plus réduit.

Ces deux types de lampes sont des lampes dites à « décharge », qui ont par ailleurs une meilleure efficacité lumineuse (rendement d'éclairage de lumen/watt) ;

- des températures de 2700K** (température maximale 3000K) seront utilisées ;
- des lampadaires ne diffusant pas de lumière vers le ciel et la dirigeant uniquement là où elle est nécessaire** (angle de projection de la lumière ne dépassant pas 70° à partir du sol), **équipés de verres lumineux plats et de capots réflecteurs seront utilisés. La hauteur maximale des mats est fixée à 4 m ;**
- toute diffusion de lumière vers le ciel** en la dirigeant uniquement là où elle est nécessaire (pas plus de 45° par rapport au plan horizontal) sera évitée. Il sera ainsi évité les spots lumineux dirigés vers les cimes des arbres afin de ne pas déranger une nidification possible. Des réflecteurs adaptés ou des coupes-flux de couleur noire pourront éliminer l'éblouissement ;



- **le bon espacement sera choisi.** La hauteur et l'espacement des luminaires seront étudiés selon l'impact sur la biodiversité du flux lumineux et selon le confort visuel des utilisateurs. **L'éclairage des espaces verts sera limité pendant la phase chantier.**

### Mesures compensatoires et d'accompagnement

En complément des mesures compensatoires, peuvent être proposées des mesures d'accompagnement.

#### → Suivi environnemental de chantier

Un écologue ou le responsable environnement interviendra pour s'assurer de la bonne conduite des travaux et du respect des préconisations écologiques.

Il aura un rôle de conseil auprès des personnes chargées de la coordination des travaux. Il appuiera également le maître d'œuvre dans la sensibilisation et la formation du personnel.

Liste de l'ensemble des actions dévolues à l'écologue :

- mission d'information au personnel de chantier au début du chantier (réunion de démarrage) et interventions ponctuelles au cours de réunions de chantier pour sensibiliser les différentes catégories de personnels aux enjeux environnementaux,
- vérification de la présence de reptiles lors de la phase de débroussaillage,
- présence pour la mise en œuvre de la mesure de mise en défend des espaces à conserver,
- présence lors de la création des habitats pour les reptiles,
- rédaction des dossiers de consultation des entreprises le cas échéant (rédaction cahier des charges notamment).



→ **Refuges pour la faune : mise en place d'aménagements d'accueil pour les passereaux**

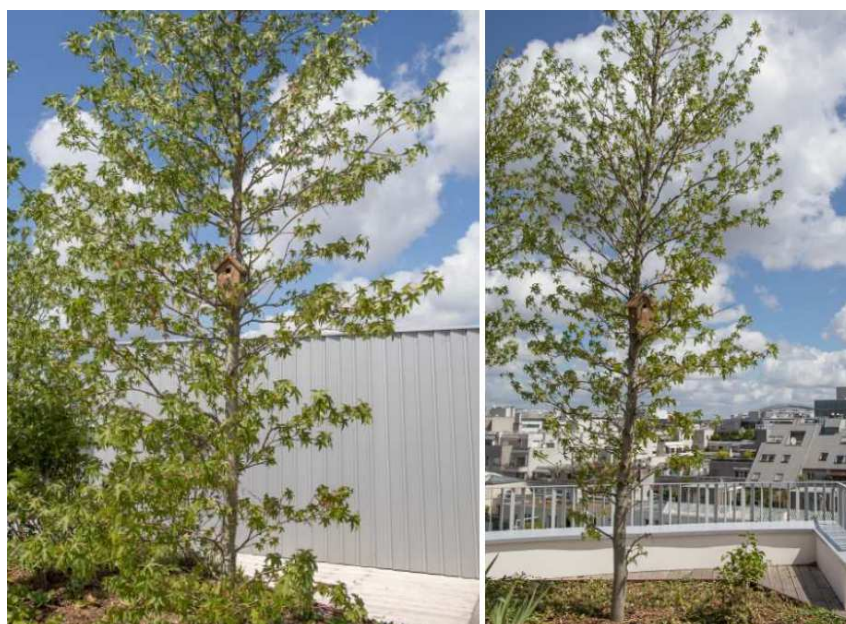
Les effectifs et les typologies de nichoirs à oiseaux ont été déterminés en fonction des espèces potentiellement présentes sur le site et des surfaces des différentes entités végétalisées du projet.

Nous proposons la mise en place de **10 nichoirs à oiseaux répartis dans les entités paysagères et façades** :

- ✓ 3 nichoirs pour l'avifaune cavernicole (mésange bleue, mésange noire, mésange huppée) avec un trou d'envol de 26 mm ;
- ✓ 4 nichoirs pour l'avifaune semi-cavernicoles (mésange charbonnière, sitelle torchepot, moineaux friquet et domestique) ;
- ✓ 2 ayant un trou d'envol de 32 mm ;
- ✓ 2 ayant un trou d'envol de 34 mm ;
- ✓ 3 nichoirs pour l'avifaune nicheuse avec un trou d'envol semi-ouvert (Rougegorge familier, Rougequeue noir, Gobemouche gris).

Leurs installations respecteront les recommandations suivantes :

Description des opérations de pose	<p><i>Mise en place :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• à au moins 2m au-dessus du sol dans un arbre de haute tige et/ou le bâti,</li> <li>• ne pas installer proche d'une façade réfléchissante,</li> <li>• orienté au sud-est,</li> <li>• installation à l'automne, au plus tard au printemps,</li> <li>• opposé au vent dominant,</li> <li>• pencher légèrement en avant pour protéger l'intérieur de la pluie.</li> </ul>
Description des opérations d'entretien	<p><i>Un nettoyage annuel peut se faire entre septembre et février. Il consiste à :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlever les nids vides et les fientes,</li> <li>• en cas de fortes attaques par des insectes ou parasites, il est recommandé de le rincer avec de l'eau chaude savonneuse.</li> </ul>
Période d'intervention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De septembre à février</li> </ul>



**Figure 28 : Proposition d'installation de nichoirs (source : ETAMINE)**

→ **Refuges pour la faune : mise en place d'aménagements d'accueil pour les reptiles**

La présence de Lézard de murailles (*Podarcis muralis*), espèce protégée, a été observée sur le site. Afin de compenser les impacts du projet sur l'espèce, il est nécessaire d'intégrer des aménagements favorables au refuge de l'espèce et de la prendre en compte dans le phasage du chantier. Ainsi, **quatre aménagements seront construits aux abords du chantier, dont deux en amont du démarrage des travaux, afin d'offrir des habitats de substitution pendant la période de chantier.**

Nous proposons la mise en place d'aménagements spécifiques au pied d'un mur ou d'un talus de terre, selon les instructions sur ce [lien](#) (pages 3 à 5 ou pages 9 à 12).

En complément, les conditions d'installations suivantes seront appliquées :

- composition : ces aménagements sont composés de tuiles, de sables et/ou de terres, de pierres brutes et des ardoises (ou pierres plates) ;
- localisation: en RDC, en sein des habitats enherbés, ensoleillés et sec (sol bien drainé) ;
- exposition: sud/sud-est à privilégier ;
- effectif: à minima 4 répartis aux abords de la parcelle.



**Figure 29 : Illustrations d'aménagements d'accueil pour les reptiles (source: Biodiversité et Bâti)**

→ **Refuges pour la faune : mise en place d'aménagements d'accueil pour les insectes et autres arthropodes**

Afin de créer des zones refuges pour l'hibernation et la reproduction des insectes, il est envisagé la **mise en place de différentes typologies de gîtes à insectes** :

- des tas de bois et de bûches percées de section minimale de 10 cm et une hauteur de l'amas d'environ 30 à 50 cm. Effectif : à minima 2 à répartir au sein des espaces végétalisés ouverts du projet ;
- des fagots de branches et de tiges creuses d'un diamètre de 1 à 5 cm. Effectif : à minima 2 à répartir au sein des espaces végétalisés ouverts du projet.

*Conditions générales d'installation :*

- à installer en automne, au plus tard en février ;
- prévoir une bande de végétation de minimum 1 m de large fauchée tardivement sur leurs pourtours ;
- ne pas installer à proximité des zones d'éclairages artificiels ;
- ne pas installer à proximité des zones de passages des usagers.



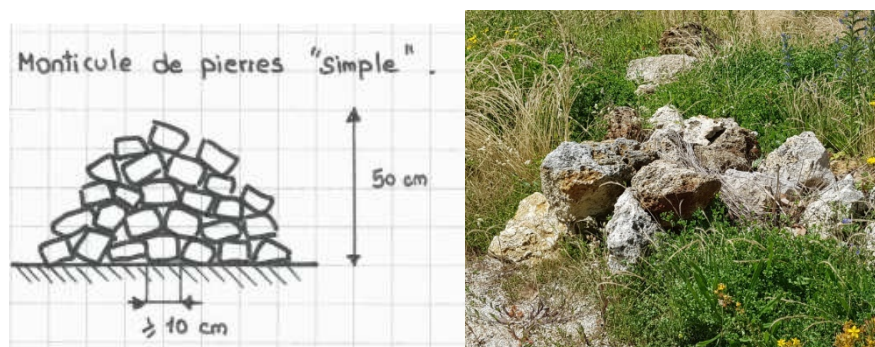


Figure 30 : Exemples de tas de pierres calcaires sèches (source : ETAMINE)



Figure 31 : Exemples de zones engravillonnées et ensablées (source : ETAMINE)

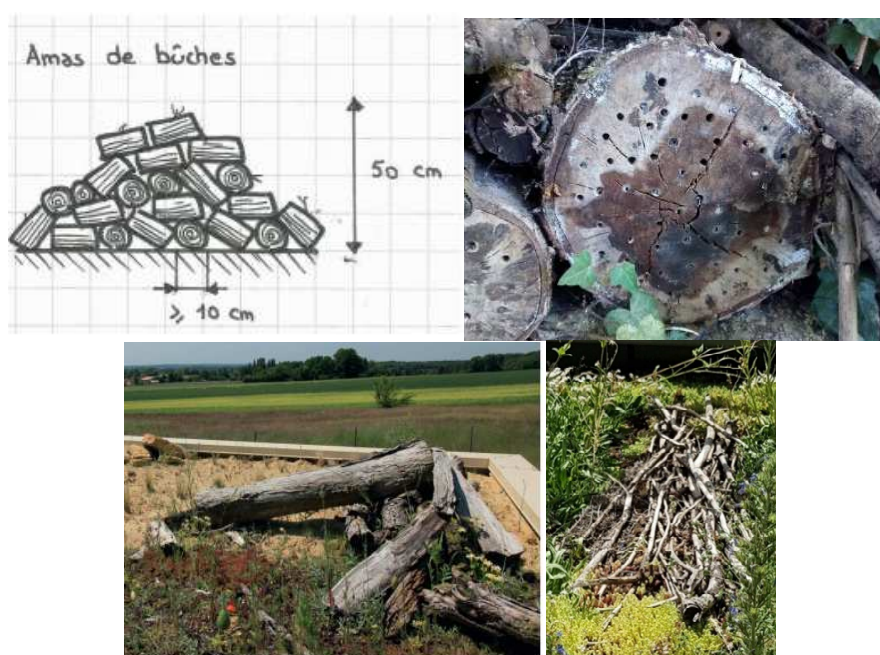


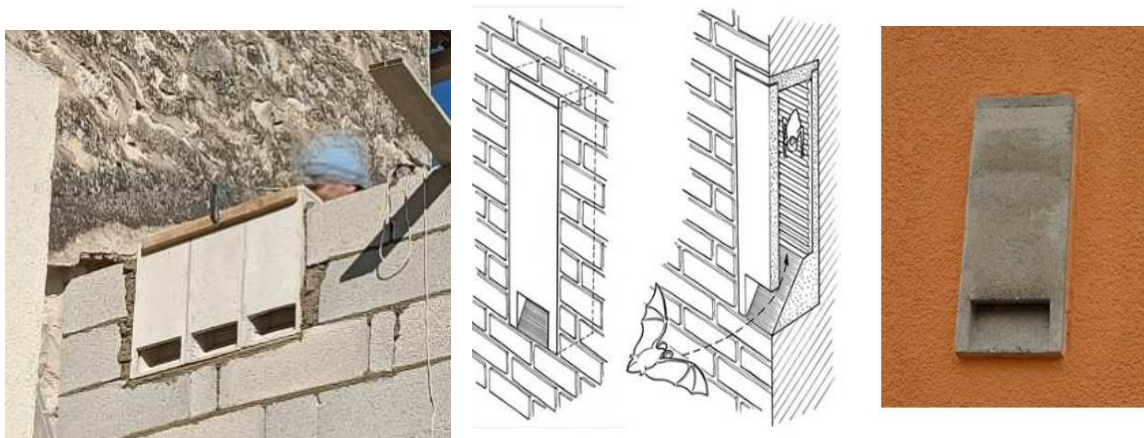
Figure 32 : Exemples de tas de bois et bûches percées et de fagots de branches (source : ETAMINE)

### → Refuges pour la faune : mise en place d'aménagements d'accueil pour les chiroptères

Afin de favoriser des habitats favorables à l'hibernation et à la reproduction des chauves-souris, il est envisagé la **mise en place de 10 gîtes à chauves-souris à installer en façades des bâtiments**, suivants les expositions suivantes :

- 5 gîtes de reproduction, exposés sud-ouest ;
- 5 gîtes d'hibernation, exposés nord-est.

Plusieurs typologies de gîtes existent. les gîtes à intégrer directement dans la façade, d'après les retours d'expériences, sont les plus efficaces ([Lien 1](#) ). Cette typologie nécessite de faire une réservation en façade de la taille des gîtes.



**Figure 33 : Exemples et schéma de gîtes à chiroptères à installer dans les façades (source : ETAMINE)**

*Les conditions d'installations sont les suivantes :*

- ne pas installer à proximité de nuisances vibratoires ou sonores (CTA double-flux, etc.) ;
- ne pas installer à proximité des éclairages artificiels, et privilégier la proximité avec une zone arborée ;
- installer à plus de 3 m de hauteur à l'abri de l'accès des chats et autres prédateurs potentiels ;
- le nichoir ne doit pas être collé ou peint ;
- l'entrée du nichoir doit mesurer au moins 12 mm x 24 mm et orientée vers le bas.

### → Créer des haies champêtrées de liaison

Les haies peuvent abriter un grand nombre d'espèces qui viennent trouver un abri, se nourrir ou se reproduire dans les différentes strates de végétation. Les haies jouent ainsi un rôle dans le maintien de la biodiversité et sont d'autant plus importantes avec l'urbanisation croissante et leur disparition dans les milieux ruraux. Elles peuvent également être des couloirs de déplacements préférentiels, ou corridors, pour certaines espèces et ainsi contribuer au bon fonctionnement des réseaux écologiques. Les haies présentent de nombreux autres avantages: effet brise-vent, barrières contre l'érosion et le ruissellement, limiter les flux de polluants...





**Figure 34 : Localisation privilégiée des haies (source : ETAMINE)**

Les conditions écologiques modulent la composition de végétation d'un milieu. Parmi celles-ci, les paramètres du sol sont importants pour bien choisir les végétaux à planter. Les arbres et arbustes qui pourront être plantés seront définis en concertation avec un écologue, selon les paramètres du sol.

► **Protections du patrimoine (patrimoine mondial, monument historique, site patrimonial remarquable, site inscrit ou classé)**

Le site n'est compris dans aucun périmètre de protection du patrimoine.

Les immeubles partiellement inscrits les plus proches se trouvent entre 3 et 5 km au sud et au sud-ouest du site de projet.

La zone de présomption de prescription archéologique (ZPPA) – du Pays de Loire est situé à 4 km à l'est du site du projet .



**Figure 35 : Cartographie de ZPPA, des monuments historiques protégés, et des sites classés ou inscrits à proximité du site d'étude (source : Ministère de la Culture et de la Communication Direction générale des patrimoines, avec annotations de GINGER BURGEAP)**

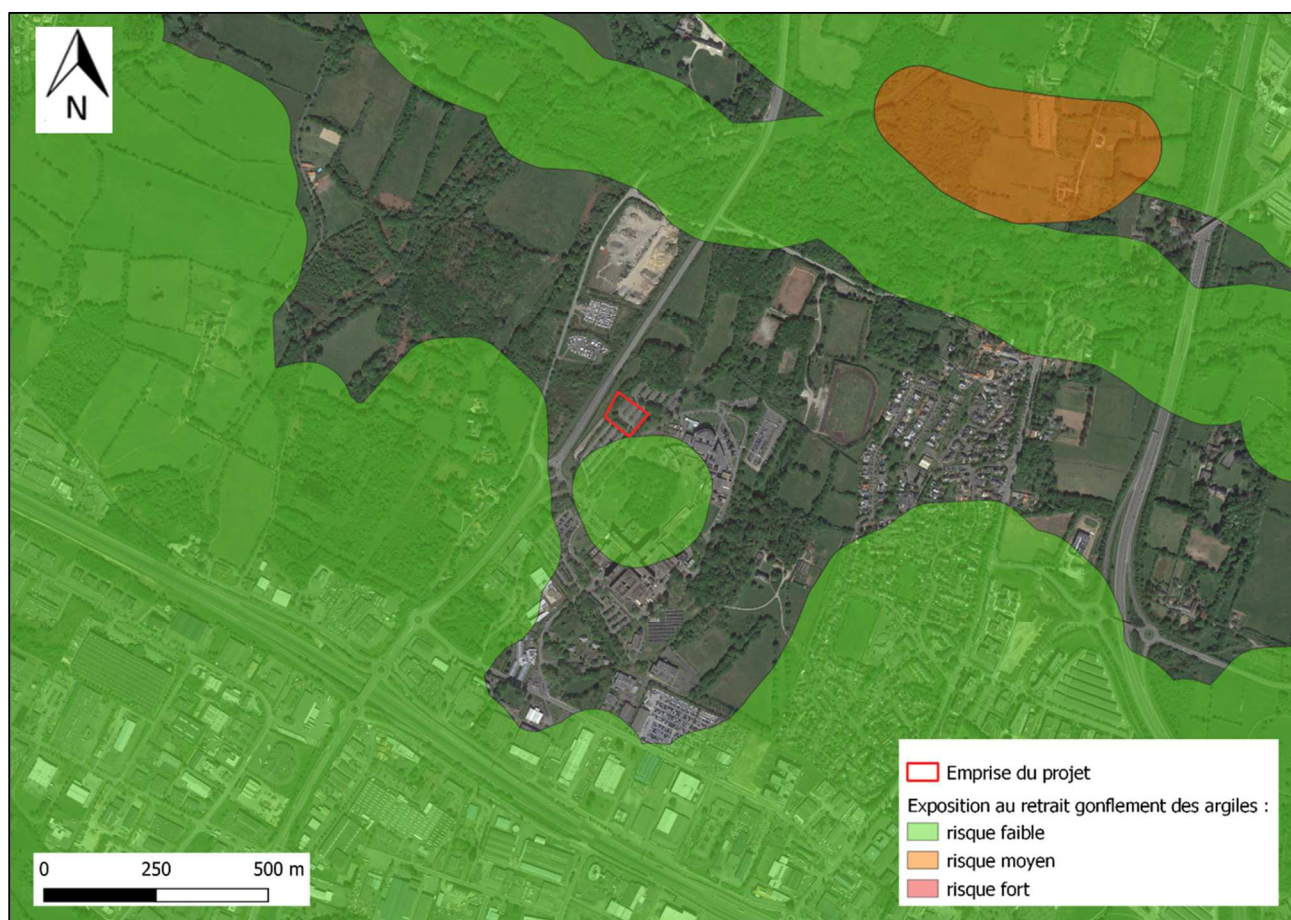
### ► Plan de prévention des Risques Naturels (PPRN) ou technologiques (PPRT)

#### ► Risque lié au retrait-gonflement des argiles

Selon la base de données Géorisques, le site d'étude est sujet à un aléa faible au retrait-gonflement des argiles (cf. **Figure 36**).

Ces données seront prises en compte dans les études géotechniques de conception.

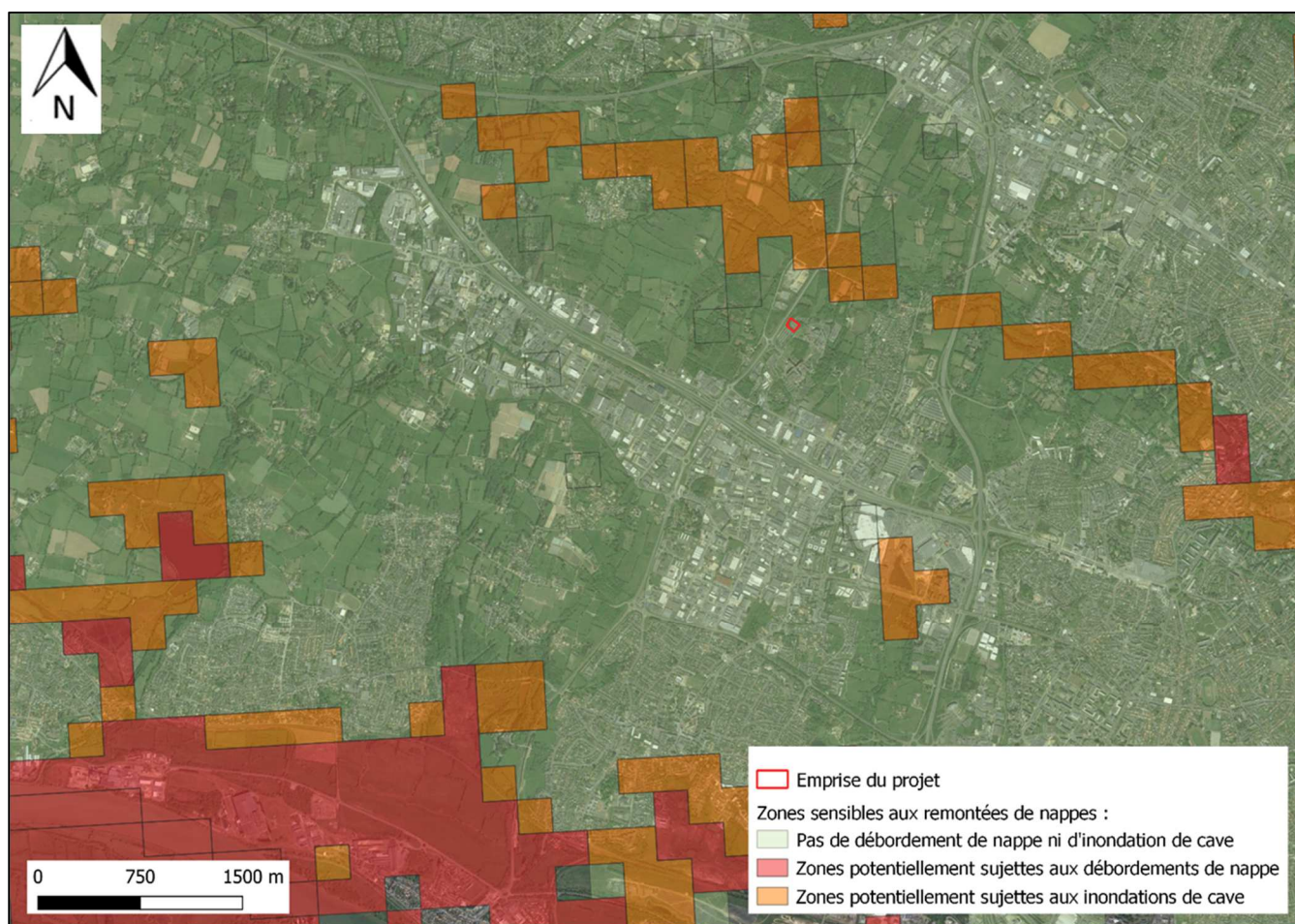




**Figure 36 : Exposition du site au risque de retrait – gonflement des argiles (Source : Géorisques, avec annotations GINGER BURGEAP)**

#### ► Risque lié aux remontées de nappe

D'après les données du BRGM, le site n'est pas localisé dans une zone sensible aux remontées de nappes ou aux inondations de cave (cf. [Figure 37](#)).



**Figure 37 : Exposition du site au risque de remontées de nappes (Source : Géorisques avec annotations GINGER BURGEAP)**

Une étude géotechnique de conception en phase avant-projet a été réalisée par GINGER CEBTP en avril 2023. Cette étude avait pour objectif la réalisation d'investigations au droit du secteur d'étude afin de définir les principes de construction envisageables.

Les investigations réalisées sont les suivantes :

- trois sondages destructifs à la tarière hélicoïdale continue ;
- deux sondages carottés ;
- dix essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B.

La profondeur des sondages variait entre 0,7 m minimum et 10 m maximum par rapport au terrain naturel. Lors de leur réalisation, GINGER CEBTP n'a identifiée aucune arrivée d'eau souterraine.

Afin d'obtenir plus de précision sur le niveau de la nappe, deux piézomètres ont été placés au droit des sondages carottés pour un suivi mensuel des eaux souterraines sur 1 an.

**Pour plus de détails, se référer à l'annexe n°9.**

### ► Sites et sols pollués

Afin de définir si le secteur d'étude relève de la politique nationale de gestion des sites pollués, GINGER BURGEAP a réalisé une levée de doute le 27/03/2023.

Une levée de doute consiste en la réalisation d'une étude historique du site, couplée à une analyse visuelle.



L'étude historique a déterminé un changement d'occupation des sols en 1989. Avant cette date, le secteur d'étude était entièrement dévolu à une activité agricole. Après 1989, le site est imperméabilisé et présente une occupation dédiée aux stationnements de véhicules. Les parcelles situées au nord du secteur d'étude suivent la même configuration dans les années 1980.

Le parking s'inscrit dans le centre hospitalier Laennec, enregistré au régime des ICPE. Cependant, selon la préfecture, le parking lui n'est pas inscrit comme tel.

Les analyses visuelles effectuées au droit de la zone ont permis d'identifier plusieurs activités potentiellement polluantes dont :

- la présence de remblais sous le parking pouvant contenir des métaux, des hydrocarbures, des BTEX, HAP, COVH ou PCB ;
- des fuites potentielles de carburants ou d'huiles issues des véhicules présents en stationnement pouvant contenir des HCT, HAP ou BTEX.

Compte tenu des observations réalisées, le site d'étude relève de la politique nationale de gestion des sites pollués. De ce fait, des investigations complémentaires seront réalisées dans le cadre du projet (étude de vulnérabilité et diagnostic des milieux) et des mesures adaptées seront mises en place en tant que de besoin, afin d'assurer l'absence de risque sanitaire pour les futurs usagers.

**Pour plus de détails, se référer à l'annexe n°10.**

### ► Bruit

Des études de conception, à partir du stade APD, sont prévues pour définir les objectifs acoustiques et les principes de solutions techniques.

Il est prévu dans un premier temps d'établir un « état sonore initial » sur le site, permettant de déterminer le bruit « résiduel » du site avant implantation du projet, afin de définir les émergences maximales admissibles.

L'émergence, qui est la différence entre le bruit intégrant l'activité du projet et le bruit sans cette même activité, est réglementée par le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le Code de la santé publique.

Ces données permettront d'optimiser les dispositions prévues pour le traitement acoustique des équipements techniques :

- les groupes frigorifiques, qui nécessitent un renouvellement d'air particulièrement important, sont positionnés dans un enclos technique en toiture, dont les caractéristiques, en dimensions et en composition, seront adaptées pour respecter les critères de bruit dans l'environnement issus des mesures in situ et de la réglementation ;
- les autres équipements sont positionnés dans des locaux techniques fermés. Les caractéristiques des ouïes de prise et rejet d'air seront étudiées pour limiter l'impact de ces équipements sur l'environnement ;
- le trafic lié aux camions de livraison sera pris en compte dans le dimensionnement de l'enveloppe du bâtiment, pour assurer le calme aux résidents.

Les sources de bruit existantes ont également été prises en compte pour une parfaite intégration du bâtiment dans son environnement, et pour la qualité de vie des usagers. Ainsi, les qualités acoustiques de l'enveloppe du bâtiment seront pilotées par les infrastructures de transport terrestre bruyantes proches de l'opération : le boulevard Jacques Monod notamment. Il s'agira de prévoir les affaiblissements acoustiques adéquats pour les menuiseries extérieures, les parois opaques, etc.

## **Annexe volontaire n°9 : Etude géotechnique**

Etude géotechnique de conception phase avant-projet dans le cadre de la construction d'un bâtiment type SMR au sein du CHU Laënnec à Saint Herblain, réalisée par GINGER CEBTP le 05/04/2023.

Cette annexe comporte 63 pages.



**LNA Santé**

# Construction d'un bâtiment type SSR



Site du CHU Laënnec – St Herblain (44)

Rapport d'étude ONA2.N.0085 – Indice 1

Etude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)

Le 05/04/2023



LNA SANTE							
<p align="center"><b>CONSTRUCTION D'UN BATIMENT TYPE SSR</b></p> <p align="center">CHU Laënnec– St Herblain (44)</p> <p align="center">RAPPORT - Etude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)</p>							
Dossier : ONA2.N.0085				Devis : ONA2.N.0126			
Indice	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	05/04/2023	M.VIROLLE		J.CHAPELLE		24 pages 5 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.



## Sommaire

<b>1</b>	<b>Plans de situation .....</b>	<b>5</b>
1.1	Extrait de carte IGN .....	5
1.2	Image aérienne .....	5
<b>2</b>	<b>Contexte de l'étude.....</b>	<b>6</b>
2.1	Données générales.....	6
2.1.1	Identification du projet et des principaux interlocuteurs.....	6
2.1.2	Documents communiqués .....	6
2.1.3	Documents utilisés.....	6
2.2	Description du site .....	6
2.2.1	Topographie, occupation du site et avoisinants .....	6
2.2.2	Contextes géologique, hydrogéologique et sismique .....	9
2.3	Caractéristiques de l'avant-projet.....	11
2.3.1	Description de l'ouvrage .....	11
2.3.2	Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas .....	1
2.3.3	Terrassements prévus.....	1
2.4	Mission Ginger CEBTP.....	2
<b>3</b>	<b>Investigations géotechniques.....</b>	<b>3</b>
3.1	Préambule.....	3
3.2	Implantation et nivellement .....	3
3.3	Sondages, essais et mesures in situ .....	3
3.3.1	Investigations in situ .....	3
3.3.2	Piézométrie et essai de perméabilité in situ .....	5
3.1	Caractéristiques physiques des sols et agressivité .....	5
3.2	Agressivité du milieu vis-à-vis du béton .....	6
<b>4</b>	<b>Synthèse des investigations.....</b>	<b>7</b>
4.1	Première approche d'un modèle géologique .....	7
4.1.1	Lithologies et caractéristiques mécaniques .....	7
4.1.2	Modèle géomécanique retenu.....	9
4.1.3	Caractéristiques physiques des sols et agressivité.....	10
4.1.4	Perméabilité .....	10
4.2	Première approche de modèle hydrogéologique .....	10
4.2.1	Contexte hydrogéologique.....	10
4.2.2	Piézométrie et niveaux d'eau .....	10

4.2.3	Inondabilité .....	10
4.3	Sismicité .....	11
4.3.1	Risque sismique – données parasismiques réglementaires .....	11
4.3.2	Définition de la classe de sol .....	11
4.3.3	Liquéfaction .....	12
4.4	Radon .....	12
5	Principes généraux de construction – Phase AVP .....	13
5.1	Analyse du contexte et principes d'adaptation .....	13
5.2	Adaptations générales .....	14
5.2.1	Remarques préalables .....	14
5.2.2	Réalisation des terrassements .....	14
5.2.3	Traficabilité en phase chantier .....	15
5.2.4	Terrassabilité des matériaux .....	15
5.2.5	Drainage en phase chantier .....	16
5.2.1	Remblaiement périphérique après construction .....	16
5.2.2	Talutage provisoire .....	16
5.2.3	Soutènements en phase provisoire et/ou définitif - Mitoyenneté .....	16
5.3	Niveau-bas des ouvrages .....	17
5.3.1	Conception et exécution .....	17
5.3.2	Contrôles de la couche de forme .....	18
5.4	Fondations superficielles .....	18
5.4.1	Type de fondation et conditions d'ancrage .....	18
5.4.2	Exemples de prédimensionnement .....	18
5.4.3	Limite du dimensionnement .....	20
5.4.4	Dispositions constructives : .....	21
5.5	Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau .....	22
5.5.1	Remarques préalables .....	22
5.5.2	Protection des parties enterrées .....	22
5.6	Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique .....	23
6	Aléas Géotechniques résiduels et observations majeures .....	24
6.1	Aléas géotechniques résiduels .....	24
6.2	Observations majeures .....	24



## Annexes

**ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

**ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

**ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES**

**ANNEXE 4 – PV DES ESSAIS DE PERMEABILITE**

**ANNEXE 5 – PV DES ESSAIS AU LABORATOIRE**





## 2 Contexte de l'étude

### 2.1 Données générales

#### 2.1.1 Identification du projet et des principaux interlocuteurs

Nom de l'opération :	Construction d'un bâtiment type SSR
Localisation :	Site du CHU Laënnec
Commune :	St Herblain (44)
Demandeur de la mission et client :	LNA Santé
Architecte :	AIA Architectes

#### 2.1.2 Documents communiqués

Document	Echelle	Origine	Date
Plan masse existant	1/100	AIA	28/09/2022
Programme d'étude géotechnique	-	AIA Ingénierie	Janvier 2023
Plans programme d'étude géotechnique	Multiple	AIA Associés	03/01/2023

#### 2.1.3 Documents utilisés

Les documents réglementaires utilisés sont les suivants :

- Eurocode 7 Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales » ;
- NF P 94-261 + NF P 94-261/A1 – « Calcul géotechnique – Fondations superficielles »
- NF P 94-282 – « Ouvrages de soutènement – Ecrans »
- DTU 13.3 – « Dallages – Conception, calcul et exécution – Partie 2 : Cahier des clauses techniques des dallages pour des bâtiments industriels ou assimilés ».

### 2.2 Description du site

#### 2.2.1 Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site se trouve sur la commune de St Herblain, au droit du CHU Laënnec situé Bd Professeur Jaques Monod. La parcelle concernée par le projet correspond actuellement à une zone de parking avec ses aménagements associés (terre-pleins, éclairage, ...).



*Extrait du plan programme d'études géotechniques – AIA*

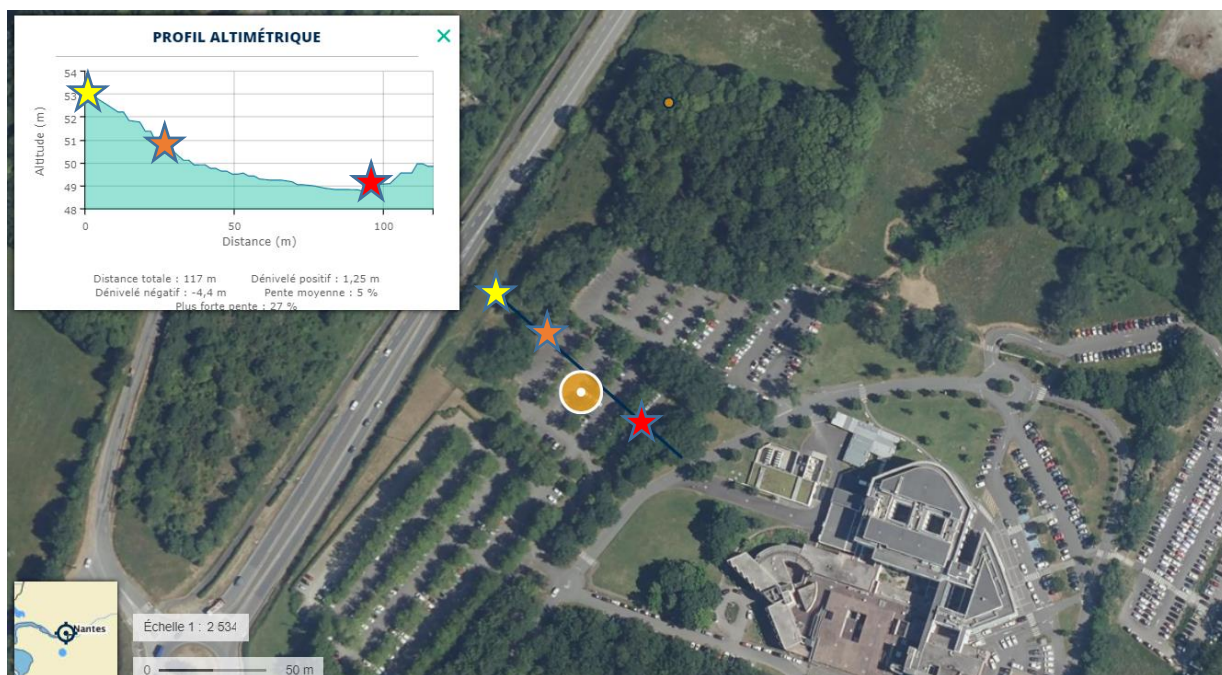






Photographies du site – Source : Ginger CEBTP le 10/03/2023

Le terrain présente une déclivité d'axe principal Nord Nord-Ouest / Sud Sud-Est avec une cote topographique qui varie entre 53.0m NGF (sommet du talus au Nord Nord-Ouest du site) et 48.5 m NGF (au Sud Sud-Est de la zone de parking) d'après la carte IGN du secteur.



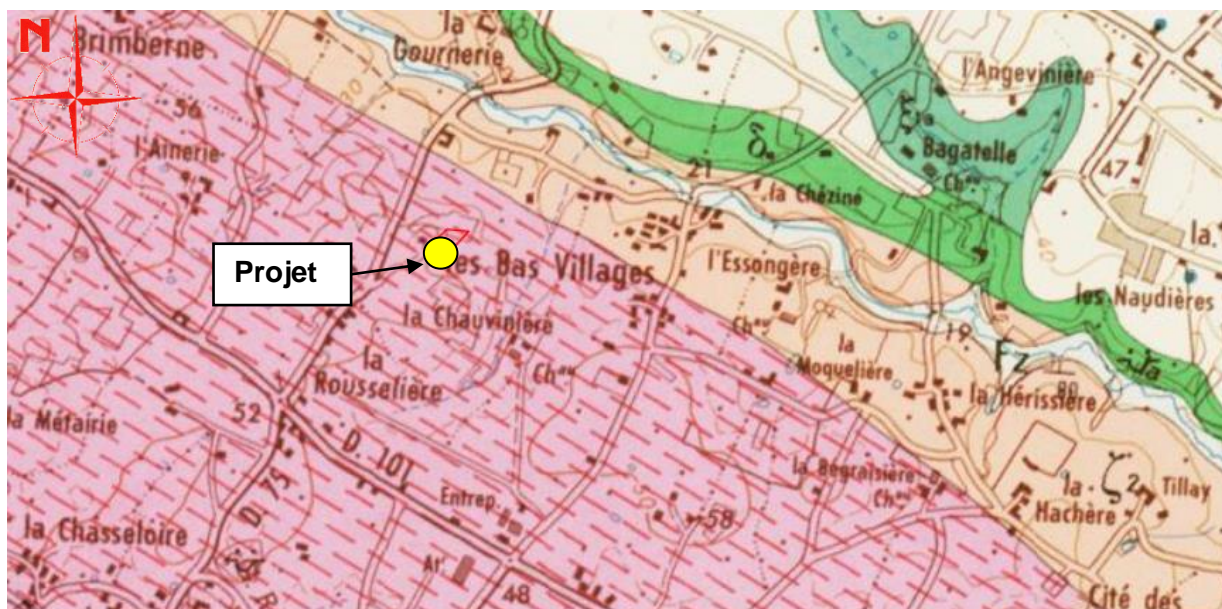
Source : Géoportail.fr

## 2.2.2 Contextes géologique, hydrogéologique et sismique

### 2.2.2.1 Géologie prévisionnelle

D'après les informations tirées de la carte géologique de Nantes au 1/50 000<sup>ème</sup>, les terrains du secteur sont constitués, de haut en bas par :

- **Des remblais** d'aménagement et/ou des formations de couverture,
- Des faciès d'altération du substratum composé de **granite à deux micas (γ1)**



Source : <https://www.infoterre.brgm.fr>

### 2.2.2.2 Contexte hydrogéologique

D'un point de vue hydrogéologique, les formations superficielles d'altération sont susceptibles d'abriter une frange d'eau superficielle selon la saison, la pluviométrie et les lithologies rencontrées.

Le substratum granitique compact, généralement imperméable, n'est pas connu pour contenir une nappe. Si les granites homogènes donnent des débits faibles lorsqu'ils sont très fracturés, l'intercalation de bancs gréseux, jouant le rôle de drains peut rendre la formation beaucoup plus aquifère. L'hétérogénéité créée par les intercalations volcaniques peut être également un facteur d'enrichissement en eau.



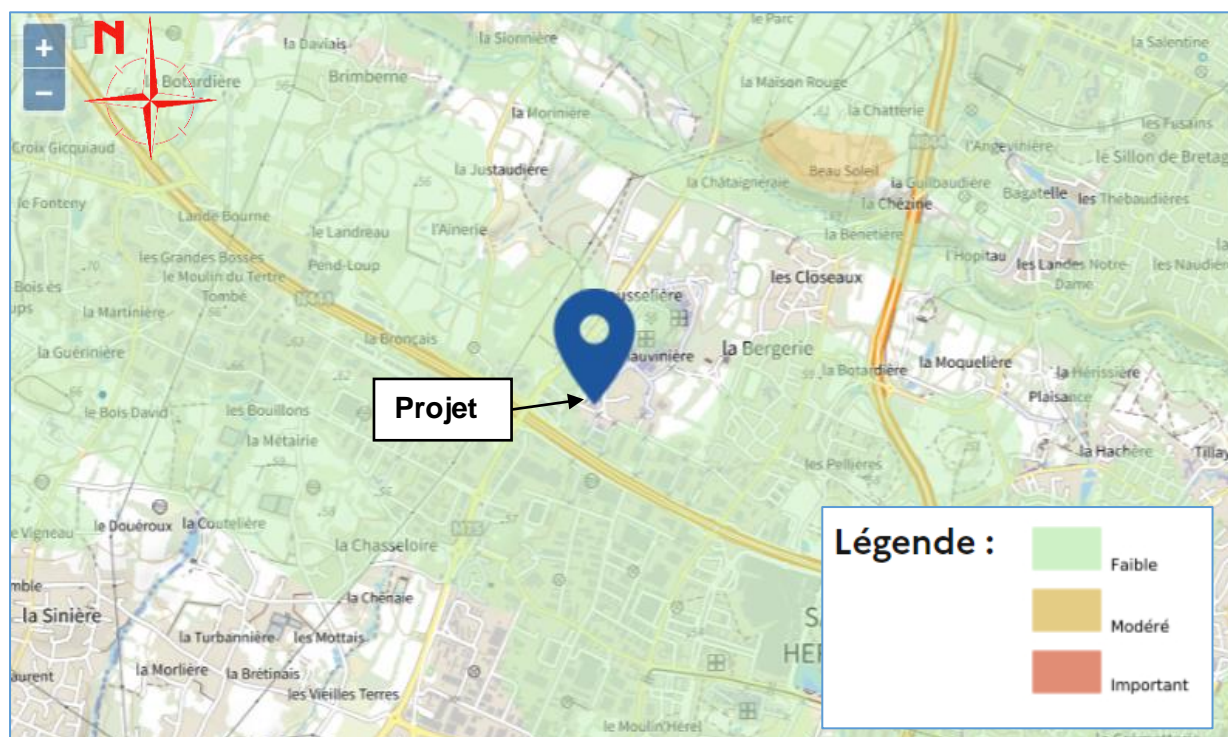
### 2.2.2.3 Risques naturels et sismicité

Les informations recueillies sur les sites internet consultés ([www.sigesbr.brgm.fr](http://www.sigesbr.brgm.fr), [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques naturels	Sensibilité
Argiles (retrait/gonflement)	Exposition faible à non recensé*
Remontées de nappe depuis le socle	Non concerné
Inondations	Non concerné
Cavités naturelles ou anthropiques	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet
Mouvements de terrains	Risque recensé à l'échelle de la commune
Potentiel radon	<b>Fort</b>

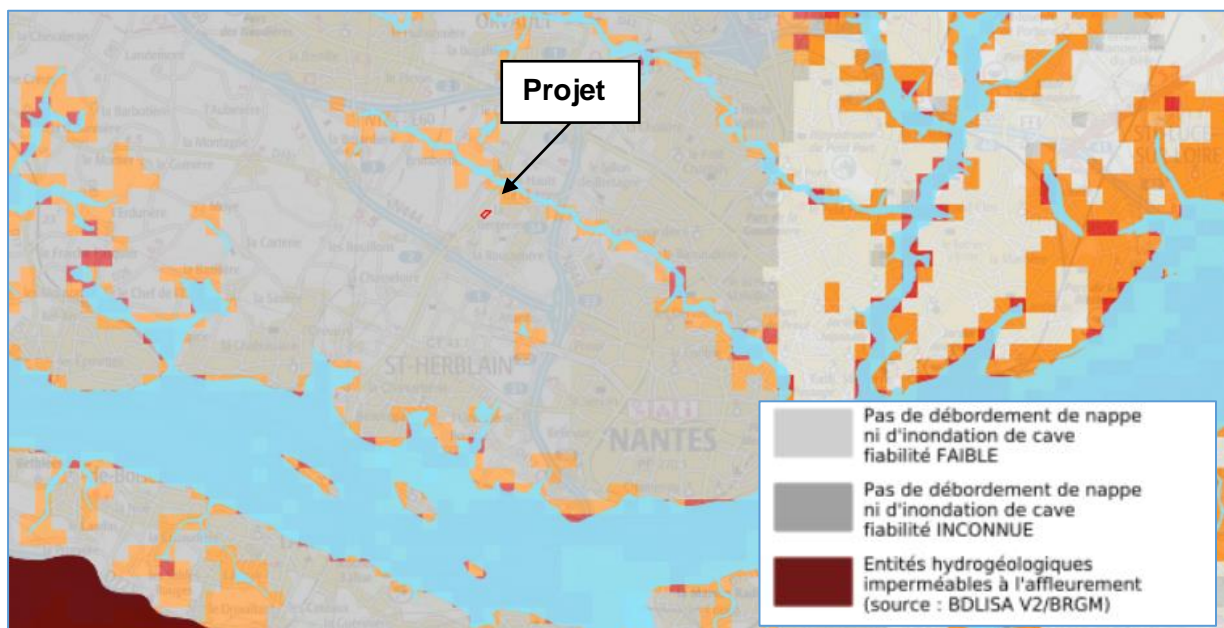
\*L'extrait de carte ci-dessous illustre cet aléa

### Aléa retrait-gonflement des sols



Carte de l'exposition au retrait-gonflement des argiles ; Source : Infoterre

### Aléa remontée de nappe depuis le socle



*Carte des zones sensibles aux remontées de nappe ; Source : Infoterre*

### Aléa Sismique :

Le site est classé en aléa sismique de niveau 3 (**modéré**). Nous rappelons que pour un bâtiment de catégorie II et ce niveau d'aléa, il conviendra de respecter les règles de construction applicable aux bâtiments des normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-3, NF EN 1998-5 ainsi que des documents dits « annexes nationales » des normes NF EN 1998-1/NA décembre 2007, NF EN 1998-3/NA janvier 2008, NF EN 1998-5/NA octobre 2007 s'y rapportant (conformément à l'arrêté du 24/10/2010).

## **2.3 Caractéristiques de l'avant-projet**

### **2.3.1 Description de l'ouvrage**

D'après les éléments transmis lors de la consultation, LNA SANTE envisage la construction d'un bâtiment de soins de type SSR (Soins de Suite et de Réadaptation) sur un terrain du site de l'hôpital Laënnec à Saint-Herblain (44).

La parcelle correspond actuellement à un espace vert et parkings en enrobés. Il présente une déclivité d'environ 4 m avec 3 plateformes de stationnement.

Le projet n'est pas encore défini à ce stade. Il est envisagé une construction en R+3 sur rez-de-chaussé haut et rez-de-jardin côté aval du terrain. Cette construction est accompagnée d'aménagements extérieurs réalisés sur l'emprise des stationnements existants. Ces aménagements extérieurs comprennent la réalisation de voie et cheminement et une recomposition des espaces verts en façade du projet.

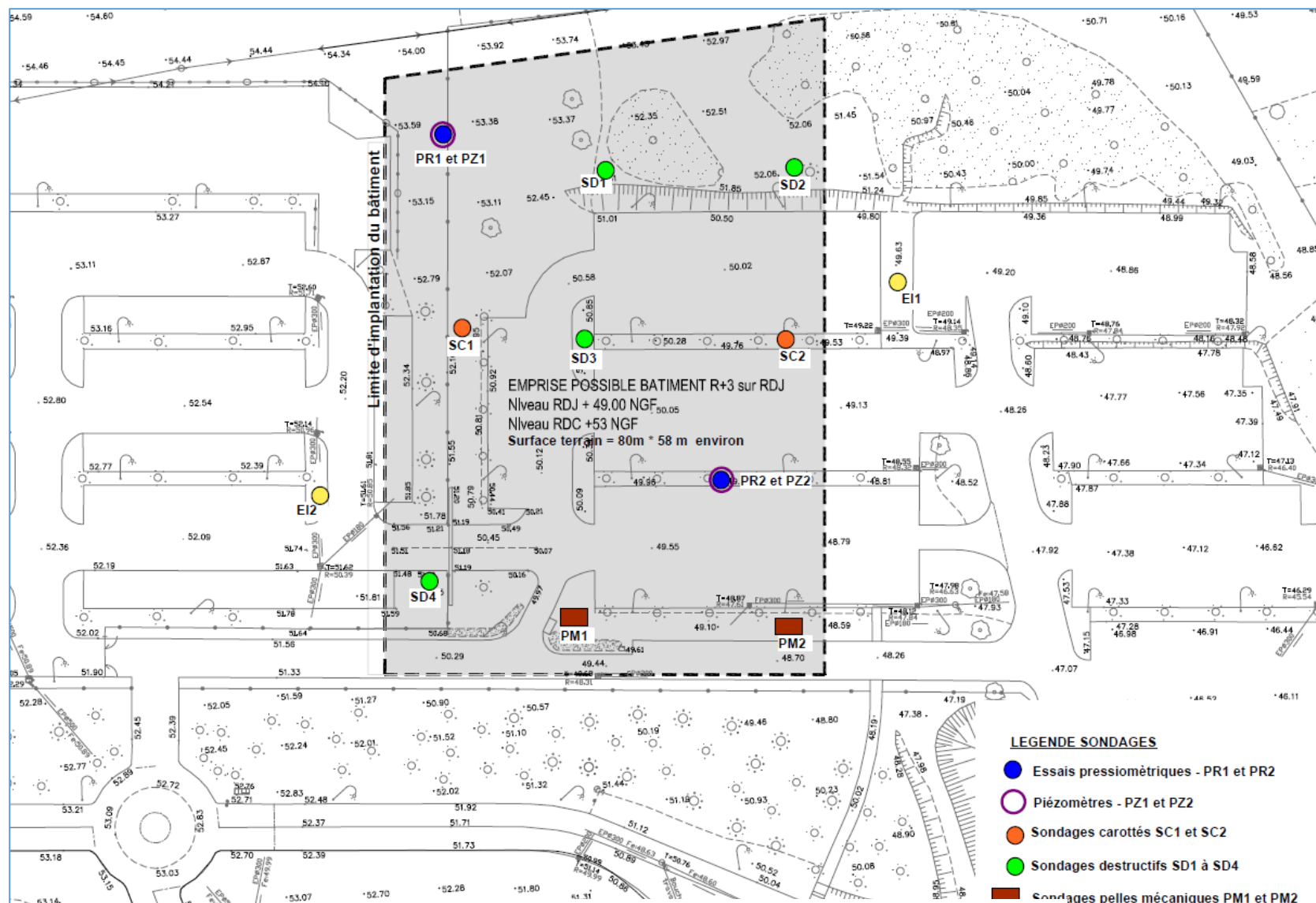


L'implantation prévisionnelle des bâtiments n'est pas connue. Mais il sera placé aux cotes suivantes :

- RdJ à 49m NGF
- RdC à 53m NGF

Un sous-sol placé sous le Rez de Jardin est envisagé, avec un niveau-bas autour de 46 m NGF.

Les plans ci-dessous illustrent le projet :



Extrait du plan programme d'études géotechniques – AIA



### 2.3.2 Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les sollicitations vis-à-vis des ELS QP sont, d'après le CCTP fourni lors de la consultation, estimées sous toutes réserves, à :

#### **Descentes de charges structurelles**

- Charges à l'ELS exprimées en kN, en kN/ml et en kN/m².
  - Charges linéaires verticales descendantes comprises entre : 250 kN/ml et 400 kN/ml
  - Charges ponctuelles verticales descendantes comprises entre 900 kN et 1200 kN.
  - Surcharges d'exploitation des dalles sur terre-plein du rez de chaussée : 5.0 kN/m².

**Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou partie de nos conclusions.**

### 2.3.3 Terrassements prévus

Hors terrassement des fondations et gestion des remblais issus de démolition (ouvrages type enrobé, terre-pleins, ...), pour insérer le projet dans le site, le terrassement global du terrain consistera à priori à simple reprofilage du niveau du TN actuel (+/- 0.5 m / TN).

Des remblais techniques et ou des déblais restent néanmoins possibles, afin de rattraper la côte finale du projet.

Le talus en partie Nord-Ouest du site sera aussi partiellement à terrasser pour insérer le projet sur le site.

Des terrassements plus profonds seront nécessaires pour l'encastrement des niveaux de fondations.

## 2.4 Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme à la proposition financière n° ONA2.N.0126 datée de Février 2023.

Il s'agit d'une Etude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, ayant pour but de :

- Définir, si besoin, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et/ou en assurer le suivi technique,
- Donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- Donner les principes de construction envisageables (terrassements, pentes et talus, fondations, niveau bas, amélioration de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- Fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- Examiner la pertinence d'application de la méthode observationnelle,
- Perméabilité des sols.

Il convient de rappeler que notre Etude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP) s'inscrit dans le cadre défini par la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 qui précise que la phase Avant-projet :

- Contribue à la mise au point de l'AVP ou de l'APD de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques,
- Elle peut compléter le modèle géologique et le contexte géotechnique,
- Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte à ce stade et les principes de constructions des ouvrages géotechniques (terrassements, assises des dallages, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.



## 3 Investigations géotechniques

### 3.1 Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client. Ces investigations ont toutes été réalisées en Mars 2023.

### 3.2 Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet et des possibilités d'accès aux zones de sondages.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations en 2023 (Terrain Actuel – TA). Les coordonnées des têtes de sondages ont été relevées en X, Y et Z par nos soins à l'aide d'un GPS de type Leica avec antenne GS08 et contrôleur CS10.

### 3.3 Sondages, essais et mesures in situ

#### 3.3.1 Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées par Ginger CEBTP :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN (m)	Altitude (m NGF)
<b>Sondages destructifs</b> à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	3	SP1	7.3 ®	50.2
		SP2	6.8 ®	50.5
		SP3	10.0	52.5
<b>Exécution d'essais pressiométriques.</b> Norme NF EN ISO 22476-4	6			
<b>Sondages carottés</b> en diamètre 110 mm	2	SC1	6.0	53.4
		SC2	6.0	49.5
<b>Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B</b> Norme NF EN ISO 22476-2 mené au refus	10	PD1	1.5 ®	53.5
		PD2	1.6 ®	53.1
		PD3	0.7 ®	50.7
		PD4	1.8 ®	49.3
		PD5	1.1 ®	48.7
		PD6	0.7 ®	49.3
		PD7	0.7 ®	49.8
		PD8	1.0 ®	50.4
		PD9	0.7 ®	49.7
		PD10	1.2 ®	49.2

(r) Refus

Les coupes des sondages et les résultats des essais pressiométriques sont présentées en annexe 3 où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - Coupe des sols,
  - Venue d'eau éventuelle.
- **Essais pressiométriques :**
  - Module pressiométrique :  $E_M$  (MPa),
  - Pression limite nette :  $p_l^*$  (MPa),
  - Pression de fluage nette :  $p_f^*$  (MPa),
  - Rapport  $E_M/p_l^*$ .
- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
  - Diagramme donnant la résistance dynamique  $q_d$  en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.
- **Sondages carottés :**
  - Coupe détaillée des sols,
  - Pourcentage de carottage et RQD,
  - Planches photographiques des échantillons prélevés.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc...

### 3.3.2 Piézométrie et essai de perméabilité in situ

La pose de piézomètres a été réalisée dans les sondages suivants :

Equipement piézométrique	Sondage de référence	Prof. / TN (m)	Altitude (m NGF)
<b>Piézomètre définitif de type fermé avec capot métallique</b> Norme NF P94-157-2	SC1+Pz	6.0	53.36
	SC2+Pz	6.0	49.51

L'équipement en place pourra permettre la réalisation d'un suivi piézométrique mensuel sur 12 mois.

Concernant les essais de perméabilité (annexe 4), l'essai suivant a été réalisé :

Type d'essai de perméabilité in-situ	Sondage de référence	Nom	Prof (m/TN)
<b>Essais de perméabilité a l'eau dans un forage en tube ouvert – NF EN ISO 22282-2</b>	SC 2 + Pz	EP1-1	1-2m
	SC 1 +Pz		A réaliser

Un deuxième essai sera réalisé sur le sondage SC1 courant du mois d'Avril (indice 2 du présent rapport).

## 3.1 Caractéristiques physiques des sols et agressivité

Les essais suivants sont prévus dans le cadre du projet :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	2	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	2	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	2	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	2	NF P11-300



Ils seront présentés dans un indice 2 du présent rapport.

### 3.2 Agressivité du milieu vis-à-vis du béton

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants seront réalisés :

Agressivité du sol	Nombre	Norme
Acidité Baumann Gully	1	DIN 4030-2
Dosage en sulfates	1	NF EN 196-2
Agressivité de l'eau	1	NF EN 206/CN

Les résultats des essais en laboratoire seront présentés dans un indice 2 du présent rapport.

## 4 Synthèse des investigations

### 4.1 Première approche d'un modèle géologique

#### 4.1.1 Lithologies et caractéristiques mécaniques

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain environnant au moment des investigations, noté "TA" dans le rapport tel qu'il était au moment de la reconnaissance en Mars 2023.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une épaisseur de 0.4 à 1.0 m de couverture végétale et/ou remblais :

- Formation n°1 : **Sable limoneux +/- graveleux**

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de : 0.4 à 1.0 m / TA environ,

Jusqu'à : 1.2 à 2.1 m / TA environ,

Nature : Cet horizon se compose d'un faciès sablo-limoneux +/- graveleux issu de la décomposition du substratum sous-jacent.

✓ *Caractéristiques géotechniques :*

Module pressiométrique $E_M$ (MPa)	-
Pression limite $pl^*$ (MPa)	-
Résistance de pointe dynamique $q_d$ (MPa)	13 à 30

- Formation n°2 : **Arène granitique (granite décomposé à fracturé)**

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de : 1.2 à 2.1 m / TA de profondeur environ,

Jusqu'à la profondeur d'arrêt des sondages : >10.0 m / TA environ,

Nature : Cet horizon se compose d'un faciès d'altération du substratum granitique. Cette formation évolue vers un granite de plus en plus compact avec la profondeur. Les refus des essais au pénétromètre dynamique ont été obtenus sur le toit de la formation 2.

✓ *Caractéristiques géotechniques :*

Module pressiométrique $E_M$ (MPa)	>50
Pression limite $p_l^*$ (MPa)	>4.2
Résistance de pointe dynamique $q_d$ (MPa)	>30

Remarques :

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès et à la topographie du site, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- La limite entre les faciès est parfois délicate à identifier autrement qu'à l'appui des caractéristiques mécaniques mesurées, en raison des analogies lithologiques entre ces formations (les horizons rencontrés correspondent à des degrés d'altération +/- poussés du substratum granitique).
- Les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

Pour une meilleure visibilité, les cotes de la base des formations reconnues sont replacées dans les tableaux ci-dessous :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SC1	SC2
<i>cote de la tête en m NGF</i>	50.2	50.5	52.5	53.4	49.5
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA				
	<i>Altitude NGF correspondante en m NGF</i>				
n°0 : Couverture végétale et/ou remblais	0.6 49.6	0.6 49.9	0.8 51.7	53.4	49.5
n°1: Sable limono-graveleux	1.2 49.0	1.2 49.3	1.2 51.3	53.4	49.5
n°2 : Granite altéré à fracturé	7.3 42.9	6.8 43.7	10.0 42.5	53.4	49.5



Sondage cote de la tête en m NGF	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8	PD9	PD10
	53.5	53.1	50.7	49.3	48.7	49.3	49.8	50.4	49.7	49.2
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA Altitude NGF correspondante en m NGF									
n°0 : Couverture végétale et/ou remblais	0.4 53.1	0.7 52.4	0.5 50.2	1.0 48.3	0.7 48.0	0.4 48.9	0.5 49.3	0.4 50.0	0.4 49.3	0.5 48.7
n°1: Sable limono- graveleux	1.5 52.0	1.6 51.5	2.1 48.6	1.8 47.5	1.1 47.6	0.7 48.6	0.7 49.1	1.0 49.4	0.7 49.0	1.2 48.0
n°2 : Granite altéré à fracturé										

#### 4.1.2 Modèle géomécanique retenu

Les valeurs retenues ci-dessous, sont basées sur les essais et notre expérience locale.

Formation	Nature du sol	Prof. Base / TN (m) (Côte NGF)	Valeurs pressiométriques		
			pl (MPa)	EM (MPa)	$\alpha$ coeff. rhéologique
n°0	Remblais	0.4 à 1.0	-	-	-
n°1	Sable limoneux	1.2 à 2.1	2	20	2/3
n°2	Arène granitique	>10.0	4.2	42	2/3

#### 4.1.3 Caractéristiques physiques des sols et agressivité

Cf. indice 2 du rapport.

#### 4.1.4 Perméabilité

Essai	Profondeur de l'essai (m/TN)	Coefficient de perméabilité K	
		m/s	mm/h
EP1 SC2+Pz	1-2	$3.28 \cdot 10^{-5}$	108

Le deuxième essai sera présenté dans un indice 2 du rapport.

## 4.2 Première approche de modèle hydrogéologique

#### 4.2.1 Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- Éventuellement une frange d'eau temporaire pouvant régner au sein des remblais et de la frange d'altération superficielle de la formation n°1,
- Une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein du substratum sous-jacent en fonction de l'état de fracturation et d'altération.

#### 4.2.2 Piézométrie et niveaux d'eau

Aucun niveau d'eau n'a été détecté dans nos sondages en fin de sondages lors des interventions de Mars 2023.

**Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie.**

Nous rappelons que deux piézomètres ont été posés au droit des sondages SC1 & SC2, et un suivi mensuel est en cours sur 12 mois.

#### 4.2.3 Inondabilité

D'après les données issues du site internet [www.georisque.gouv.fr](http://www.georisque.gouv.fr), la parcelle ne présente pas de sensibilité aux risques d'inondations par remontée de la nappe.

Des informations plus précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.). De plus, ce risque dépend des travaux de protection réalisés, et est donc susceptible de varier dans le temps.

## 4.3 Sismicité

### 4.3.1 Risque sismique – données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Données parasismique réglementaire	
Zone de sismicité	<b>3</b>
Classe d'importance de l'ouvrage	<b>III (supposé à confirmer par le Maître d'Ouvrage)</b>
Coefficient d'importance $\gamma_I$	<b>1.2</b>
$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )	<b>1.1 m/s<sup>2</sup></b>
$a_g$ - accélération de calcul pour un sol de classe A ( $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$ ) ;	$a_g = 1.32 \text{ m/s}^2$

### 4.3.2 Définition de la classe de sol

En l'absence de mesures de la vitesse des ondes sismiques de cisaillement sur 30 m de profondeur ( $V_{s30}$ ), nous avons estimé celle-ci par corrélation à partir des modules pressiométriques.

**Les valeurs de  $V_{s30}$  estimées sont hétérogènes en fonction de l'ouvrage géotechnique envisagé.** Ainsi, nous proposons de retenir les classes de sol suivantes.

Données parasismique réglementaire	
Vitesse <b><math>V_{s30}</math></b>	$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i \frac{h_i}{V_{si}}} = \mathbf{970-1100 \text{ m/s}}$
Classe de sol estimée	<b>A</b>

On retient pour la suite du rapport une classe de sol A (paramètre de sol 1.0).



Des investigations appropriées pourront être réalisées en vue de confirmer la classe de sol conformément aux classes indiquées dans le paragraphe 3.1.2 de l'Eurocode 8 (« calculs des structures pour leur résistance aux séismes »).

#### 4.3.3 Liquéfaction

Le site étant implanté en zone sismique 3 (aléa modérée), l'étude de la liquéfaction des sols est requise d'après l'arrêté du 26/10/2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal".

Compte tenu de la nature et des caractéristiques mécaniques des terrains reconnus, les terrains du site ne sont pas susceptibles de présenter une sensibilité aux phénomènes de liquéfaction.

## 4.4 Radon

Le radon est un gaz radioactif, inodore, incolore et inerte chimiquement, présent naturellement dans la croûte terrestre dont l'activité radiologique est mesurée en becquerels par mètre cube (Bq/m<sup>3</sup>).

Le code de la santé publique et de l'environnement intègre désormais le radon en tant que risque naturel dans l'information préventive du public et des travailleurs. Pour certains ouvrages, des dispositions doivent être prises à toutes les phases de la vie d'un ouvrage si la commune est concernée par le risque radon (bâtiment existant, réhabilitation, vente).

Le potentiel radon à l'échelle communale est défini par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire ([www.irs.fr](http://www.irs.fr)). Le terrain situé dans la commune de St Herblain présente un potentiel radon de catégorie fort.

Les dispositions ne font pas partie de notre mission et sont à prendre par les concepteurs du projet.

Il existe des normes optionnelles de qualité environnementale pour les constructions, comme le label HQE (haute qualité environnementale), prenant en compte le radon notamment en ce qui concerne l'étanchéité de l'interface entre le sol et le bâtiment, ainsi qu'en matière de système de ventilation efficace pour la qualité de l'air intérieur. Ainsi, dans les bâtiments à construire, les systèmes de préventions incluent généralement la pose d'une membrane d'étanchéité sous la dalle, qui est une solution efficace contre les infiltrations de radon, mais aussi contre les désordres liés à l'humidité en créant une rupture de capillarité. La construction de bâtiments neufs sur vide sanitaire ventilé est aussi une méthode fréquente et très efficace de protection contre le radon.

## 5 Principes généraux de construction – Phase AVP

### 5.1 Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

➤ Contexte géologique et géotechnique

Contexte géotechnique : Au droit des sondages, sous une faible épaisseur de remblais, nous retrouvons :

- Une première formation sablo-limoneuse (formation 1) identifiée jusqu'à 1.2 à 2.1 m / TA
- Une seconde formation d'arène granitique (formation 2) identifiée jusqu'à la profondeur d'arrêt des sondages. Cette formation évolue rapidement vers un granite sain et compact avec la profondeur.

La transition entre les deux premières formations se fait de manière progressive.

Contexte hydrogéologique : Aucun niveau d'eau n'a été détecté au moment de nos interventions en Mars 2023. Nous rappelons néanmoins que le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviosité.

Deux piézomètres ont été posés au droit des sondages SC1 et SC2 (suivi mensuel en cours sur 12 mois).

**Environnement du projet :**

- Site : Le projet se situe au sein de la commune de St Herblain, au drot du CHU de Laënnec ;
- Projet : Construction d'un bâtiment type SSR en R+3 avec sous-sol.
- Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) : Nous rappelons que la ZIG des terrassements et des fondations du projet s'étend aux mitoyens. Des précautions particulières devront être prises pour garantir la pérennité de ces ouvrages, tant en phase travaux qu'au stade définitif. Dans le cadre du projet, on note en particulier :
  - Les bâtis avoisinants,
  - Les éventuels réseaux enterrés au droit et à proximité de la parcelle concernée par le projet.

**Compte tenu des points précédents :**

➤ **Niveaux-bas**

Un dallage sur terre-plein moyennant une couche de forme d'épaisseur adaptée et des purges locales ; nous rappelons qu'une solution mettant en œuvre un plancher porté par les fondations reste toujours envisageable,

### ➤ Fondations

Une solution de **fondations superficielles** peut être envisagée avec un encastrement dans les arènes granitiques (formation 2).

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

## 5.2 Adaptations générales

### 5.2.1 Remarques préalables

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

### 5.2.2 Réalisation des terrassements

Le projet impliquera des terrassements en déblai principalement sur environ 4.0 m de profondeur par rapport au terrain actuel pour atteindre la côte envisagée pour le niveau de sous-sol (46.0 m NGF, **estimation à confirmer par le MO**). A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles.

De manière générale, les terrassements plus profonds seront limités à l'encastrement des fondations.

**Il conviendra de prévoir l'évacuation de la terre végétale et de tout vestige enterré au droit des futurs dallages et fondations. Une attention toute particulière devra être apportée sur l'évacuation des matériaux de démolition et/ou des objets enterrés éventuels suite au démantèlement du site (cuves, réseaux, ...).**

**On veillera également à ce que le comblement des fosses ainsi créés soit bien réalisé.**

Les matériaux ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations des normes et guides en vigueur.

**Dans tous les cas, les fondations projetées devront être descendues sous le niveau des purges réalisées.**



### 5.2.3 Traficabilité en phase chantier

En l'attente des essais d'identification, les sols concernés par les terrassements correspondent à des sols fins à des sols fins sensibles à l'eau selon la norme NF P11-300.

Les travaux devront donc être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

Il conviendra de s'assurer que le fond de fouille soit correctement réalisé afin d'éviter les stagnations d'eau qui pourraient altérer le substratum.

### 5.2.4 Terrassabilité des matériaux

La réalisation des terrassements dans les remblais (formation n°0) et les sables (formation 1) ne devrait pas présenter de difficulté particulière. Les terrassements dans ces horizons pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Néanmoins, au sein de la formation granitique (formation 2), la réalisation des terrassements en déblais nécessitera l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés (BRH, pelle puissante...) pour évacuer les éventuels blocs dans les remblais et le substratum compact et sain.

L'entreprise chargée des travaux de terrassements veillera à prendre les dispositions nécessaires pour éviter toute instabilité et vibration au droit des ouvrages existants et mitoyens au projet.

Tout emploi d'engins de type BRH, ou susceptible de générer des vibrations, devra faire l'objet d'un contrôle des vibrations sur les avoisinants.

Le granite compact de bonne compacité, reconnu localement à faible profondeur, nécessitera l'emploi de moyens spéciaux de déroctage adapté au milieu rocheux (pelle puissante, B.R.H, dent hydraulique excentrique...), sans toutefois provoquer de vibrations pouvant être dommageables aux avoisinants.

**Les moyens mis en œuvre devront tenir compte de la dureté/abrasivité du rocher, de réaliser à des essais en laboratoire (Los Angeles, Microdevals...) sur des échantillons de granite compact et sain.**

**Il pourra être prévu la réalisation de résistance à la compression ( $R_c$ ), masse volumique et vitesses soniques sur des échantillons de roches intacts.**

### 5.2.5 Drainage en phase chantier

En principe, le terrain doit être sec sur les profondeurs concernées par le projet (hors épisodes pluviométriques). Cependant, les venues d'eau pouvant apparaître en cours de terrassement, en particulier en cas de précipitations et depuis l'amont du site (ruissellement dans la fouille générale). Elles devront être collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Nous précisons que ce rapport ne prévoyait pas l'étude spécifique de la gestion des eaux, que ce soit en phase chantier ou définitive. Les préconisations du paragraphe ci-dessus sont donc généralistes.

### 5.2.1 Remblaiement périphérique après construction

Compte tenu de la qualité du sous-sol, les remblaiements périphériques peuvent être réalisés en toute fin de construction.

### 5.2.2 Talutage provisoire

**Hors mitoyenneté et hors nappe**, les talus provisoires de la fouille générale pourront être dressés avec une pente de 2 de base pour 1 de hauteur dans le granite (formation n°2). A adapter lors des terrassements en fonction de la stabilité des talus (possibles hétérogénéités).

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple, soigneusement fixées, et/ou des cunettes étanches en tête de talus.

### 5.2.3 Soutènements en phase provisoire et/ou définitif - Mitoyenneté

Dans le cas où les emprises ne permettraient pas la réalisation de talus stables pour la réalisation de la fouille générale "sous-sol", des solutions de soutènements, solidaires ou non à la structure, devront être envisagés. Ils devront être dimensionnés afin de reprendre la poussée des terres. Ces ouvrages pourront être calculés en adoptant les hypothèses de sol issues des essais réalisés spécifiquement.

Les solutions envisageables dans ce cas pourront être de type :

- Paroi berlinoise ou équivalent.

### 5.3 Niveau-bas des ouvrages

Le niveau bas des ouvrages pourra être conçu sous forme d'un dallage sur terre-plein à condition de purger la totalité des remblais superficiels. Une solution de plancher porté avec vide-sanitaire demeure également envisageable.

#### 5.3.1 Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- Terrassement jusqu'au fond de forme dans la formation 1 ou 2,
- Purge éventuelle des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- Compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,
- Mise en place d'un géotextile anti-contaminant (non obligatoire),
- Mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- Une couche de forme de 0.3 m d'épaisseur sur la formation 1 ou 2, pour un fond de forme en concassé 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- Une couche de réglage en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA et éventuellement celui des sols traités.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type  $D_2 / D_3$  ou  $R_{21}$ .

Selon l'état hydrique des matériaux au moment des travaux, un traitement du fond de forme à la chaux en pleine masse sera à prévoir sous réserve de l'étude d'aptitude au traitement du sol (conformément à la norme NF P94-100).

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs, sources de tassements différentiels.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.



### 5.3.2 Contrôles de la couche de forme

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, il faudra atteindre un module  $EV2 > 50$  MPa. avec un rapport de compactage  $EV2/EV1 < 2$ .

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

#### Tassements prévisibles :

Pour information, en tenant compte d'une maille de 10\*10m, les tassements maximaux sous dallage sont estimés inférieurs à 1.0 centimètre pour des surcharges maximales de 5 kPa et en l'absence d'un remblai (évaluation à partir du bicouche de Ménard) et de l'ordre du demi centimètre pour les tassements différentiels.

## 5.4 Fondations superficielles

### 5.4.1 Type de fondation et conditions d'ancrage

Compte tenu des éléments précédents, un système de fondations **superficielles par semelles isolées ou semelles filantes** ancrées de 0.3 m minimum dans la formation granitique (formation n°2) est envisageable.

Pour rappel, le projet prévoit la réalisation d'un niveau de sous-sol.

Les fondations devront être ancrées de 0.3 m minimum dans la formation n°2 le toit a été rencontré à environ 1.2 à 2.1m de profondeur / TN au droit des sondages.

Dans tous les cas, l'encastrement assurera les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0.5 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries (cf. carte FDP 18-326 de novembre 2004).

### 5.4.2 Exemples de prédimensionnement

Le prédimensionnement des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Principe de calcul de la capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain  $V_d$  est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle  $R_{v;d}$  :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- $R_0$  : la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$  : la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;v}$  : un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$  : la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $A'$  : la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- $q_{net}$  : la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$  : le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte  $q_{net}$  (1.20 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de  $q_{net}$ , contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte  $q_{net}$  du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Avec :

- $k_p$  : le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- $p_{le}^*$  : la pression limite nette équivalente,
- $D$  : la hauteur d'encastrement en mètre,
- $D_e$  : la hauteur d'encastrement équivalente en mètre,
- $i_\delta$  : le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit  $i_\delta = 1.00$ ).

Des exemples de pré-dimensionnement ont été établis à partir des règles de calculs précédentes et du schéma géotechnique détaillé précédemment.

Les résultats figurant dans le tableau suivant :

Cas de fondations	B	D	$p_{le}^*$	$D_e$	$K_p$	A'	$q_{net}$	$R_{v;d}$ ELU	$R_{v;d}$ ELS	$V_d$ ELS <sup>(1)</sup>	Taux de travail correspondant	S
	(m)	(m)	(MPa)	(m)		(m <sup>2</sup> ou ml)	(kPa)	(kN ou kN/ml)	(kN ou kN/ml)	(kN ou kN/ml)	(kPa)	(cm)
Semelle isolée carrée	1.5	4.0	4.2	0.0	0.8	2.25	3360	4500	<b>2750</b>	<b>1200</b>	530	<b>&lt; 1.0</b>
Semelle filante	0.8	4.0	4.2	0.0	0.8	0.8	3360	1600	<b>970</b>	<b>400</b>	500	<b>&lt; 1.0</b>

*B : Largeur de la fondation*

*D : Profondeur d'encastrement*

*S : valeur de tassement estimé en fonction de la charge estimée  $V_d$  à l'ELS*

*(1) Chargement tenant compte du poids de la fondation*

**A ce stade des études, en tenant compte du modèle géotechnique établi et des dimensions proposées, le taux de travail correspondant à la charge  $V_d$  ne dépassera pas dans tous les cas les 550 kPa avec un ancrage dans les arènes granitiques (formation n°2) et les ouvrages devront admettre des tassements absolus de l'ordre de 1.0 cm au maximum.**

*NB : le taux de travail d'un sol dépend de la géométrie de la fondation ainsi que de la charge appliquée à celle-ci. Toute modification de la charge et de la géométrie pourra impliquer une variation significative du taux de travail*

### 5.4.3 Limite du dimensionnement

Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs  $i_\delta$  (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NFP 94-261). Les prédimensionnements seront à revoir dans le cas où des charges horizontales et des moments s'ajouteraient aux efforts verticaux.

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

**On rappelle que les tassements sont dimensionnants pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.**

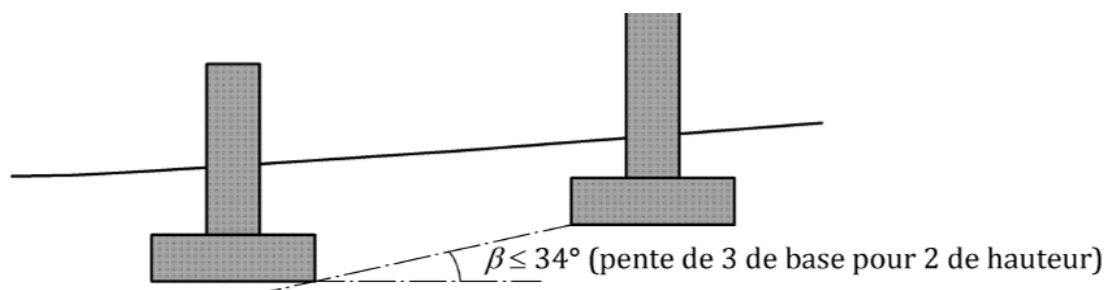


#### 5.4.4 Dispositions constructives :

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.5 m pour des semelles filantes et de 0.8 m pour des semelles isolées pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standard) ;
- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants ; des estimations plus précises pourraient être réalisées à l'appui des descentes de charges effectives.
- **en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;**
- **dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.**

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus, à moins de dispositions particulières spécifiques.



La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

**Des sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton (surprofondeurs locales des horizons remblayés, formation 0).**

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

## 5.5 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

### 5.5.1 Remarques préalables

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

### 5.5.2 Protection des parties enterrées

En cas de venues d'eau potentielles (remontée intermittente de la nappe *et/ou* circulations au sein des sols en place) dans les parties enterrées (**à confirmer à l'appui du suivi piézométrique en cours**), plusieurs solutions seront envisageables pour se prémunir contre l'action de l'eau :

- un drainage périphérique réalisé selon les règles de l'Art (DTU 20.1) ;
- un tapis drainant mis en place sous le dallage qui sera défini avec soin, de façon à assurer son efficacité et sa pérennité (granulométrie de type d/D, pente suffisante, drains en épis si nécessaire, géotextile anti-contaminant, etc...) ;
- une étanchéité relative associée à des cunettes périphériques avec forme de pente et évacuation par pompage des eaux de suintement recueillies ;
- un **cuvelage étanche** à 0,5 m au minimum au-dessus du niveau des plus hautes eaux (cf. norme NF P 11-221-1 de mai 2000 – paragraphe 4.11 – Travaux de cuvelage).

Le choix de la solution devra prendre en compte le degré de protection souhaité.

Dans tous les cas, les systèmes de drainage seront raccordés à une évacuation adaptée (évacuation gravitaire ou pompe de relevage), et les **eaux collectées rejetées vers un exutoire efficace et pérenne** (pouvant être les réseaux, sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés).

De même, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de leur fonctionnement.

Ces préconisations pourraient être corrigées/adaptées sur la base de l'étude hydrogéologique spécifique.

## 5.6 Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Dispositions générales à respecter :

- système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques ;
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusque, changement de pente, etc. ;
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage ;
- ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables ;
- éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite) ;
- prévoir tous éléments raidisseurs dans la structure, tels que chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter.



## 6 Aléas Géotechniques résiduels et observations majeures

### 6.1 Aléas géotechniques résiduels

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les aléas résiduels suivants ont été identifiés :

- Niveau d'eau à retenir (inconnu en l'absence d'étude hydrogéologique, précision du paragraphe 5.5);
- Agressivité du sol vis-à-vis du béton (éventuellement des eaux souterraines si leur présence est avérée) – Indice 2 du rapport,
- Modalités de réalisation des terrassements dans un contexte rocheux - essais complémentaires à prévoir, étude vibratoire près des mitoyens proches de la zone chantier.

### 6.2 Observations majeures

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre de l'avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception phase projet (G2 PRO) peut être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure.

## **ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié



**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>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.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**

<p><b>ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Etude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Etudier 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).</li> <li>— Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.</li> <li>— 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).</li> <li>— Etablir 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)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Etudier 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.</li> <li>— 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).</li> </ul>
---

## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***

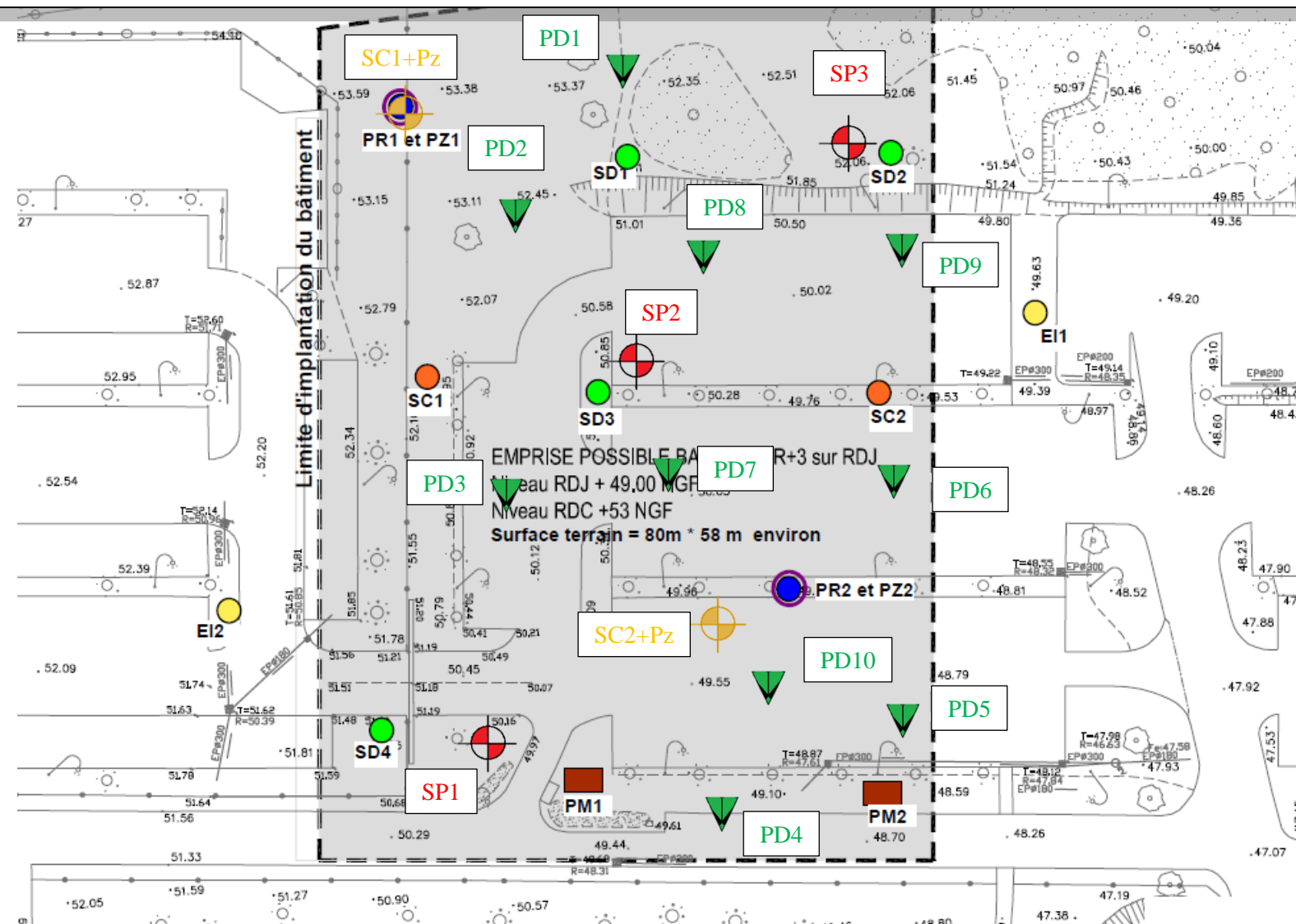


## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Chantier : Projet SMR CHU Laënec  
St Herblain (44)

N° dossier : ONA2.N0085

Date : 10/03/2023



### LEGENDE



**SP** : Sondage tarière avec réalisation d'essais pressiométriques



**SC** : Sondage carotté avec pose d'équipement piézométrique avec réalisation d'essais



**PD** : Essai au pénétromètre dynamique



**GINGER – CEBTP**  
24 quater rue Jan Palach  
CP 11 ZAC des Hauts de Couëron 3  
44220 COUËRON  
Téléphone 02 40 92 18 71

## ***ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES***

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR St Herblain**

Client : **LNA Santé**

Echelle : **1/40°**

Machine : **M257**

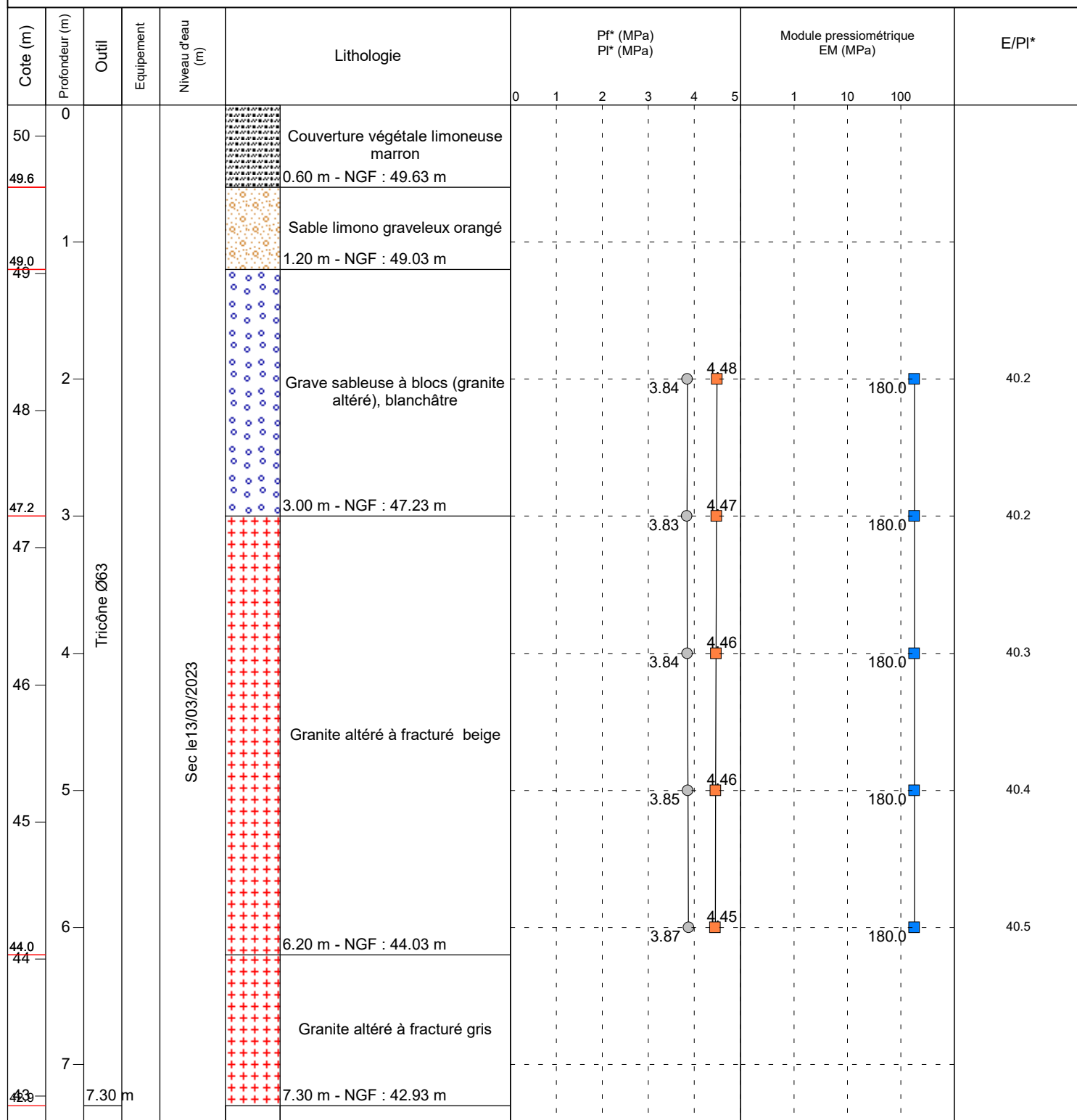
X :

Y :

Altitude : **50.23 m NGF**

Date de forage : **13/03/2023**

Profondeur du forage : **7.30 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3/LB2GEO107FR

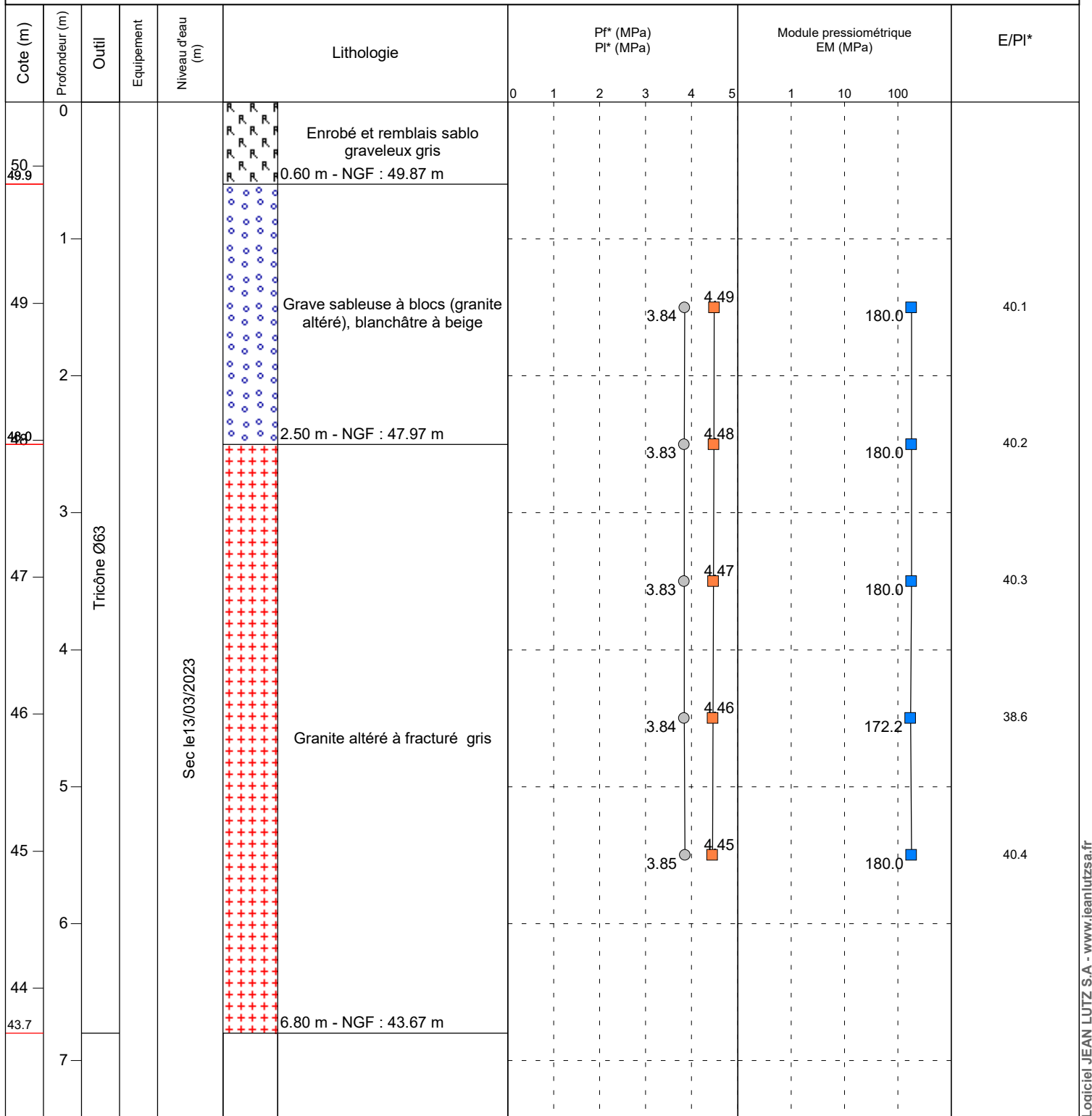


Dossier : **ONA2.N.0085**  
Chantier : **Projet SMR St Herblain**

Client : **LNA Santé**  
Echelle : **1/40°**  
Machine : **M257**

X :  
Y :  
Altitude : **50.47 m NGF**

Date de forage : **13/03/2023**  
Profondeur du forage : **6.80 m**



Observations :

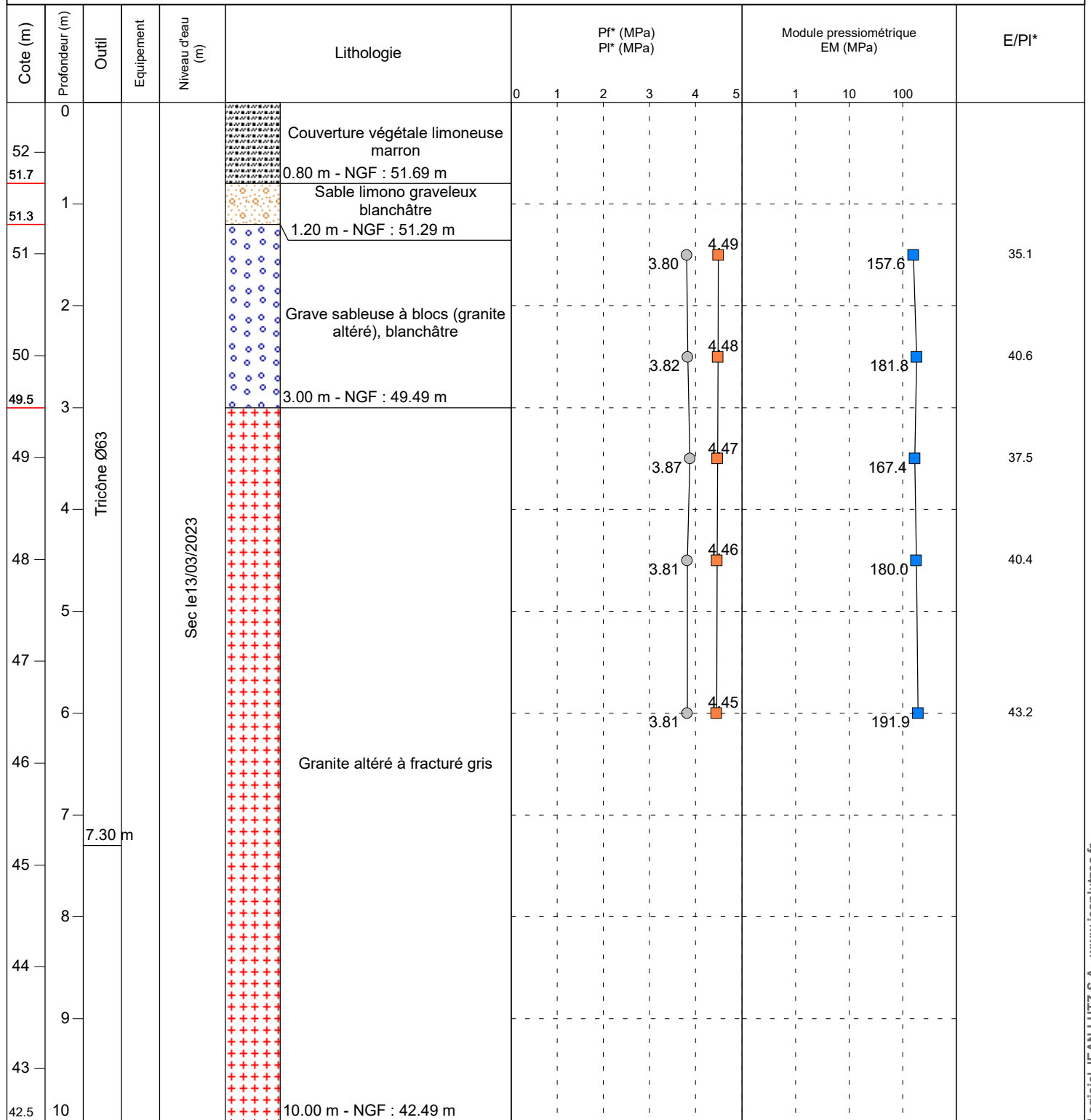
EXGTE 3.23.3/LB2GEO107FR

Dossier : **ONA2.N.0085**  
Chantier : **Projet SMR St Herblain**

Client : **LNA Santé**  
Echelle : **1/54°**  
Machine : **M257**

X :  
Y :  
Altitude : **52.49 m NGF**

Date de forage : **13/03/2023**  
Profondeur du forage : **10.00 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3/LB2GEO107FR



# SONDAGE A LA TARIERE

SC1 + Pz1

Dossier : ONA2.N.0085

Localité : St Herblain

Chantier : Construction d'un bâtiment SSR

Client : LNA Santé

X :

Date début de forage : 22/03/2023

Echelle : 1/33

Y :

Date fin de forage : 22/03/2023

Machine : M399

Z : 53.4 m NGF

Profondeur de fin : 6.00m

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau (m)	Equipement	Remarques
0	Couverture végétale	Tricône	Sec le 21/03/2023	PVC Ø 52-60 mm	
0.40 m - NGF : 53.00 m					
1					
2	Granite altéré gravelo-sableux				
3	3.30 m - NGF : 50.10 m				
4					
5	Granite altéré à compact				
6	6.00 m - NGF : 47.40 m				

Observation :

EXGTE 3.23.3/LB2GEO107FR

Log pressiométrique - E158-1 V0 du 05/07/2016





# SONDAGE A LA TARIERE

SC2 + Pz2

Dossier : ONA2.N.0085

Localité : St Herblain

Chantier : Construction d'un bâtiment SSR

Client : LNA Santé

X :

Date début de forage : 22/03/2023

Echelle : 1/33

Y :

Date fin de forage : 22/03/2023

Machine : M399

Z : 49.5 m NGF

Profondeur de fin : 6.00m

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau (m)	Equipement	Remarques
0	<div><div></div></div> <div>Enrobé et remblais</div> <div>0.80 m - NGF : 48.70 m</div>	Tricône	Sec le 21/03/2023	PVC Ø 52-60 mm	
1	<div><div></div></div> <div>Granite altéré gravelo-sableux</div> <div>1.60 m - NGF : 47.90 m</div>				
2	<div><div></div></div> <div>Granite altéré à compact</div>				
3					
4					
5					
6					

Observation :

EXGTE 3.23.3/LB2GEO107FR

Log pressiométrique - E158-1 V0 du 05/07/2016

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/9**

Machine : **M655**

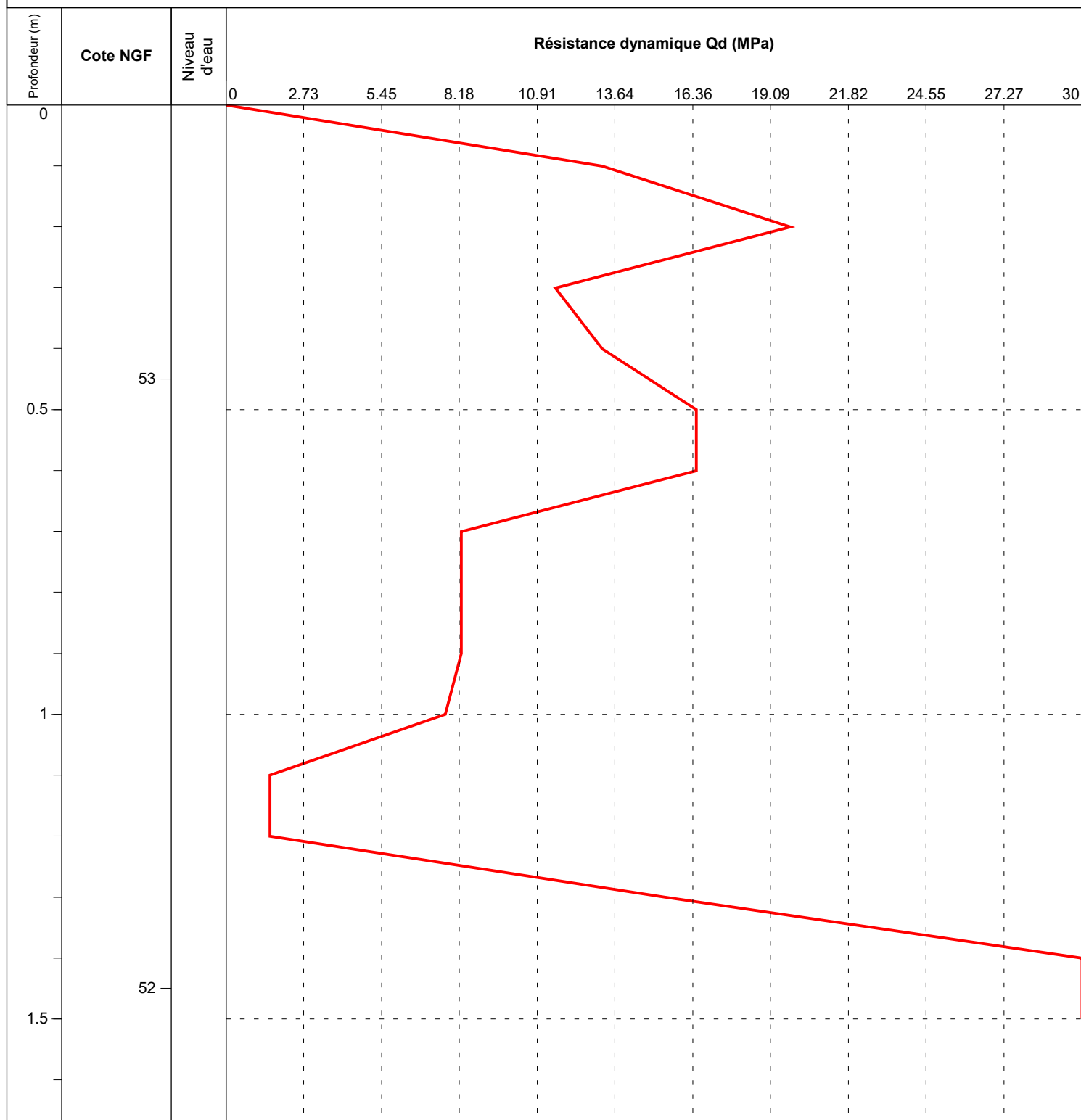
X :

Y :

Altitude : **53.45**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.50 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/9**

Machine : **M655**

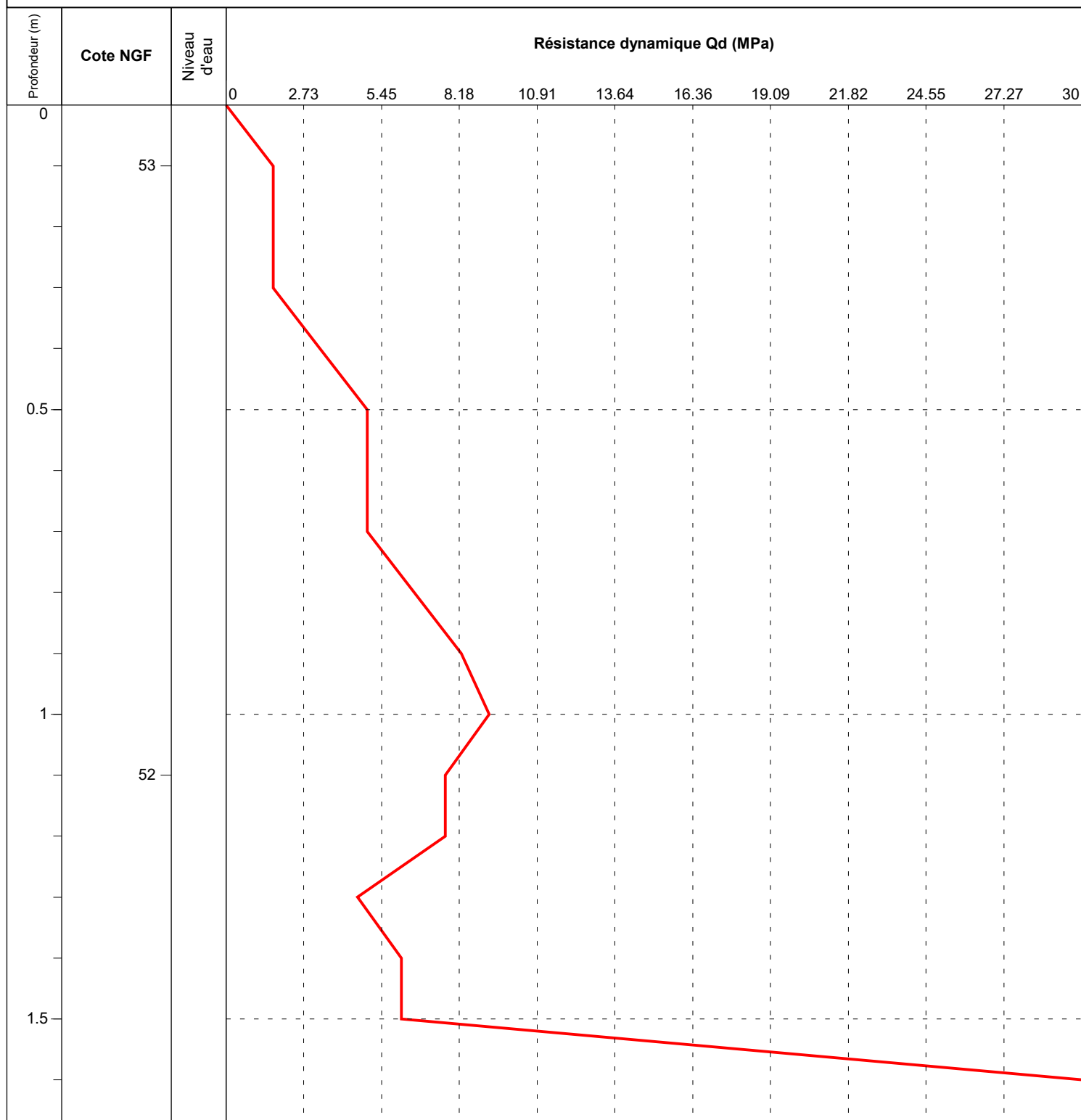
X :

Y :

Altitude : **53.1 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.60 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3



Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/4**

Machine : **M655**

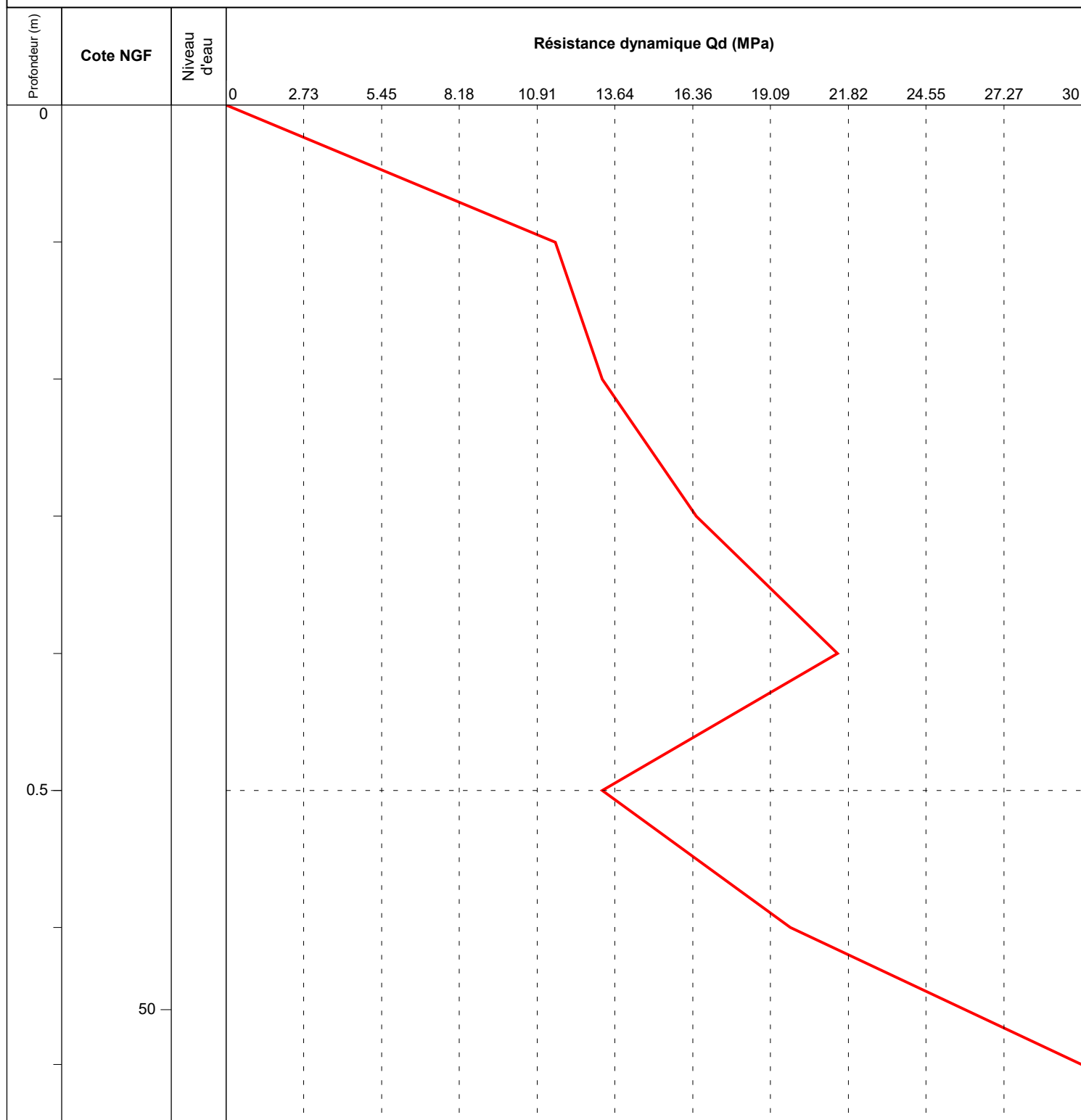
X :

Y :

Altitude : **50.66 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **0.70 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

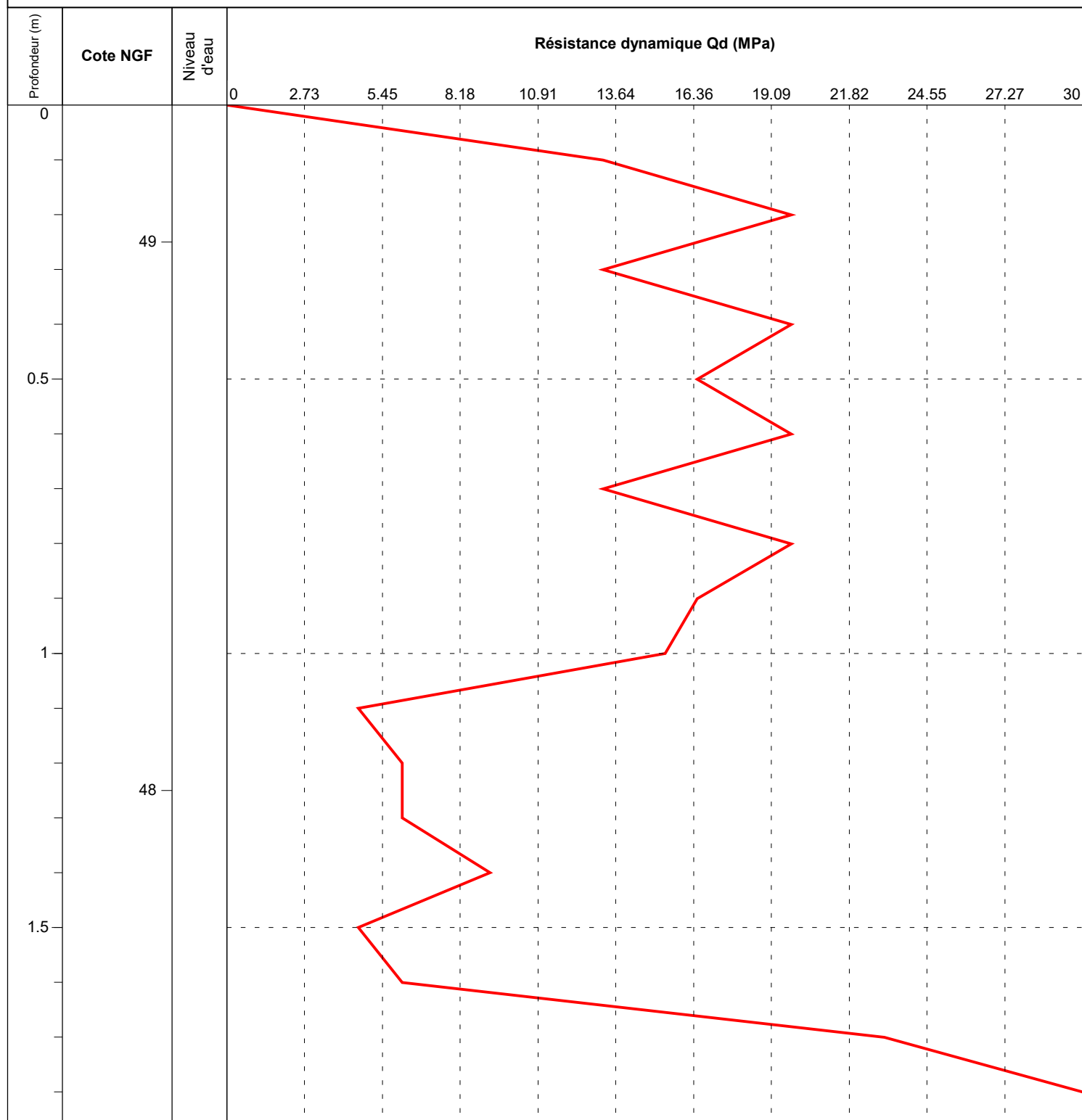
X :

Y :

Altitude : **49.25 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.80 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

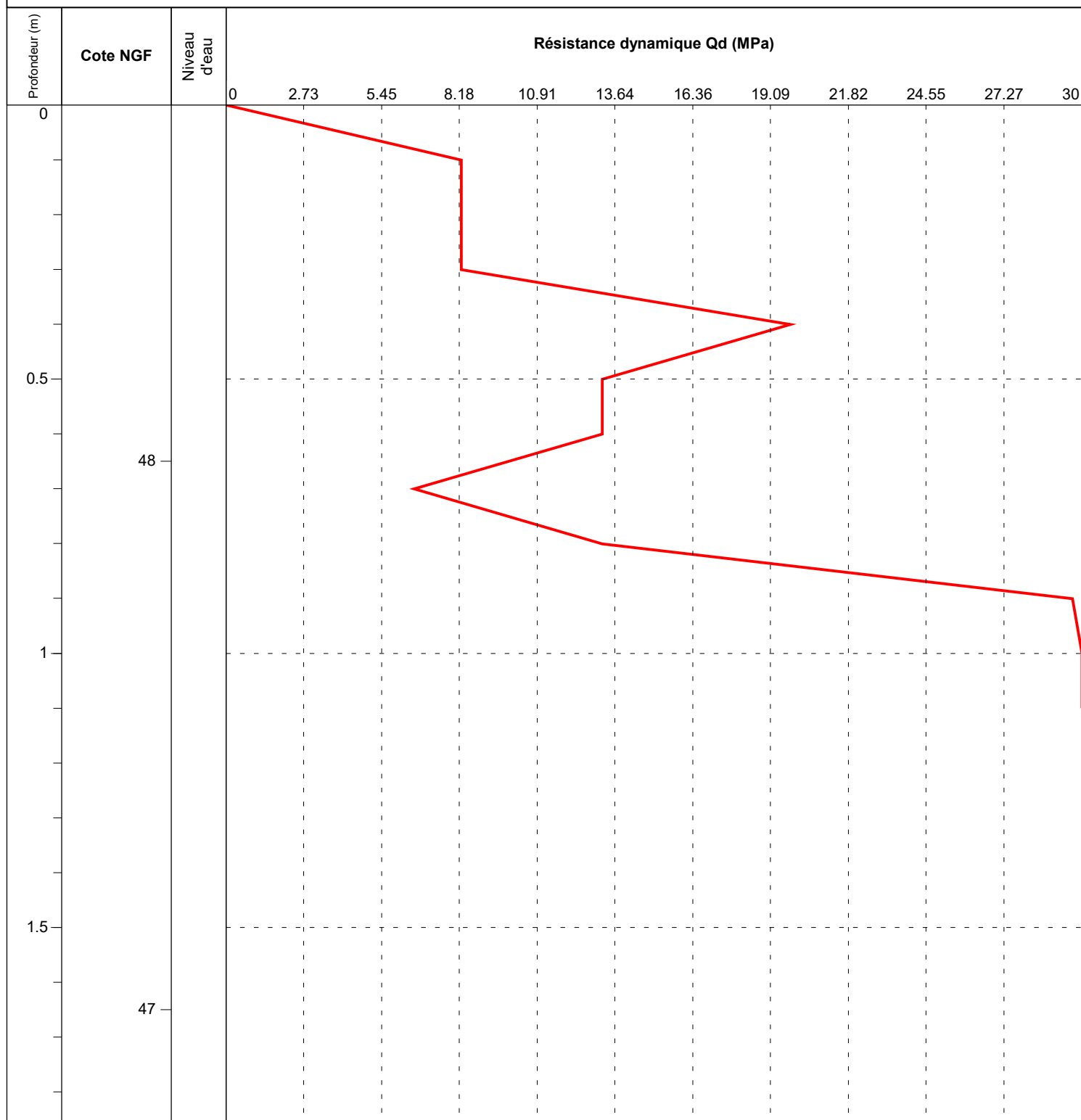
X :

Y :

Altitude : **48.65 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.10 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3



Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/4**

Machine : **M655**

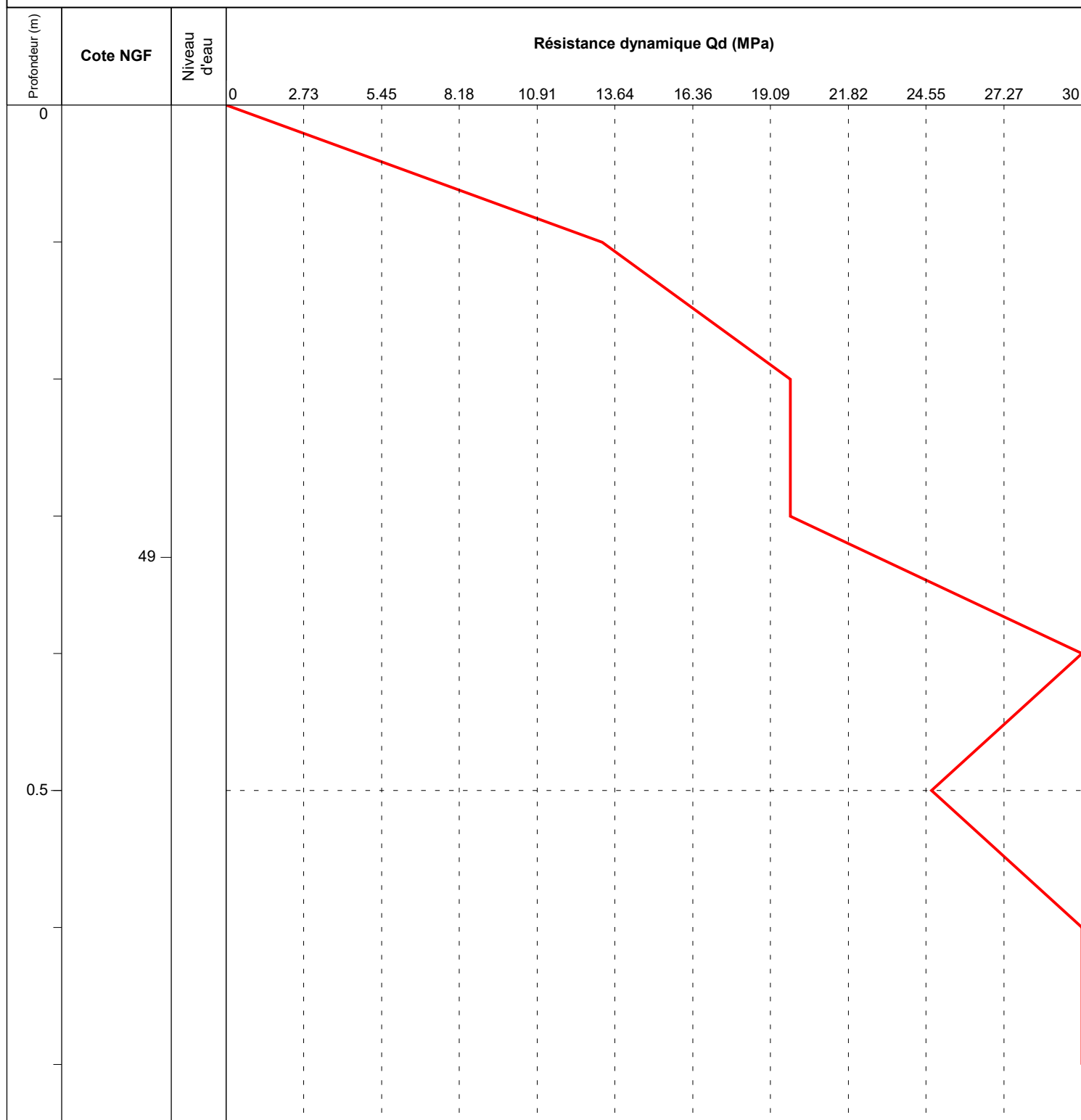
X :

Y :

Altitude : **49.33 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **0.70 m**



Observations :

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

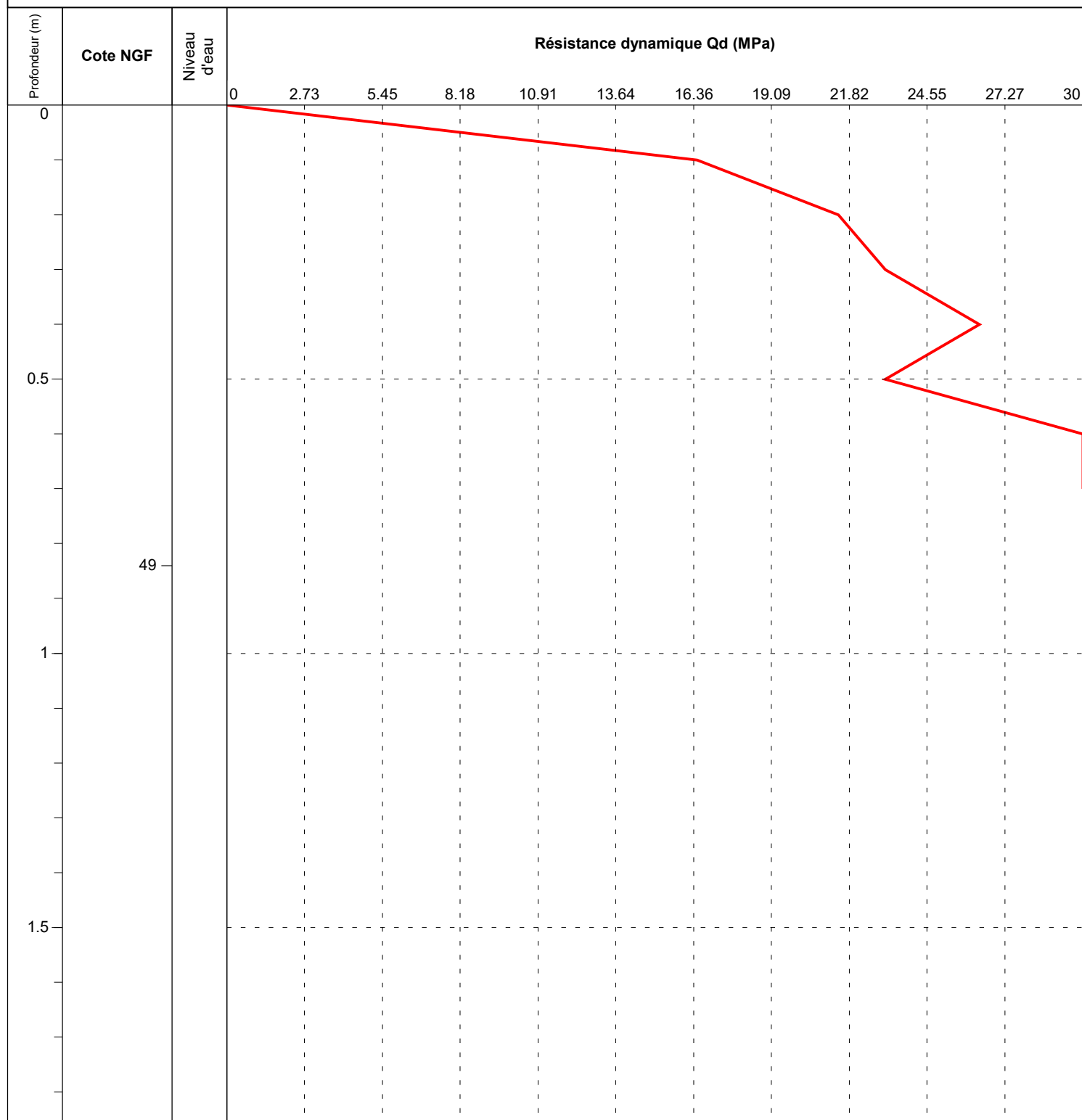
X :

Y :

Altitude : **49.84 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **0.70 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

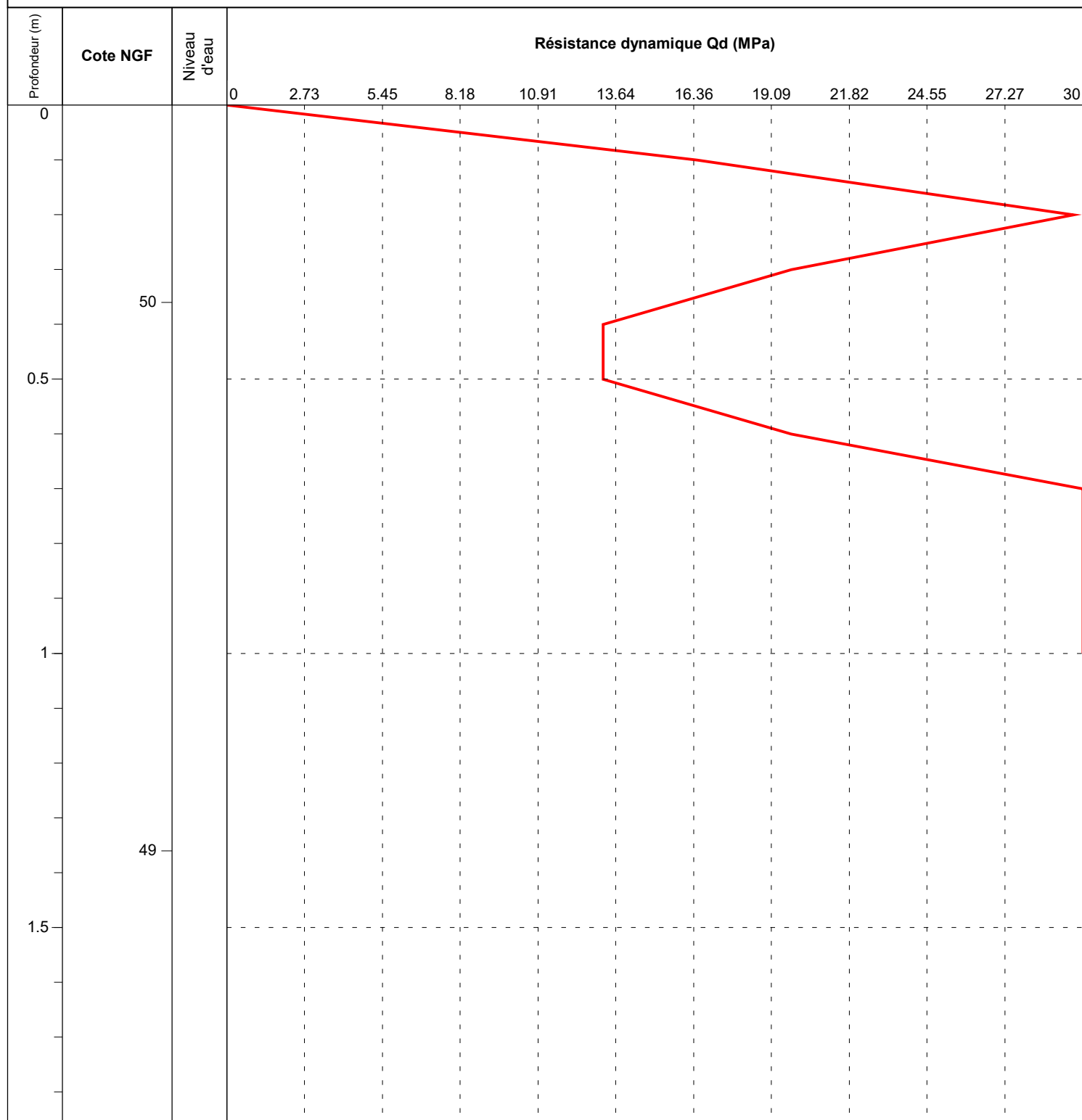
X :

Y :

Altitude : **50.36 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.00 m**



Observations :

EXGTE 3.23.3

Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

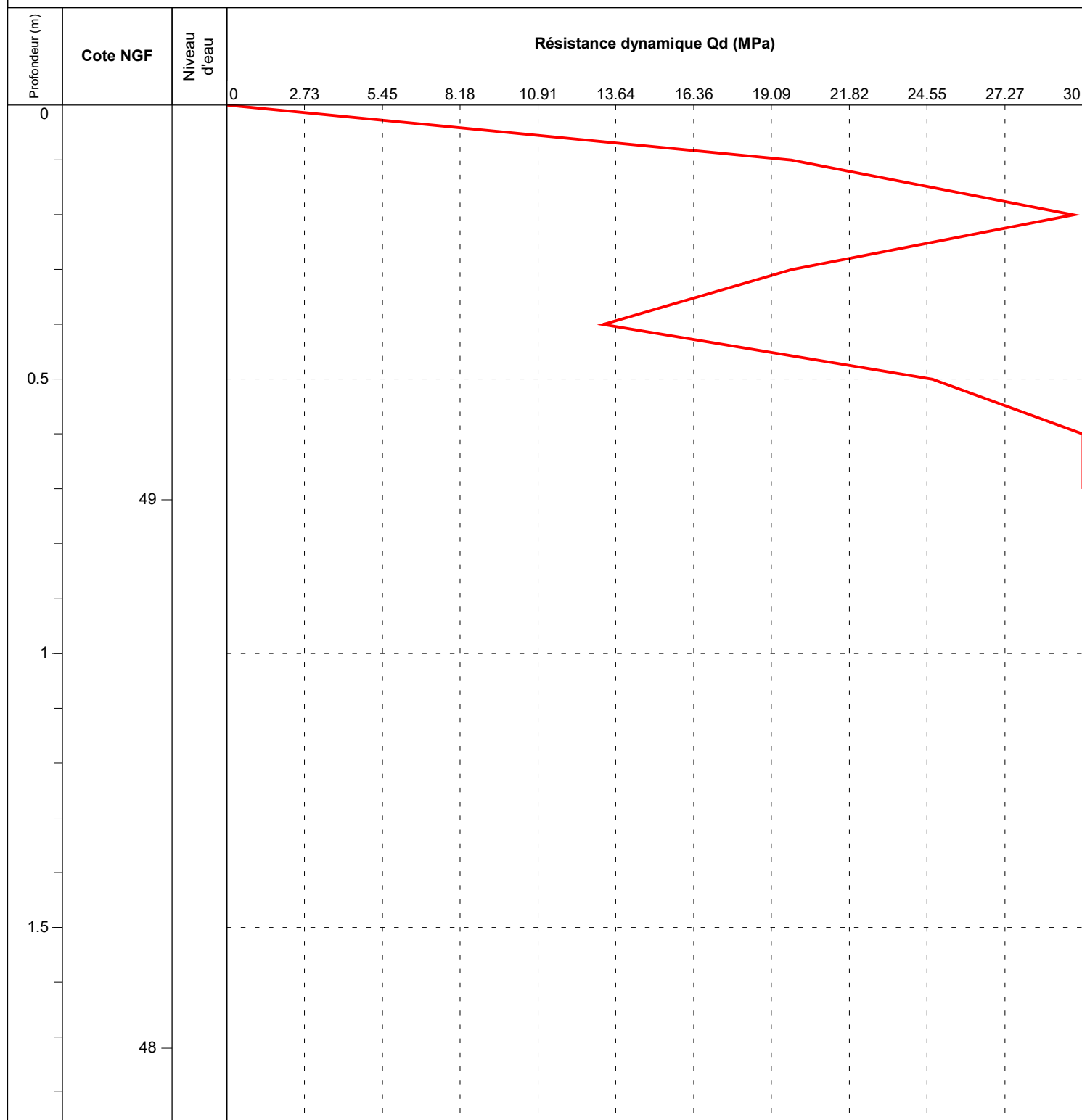
X :

Y :

Altitude : **49.72 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **0.70 m**



Observations :



Dossier : **ONA2.N.0085**

Chantier : **Projet SMR CHU Laenec**

Client : **St Herblain**

Echelle : **1/10**

Machine : **M655**

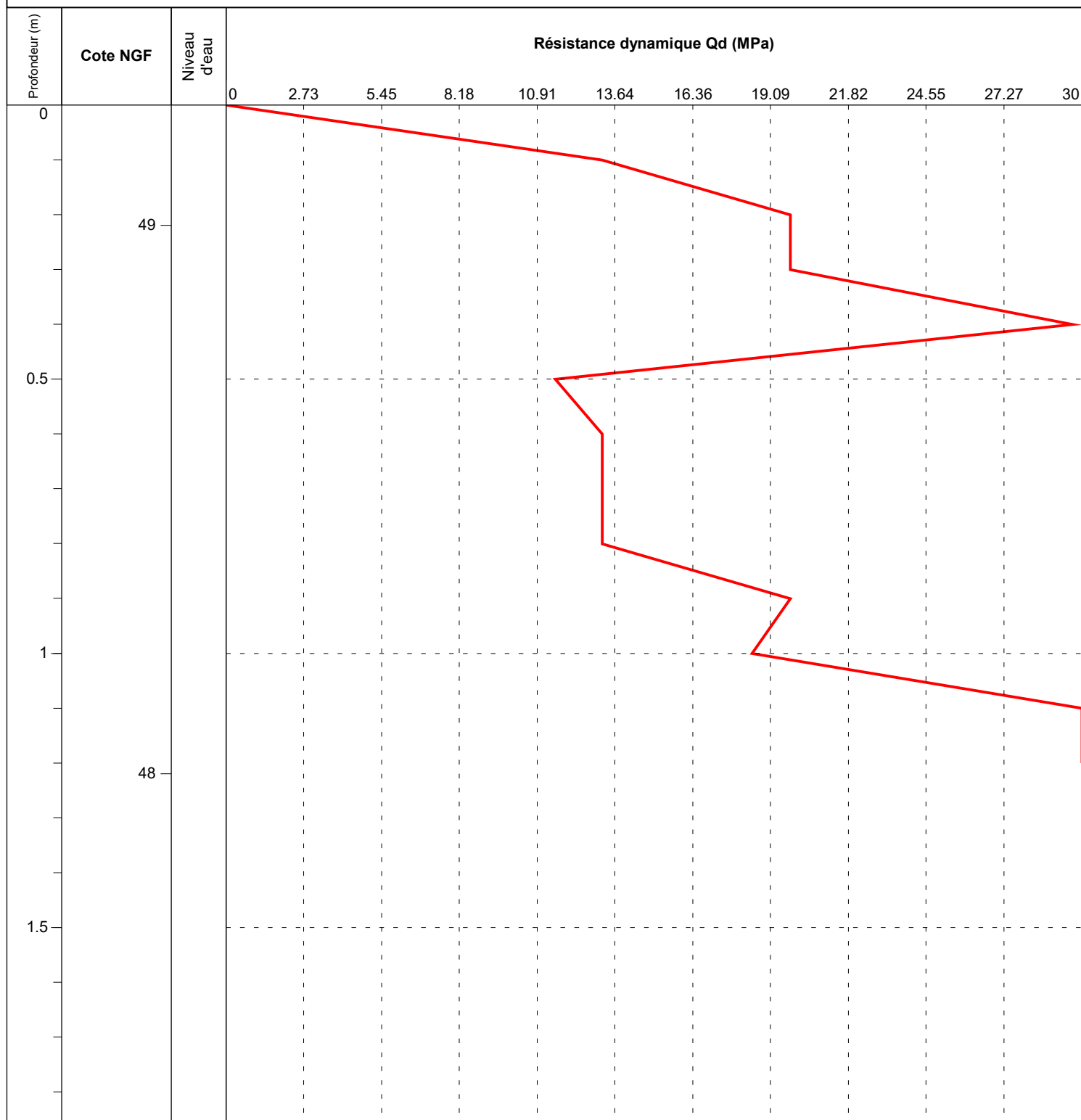
X :

Y :

Altitude : **49.22 m NGF**

Date de sondage : **13/03/2023**

Profondeur atteinte : **1.20 m**

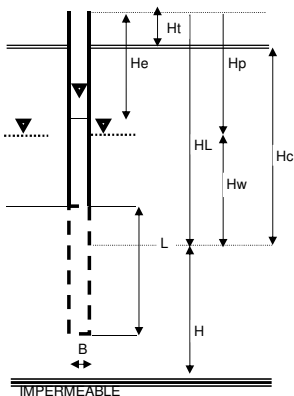


Observations :

EXGTE 3.23.3

## ***ANNEXE 4 – ESSAIS DE PERMEABILITE***

<b>ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG</b> NF EN ISO 22282-2 Dossier N°: ONA2.N.0085		LIEU: <b>LNA Santé</b> SONDAGE: <b>EP1--1</b> ESSAI DE <b>1</b> A <b>2</b> m DATE: <b>22/03/2023</b> PROFONDEUR DE LA NAPPE: <b>-</b> m		<b>MESURES</b>	
				TEMPS	H (t)
				minutes	m
				0	2.5
				1	2.45
				2	2.4
				3	2.31
				4	2.25
				5	2.2
				6	2.16
				7	2.12
				8	2.08
				9	2.03
				10	1.95
				11	1.91
				12	1.84
				13	1.79
				14	1.74
				15	1.69
				16	1.65
				17	1.61
				18	1.58
				19	1.52
				20	1.48
				25	1.43
				30	1.38
				35	1.35
				40	1.3
				45	1.27
				50	
				55	
				60	

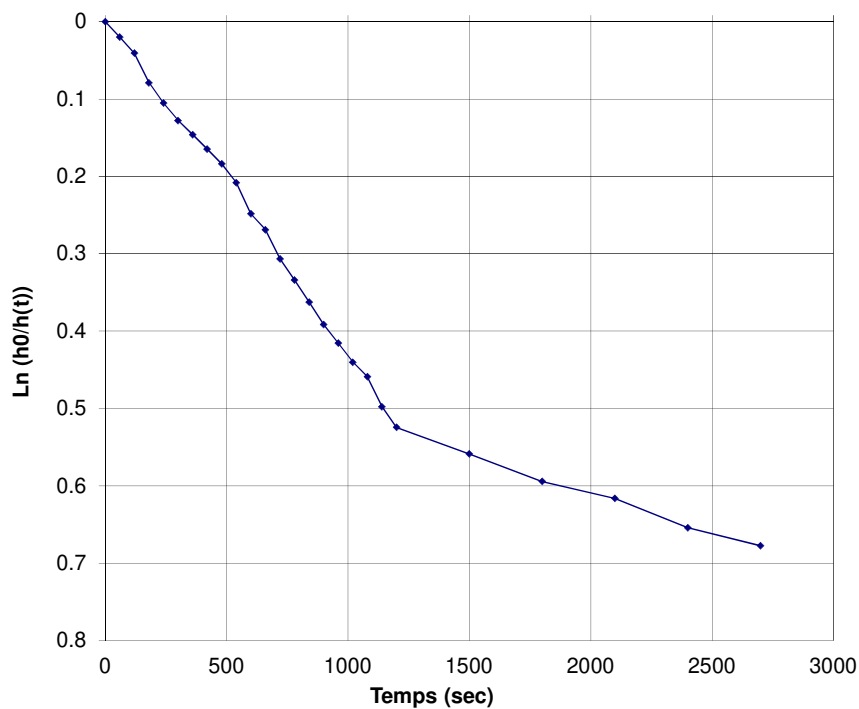


CAVITE	Profondeur/ haut du tube	de à	1.5 2.5	m m
--------	-----------------------------	---------	------------	--------

Cote du tubage /TN Ht: 0.5 m  
 Hauteur de tubage dans le sol HT: 1.5 m  
 Longueur de la cavité L: 1 m  
 Diametre de la cavité B: 0.114 m  
 Profondeur de la cavité/TN Hc: 1.5 m  
 Profondeur de la cavité/haut du tubage HL: 3.5 m  
 Profondeur de la nappe/haut du tubage Hp: - m  
 Hauteur de la nappe/centre de la cavité Hw: - m  
 Coefficient de forme de la cavité L/B C: 8.77  
 Diametre interieur du tubage D: 0.114 m  
 Section interieure du tubage S: 3.68E-01 m2  
 Distance du centre de la cavité/sol imper H: 10 m

FACTEUR DE FORME F 2.19  
 CHARGE HYDRAULIQUE H(0) 2.5 m

<b>PERMEABILITE MESUREE</b>	<b>KL</b>	<b>3.28E-05 m/s</b>
-----------------------------	-----------	---------------------



## ***ANNEXE 5 – PV DES ESSAIS LABORATOIRE***



## **Annexe volontaire n°10 : Etude de pollution**

Diagnostic environnemental du milieu souterrain et levée de doute, réalisé par GINGER BURGEAP le 27/03/2023.

Cette annexe comporte 36 pages.



Hôpital Laënnec, SAINT-HERBLAIN (44)

## Diagnostic environnemental du milieu souterrain : levée de doute

Rapport

Réf : LB2700210 – CV\_LB0000328 / 1014855-01

THA-NIR / MECE / NN

27/03/2023



GINGER BURGEAP Agence Loire-Bretagne • 24 quater rue Jan Palach 44220 COUERON  
Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • [burgeap.nantes@groupeginger.com](mailto:burgeap.nantes@groupeginger.com)



# SIGNALETIQUE

## CLIENT

<b>RAISON SOCIALE</b>	LNA SANTÉ
<b>COORDONNÉES</b>	7, boulevard Auguste Priou - CS 52420 44124 VERTOU CEDEX
<b>INTERLOCUTEUR</b> (nom et coordonnées)	Manuel LAREDO Tél : 06 33 30 77 04 <a href="mailto:manuel.laredo@lna-sante.com">manuel.laredo@lna-sante.com</a>





## GINGER BURGEAP

<b>ENTITE EN CHARGE DU DOSSIER</b>	GINGER BURGEAP Agence Loire-Bretagne • 24 quater rue Jan Palach 44220 COUERON Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • <a href="mailto:burgeap.nantes@groupeginger.com">burgeap.nantes@groupeginger.com</a>
<b>CHEF DU PROJET</b>	Nicolas RICHEUX Tél. +33 (0) 6 19 78 28 31 email <a href="mailto:n.richeux@groupeginger.com">n.richeux@groupeginger.com</a>
<b>COORDONNÉES Siège Social</b> <i>SAS au capital de 1 200 000 euros dirigée par Claude MICHELOT</i> <i>SIRET 682 008 222 003 79 / RCS Nanterre B 682 008 222/ Code APE 7112B / CB BNP Neuilly – S/S 30004 01925 00010066129 29</i>	Siège Social 143, avenue de Verdun 92442 ISSY LES MOULINEAUX Tél : 01.46.10.25.70 E-mail : <a href="mailto:burgeap@groupeginger.com">burgeap@groupeginger.com</a>

## RAPPORT

<b>Offre de référence</b>	CV_LB0000328 du 14/02/2023
<b>Numéro et date de la commande</b>	27/02/2023
<b>Numéro de contrat / de rapport :</b>	Réf : LB2700210 – CV_LB0000328 / 1014855-01
<b>Numéro d'affaire :</b>	1110
<b>Domaine technique :</b>	SP01

## SIGNATAIRES

DATE	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Supervision / validation Nom / signature
27/03/2023	01	T. HAMON  N. RICHEUX 	M. LOTRAM 	N. NIVALT 

## SOMMAIRE

<b>Synthèse technique .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
1.1 Objet de l'étude.....	5
1.2 Codification des prestations .....	6
1.3 Documents de référence et ressources documentaires .....	7
<b>2. Visite de site (A100) .....</b>	<b>8</b>
2.1 Localisation et environnement du site.....	8
2.2 Description du site et des activités exercées.....	10
<b>3. Projet d'aménagement .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Etude historique, documentaire et mémorielle (A110) .....</b>	<b>11</b>
4.1 Evolution générale du site - Etude des photographies aériennes .....	11
4.2 Historique des activités pratiquées sur le site.....	12
4.3 Historique des incidents et accidents.....	13
4.4 Consultation des plans d'épandage.....	13
4.5 Conclusion sur l'étude historique et identification des activités potentiellement polluantes .....	13
<b>5. Synthèse et recommandations .....</b>	<b>14</b>
<b>6. Limites d'utilisation d'une étude de pollution .....</b>	<b>15</b>

## FIGURES

Figure 1: Emprise du futur bâtiment .....	9
Figure 2 : Localisation du site et usages alentours dans un rayon de 500 mètres .....	10

## TABLEAUX

Tableau 1 : Ressources documentaires consultées.....	7
Tableau 2 : Localisation et environnement du site .....	8
Tableau 3 : Description du site .....	10
Tableau 4 : Photographies aériennes anciennes (Source : Remonter le temps-IGN ) .....	11
Tableau 5 : Activités et installations potentiellement polluantes identifiées .....	13
Tableau 6 : Programme d'investigations prévisionnel.....	14

## ANNEXES

- Annexe 1. Compte rendu de visite de site et reportage photographique
- Annexe 2. Photographies aériennes
- Annexe 3. Plan topographique du site



## Synthèse technique

CONTEXTE		
Client	LNA SANTÉ	
Nom / adresse du site	Hôpital Laënnec, SAINT-HERBLAIN (44)	
Contexte de l'étude	Construction d'un bâtiment de Soins de Suite et de Réadaptation	
Projet d'aménagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un bâtiment en R+3 sans niveau de sous-sol</li> <li>Des voiries</li> <li>Des espaces verts</li> </ul>	
Informations le site lui-même sur	Superficie totale	Environ 4 500m <sup>2</sup> au sol
	Parcelles cadastrales	308p de la section EC
	Propriétaire	LNA Santé
	Exploitant et usage actuel	CHU de Laënnec pour un usage de parking et d'espaces verts
	Environnement proche	<p>Au nord : Le boulevard professeur Jacques Monod puis une plateforme de stockage de matériaux et de la forêt</p> <p>Au sud : le CHU Laënnec puis une zone industrielle</p> <p>A l'est : le CHU Laënnec puis une zone résidentielle</p> <p>A l'ouest : Le boulevard professeur Jacques Monod puis de la forêt</p>
Statut réglementaire	Historique connu	Espaces agricoles puis parking à partir de 1980
	Installation ICPE et régime	Parking en tant que tel non soumis à la réglementation ICPE mais le CHU est soumis à un régime d'enregistrement
MISSION		
Intitulé et objectifs	Réalisation d'une visite de site, d'une étude historique, documentaire et mémorielle afin de statuer si le site relève de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués.	
Historique du site	Historique	Les données recueillies ont permis de montrer que le site entre 1957 et 1980, est d'abord dévolu à un usage agricole. Depuis 1980, le site est principalement un parking.
Synthèse	<p>La visite de site a mis en la présence potentielle de remblais pouvant être de mauvaise qualité ainsi que la présence quotidienne de véhicules pouvant provoquer un risque dû à de potentielles fuites (hydrocarbures, huiles...).</p> <p><b>Compte tenu de la présence potentielle de remblais le site relève de la politique nationale de gestion des sites pollués.</b></p>	
Recommandation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etude de vulnérabilité (A120)</li> <li>Diagnostic des sols (prestation DIAG)</li> <li>Diagnostic amiante et HAP sur les enrobés</li> </ul>	

## 1. Introduction

### 1.1 Objet de l'étude

Dans le cadre de la construction d'un bâtiment de Soins de Suite et de Réadaptation (SSR) sur la parcelle 308p de la section EC, LNA SANTÉ a missionné GINGER BURGEAP pour la réalisation d'une mission de levée de doute, objet de ce rapport.

Le projet envisagé n'est pas encore défini sur plan mais comprendra :

- Un bâtiment en R+3, sans niveau de sous-sol, d'une superficie plancher supérieure à 10 000m<sup>2</sup> et d'une superficie au sol estimée d'environ 4 500 m<sup>2</sup>;
- Des voiries ;
- Des espaces verts.

Le site est actuellement occupé par un parking de véhicules légers et des espaces verts.

## 1.2 Codification des prestations

Le présent rapport est conforme à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 et aux exigences de la **norme AFNOR NF X 31-620 1, 2 et 5 : décembre 2021 - « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »**, pour le domaine A : « Etudes, assistance et contrôle » et le domaine D : « Attestation de prise en compte des mesures de gestion de la pollution des sols et des eaux souterraines dans la conception des projets de construction ou d'aménagement ».

Prestations élémentaires (A) concernées	Objectifs	Prestations globales (A) concernées	Objectifs
<input checked="" type="checkbox"/> A100	Visite du site	<input type="checkbox"/> AMO en phase études	Assister et conseiller son client pendant tout ou partie de la durée du projet, en phase études.
<input checked="" type="checkbox"/> A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles	<input checked="" type="checkbox"/> LEVE Levée de doute	Le site relève-t-il de la politique nationale de gestion des sites pollués, ou bien est-il « banalisable » ?
<input type="checkbox"/> A120	Etude de vulnérabilité des milieux	<input type="checkbox"/> INFOS	Réaliser les études historiques, documentaires et de vulnérabilité, afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations.
<input type="checkbox"/> A130	Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations	<input type="checkbox"/> DIAG	Investiguer des milieux (sols, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments, gaz du sol, air ambiant...) afin d'identifier et/ou caractériser les sources potentielles de pollution, l'environnement local témoin, les vecteurs de transfert, les milieux d'exposition des populations et identifier les opérations nécessaires pour mener à bien le projet
<input type="checkbox"/> A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	<input type="checkbox"/> PG Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site	Etudier, en priorité, les modalités de suppression des pollutions concentrées. Cette prestation s'attache également à maîtriser les impacts et les risques associés (y compris dans le cas où la suppression des pollutions concentrées s'avère techniquement complexe et financièrement disproportionnée) et à gérer les pollutions résiduelles et diffuses. Réalisation d'un bilan coûts-avantages (A330) qui permet un arbitrage entre les différents scénarios de gestion possibles (au moins deux), validés d'un point de vue sanitaire (A320). Préconisations sur la nécessité de réaliser, ou non, les prestations un plan de conception des travaux (PCT), un contrôle de la mise en œuvre des mesures (CONT), un suivi environnemental (SUIVI), la mise en place de restrictions d'usage et la définition des modalités de leur mise en œuvre. Précision des mécanismes de conservation de la mémoire en lien avec les scénarios de gestion proposés
<input type="checkbox"/> A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	<input type="checkbox"/> IEM Interprétation de l'Etat des Milieux	La prestation IEM est mise en œuvre en cas de la mise en évidence d'une pollution historique sur une zone où l'usage est fixé (installation en fonctionnement, quartier résidentiel, etc.), la mise en évidence d'une pollution hors des limites d'un site, un signal sanitaire comparable à une photographie de l'état des milieux et des usages, la prestation IEM vise à s'assurer que l'état des milieux d'exposition est compatible avec les usages existants [9]. Elle permet de distinguer les situations qui ne nécessitent aucune action particulière, peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés, nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion
<input type="checkbox"/> A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou les sédiments	<input type="checkbox"/> SUIVI	Suivi environnemental
<input type="checkbox"/> A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	<input type="checkbox"/> BQ Bilan quadriennal	Interpréter les résultats des données recueillies au cours des quatre dernières années de suivi Mettre à jour l'analyse des enjeux concernés par le suivi sur la période sur les ressources en eau, environnementales et l'analyse des enjeux sanitaires
<input type="checkbox"/> A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	<input type="checkbox"/> CONT Contrôles	Vérifier la conformité des travaux d'investigation ou de surveillance Contrôler que les mesures de gestion sont réalisées conformément aux dispositions prévues
<input type="checkbox"/> A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	<input type="checkbox"/> XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
<input checked="" type="checkbox"/> A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées	<input type="checkbox"/> VERIF Evaluation du passif environnemental	Effectuer les vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise
<input type="checkbox"/> A270	Interprétation des résultats des investigations		
<input type="checkbox"/> A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux		
<input type="checkbox"/> A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales		
<input type="checkbox"/> A320	Analyse des enjeux sanitaires		
<input type="checkbox"/> A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages		
<input type="checkbox"/> A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes		
		<b>Prestations globales (D) concernées</b>	<b>Objectifs</b>
		<input type="checkbox"/> ATTES-ALUR	Attestation à joindre aux demandes de permis de construire (PC) ou d'aménager dans les secteurs d'information sur les sols (SIS) ou au second changement d'usage (loi ALUR).

### 1.3 Documents de référence et ressources documentaires

**Tableau 1 : Ressources documentaires consultées**

Organisme consulté	Nature des données/références
IGN/Google Maps	Photographies aériennes Topographie, situation géographique
BRGM/Infoterre	BASIAS, BASOL
GEORISQUES	Recensement des risques naturels et technologiques, PPRT, PPRI, SIS, BASIAS, BASOL, cavités souterraines, émissions polluantes, réseaux et canalisations
Ministère en charge de l'Environnement / ARIA	Accidents portant atteinte à l'environnement.
Préfecture ICPE	Demande envoyée par mail le 07/03/2023. Un dossier existe pour l'institut de cancérologie mais sans lien avec le parking.
Archives départementales	Demande envoyée par mail le 07/03/2023, sans réponse à la date de rédaction du rapport
GEOPORTAIL	Zones naturelles remarquables
Cadastre	Délimitation des parcelles et superficies
LNA Santé	Réseaux présents sur site
Chambre d'agriculture de Loire-Atlantique	Mail envoyé le 07/03/2023. Pas de plan d'épandage connu pour ce site



## 2. Visite de site (A100)

### 2.1 Localisation et environnement du site

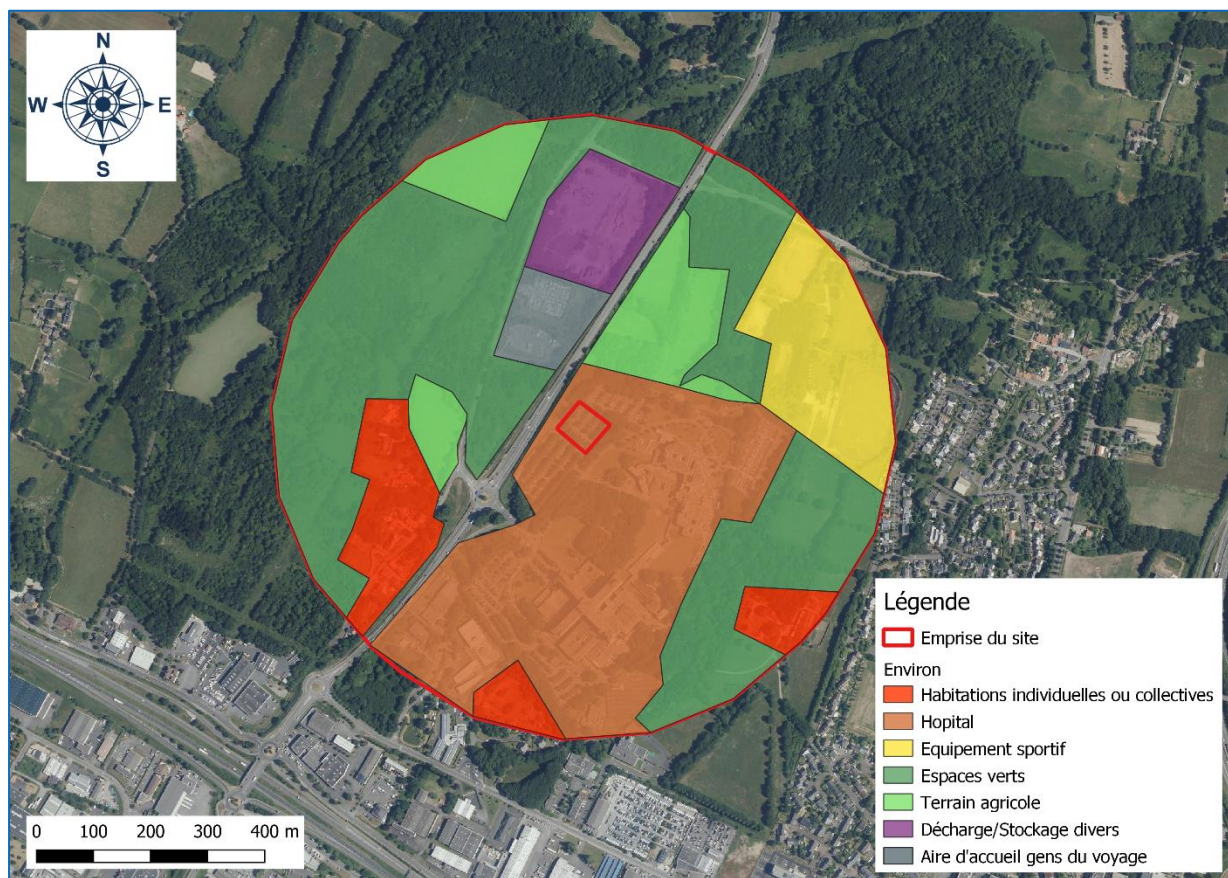
**Tableau 2 : Localisation et environnement du site**

<b>Adresse du site</b>	Hôpital Laënnec, SAINT-HERBLAIN (44)
<b>Superficie totale</b>	Environ 4 500 m²
<b>Parcelles cadastrales</b>	308p de la section EC
<b>Propriétaire du site</b>	LNA Santé
<b>Exploitant du site (et activité de l'exploitant)</b>	CHU de Laënnec pour un usage de parking et d'espaces verts 2 parking distincts séparé par une clôture.
<b>Altitude moyenne / Topographie</b>	+50 m NGF en moyenne, pente globale vers le nord-est (dénivelé global de 4 m) 2 parkings sur 2 altitudes différents séparé par un talus de 2m
<b>Abords du site (Figure 1)</b>	Au nord : Le boulevard professeur Jacques Monod puis une plateforme de stockage de matériaux et de la forêt Au sud : le CHU Laënnec puis une zone industrielle A l'est : le CHU Laënnec puis une zone résidentielle A l'ouest : Le boulevard professeur Jacques Monod puis de la forêt



**Figure 1: Emprise du futur bâtiment (Fond de plan : IGN)**





**Figure 2 : Localisation du site et usages alentours dans un rayon de 500 mètres**  
(Fond de plan : IGN)

## 2.2 Description du site et des activités exercées

La visite du site a été réalisée le 07/03/2023, par Nicolas RICHEUX et Tanguy HAMON de GINGER BURGEAP.

Les photographies et le compte-rendu de la visite de site sont présentés en **Annexe 1**. Les informations recueillies sont synthétisées dans le **Tableau 3**.

**Tableau 3 : Description du site**

<b>Aménagements / occupation des sols</b>	Parking et espaces verts
<b>Clôture / surveillance / conditions d'accès</b>	Parking clôturé non surveillé
<b>Nature des revêtements</b>	Surfaces en enrobé
<b>Etat des revêtements</b>	Bon (quelques fissures) Présence de dalle en béton au droit des poteaux des clôtures et du portail séparant les deux parkings
<b>Activités et/ou installations potentiellement polluantes</b>	Fuites (huiles, carburant ...) en provenance des véhicules stationnés
<b>Gestion des effluents</b>	Récupération des eaux pluviales

Présence et état des réseaux et caniveaux	Etat : Bon Ecoulements vers le nord
Traces de pollution au sol	Néant

### 3. Projet d'aménagement

Bâtiment R+3 sans sous-sol, Aucun plan du projet nous a été fourni.

En cas de décaissement (fondations, nivellement du terrain), il serait intéressant de réaliser des investigations au droit des terres à excaver et d'effectuer des analyses type pack ISDI pour déterminer les filières d'évacuation hors site des matériaux excavés.

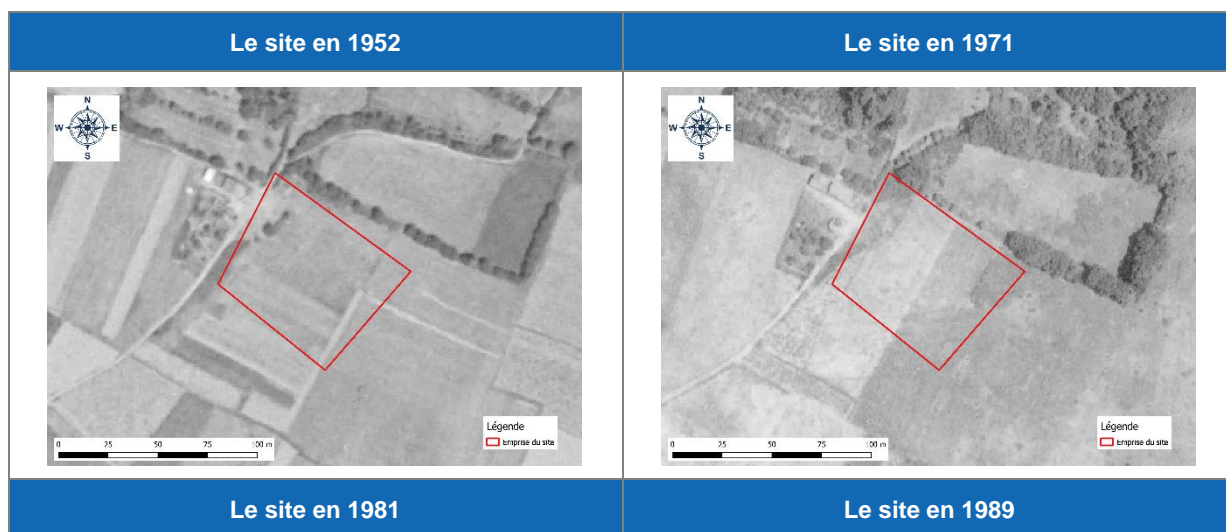
### 4. Etude historique, documentaire et mémorielle (A110)

#### 4.1 Evolution générale du site - Etude des photographies aériennes

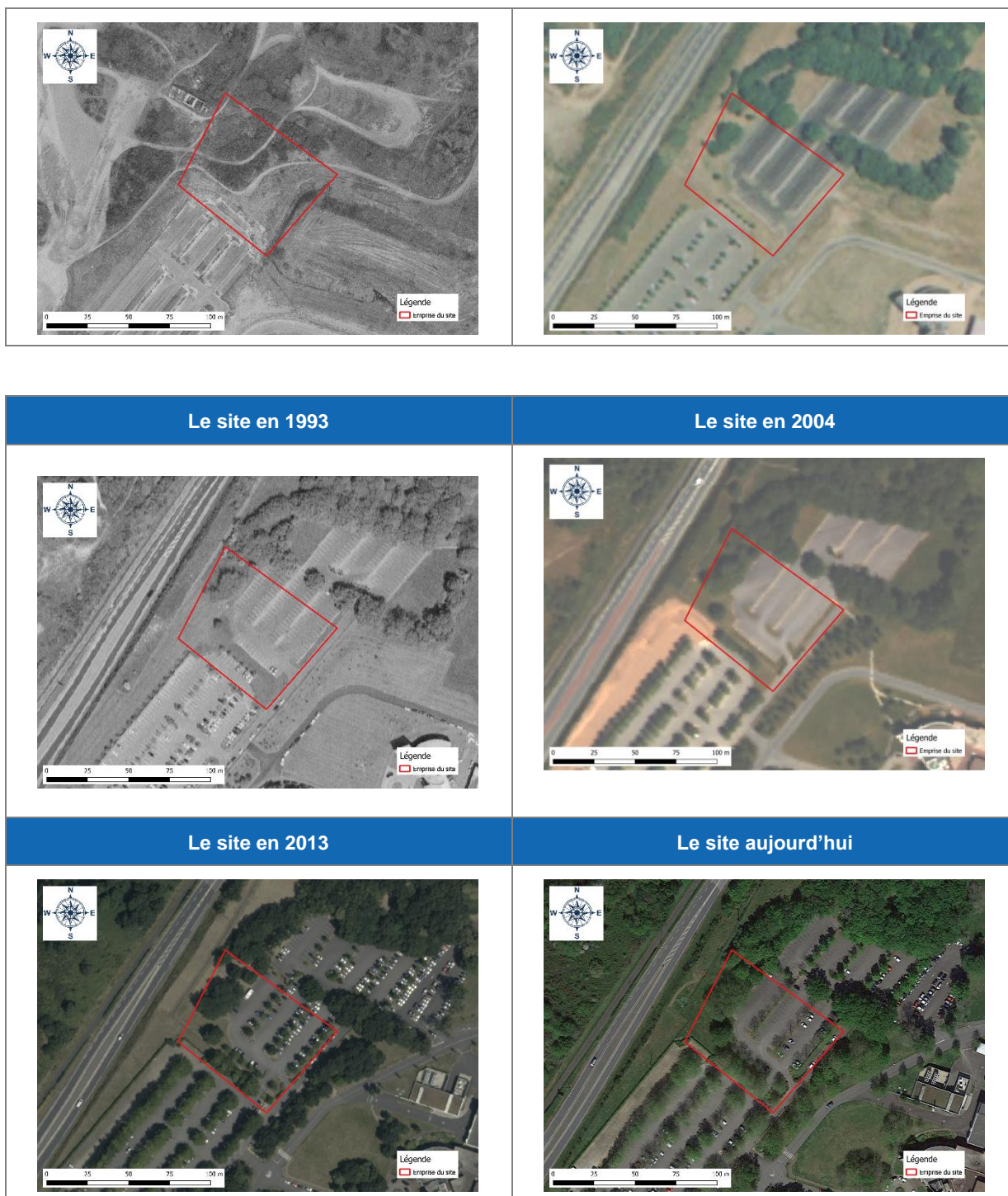
D'après les photographies aériennes anciennes des années 1952 et 1971, le site était initialement dévolu à une activité agricole. En 1981, le centre hospitalier est en construction, on remarque que le parking en partie sud du site est déjà construit. En 1989, le site présente sa configuration actuelle (usage de parking) et ne changera pas jusqu'à aujourd'hui. A noter qu'un parking complémentaire est rajouté au nord-est du site entre 2004 et 2013.

Les ou extrait de clichés les plus significatifs des évolutions historiques du site et de ses environs figurent ci-après.

**Tableau 4 : Photographies aériennes anciennes (Source : Remonter le temps-IGN )**







## 4.2 Historique des activités pratiquées sur le site

Les activités qui ont été pratiquées sur le site sont des activités agricoles puis une activité de parking. Ainsi, les remblais présents sous l'enrobé peuvent présenter une source potentielle de pollution de même que la présence des véhicules sur le parking.

Par ailleurs l'enrobé est susceptible de contenir de l'amiante et/ou des HAP.

Remarque : le CHU est classé comme Installation Classée pour la Protection de l'Environnement pour :

- Emploi de gaz à effet de serre fluorés pour des équipement frigorifique ou climatique (rubrique 1185 alinéa 2.a) ;
- Combustion de gaz naturel, gaz de pétrole liquéfiés du biométhane, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse, des produits connexes de scierie et de chutes du travail mécanique du bois ou du biogaz (rubrique 2910 alinéa A.2) ;
- Installations de refroidissement évaporatif (rubrique 2921 alinéa 1.a) ;
- Stockage d'oxygène (rubrique 4725 alinéa 2).

Toutefois ces installations ne concernent pas la zone étudiée.

### 4.3 Historique des incidents et accidents

Aucun accident ou plainte de riverain n'est mentionné dans les dossiers consultés.

### 4.4 Consultation des plans d'épandage

D'après les informations transmises par la Chambre d'Agriculture de Loire-Atlantique, aucun plan d'épandage n'est disponible au droit du site étudié.

### 4.5 Conclusion sur l'étude historique et identification des activités potentiellement polluantes

Les données recueillies ont permis de montrer que le site a successivement abrité :

- Jusqu'aux années 1980 : un usage agricole ;
- 1980-1989 : un espace vert et parking pour partie ;
- 1989 - aujourd'hui : parking.

Le parking appartient au centre hospitalier Laennec qui est enregistré au régime des ICPE cependant selon la préfecture il s'agit de deux entités distinctes.

Plusieurs activités potentiellement polluantes ont été identifiées. Elles sont listées dans le **Tableau 5**.

**Tableau 5 : Activités et installations potentiellement polluantes identifiées**

Source potentielle	Polluants potentiels <sup>1</sup>	Milieux potentiellement impactés
Remblais sous le parking	Métaux, hydrocarbures, BTEX, HAP, COHV, PCB	Sol sur site
Fuite de carburants, huiles ... depuis les véhicules présents en stationnement	HCT, HAP, BTEX	Sol sur site

<sup>1</sup>HCT : hydrocarbures

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes

COHV : composés organo-halogénés volatils

PCB : polychlorobiphényles

## 5. Synthèse et recommandations

Dans le cadre de la construction d'un bâtiment de Soins de Suite et de Réadaptation, LNA SANTÉ a missionné GINGER BURGEAP pour la réalisation d'une mission de levée de doute, objet de ce rapport.

Les données recueillies ont permis de montrer que le site était à usage agricole jusqu'en 1980. A partir de cette date et jusqu'en 1989, le site était occupé par un parking et un espace vert. Depuis 1989, le site est occupé par un parking sur sa totalité.

Le site n'est pas une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement).

La visite de site effectuée le 07/03/2023 a mis en évidence la présence potentielle de remblais pouvant être de mauvaise qualité ainsi que la présence quotidienne de véhicules pouvant provoquer un risque dû à de potentielle fuites (hydrocarbures, huiles...).

**Au regard de la présence potentielle de remblais, le site relève de la politique nationale de gestion des sites pollués.**

Le site relevant de la méthodologie nationale des sites et sols pollués, GINGER BURGEAP recommande la réalisation d'une étude de vulnérabilité (prestation A120) et d'un diagnostic des milieux (prestation DIAG).

Le tableau ci-après présente le programme d'investigations recommandé par GINGER BURGEAP compte tenu des données disponibles. Ces investigations ont pour but de déterminer si la qualité du milieu souterrain a été ou non dégradée par les activités sur site ainsi que de caractériser les remblais.

**Tableau 6 : Programme d'investigations prévisionnel**

Milieux reconnus	Investigations				Analyses		
	Localisation	Objectifs	Qté	Prof.	Pack ISDI	8 métaux	COHV
Sols	Parking partie nord	Caractériser les sols et déterminer la présence de remblais	2	2	2	2	1
	Parking partie sud		4	2	4	4	2

Par ailleurs un diagnostic de la présence d'amiante et HAP sur l'enrobé sera nécessaire afin de déterminer les moyens de protection de la santé lors des travaux et la filière d'évacuation adaptée. Idéalement ce diagnostic sera à réaliser avant les investigations proposées ci-dessus.

Ce programme pourra être adapté en fonction des observations de terrain.

## 6. Limites d'utilisation d'une étude de pollution

1- Une étude de la pollution du milieu souterrain a pour seule fonction de renseigner sur la qualité des sols, des eaux ou des déchets contenus dans le milieu souterrain. Toute utilisation en dehors de ce contexte, dans un but géotechnique par exemple, ne saurait engager la responsabilité de GINGER BURGEAP.

2- Il est précisé que le diagnostic repose sur une reconnaissance du sous-sol réalisée au moyen de sondages répartis sur le site, soit selon un maillage régulier, soit de façon orientée en fonction des informations historiques ou bien encore en fonction de la localisation des installations qui ont été indiquées par l'exploitant comme pouvant être à l'origine d'une pollution. Ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas, dont l'extension possible est en relation inverse de la densité du maillage de sondages, et qui sont liés à des hétérogénéités toujours possibles en milieu naturel ou artificiel. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

3- Le diagnostic rend compte d'un état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines, traitement des terres pour améliorer leurs caractéristiques mécaniques, ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

4- La responsabilité de GINGER BURGEAP ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes et/ou erronées et en cas d'omission, de défaillance et/ou erreur dans les informations communiquées.

5- Un rapport d'étude de pollution et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de GINGER BURGEAP. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'Ouvrage ou pour un autre projet que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de GINGER BURGEAP

La responsabilité de GINGER BURGEAP ne pourra être engagée en dehors du cadre de la mission objet du présent mémoire si les préconisations ne sont pas mises en œuvre.



# ANNEXES



# **Annexe 1.**

## **Compte rendu de visite de site et reportage photographique**

Cette annexe contient 6 pages.



## COMPTE RENDU DE VISITE DE SITE

### ► Visite sur site

#### ► Identification des interlocuteurs

Date	07/03/2023
Visite réalisée par	Nicolas RICHEUX Tanguy HAMON
En présence de (nom, fonction, coordonnées)	/
Documents consultés	Emprise du site Plan des réseaux

#### ► Identification du site

Adresse	Boulevard professeur Jacques Monod
Références cadastrales	Parcelle 308p de la section EC
Superficie totale	4 500 m <sup>2</sup> au sol
Usage actuel (friche, site industriel en activité, usage agricole)	Parking et espaces verts
Propriétaire actuel	LNA Santé
Exploitant(s) actuel(s)	CHU de Laënnec
Site ICPE (oui/non, commentaires)	non

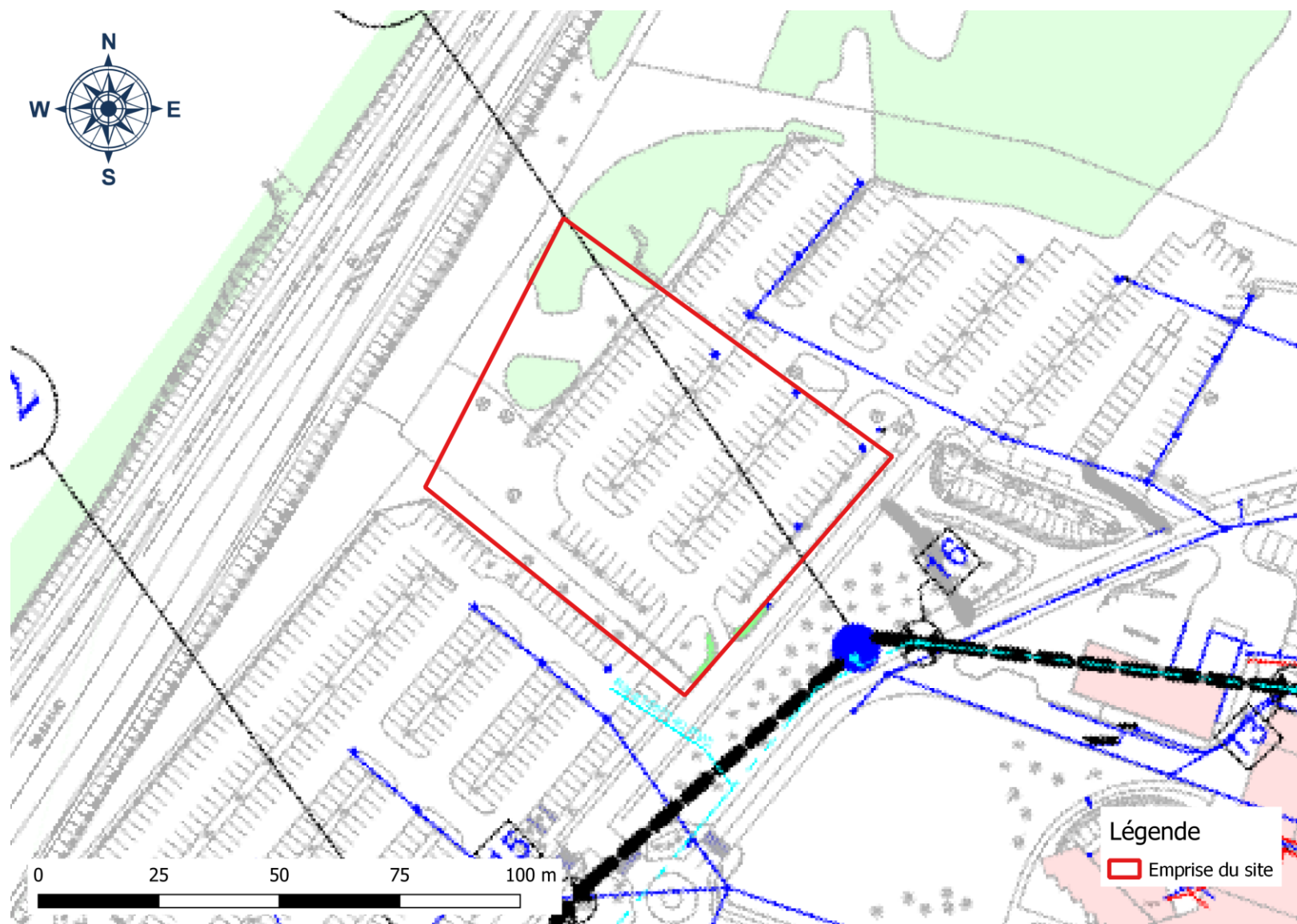
#### ► Conditions générales d'accès

Site clôturé ? oui/non	Oui
Surveillé ? oui/ non	Oui
Difficultés spécifiques d'accès (nécessité d'adapter les machines de sondages/ de faire ouvrir un passage /de récupérer les clés) ?	Non

#### ► Informations sur les réseaux enterrés et la collecte des eaux pluviales

Plan des réseaux fourni

Pente globale vers le nord



site d'étude sur fond de plan des réseaux d'eaux pluviales



### ► Bâtiments présents

Pas de bâtiments

### ► Activités pratiquées et installations potentiellement polluantes (sauf stockages)

Activité pratiquée ou installation potentiellement polluante	Période (de .. à .. )	Accident connu ? Autre commentaire ?
Remblais	-	-
Véhicules en stationnement	1980 – aujourd'hui	-

### ► Stockages ou dépôts

Sans objet

### ► Présence de puits ou piézomètres

Sans objet

### ► Rejets liés à l'activité du site

Préciser type de rejet, composition, localisation... **Réseaux d'eau pluviale**

Séparateur HCT ? **Pas observé**

Fréquence de curage ?

### ► Autres informations

Préciser le type de couverture des espaces extérieurs (dallage ? bitume ? non recouverts ?) **enrobé et espaces verts**

Nécessité de prévoir du débroussaillage ? **non**

Autre ?

### ► En cas d'intervention

Hauteur min/max sous plafond	<b>Sans objet</b>
Présence de dalle ? Epaisseur ?	<b>Non</b>
Espaces encombrés ?	<b>Véhicules garés</b>
Evacuation des gaz d'échappement (possibilité de créer un courant d'air ? Prévoir extracteur auto ?)	<b>Sans objet</b>
Machine adaptée intérieur/extérieur (portatif, géoprobe...)	<b>Extérieur</b>

## ► Visite hors site

### ► Identification des usages hors site

Reporter les principaux usages sur un plan cadastral des environs du site.

**Rayon approximatif de la visite autour du site (mètres) : 500m**

Etablissements et activités au voisinage du site	Cocher	Localisation	Commentaires et détails
Agricole	X	A l'ouest	
Forestier	X	Au nord et à l'ouest	
Industriel			
Commercial			
Etablissement sensible ***	X	A l'est et au sud	CHU Laennec
Habitat individuel			
Habitat collectif			
Autre			

### ► Milieu naturel

Proximité de cours d'eau ?	<b>oui</b>	Description ?	La Chézine affluent de la Loire
Présence de sources ?	<b>non</b>	amont/aval	Usage ?
Proximité d'une zone naturelle sensible ?	<b>non</b>	Type	amont/aval
Présence de captages ?	<b>non</b>	Description ?	Usage ?

### ► Autres observations

Proximité d'un axe routier important ? **boulevard professeur Jacques Monod**

Ruissellement ? **vers le nord**

Dénivelé important (pente générale vers...) ? **Pente vers le nord-est, le parking est séparé en deux par un talus de 2m**

► **Recommandations sur les mesures d'urgence à prendre**

Des mesures d'urgence sont-elles à prendre ? ☐ Oui ☒ Non

Si oui, lesquelles :

Proposition de mesure d'urgence	Cocher	Commentaires et détails
Restriction d'accès au site, surveillance		
Evacuation du site ou de ses abords		
Enlèvement de sources de pollution (déchets, bidons fuyards...)		
Confinement ou recouvrement des sols		
Mesures de protection ou limitation de l'usage des eaux de surface		
Mesure de protection ou limitation de l'usage des eaux souterraines sur site ou hors site		
Mesure de protection ou limitation de l'usage des sols (cultures notamment)		
Bâtiments ou autre superstructure à démolir		
Comblement de vides		
Autres		

Parking partie sud



Partie sud du parking



Allée du parking sud



Vu du portail entre les deux parkings depuis la partie haute



Vu du portail entre les deux parkings depuis la partie basse



Extension du parking sans enrobé



Clôture de séparation entre les deux parkings



**Parking partie nord**



Séparation entre les deux parkings



Voie de circulation à l'est du site



Parking partie nord vue vers l'ouest



Parking partie nord vue vers le sud



Parking partie nord vue vers l'ouest



Parking partie nord vue vers le sud





### Parking partie nord

Vu panoramique du parking nord (vue vers le nord)



Vu panoramique du parking nord (vue vers le sud)

## **Annexe 2.**

# **Photographies aériennes**

Cette annexe contient 8 pages.

















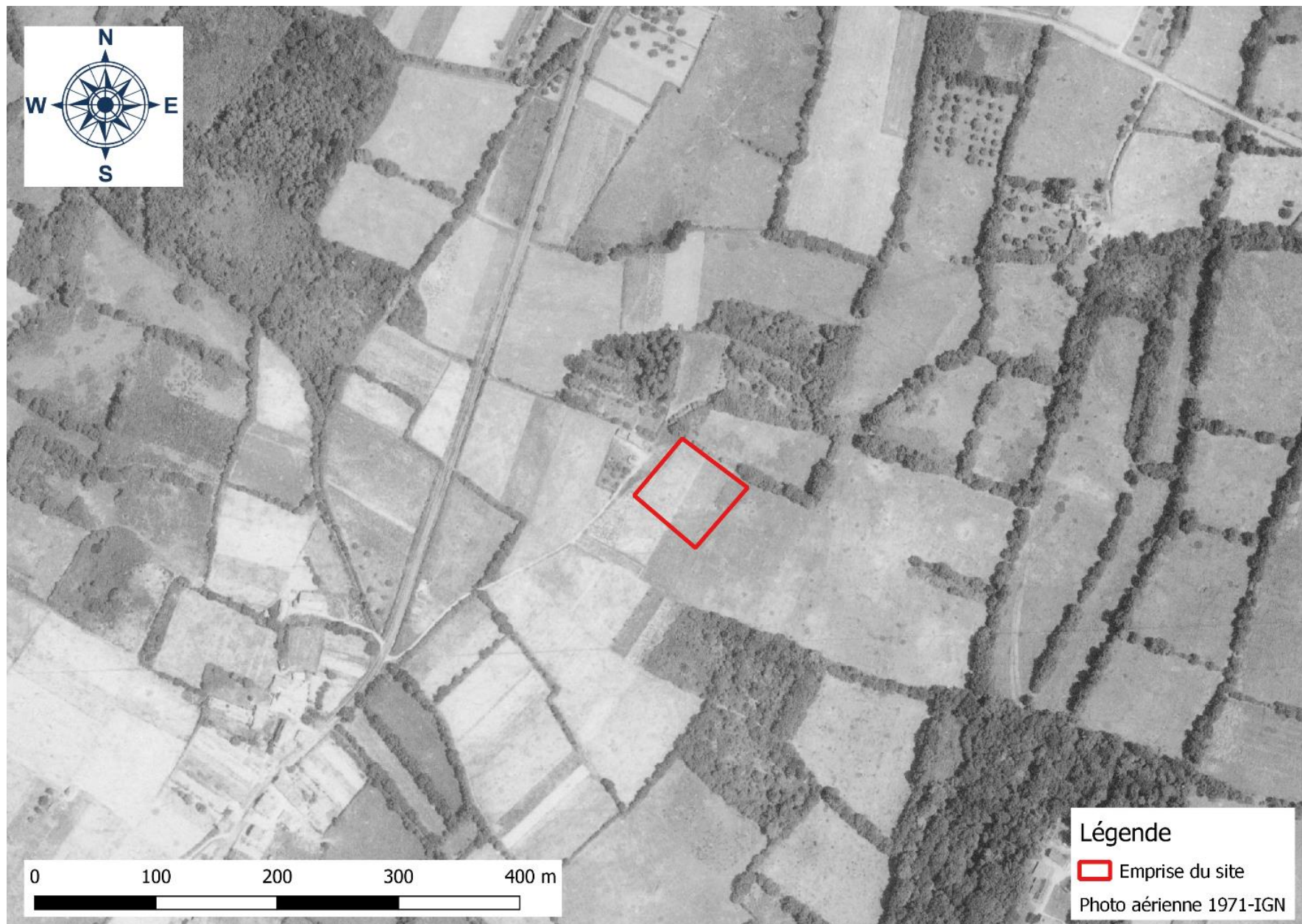












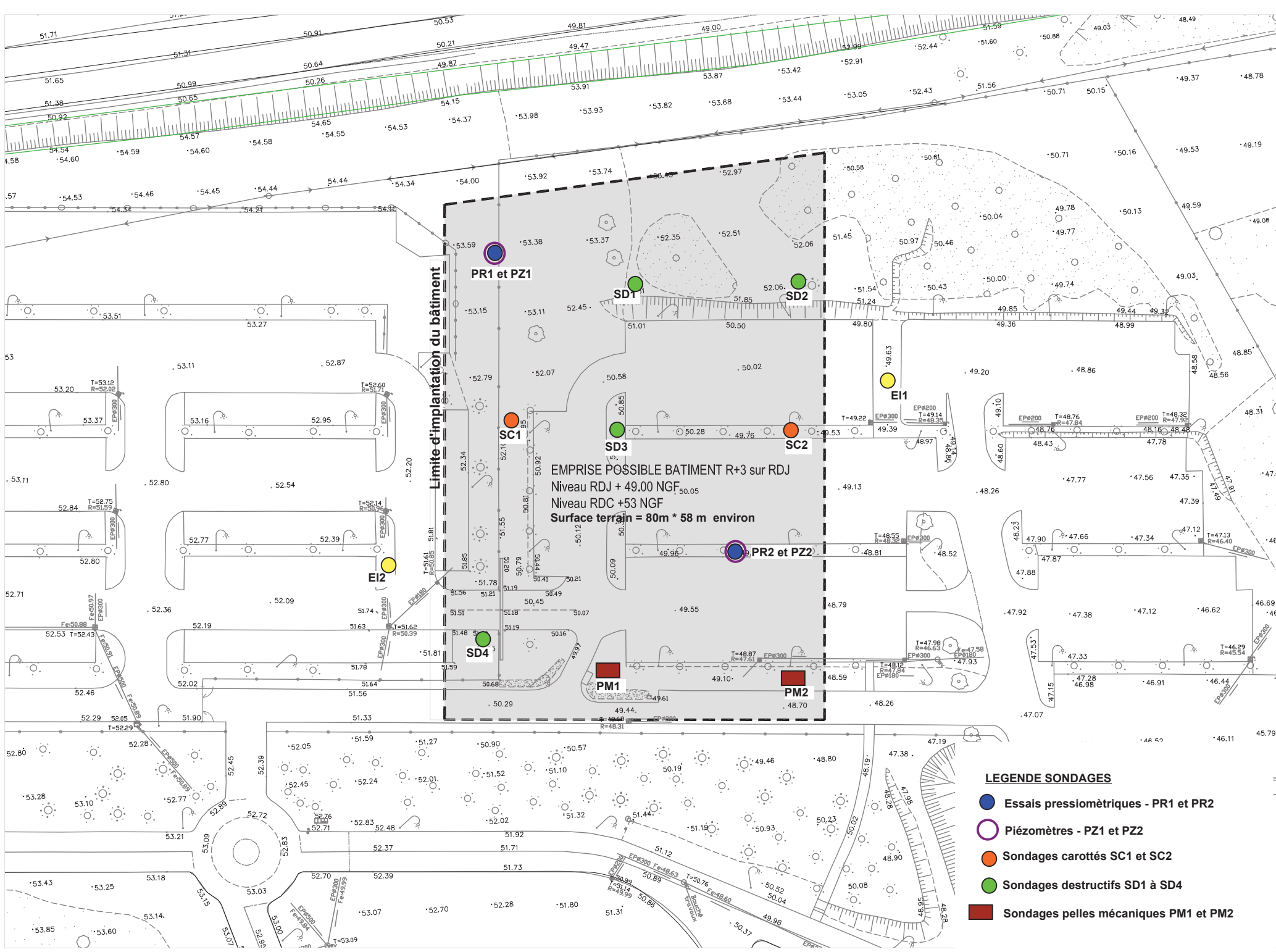


## **Annexe 3.**

# **Plan topographique du site**

Cette annexe contient 1 page





Limite d'implantation du bâtiment

EMPRISE POSSIBLE BATIMENT R+3 sur RDJ  
Niveau RDJ + 49.00 NGF  
Niveau RDC +53 NGF  
Surface terrain = 80m \* 58 m environ

LEGENDE SONDAGES

- Essais pressiométriques - PR1 et PR2
- Piézomètres - PZ1 et PZ2
- Sondages carottés SC1 et SC2
- Sondages destructifs SD1 à SD4
- Sondages pelles mécaniques PM1 et PM2

PHASE  
DATE: 03/01/2023

FAISA

N° DU PLAN  
-

CRE LAENNEC  
EMPRISE BATIMENT

AIA architectes  
Paris  
n° affaire  
aia0050a22

ASSOCIÉS

1/500e