



Référence du projet concerné par l'attestation :

Demandeur : **ODIVEA**

Nature du projet : construction d'une centrale au sol photovoltaïque

Adresse du projet : Chemin de la Mongeotte, DIJON et LONGVIC

Références cadastrales : DIJON 000 CH 13, LONGVIC 000 AI 74

ATTESTATION

Je soussigné Marie-Laure Dudon, agissant en qualité d'Architecte pour la société Maga Architecture, sise au 4 rue de Châtillon, 75014 PARIS, certifie que l'étude suivante a été réalisée par **le bureau d'étude GEOTEC**, bureau d'étude qui intervient dans le domaine de la géotechnique, **à la date du 15/04/2025**, sur le terrain et le projet susvisés de la société ODIVEA, et que ledit projet prend en compte les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation du projet déterminées par cette étude, au stade de la conception.

Etude Géotechnique : X (sur la base de la norme NFP 94-5)	Etude sur Risque inondation
De type : X G2 AVP (avant-projet)	

Fait à PARIS, **16/06/2025**

Marie-Laure Dudon


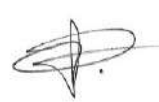

MAGA
architecture
MAGA Architecture
4 rue de Châtillon - 75014 Paris
mldudon@maga-architecture.com
Ordre des architectes S22289
Siret 89790067600015 RCS Paris



RAPPORT

Étude Géotechnique de conception Phase Avant-Projet (G2 AVP)

Centrale Photovoltaïque LONGVIC Chemin de la Mongeotte

Référence : 2411336/DIJON				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + annexes			
0	15/04/2025	Première émission	31 + 4	M.CHIARADIA 	J-M.PERRIN 	J-M.PERRIN 
A						
B						

Nb : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

AGENCE DIJON
 2 Bis rue Champeau
 21800 QUETIGNY
 Tél : 03.80.48.93.21
 Mail : agence.dijon@geotec.fr

Siège social :
 9 bld de l'Europe 21800 QUETIGNY - Tél. : 03.80.48.93.20
 SAS au capital de 952 200 € - Siret 778 196501 00028
 Code NAF 7112B – Qualité OPQIBI
 Membre SYNTEC, USG et UPDS - www.geotec.fr

SOMMAIRE

1. CADRE D'INTERVENTION	3
1.1 INTERVENANTS	3
1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES	3
1.3 MISSION	4
2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	5
2.1 LE SITE	5
2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE.....	6
2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	7
3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	8
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS.....	8
3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	10
3.3 ANALYSE DE L'AGRESSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES BETONS.....	11
3.4 ANALYSE DE LA CORROSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES ACIERS SELON LA NORME ALLEMANDE DIN 50929-3	11
3.5 HYDROGEOLOGIE	11
3.6 POLLUTION	12
4. TERRASSEMENTS	14
4.1 EXTRACTION	14
4.2 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER.....	14
4.3 SUJETIONS D'EXECUTION	14
4.4 MISE HORS D'EAU	14
5. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	16
5.1 FONDATION DES STRUCTURES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (NF P 94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES).....	16
5.2 FONDATIONS DES POSTES DE TRANSFORMATION ET DE LIVRAISON PAR RADIER.....	20
5.3 ADAPTATION AU SOL DES NOUVELLES VOIRIES LEGERES ET LOURDES	22
6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET.....	24
CONDITIONS GENERALES	25
ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	28
TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	29
ANNEXES	31
- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION	
- ANNEXE 2 : PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES	
- ANNEXE 3 : SONDAGES ET ESSAIS	
- ANNEXE 4 : ESSAIS DE LABORATOIRE	
- ANNEXE 5 : RESULTATS FOXTA	
- ANNEXE 6 : RAPPORT ME2I	

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte d'**ODIVEA**, **GEOTEC** a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- parcelles cadastrales n°13 (section CH) sur la commune de DIJON et n°74 (section AI) sur la commune de LONGVIC (21).

Les autres intervenants connus au moment de l'étude sont les suivants :

- Assistance Maître d'Ouvrage : GREEN BIRDIE

1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Document	Émetteur	Date	Échelle	Cote altimétrique
Plan de récolement réseaux existants	CARTOLIA	19/05/2021	1/200	NGF
Plans de masse de l'ancienne Station d'épuration de Dijon/Longvic	-	-	1/500	Non
Cahier des charges étude G2 AVP et géoradar	GREENBIRDIE	26/11/2024	-	-
Plan de masse projet photovoltaïque	GREENBIRDIE	27/02/2025	1/2000	-
Rapport étude géotechnique G2 AVP (réf. 18/05777/DIJON)	GEOTEC	26/11/2018	-	-

Le projet consiste en la réalisation d'un parc de panneaux photovoltaïques posés sur des structures métalliques, d'une surface d'environ 2 ha. D'après les éléments transmis, le site sera également équipé d'1 poste de transformation, d'une voirie lourde et d'une piste légère pour l'exploitation.

En l'absence d'informations précises, les charges transmises par les structures sont supposées être limitées à :

- Appuis des modules :
 - 10 kN / poteau (≈ 1.0 t) en traction à l'ELS caractéristiques.
 - 14 kN / poteau (≈ 1.4 t) en compression à l'ELS caractéristiques.
- Postes de transformation et de livraison : 25 kN / m² (≈ 2.5 t / m²) à l'ELS caractéristiques.

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

1.3 MISSION

1.3.1 Etudes existantes sur le site

Pour rappel, une étude géotechnique G1 (ES+PGC) a été réalisée par GEOTEC sur ce site (réf.18/05777/DIJON). Cette étude, réalisée pour le compte de DIJON METROPOLE, portait sur un ancien projet d'unité de méthanisation.

1.3.2 Etude objet de la mission

Conformément à son offre Réf. **2411336/DIJON** du **10 décembre 2024**, GEOTEC a reçu pour mission de déterminer les possibilités de fondation des panneaux photovoltaïques et des postes électriques, ainsi que les conditions d'adaptation au sol des voiries.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à la mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception phase Avant-Projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases Projet et DCE/ACT puis par des missions de réalisation G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- TA : terrain actuel

*

* *

2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

2.1 LE SITE

Le terrain étudié se trouve sur le site de l'ancienne station d'épuration de Dijon/Longvic et plus précisément sur les parcelles n°74 (section AI) et 13 (section CH).

Le site correspond actuellement en grande partie à un terrain en friche. Initialement, cette parcelle était donc occupée par les différentes structures de la STEP, qui ont été partiellement démolies. En effet, une partie des structures les plus profondes du site aurait été conservée.



Figure 1: Vue aérienne du site d'étude (sans échelle)



Figure 2 : Vue aérienne du site en 2004 – avant démolition (sans échelle)

Hormis les légers monticules au-dessus d'une partie des anciens ouvrages du site, le terrain est sensiblement plat et l'altitude au droit de nos sondages et essais est comprise entre les cotes 223.60 m et 225.10 m NGF.

2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance réalisée dans le cadre de la mission G2-AVP a consisté en l'exécution de :

- **une prospection géoradar** réalisée suivant des profils longitudinaux espacés de 2 m, pour un linéaire total de 18000 m.
- **2 sondages géologiques et pressiométriques** (SP101 et SP102) réalisés à la tarière en diamètre 63 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB225 et descendus jusqu'à la profondeur de 6.00 m/TA. Ces sondages ont permis de visualiser la nature des différentes couches de sol traversées et d'observer les éventuelles venues d'eau.

Des essais pressiométriques ont été réalisés selon un intervalle compris entre 1,00 m et 1,50 m dans les sondages précédents afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols en profondeur.

- **8 sondages géologiques** (F101 à F108) réalisés à la pelle mécanique. Les fouilles F101, F103 à F107 ont été poussées jusqu'au refus obtenu à une profondeur comprise entre 1,10 et 1,80 m/TA et descendus jusqu'à 2,00 m/TA au droit de F102 et F108. Ces fouilles ont permis de visualiser la nature des différentes couches de sol traversées et d'observer les éventuelles venues d'eau.
- **5 essais au pénétromètre dynamique** (P101 à P105) réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type DPM30C et poussés jusqu'au refus obtenu à une profondeur variant entre 1,50 m et 2,85 m/TA. Ils ont permis de mesurer en continu la résistance de chaque horizon traversé en termes d'homogénéité et de portance.
- **Des essais de laboratoire** ont été réalisés sur des échantillons de sol, prélevés dans les sondages précédents, et ont consisté en :
 - 2 identifications GTR (teneur en eau, VBS, granulométrie) ;
 - 2 agressivités du sol vis-à-vis du béton selon la norme NF EN 206-1 ;
 - 2 corrosivités du sol vis-à-vis de l'acier selon la norme DIN 50929-3.

Pour cette étude, nous utiliserons également les sondages réalisés dans le cadre d'une précédente campagne géotechnique sur cette même parcelle (étude GEOTEC réf. 18/05777/DIJON), à savoir :

- **4 sondages géologiques et pressiométriques** (SP1D à SP4D) réalisés à la tarière en diamètre 63 mm et en roto-percussion en diamètre 64 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB 225 jusqu'à une profondeur de 10.00 m/TA (sondages SP1D et SP2D) à 15.00 m/TA (sondages SP3D et SP4D).
- **11 sondages géologiques** (F1D à F11D) réalisés à la pelle mécanique et descendus jusqu'aux refus obtenus à une profondeur comprise entre 1.40 m et 2.20 m/TA (F6D et F7D) et arrêtés à une profondeur comprise entre 1.40 m et 3.30 m/TA.

- **4 essais d'infiltration de type Matsuo** (E1 à E4) ont été réalisés dans les sondages précédents afin de mesurer la perméabilité superficielle des terrains
- **4 essais au pénétromètre dynamique** (P1D à P4D) réalisés à l'aide d'un pénétromètre de type B et descendus jusqu'au refus atteint à une profondeur d'environ 0.65 m/TA.

2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée en fonction de la présence des réseaux existants sur site et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Les sondages et essais ont été nivelés par nos soins à l'aide d'un GPS. Les cotes NGF relevées des têtes des sondages figurent sur les coupes fournies en annexe.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

*

*

*

3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de DIJON au 1/50 000 éditée par le BRGM et notre connaissance du secteur, la géologie attendue est la suivante :

- des remblais et des vestiges de construction issus de l'ancienne activité du site;
- des horizons alluvionnaires (argile +/- sableuse, sables et graviers,...) ;
- le complexe sédimentaire d'âge Oligocène (marne +/- sableuse à passages conglomératiques et/ou rocheux calcaires).

3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

3.1.1 Investigations géotechniques

Les campagnes de reconnaissance ont mis en évidence les formations suivantes :

- **des remblais**, identifiés jusqu'en fond des sondages F5D, F6D, F7D, F8D, F9D, F10D, F11D, F101 à F108 (arrêtés ou stoppés pour cause de refus entre 1,40 m et 3,30 m/TA) et jusqu'à une profondeur comprise entre 1,40 m et 3,80 m/TA au droit des sondages F1D, F2D, F3D, F4D, SP1D à SP4D, SP101 et SP102. Ils sont constitués de matériaux divers (argile, graviers, galets, sable, limon-argilo graveleux, concassé, cailloux, blocs, béton, briques, ferrailles, enrobé, ...). Ils correspondent pour partie au terrain naturel remanié lors de l'ancien aménagement de la STEP et pour partie aux débris de construction et démolition des anciens aménagements et ouvrages du site.

Les refus à la pelle mécanique dans les sondages F6, F7D, F101, F103, F104, F105, F106 et F107 ont été obtenus sur ces vestiges de construction entre 1.40 m et 2.20 m/TA.

Les refus au pénétromètre dynamique P1D à P4D et P101 à P105 observés entre 0.65 m et 2.85 m/TA ont vraisemblablement été obtenus sur ces vestiges de construction.

Leurs caractéristiques mécaniques sont hétérogènes telles que :

$$\begin{aligned}
 &0,18 \leq p_l^* \leq 2,85 \text{ MPa} \\
 &2,13 \leq E_m \leq 49,20 \text{ MPa} \\
 &1,30 \leq R_d \leq 40,00 \text{ MPa} \\
 &\text{Refus } R_d > 50,00 \text{ MPa (essais P1D à P4D, P101 à P105)}
 \end{aligned}$$

Des analyses de laboratoire effectuées sur des échantillons de sols prélevés dans les sondages F2-D, F102 et F106 ont permis d'identifier ces sols selon les classes GTR suivantes (résultats détaillés en annexe) :

- classe A₂ caractérisant des sols majoritairement fins, moyennement plastiques et sensibles à l'eau pour le sondage F2D (1.20-2.20 m/TA) et F106 (0.80-1.80 m/TA).
- classe B_s caractérisant un sol à dominante granulaire et à matrice fine peu plastique et très sensible à l'eau pour le sondage F102 (1.10-2.00 m/TA).

- **des sables et graviers dans une matrice argileuse +/- abondante**, observés au droit des sondages F1D à F4D, SP1D à SP4D, SP101 et SP102. Cette formation correspond aux formations alluvionnaires grossières sablo-graveleuses de l'Ouche. En partie haute, cette formation peut vraisemblablement correspondre à un amalgame avec les remblais sus-jacents.

Ses caractéristiques mécaniques sont élevées à très élevées telles que :

$$2.50 \leq p_l^* \leq 4.85 \text{ MPa}$$

$$16.90 \leq E_M \leq 170.80 \text{ MPa}$$

Les essais de laboratoire réalisés sur des échantillons de ces sols ont permis de caractériser ces sols selon les classes GTR suivantes (résultats détaillés en annexe) :

- classe **B5** caractérisant des sols comprenant une fraction grossière et une fraction fine, peu plastiques et très sensibles à l'eau pour le sondage F1D et F4D.
- classe **B6** caractérisant des sols comprenant une fraction grossière et une fraction fine, très plastiques et très sensibles à l'eau pour le sondage F3D.

- **une marne beige**, identifiée sous les horizons précédents jusqu'au fond des sondages SP1D à SP4D et SP101. Cet horizon correspond au complexe sédimentaire d'âge Oligocène. Il est relativement compact et peut contenir des niveaux à blocs et bancs rocheux très compacts, ainsi que des passages sableux, graveleux ou conglomératiques ou encore des passages argileux de moindre consistance.

Ses caractéristiques mécaniques sont élevées à très élevées telles que :

$$1.66 \leq p_l^* \leq 4.80 \text{ MPa}$$

$$12.10 \leq E_M \leq 119.00 \text{ MPa}$$

3.1.2 Investigations géophysiques (méthode géoradar)

Une prospection géoradar a été réalisée par ME2I en complément des sondages. Ces investigations ont été menées avec deux unités d'acquisition : une antenne GSSI bi-fréquence (800-300 MHz) pour une profondeur d'investigation d'environ 1,5 à 3 mètres, et une antenne GSSI (200 MHz) pour une profondeur d'investigation maximale de 5 mètres.

Les mesures géoradar ont été réalisées selon des profils longitudinaux espacés de 2 mètres en quinconce avec chaque antenne, permettant de couvrir la zone avec un espacement global de 1 mètre.

Cette campagne géoradar a permis d'établir une carte permettant de localiser des « anomalies » dans le sol, c'est-à-dire d'identifier des contrastes entre les formations et les structures présentes dans le sol.

D'après les résultats de ME2I, ces anomalies sont de plusieurs ordres :

- anomalies ponctuelles (de faibles étendues). Elles symbolisent la plupart du temps la présence de réseaux enterrés. Elles n'ont pas été représentées sur le plan.
- anomalies « étendues » caractérisées par une signature hyperbolique large (rectangle vert).
- anomalies « étendues » caractérisées par un horizon (rectangle rouge).
- anomalies caractérisées par des zones hétérogènes (rectangle orange).

Pour plus de détails sur les résultats de ME2I, il convient de consulter leur rapport en annexe.

Interprétations :

On note que les anomalies ne sont pas nécessairement présentes au droit des anciens ouvrages de la STEP. Dans certaines zones, aucune anomalie n'a été identifiée, et pourtant nous constatons la présence de blocs ou d'anciennes structures des ouvrages (exemple : fouilles F104 ou F105).

Compte tenu de l'hétérogénéité du site et de la présence de ferraille sur certaines parties du site perturbant le signal au géoradar, la méthode géophysique ne paraît pas adaptée pour localiser précisément les structures des anciens ouvrages.

3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité, le site est localisé en zone de sismicité 1 (très faible).

D'après la consultation du site « www.georisques.gouv.fr », les communes de DIJON/LONGVIC ont fait l'objet de 21 arrêtés de reconnaissances de catastrophe naturelle :

Code National CATNAT	Date début évènement ↑↓	Date fin évènement	Date publication arrêté	Date publication Jo	Libelle commune ↑↓	Libelle risque Jo ↑↓
INTE0100232A	14/03/2001	15/03/2001	27/04/2001	28/04/2001	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE0100232A	14/03/2001	16/03/2001	27/04/2001	28/04/2001	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE0400656A	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004	LONGVIC	Sécheresse
INTE0400918A	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005	DIJON	Sécheresse
INTE1316146A	03/05/2013	05/05/2013	20/06/2013	27/06/2013	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE1317705A	03/05/2013	05/05/2013	08/07/2013	11/07/2013	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019	DIJON	Sécheresse
INTE1920338A	01/07/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019	LONGVIC	Sécheresse
INTE2023940A	01/07/2019	30/09/2019	15/09/2020	25/10/2020	LONGVIC	Sécheresse
INTE2114775A	01/04/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021	DIJON	Sécheresse
INTE2122515A	01/07/2020	30/09/2020	27/07/2021	31/08/2021	LONGVIC	Sécheresse
INTE9400171A	14/10/1993	18/10/1993	12/04/1994	29/04/1994	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOCE0903436A	10/06/2008	10/06/2008	09/02/2009	13/02/2009	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOCE0911363A	12/08/2008	12/08/2008	18/05/2009	21/05/2009	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOME2320254A	01/01/2022	30/06/2022	25/07/2023	04/10/2023	DIJON	Sécheresse
IOME2410127A	30/03/2024	05/04/2024	10/04/2024	16/04/2024	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOME2410127A	30/03/2024	05/04/2024	10/04/2024	16/04/2024	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue
IOME2415881A	01/01/2023	31/03/2023	18/06/2024	02/07/2024	DIJON	Sécheresse
NOR19830513	08/12/1982	31/12/1982	13/05/1983	18/05/1983	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue
NOR19840921	11/07/1984	11/07/1984	21/09/1984	18/10/1984	DIJON	Inondations et/ou Coulées de Boue
NOR19840921	11/07/1984	11/07/1984	21/09/1984	18/10/1984	LONGVIC	Inondations et/ou Coulées de Boue

D'après les données issues de la carte du BRGM relative à l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est localisé pour partie en zone d'exposition moyenne.

D'après les données issues de la carte du BRGM relative aux phénomènes de remontées de nappes, le site est localisé dans « l'enveloppe Approchée des Inondations Potentielles cours d'eau de plus d'un hectare ».

Compte tenu de l'historique et de l'ancienne occupation du site (ouvrages et bâtiments de l'ancienne station d'épuration démolis, ...), il faut s'attendre à rencontrer de forte variation d'épaisseur de remblais et de zone remaniée ainsi que la présence de vestiges de construction et des anciens réseaux comme observé au droit de certains de nos sondages (cf. 3.1.1).

Les terrains reconnus sous les remblais sont d'origine alluvionnaire et peuvent, par définition, présenter des variations latérales de faciès importantes (dépôts lenticulaires). Ainsi, il sera toujours possible d'observer des lentilles argileuses au sein du faciès sablo-graveleux dominant. Cette particularité s'accompagne d'une hétérogénéité des caractéristiques des terrains.

Le toit du complexe sédimentaire de l'Oligocène correspond à une surface d'érosion et d'altération. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou remontées du toit du substratum. De plus, dans ce secteur, cette formation peut présenter des variations latérales de faciès significatives. Ainsi, il sera toujours possible d'observer des niveaux plus sableux ou graveleux voire des blocs ou des bancs calcaires isolés. Ces particularités s'accompagnent généralement de variations de caractéristiques mécaniques des terrains.

3.3 ANALYSE DE L'AGRESSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES BETONS

Les résultats de l'analyse d'agressivité des sols prélevés au sein du sondage F106 entre 0.80 m et 1.80 m/TA et du sondage F108 entre 1,20 et 1,70 m/TA) indiquent qu'il s'agit d'un sol de **classe d'exposition <XA1** (environnement à faible agressivité chimique), dans le cadre de la norme NF EN 206-1 concernant les bétons (partie 1 : spécification, performances, production et conformité). Les résultats complets des essais en laboratoire sont fournis en annexe.

3.4 ANALYSE DE LA CORROSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES ACIERS SELON LA NORME ALLEMANDE DIN 50929-3

Deux essais de corrosivité du sol vis-à-vis de l'acier ont été réalisés sur des échantillons de sols prélevé au sein du sondage F103 (0.80-1.60 m) et F105 (0.70-1.60m). Les résultats complets des essais en laboratoire et leurs interprétations sont fournis en annexe.

3.5 HYDROGEOLOGIE

3.5.1 Mesures ponctuelles

Lors de nos campagnes de reconnaissance, des arrivées d'eau ont été observées au sein de certains sondages :

Sondage	SP1D	SP2D	SP3D	SP4D	F5D	SP101	SP102
---------	------	------	------	------	-----	-------	-------

Date du relevé	Octobre 2018				Aout 2018	Mars 2025	
Cote NGF / Tête de sondage (m)	224.45	224.35	224.00	224.55	224.10	223.6	224.85
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	3.70	4.40	3.60	4.30	3.10	2.6	3.85
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	220.75	219.95	220.40	220.25	221.00	221.00	221.00

Ces niveaux d'eau sont à mettre en relation avec la présence à proximité des cours d'eau du Suzon et de l'Ouche. Le contexte hydrogéologique du site correspond donc à une nappe alluviale s'écoulant au sein des horizons les plus perméables (alluvions sablo-graveleuse).

Nos relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'ensemble des circulations d'eau, ni l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peuvent se produire en période pluvieuse et en fonction du régime hydrogéologique local en relation avec la nappe du Suzon et de l'Ouche à proximité.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DREAL, préfecture, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

3.5.2 Essais d'eau ponctuels

Lors de notre étude géotechnique de 2018, des essais d'infiltration de type MATSUO avaient été réalisés sur la parcelle. Ils ont consisté à mesurer la vitesse d'abaissement d'un niveau d'eau en fonction du temps.

Les résultats des essais sont donnés dans le tableau suivant :

Sondage	F1-D+E1	F2-D+E2	F3-D+E3	F4-D+E4
Profondeur testée en m/TA	1.90 -2.50 m	1.90 -2.50 m	2.10-2.50 m	2.00 -2.50 m
Perméabilité (m/s)	1.6E ⁻⁴	4.0E ⁻⁵	8.0E ⁻⁴	1.0E ⁻⁴
Perméabilité (mm/h)	576	144	2880	360
Nature du terrain testé	Sable et graviers à matrice argileuse	Argile sableuse puis sable et graviers à matrice argileuse	Sable et graviers	Sable et graviers à matrice argileuse

Les essais effectués au sein des sables et graviers à matrice +/- argileuse dans les sondages F1D+E1 à FD4 + E4 confèrent au sol des valeurs de **perméabilités élevées**.

Nous rappelons les essais de perméabilité de type MATSUO sont des essais ponctuels. Ailleurs des variations de faciès peuvent conduire à des perméabilités différentes.

3.6 POLLUTION

Lors de notre intervention, nous avons détecté des indices de pollution (traces noires, odeurs non identifiés, morceaux d'enrobé, ...).

Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

Lors de travaux de démolition des ouvrages existants et de terrassement, dès lors que les terres sont excavées, ces dernières peuvent prendre le statut de déchet. Leur valorisation sur site et/ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à la loi AGECE et son décret d'application du 1^{er} avril 2021 relatif à la sortie du statut de déchet ainsi qu'à l'arrêté du 4 juin 2021 fixant les critères du statut de déchet pour les terres excavées et sédiment.

Suite à cette évolution réglementaire, les terres excavées doivent faire l'objet d'une caractérisation selon une procédure normée et d'un enregistrement au sein d'un registre national assurant une traçabilité de l'opération de gestion de terres tassées.

En cas d'évacuation en centre de stockage celui-ci doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acceptation Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver.

GÉOTEC reste à la disposition des intervenants pour les accompagner dans la gestion de leurs terres dans leur projet d'aménagement depuis les études préliminaires afin d'anticiper des surcoûts éventuels, de proposer des solutions de gestion d'optimisation jusqu'à l'élaboration du plan de terrassement pour la phase opérationnelle.

*

* *

4. TERRASSEMENTS

D'après les informations transmises, il n'est pas prévu de terrassements importants. Il sera donc considéré des terrassements de faible amplitude, d'une hauteur maximale au plus de 1.00 m en déblai comme en remblai.

4.1 EXTRACTION

Dans les sols meubles superficiels (*remblais lâches, sables et graviers, ...*) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Au contact de points durs dans les remblais ou pour le traitement des éventuels vestiges enterrés, l'extraction devra être adaptée suivant la dureté et la nature des anomalies (engin puissant, BRH, dent de déroctage, fraise hydraulique, ...).

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels du site, il sera impératif de réaliser les travaux par temps sec. On préférera des travaux en rétro avec remblaiement à l'avancement en s'assurant qu'aucun engin ne circule sur le fond de forme.

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

4.2 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels du site, un traitement du fond de forme pourra s'avérer nécessaire pour assurer la traficabilité sur le site et ce plus particulièrement en période pluvieuse (cloutage du fond de forme et mise en place d'une couche de forme épaisse à l'avancement, drainage, etc.). Cela pourra engendrer un surcoût non négligeable.

Cette structure de chantier pourra être intégrée à la structure de voirie, après suppression des matériaux pollués par la circulation de chantier.

4.3 SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- drainage permanent de la plate-forme (*gravitaire, tranchées, pompage ...*) ;
- si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile, traitement au liant hydraulique,...

4.4 MISE HORS D'EAU

4.4.1 Phase provisoire

Lors de notre campagne de reconnaissance (octobre 2024), des arrivées d'eau ont été observées localement au sein de certains sondages (cf. § 3.5.1).

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont toujours possibles. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau éventuelles au niveau des fouilles des fondations. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

Dans tous les cas, nous conseillons fortement de travailler en période climatique favorable.

De plus, le terrassement des arases sera réalisé en toit ou pointe de diamant inversée avec drains et fossés périphériques en pied de talus pour évacuer les eaux superficielles vers un exutoire soit gravitairement soit par pompage et éviter leur stagnation lors de la phase travaux.

4.4.2 Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DREAL, préfecture, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable et caler les ouvrages en conséquence (radier des postes).

Si d'aventure les ouvrages étaient calés sous le NPHE du site, ils devront être conçus de manière à reprendre la sous-pression

*

* *

5. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

5.1 FONDATION DES STRUCTURES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (NF P 94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)

5.1.1 Préambule

Les différentes campagnes de reconnaissance réalisées sur site ont permis de mettre en évidence l'hétérogénéité géologique du site avec la présence de remblais en tête de natures et profondeurs variées (entre 1,40 m et 3,80 m/TA). Comme mentionné dans notre §3.1, ces remblais sont constitués en grande partie des matériaux de démolitions des anciennes structures de la STEP (blocs, béton, enrobé, ferraille, ...). La présence de ces éléments de grandes dimensions ne permet pas d'envisager la réalisation de pieux battus pour les structures des panneaux photovoltaïques car elles ne pourront pas traverser ces éléments.

Les caractéristiques mécaniques de ces remblais pouvant être très faibles et compte tenu de la présence d'horizons organiques et de matériaux évolutifs dans ces terrains, il faut également écarter une solution de fondations superficielles (type massifs/longrines).

Ainsi, on s'orientera vers un principe de fondations profondes de type micropieux. Ces fondations seront prédimensionnées selon le principe de micropieux de type I, c'est-à-dire avec des caractéristiques de frottement de pieux forés tubés (virole récupérée) et un terme de pointe négligé compte tenu du faible diamètre. En première approche, il est envisagé un diamètre de pieux de 200 mm.

Pour traverser les blocs et structures en béton des anciens ouvrages et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à l'utilisation du trépan, de carottage.

5.1.2 Approche de calcul (section 7 - norme NF EN 1997-1) :

La norme NF EN 1997-1 (Eurocode 7 – Partie 1) traite des aspects généraux du calcul géotechnique, en s'appuyant sur l'Annexe Nationale et des normes nationales complémentaires, en particulier la norme NF P 94-262 « *Fondations profondes* ».

Selon la norme NF P 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que :

- la valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale F_d transmise par le pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression $R_{c;cr;d}$ tel que :

$$F_d \leq R_{c;cr;d}$$

- la valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale $F_{c;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance $R_{c;d}$ tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

- La valeur de calcul à l'ELU de la charge de traction axiale $F_{t;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de la résistance limite de traction R_t tel que :

$$F_{t;d} \leq R_{t;d}$$

Selon les termes de la NF P 94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$A \text{ l'ELS} : R_{c;cr;d} = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

$$A \text{ l'ELU} : R_{c;d} = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Tandis que les charges admissibles en traction sont données par :

$$A \text{ l'ELS} : R_{t;cr;d} = \Gamma_1.R_s$$

$$A \text{ l'ELU} : R_{t;d} = \Gamma_1.R_s$$

Avec :

R_b : résistance limite de pointe, avec $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$ (NB : ce terme est négligé du fait des faibles diamètres de pieux)

R_s : résistance limite en frottement latéral, avec $R_s = \pi \cdot D \cdot \sum h_i \cdot q_{si}$

A est la section du pieu et P son périmètre (pieu à section quelconque),

k_p le facteur de portance, p_{le} la pression limite nette équivalente,

q_{si} : le frottement latéral limite dans la couche i d'épaisseur h_i .

Usuellement, pour ce type de structures, les diamètres des pieux sont bien inférieurs à 250 mm. Dans ce cas, **le terme de pointe (R_b) sera négligé dans les calculs** qui suivent et la capacité portante des pieux tout comme leur résistance à la traction seront calculés uniquement à partir de la résistance en frottement (R_s).

D'après la norme NF P 94-262, les coefficients de sécurité globaux (Γ_1) retenus en compression et en traction sont les suivants pour la méthode pressiométrique et des **micropieux de classe 1 bis, catégorie 18 (micropieux de type II)**. Les coefficients (Γ_2) n'apparaissent pas puisque le terme de pointe est négligé.

Micropieux (types II) dans les sables, sols intermédiaires et roches :

Type de pieu	Γ_1	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Classe 1 bis, cat. 12	compression	0,413	0,505	0,590	0,649
Classe 1 bis, cat. 18	traction	0,250	0,340	0,465	0,509

Micropieux (types II) dans les argiles, craies et marnes :

Type de pieu	Γ_1	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Classe 1 bis, cat. 12	compression	0,289	0,354	0,413	0,455
Classe 1 bis, cat. 18	traction	0,212	0,289	0,395	0,433

5.1.3 Paramètres géotechniques pour une ébauche dimensionnelle

Conformément à l'Eurocode 7, pour **des micropieux de classe 1 bis, catégorie 18 (micropieux de type II)** et sur la base des sondages pressiométriques réalisés au droit du site, on retiendra en 1^{ère} approche pour le dimensionnement les paramètres géotechniques synthétisés dans le tableau suivant.

Type de sol	p_L^* retenue [MPa]	Courbe selon NF P 94-62	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	q_s [kPa]
Mort terrain = toute épaisseur de remblais	-	-	-	-
Sable et graviers +/- argileux	3,66	Q2	1,4 ⁽¹⁾	90,0 ⁽²⁾
Marne beige	3,06	Q4	1,4 ⁽¹⁾	146

(1) micropieu assimilé à un foré tubé pour le $\alpha_{\text{pieu-sol}}$

(2) q_s max

Le prédimensionnement ci-après est réalisé :

- aux ELS quasi-permanent et ELU fondamental ;
- avec la méthode pressiométrique ;
- selon le « modèle de terrain » ;
- pour des efforts verticaux de compression et de traction ;
- en considérant une neutralisation des terrains sur 1 m sous la tête de micropieu.

A titre d'exemple, pour un **micropieu isolé Ø 200 mm exécuté selon la méthode micropieu de type II (classe 1 bis)** descendu à 4.80 m de profondeur/TA au droit de SP4D (profil le plus défavorable en termes d'épaisseur de remblai), on retiendra le prédimensionnement suivant :

Diamètre du pieu (mm)	Longueur du pieu (m)	Charges $R_{c;d}$ et $R_{c;d} - \text{compression}$		Charge $R_{t;d} - \text{ELU traction}$ (kN)
		ELS Q_p (kN)	ELU FOND (kN)	
200	4,80	23,7	29,0	26,3

Ce prédimensionnement est donné qu'à titre d'exemple et montre qu'un ancrage de 1 m dans la couche « sable et graviers +/- argileux » permet de reprendre les efforts en tête.

Il conviendra néanmoins, après définition précise des charges, de vérifier que ce prédimensionnement permet une reprise de l'ensemble des cas de charges (y compris les efforts de traction qui pourraient notamment être dus à l'action du vent sur les panneaux, les efforts horizontaux...).

5.1.4 Effet de groupe

La présence de pieux très proches les uns des autres induit une interaction entre ces éléments. Cette interaction impacte :

- le comportement transversal ;

- l'état limite de mobilisation globale du sol.

L'effet de groupe devra être calculé sur la base de la norme NFP94-262 annexes H, I et J.

5.1.5 Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des pieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus et différentiels seront faibles.

5.1.6 Sujétions d'exécution

Les pieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément aux normes européennes d'exécution des pieux.

Il conviendra de prévoir soit une protection des pieux métalliques contre la corrosion, soit prévoir une épaisseur sacrificielle qui pourra être définie en fonction de la durée de vie de l'ouvrage dans le cadre des prochaines missions géotechniques.

Pour traverser les blocs et structures en béton des anciens ouvrages et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à l'utilisation du trépan, de carottage.

Le type de micropieu et la mise en œuvre devront prendre en compte :

- l'agressivité des terrains et des eaux souterraines;
- la tenue des terrains lors des forages ;
- les problèmes de traficabilité pouvant être rencontrés sur le site.

L'entreprise devra également justifier de sa méthodologie et des contrôles qu'elle envisage pour justifier de la bonne exécution des ouvrages au titre de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution (mission G3 selon la norme NF P 94-500).

5.1.7 Contrôles

Compte tenu de la classe de conséquence de l'ouvrage attendue (CC1) et de sa catégorie géotechnique (catégorie 2), des essais de contrôle sont à prévoir.

Les essais de contrôle sont nécessaires en phase exécution afin de confirmer les paramètres de dimensionnement considérés. Ces essais devront suivre la méthodologie décrite ci-après.

Réalisation, au minimum, d'un essai de traction pour 50 profilés réalisés (par type de profilé, par profondeur et par modèle géotechnique).

Pour les micropieux, il convient d'admettre l'équivalence entre les résultats d'un essai de compression et d'un essai de traction.

Les essais de contrôle seront menés jusqu'à une charge de 1.4 fois l'effort à l'ELS quasi-permanent. La durée minimum du palier sera de 15 min pour le premier essai et pourra être réduit à quelques minutes en l'absence de fluage.

5.2 FONDATIONS DES POSTES DE TRANSFORMATION ET DE LIVRAISON PAR RADIER

Au stade de la mission, les niveaux finis de ces ouvrages ne sont pas encore connus. On considéra toutefois qu'ils seront calés sensiblement au même niveau que le terrain actuel.

Par ailleurs, nous considérons une charge d'exploitation maximale de 25 kN/m² au droit des radiers.

5.2.1 Principe de fondation – niveaux d'assise

Le poste de transformation (à l'emplacement du sondage P101) sera fondé par **un radier porteur rigide** sollicitant le **remblai résiduel** à la profondeur minimale de 1.00 m/TA par l'intermédiaire d'une couche de forme (ou couche de réglage ou béton de propreté), à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

On veillera également à purger toute poche de moindre consistance ou de remblai impropre détectée lors des terrassements.

5.2.2 Contrainte limites de calcul

Compte tenu des éléments de projet (hypothèses décrites au § 1.2), la contrainte moyenne maximale développée sur les radiers sera supposée limitée à :

$$q = 0.025 \text{ MPa à l'ELS } q_p$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 2.76$$

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

5.2.3 Tassements

Moyennant une exécution soignée du remblai technique ou de la couche de forme, les tassements seront négligeables.

5.2.4 Conception en phase projet

Lors des études de projet (G2 PRO), il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure, ce qui pourra nécessiter un calcul itératif intégrant les charges, leur répartition, la géométrie du radier et le comportement du sol.

Ces calculs itératifs permettront de définir les modules k_v en fonction des concentrations de charge et du modèle géotechnique retenu.

5.2.5 Dispositions constructives

La garde au gel sera assurée par une bêche périphérique descendue à 0.80m / sol extérieur fini.

5.2.6 Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après décapage de la terre végétale et de la frange superficielle sur une épaisseur minimale de 0.80 m et après la mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0.80 m débordant d'autant du radier.

Après mise à niveau du fond de forme, celui-ci sera reconditionné. Son compactage sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Ceux-ci devront être réalisés dans de bonnes conditions météorologiques. Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Toute poche décomprimée ou de moindre consistance détectée lors des terrassements devra être purgée et substituée dans les règles de l'Art avec un matériau granulaire insensible à l'eau de type 0/80 mm (D₃ selon le GTR) et compacté à **q4**. Il en sera de même pour les rattrapages de niveau et les éventuels hors profils.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre (*passant à 80 µm < 5 %*) bien graduée (*ES > 30, et compris dans le fuseau de Talbot*), constituée de matériaux concassés nobles de classe D₃ ou équivalent et compacté à l'énergie de compactage **q3**.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

5.2.7 Contrôles

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque, selon le mode opératoire LCPC avec comme valeurs cibles :

$$EV2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV2 / EV1 < 2,2$$

*

*

*

5.3 ADAPTATION AU SOL DES NOUVELLES VOIRIES LEGERES ET LOURDES

En l'absence d'éléments précis, nous supposerons des voiries établies en profil rasant, sans nécessité de terrassements importants.

Le projet comporte des voiries lourdes et des voiries légères principalement.

5.3.1 Préparation de la plateforme

Après décapage du terrain superficiel sur une épaisseur minimale de 0.80 m (et la totalité de la terre végétale), le fond de forme sera constitué par les remblais résiduels et correspondra à une arase de type PST2-AR1 à minima si les sols se trouvent dans un état hydrique moyen (m). Cependant à long terme, la portance peut chuter rapidement sous l'action des eaux météoriques et conduire à une arase de classe inférieure PST1-AR1 voire PST0-AR0 (portance nulle) en situation météorologique défavorable.

Pour un fond de forme en PST0 –AR0 ou PST1-AR1, un reclassement de l'arase au type PST2 – AR1 est nécessaire. Ce reclassement nécessitera de renforcer le fond de forme par cloutage. Ce cloutage sera réalisé par poinçonnement du fond de forme à l'aide d'un concassé de carrière propre et insensible à l'eau (classe GTR D₃ et granulométrie 0/200 mm) sur une épaisseur minimale de 30 cm.

Toute poche décomprimée de moindre consistance (horizon décomprimé) ou évolutive (poche organique, remblais impropres) mis en évidence lors des terrassements seront systématiquement purgées en profondeur et substituées par un concassé insensible à l'eau de classe D₃ ou équivalent, et compacté à q₄.

Les rattrapages de hors profils liés au calage de la voirie et les substitutions après purge seront réalisés à l'aide d'un concassé de carrière propre et insensible à l'eau de classe D₃ et de granulométrie 0/100 mm ou équivalent, compacté à q₄.

Le compactage du fond de forme sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols du site, **nous recommandons de réaliser les travaux en période sèche.**

5.3.2 Couche de forme

En l'absence de précision particulière sur la plate-forme, il sera recherché une plate-forme support de chaussée mixte (VL+PL) de type **PF2** (développant un module de réception à la plaque EV2 ≥ 50 MPa).

La couche de forme sera réalisée à l'aide d'un concassé de **carrière propre de classe D₃₁ ou équivalent** (passant à 80 µm < 5 %), bien gradué (ES > 30, et compris dans le fuseau de Talbot) et compacté par couche à l'objectif de densification q₃.

Sur une PST2-AR1 de portance à la plaque EV2 ≥ 15 MPa, il sera nécessaire de mettre en œuvre **une couche de forme d'au moins 0.50 m (dont 0.10 m de finition)** afin de permettre l'obtention d'une plateforme de portance 50 MPa à l'EV2.

Attention en cas d'arase trop humide ou inconsistante, un reclassement d'arase sera nécessaire par un cloutage ou substitution du fond de forme avec un matériau type 0/200 mm.

Dans tous les cas, les épaisseurs de couche de forme seront à adapter selon les portances réelles mesurées en fond de forme lors des travaux, grâce à des planches d'essais à la plaque.

Compte tenu du caractère sensible des matériaux du site, on préférera des travaux en rétro avec remblaiement et compactage à l'avancement en s'assurant qu'aucun engin ne circule sur le fond de forme.

5.3.3 Essais de contrôle

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque mode opératoire LCPC afin de s'assurer que les valeurs cibles suivantes ont bien été atteintes :

$$\begin{aligned} EV2 &\geq 50 \text{ MPa} \\ EV2 / EV1 &\leq 2.2 \end{aligned}$$

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par GEOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, GEOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur ces travaux (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

5.3.4 Prédimensionnement de la structure de chaussée

La structure de chaussée devra être dimensionnée suivant la classe de trafic et hypothèses en vigueur (durée de vie, taux d'accroissement...) selon **le Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faibles trafics du CEREMA/IDRRIM – 2020**.

5.3.5 Sujétions particulières

On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de chaussée (*fossés, drainage...*).

Les couches de chaussée seront mises en œuvre, compactées et contrôlées suivant les spécifications en vigueur.

Il sera notamment nécessaire, pendant l'exécution du chantier de terrassement de se prémunir contre l'action des eaux de pluie par réglage des plates-formes avec une pente transversale de 3 à 4 % dirigée vers les fossés qui eux-mêmes seront pentés vers des exutoires.

*

* *

6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique d'avant-projet. Cette mission G2 AVP confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernant le contexte géotechnique du site et le projet sont notamment :

- le projet lui-même (calage altimétrique, descentes de charges définitives des panneaux et des postes) ;
- les variations géologiques entre nos points de sondage, en particulier dans les remblais en lien avec les anciennes structures du site ;
- la qualité des fonds des fouilles de fondations et des arases des plateformes, et les éventuelles purges à prévoir pour les radiers et les pistes ;
- la présence éventuelle de poches de matériaux de moindre consistance et/ou décomprimés au niveau des sols d'assise (matériaux sensibles à l'eau) ;
- les circulations d'eau superficielles en période pluvieuse, difficilement quantifiables,
- la traficabilité du fond de forme en phase chantier.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4) devra suivre la présente étude (mission G2 AVP).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

*

* *

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

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

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

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

7. Implantation, nivellement des sondages

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

8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

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

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

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €. Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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

Assurance décennale obligatoire

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

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

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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

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

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (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	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (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

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

*

* *

ANNEXES

- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION
- ANNEXE 2 : PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES
- ANNEXE 3 : SONDAGES ET ESSAIS
- ANNEXE 4 : ESSAIS DE LABORATOIRE
- ANNEXE 5 : RESULTATS FOXTA
- ANNEXE 6 : RAPPORT ME2I

Annexe 1

Plan de situation

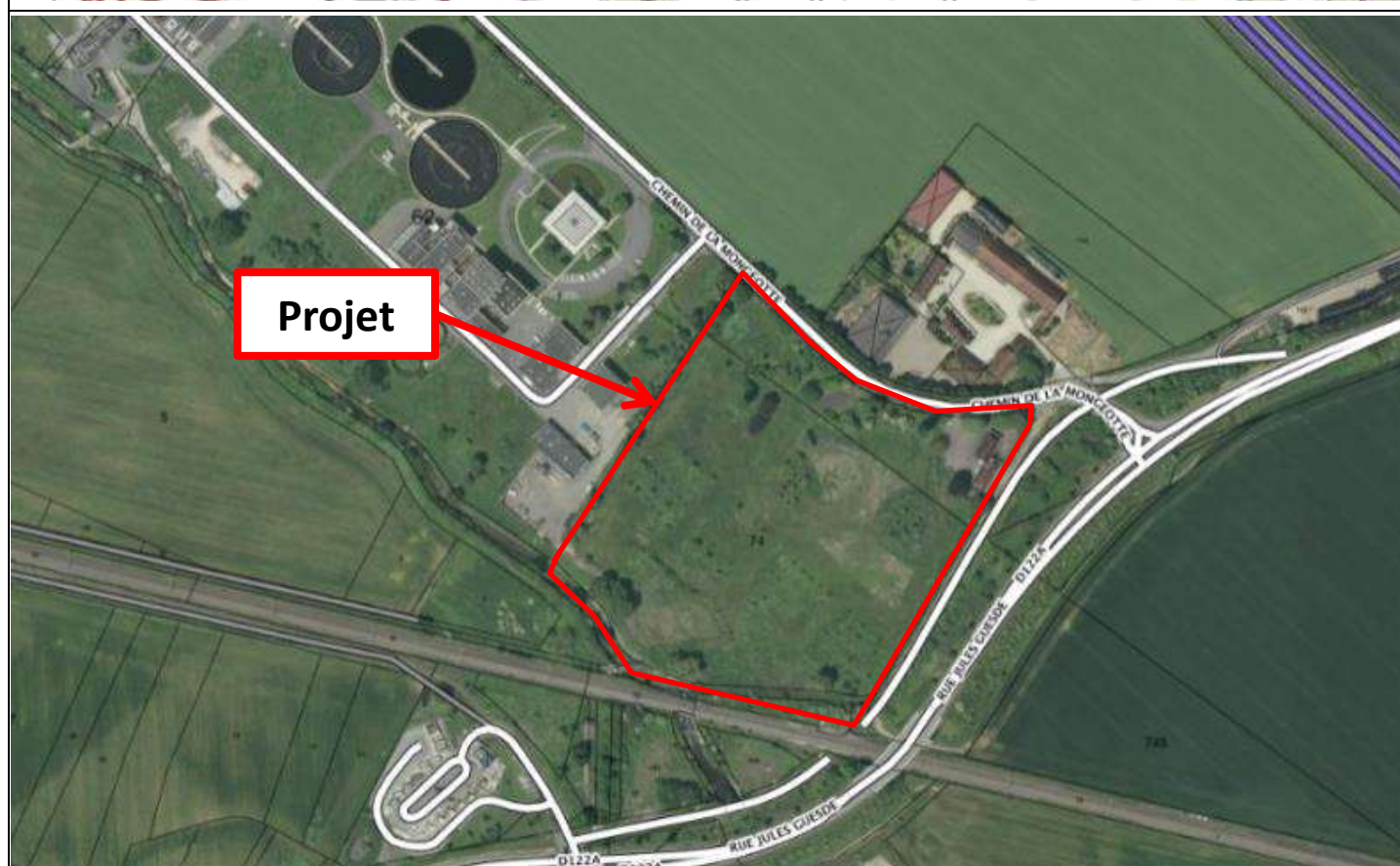
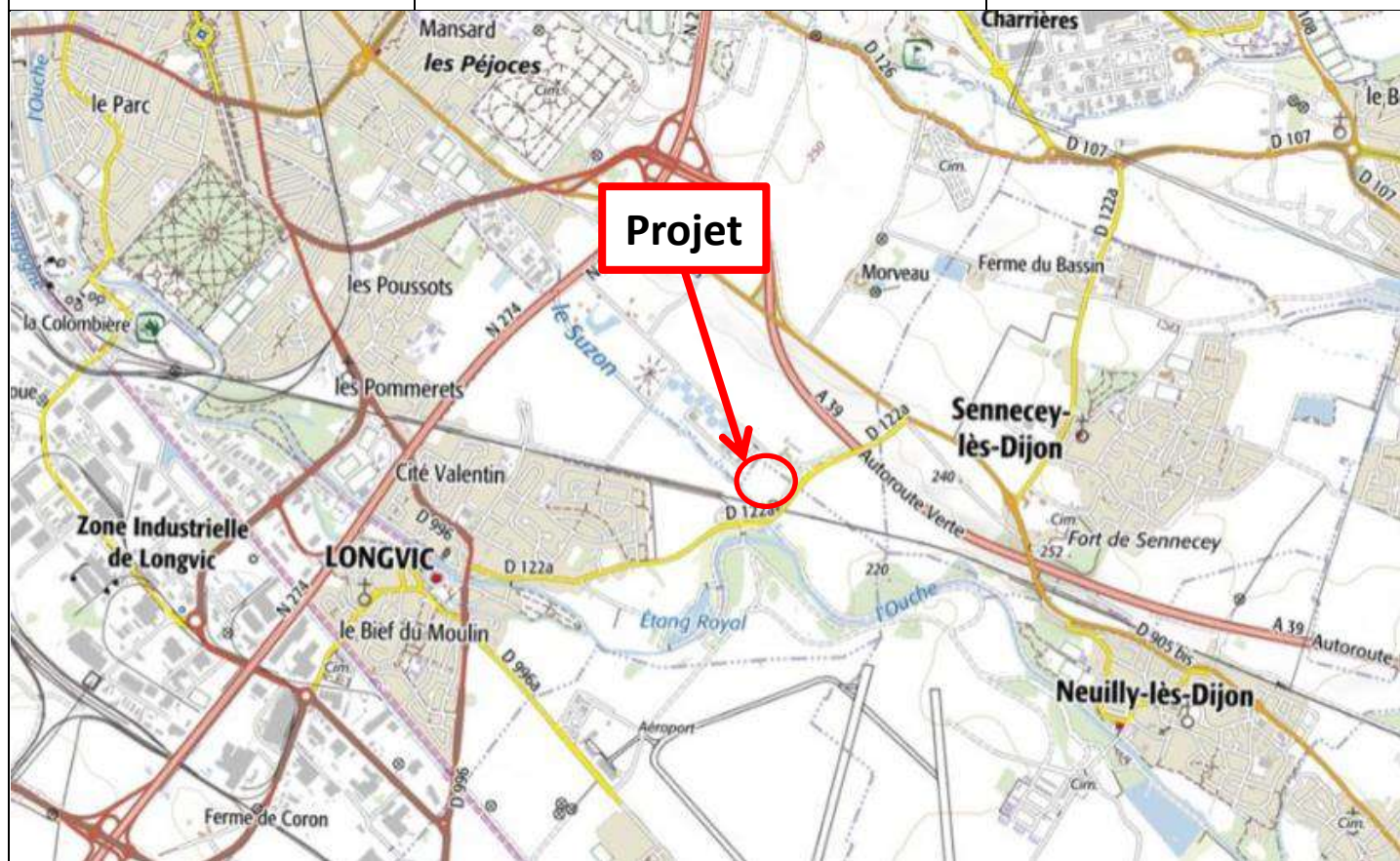
DIJON (21000)

2411336/DIJON

Chemin de la Mongeotte

Centrale photovoltaïque au sol

Localisation du site d'étude

NORD

Annexe 2

Plan d'implantation des sondages



AFFAIRE 2411336/DIJON
LONGVIC
Ancienne STEP - Centrale Photovoltaïque
Plan d'implantation des sondages

Légende

- Fossés
- Anomalie étendue
- Anomalie hétérogène
- Anomalie horizon
- Zone anormale
- Anomalie isolée
- Zone enrobé

Etude GEOTEC 18/05777/DIJON

- Sondage Géologique et pressiométrique
- Essai de pénétration dynamique
- Fouille à la pelle
- Fouille à la pelle avec essai de perméabilité

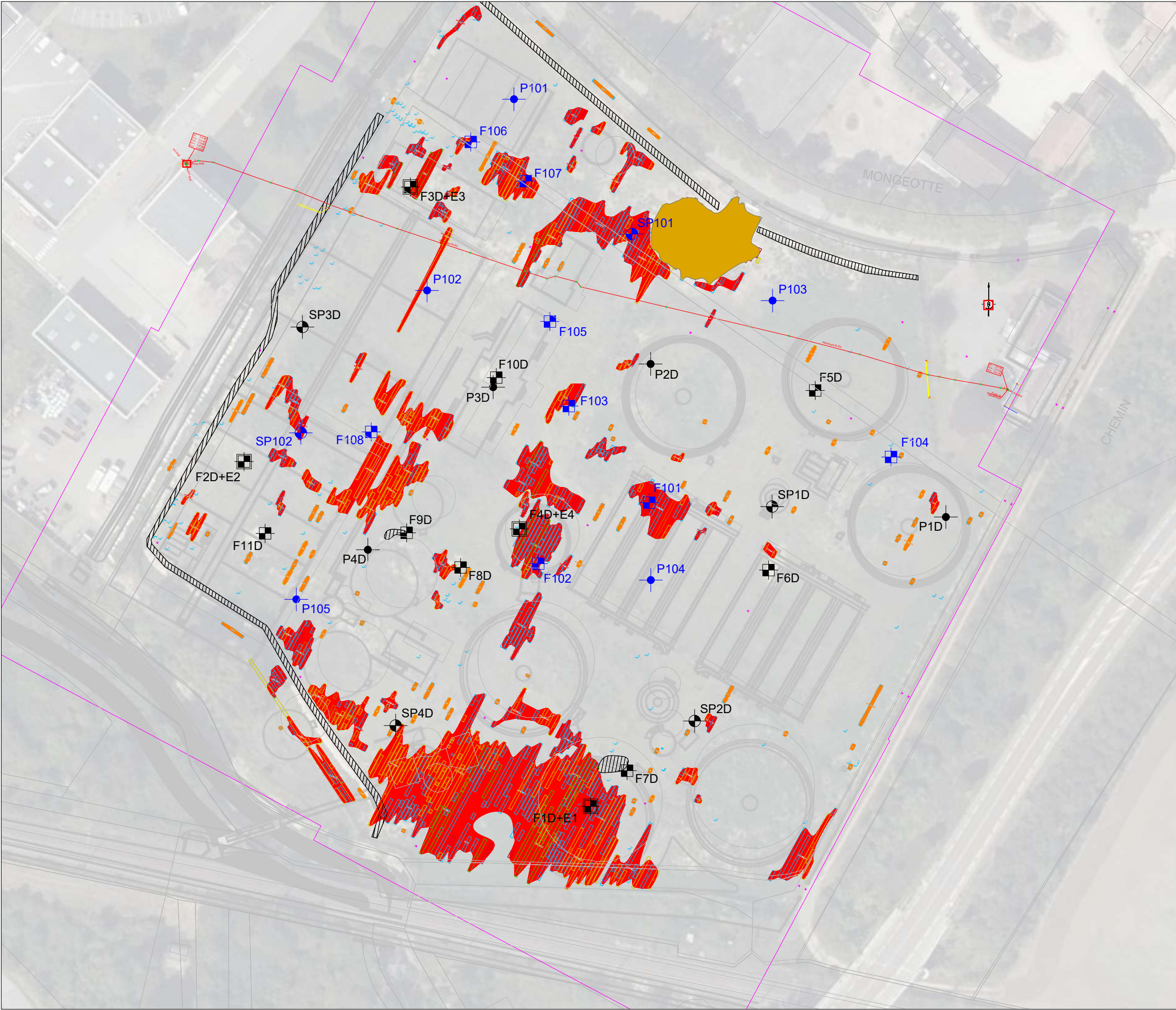
Etude prévi. GEOTEC 2411336/DIJON

- Sondage Géologique et pressiométrique
- Essai de pénétration dynamique
- Fouille à la pelle

Date :
...

Echelle: 1/1000 (A3)

Dessiné par :
CL





AFFAIRE 2411336/DIJON
LONGVIC
Ancienne STEP - Centrale Photovoltaïque
Plan d'implantation des sondages

PROJET



Etude GEOTEC 18/05777/DIJON

- Sondage Géologique et pressiométrique
- Essai de pénétration dynamique
- Fouille à la pelle
- Fouille à la pelle avec essai de perméabilité

Etude GEOTEC 2411336/DIJON

- Sondage Géologique et pressiométrique
- Essai de pénétration dynamique
- Fouille à la pelle

Date : ...	Echelle: 1/1250 (A3)	Dessiné par : CL

Annexe 3

Sondages et essais

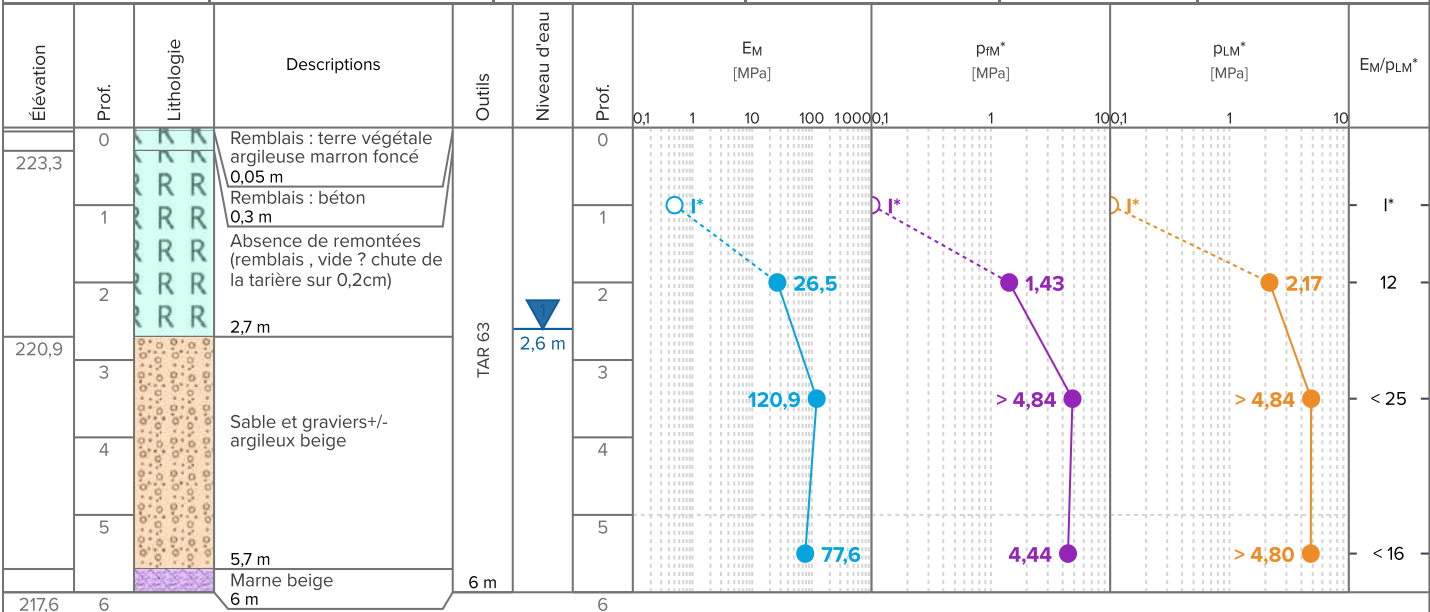


Site
Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
2411336


Sondage SP101

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1857 497,17	6 234 337,09	RGF93 / CC47		Plurimétrique	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement		Précision des nivellements
+223,6 m	6,0 m	-	NGF		Décimètre
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP101	Pressiomètre	18/03/2025	18/03/2025	TB225	Q.P.



¹ 18/03/2025 - Eau en fin de sondage 2,6m

*I = Essai inexploitable



Site

Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

2411336

Sondage P101

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1857 464,75	6 234 374,14	RGF93 / CC47		Plurimétrique	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+224,0 m	2,1 m	-	NGF	Décimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P101	Pénétromètre dynamique	06/03/2025	06/03/2025	DPM30C	A.B.
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
PAGANI DPM30C [GEOTEC]				1,0	
Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante	Masse de la tige
20,0 cm		9,62 cm ²		29,7 kg	2,46 kg/m

Élévation

Prof.

224

0

1

2

0,1

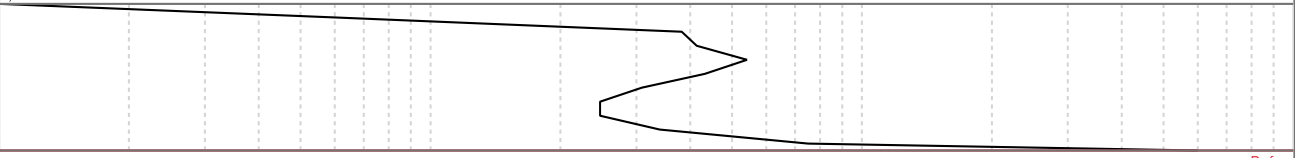
1

10

100

q_d

[MPa]



Refus

Commentaires	Refus à 2.10m qd>50MPa
--------------	---------------------------

soilcloud.tech



Site LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
Affaire 2411336

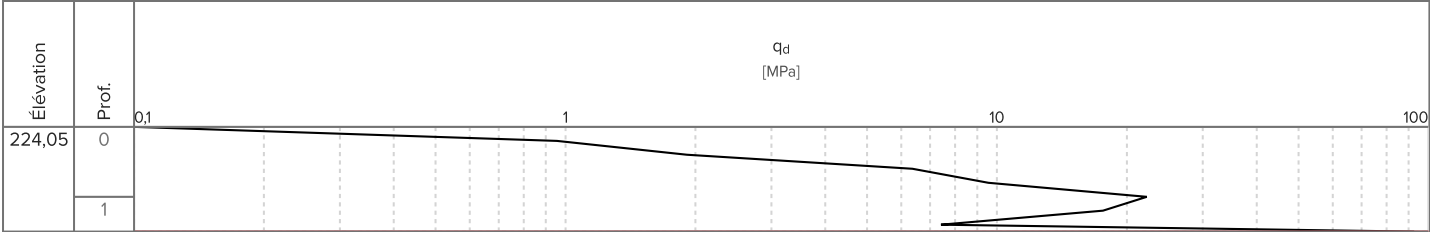
Sondage P102

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1857 440,87	6 234 321,58	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+224,05 m	1,5 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P102	Pénétromètre dynamique	06/03/2025	06/03/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Commentaires	Refus à 1,50m qd>50MPa
--------------	---------------------------



Site LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
Affaire 2411336

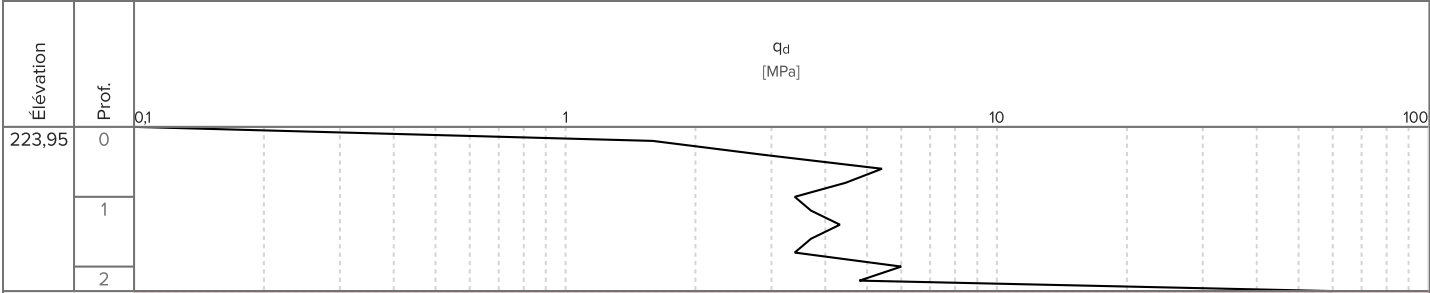
Sondage P103

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1857 535,83	6 234 318,81	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+223,95 m	2,35 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P103	Pénétromètre dynamique	06/03/2025	06/03/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Commentaires	Refus à 2.35m $q_d > 50 \text{ MPa}$
--------------	---



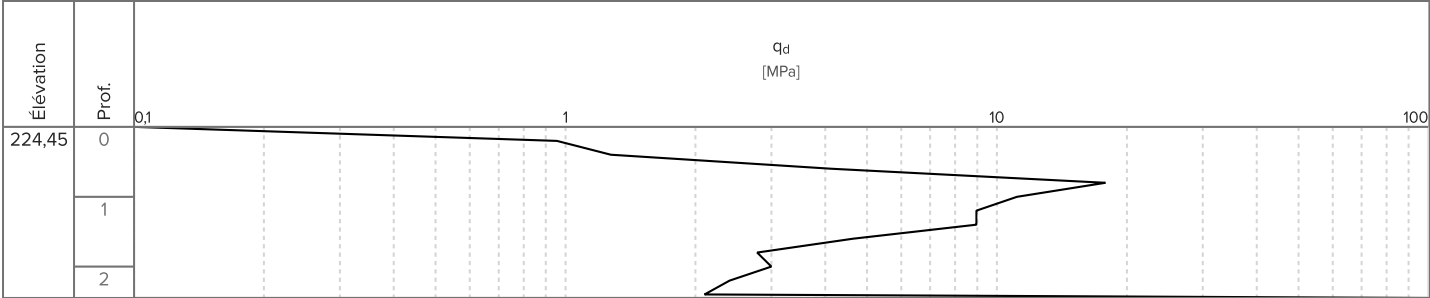
Site
Affaire
2411336

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Sondage P104

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1857 502,37	6 234 241,99	RGF93 / CC47		Plurimétrique	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+224,45 m	2,45 m	-	NGF	Décimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P104	Pénétromètre dynamique	06/03/2025	06/03/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre				Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]				1,0
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m



Refus

Commentaires	Refus à 2.45m qd>50MPa
--------------	---------------------------



Site LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
Affaire 2411336

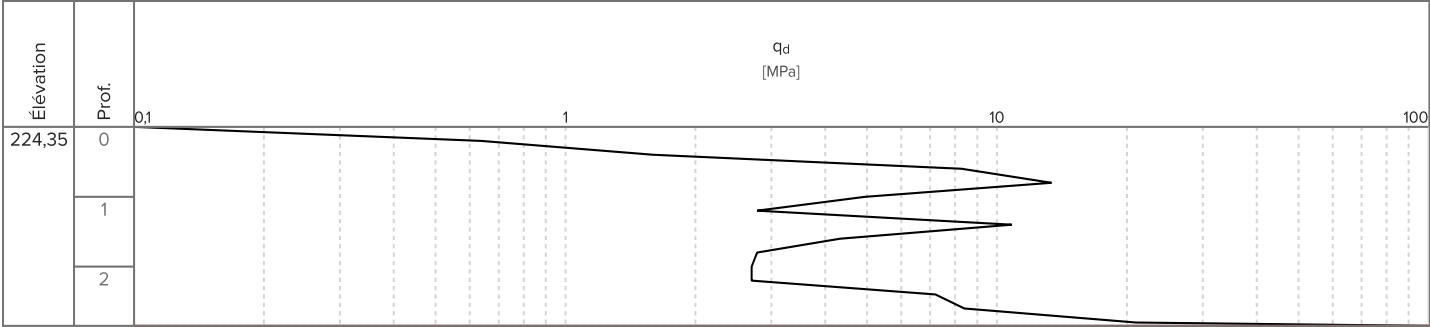
Sondage P105

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1857 404,93	6 234 236,68	RGF93 / CC47		Plurimétrique
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+224,35 m	2,85 m	-	NGF	Décimètre

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P105	Pénétromètre dynamique	06/03/2025	06/03/2025	DPM30C	A.B.

Type de pénétromètre	Facteur de correction
PAGANI DPM30C [GEOTEC]	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
20,0 cm	9,62 cm ²	29,7 kg	27,59 kg	2,46 kg/m





Commentaires	Refus à 2.85m qd>50MPa
--------------	---------------------------



Site
Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
2411336

Sondage F102

Longitude			Latitude			Système de coordonnées			Précision des relevés				
1857 471,45			6 234 246,48			RGF93 / CC47			Plurimétrique				
Élévation			Prof. atteinte			Angle		Nivellement		Précision des nivellements			
+224,95 m			2,0 m			-		NGF		Décimètre			
Début				Fin				Machine				Opérateur	
06/03/2025				06/03/2025				Pelle mécanique				A.B.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions								Outils	Niveau d'eau	
	224,95	0		Remblais : terre végétale marron foncé + débris de ferraille								PM	Néant
				0,5 m									
		Remblais : argile jaunâtre à blocs et cailloux + débris de ferraille											
			0,8 m										
			Remblais : blocs et cailloux à légère matrice argilo-sableuse rosâtre										
			1,1 m										
223,85	1		Remblais : sable et graviers à matrice argilo-limoneuse marron foncé et à quelques blocs rosâtre + quelques gros débris de béton et de ferraille										
			2 m										
222,95	2												

soilcloud.tech

Site
Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
2411336

Sondage F104

Longitude
1857 568,40

Latitude
6 234 275,81

Élévation
+224,75 m

Début
06/03/2025

Prof. atteinte
1,5 m

Fin
06/03/2025

Système de coordonnées
RGF93 / CC47

Angle
-

Nivellement
NGF

Machine
Pelle mécanique

Précision des relevés
Plurimétrique

Précision des nivellements
Décimètre

Opérateur
A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
224,75	0	RRR RRR RRR	Remblais : terre végétale marron à cailloux		
224,4			0,35 m		
	1		Remblais : Sable et graviers à matrice argilo-limoneuse marron foncé et à quelques blocs rosâtre et quelques débris d'enrobé	PM	Néant
223,25			1,5 m	1,5 m	



Commentaires

Refus pelle mécanique à 1.50m sur vestiges bétons

soilcloud.tech

Site LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
Affaire 2411336

Sondage F105

Longitude
1857 474,53

Latitude
6 234 313,05

Élévation
+223,9 m

Début
06/03/2025

Système de coordonnées
RGF93 / CC47

Angle
-

Nivellement
NGF

Machine
Pelle mécanique


Précision des relevés
Plurimétrique

Précision des nivellements
Décimètre

Opérateur
A.B.

Prof. atteinte
1,6 m

Fin
06/03/2025

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
223,65	0		Remblais : terre végétale marron foncé 0,25 m	PM	Néant
223,2			Remblais : blocs et cailloux à légère matrice argilo-sableuse rosâtre et jaune 0,7 m		
222,3	1		Remblais : argile graveleuse marron à débris de briques, d'enrobé et de ferraille 1,6 m		

Site
Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
2411336

Sondage F106

Longitude
1857452,88

Latitude
6 234 362,41

Élévation
+223,95 m

Début
06/03/2025

Prof. atteinte
1,8 m

Fin
06/03/2025

Système de coordonnées
RGF93 / CC47

Angle
-




Nivellement
NGF

Machine
Pelle mécanique

Précision des relevés
Plurimétrique

Précision des nivellements
Décimètre

Opérateur
A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Niveau d'eau
	0		Remblais : terre végétale marron à cailloux	Néant
223,65			0,3 m	
			Remblais : argile graveleuse marron foncé et jaune à blocs et cailloux + débris de béton et d'enrobé	
223,15	1		0,8 m	
			Remblais : argile limoneuse légèrement sableuse et graveleuse marron foncé et grise à tâches rougeâtres	Néant
			1,8 m	
222,15				

Site LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
Affaire 2411336

Sondage F107

Longitude
1857468,00

Latitude
6234351,64

Système de coordonnées
RGF93 / CC47

Précision des relevés
Plurimétrique

Élévation
+224,2 m

Prof. atteinte
1,1 m

Angle
-

Nivellement
NGF


Précision des nivellements
Décimètre

Début
06/03/2025

Fin
06/03/2025

Machine
Pelle mécanique

Opérateur
A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
223,9	0		Remblais : terre végétale marron à cailloux	PM	Néant
			0,3 m		
			Remblais : Argile sableuse marron foncé à cailloux et blocs + débris d'enrobé et de béton + souche de bois		
223,1	1		1,1 m	1,1 m	

Site
Affaire

LONGVIC - CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
2411336

Sondage F108

Longitude
1857 425,56

Latitude
6 234 282,72

Élévation
+225,1 m

Début
06/03/2025

Prof. atteinte
2,0 m

Fin
06/03/2025

Système de coordonnées
RGF93 / CC47

Angle
-


Nivellement
NGF

Machine
Pelle mécanique

Précision des relevés
Plurimétrique

Précision des nivellements
Décimètre

Opérateur
A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
225,1	0		Remblais : terre végétale marron à cailloux 0,45 m	PM	Néant
224,65	1		Remblais : argile jaunâtre à blocs et cailloux 0,8 m		
224,3			Remblais : blocs et cailloux à légère matrice argilo-sableuse rosâtre 1,2 m		
223,9			Remblais : argile sableuse marron clair à blocs et cailloux 1,7 m		
223,1			2	Remblais : galets blanc et noir 2 m	2 m



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Sondage : F1D+E1

Inclinaison/Verticale :

Date : 30/08/2018

Echelle : 1/100

X :

Y :

Z : 224.45 NGF

Page : 1/1

Affaire : 18/05777/DIJON

Cote	Prof.		Nature du terrain	Perméabilité (m/s)	Eau	Ech
224,45	0,00					
224,15	0,30	P	remblai: terre végétale limoneuse brune à graviers et racines		NEANT	
		R				
		R	remblai: blocs, débris de briques, bois, ferraille et sable marron brun			
223,05	1,40	P				
		R				
		P	sable légèrement argileux marron gris à graviers	1.6.10 ⁻⁴		
221,95	2,50					

EXGTE 2.30

Observations :



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Sondage : F2D+E2

Inclinaison/Verticale :

Date : 30/08/2018

Echelle : 1/100

X :

Y :

Z : 224.20 NGF

Page : 1/1

Affaire : 18/05777/DIJON

Cote	Prof.		Nature du terrain	Perméabilité (m/s)	Eau	Ech
224,20	0,00					
223,80	0,40	R	remblai: terre végétale limoneuse brune à graviers et racines		NEANT	
		R				
223,00	1,20	R	remblai: blocs et cailloux à matrice sableuse beige			
		R				
		R				
222,00	2,20	R	argile sableuse gris foncé avec quelques graviers (remblai?)			
		R				
221,70	2,50	R	sable et graviers à légèrement matrice argileuse grise	4.10-5		
		R				

EXGTE 2.30

Observations :



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Sondage : F3D+E3

Inclinaison/Verticale :

Date : 30/08/2018

Echelle : 1/100

X :

Y :

Z : 223.85 NGF

Page : 1/1

Affaire : 18/05777/DIJON

Cote	Prof.		Nature du terrain	Perméabilité (m/s)	Eau	Ech
223,85	0,00					
223,65	0,20					
223,15	0,70	R	remblai: terre végétale limoneuse brune à graviers et racines		NEANT	
222,75	1,10	R	remblai: blocs de béton, calcaire et cailloux à matrice sableuse marron beige			
222,35	1,50	R	argile sableuse marron brun à graviers (remblai?)			
		R	argile sableuse gris foncé marron à graviers (remblai?)			
			sable et graviers marron			
221,35	2,50			8.10-4		

Observations :

EXGTE 2.30

Cote	Prof.		Nature du terrain	Stratigraphie	Eau	Ech
224,10	0,00					
223,70	0,40	R	remblai: terre végétale limoneuse brune à graviers			
		R				
222,60	1,50	R	remblai: blocs béton, cailloux, débris de brique			
222,30	1,80	R				
		R	remblai : argile beige			
		R				
		R				
220,80	3,30	R	remblai : argile noire avec graviers, galets, racines et blocs de béton		3,10 m	
		R				

EXGTE 2.30

Observations :



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Pénétromètre : P1D

Inclinaison/Verticale :

Date : 31/08/2018

Type : DPM30C

Echelle : 1/100

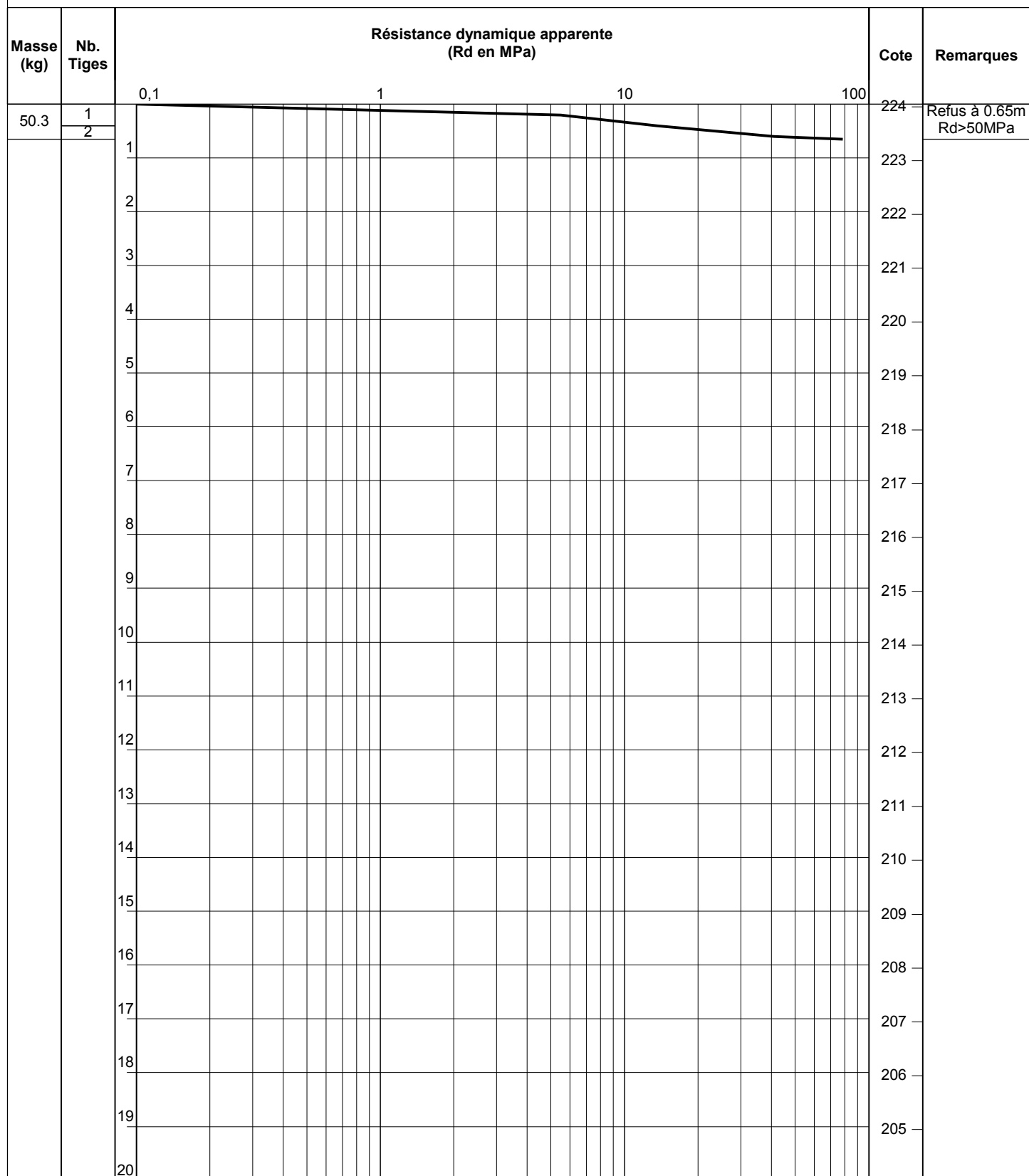
Affaire : 18/05777/DIJON

X :

Y :

Z : 224.05 NGF

Page : 1/1



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²

Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle _PENDYN2



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Pénétromètre : P2D

Inclinaison/Verticale :

Date : 31/08/2018

Type : DPM30C

Echelle : 1/100

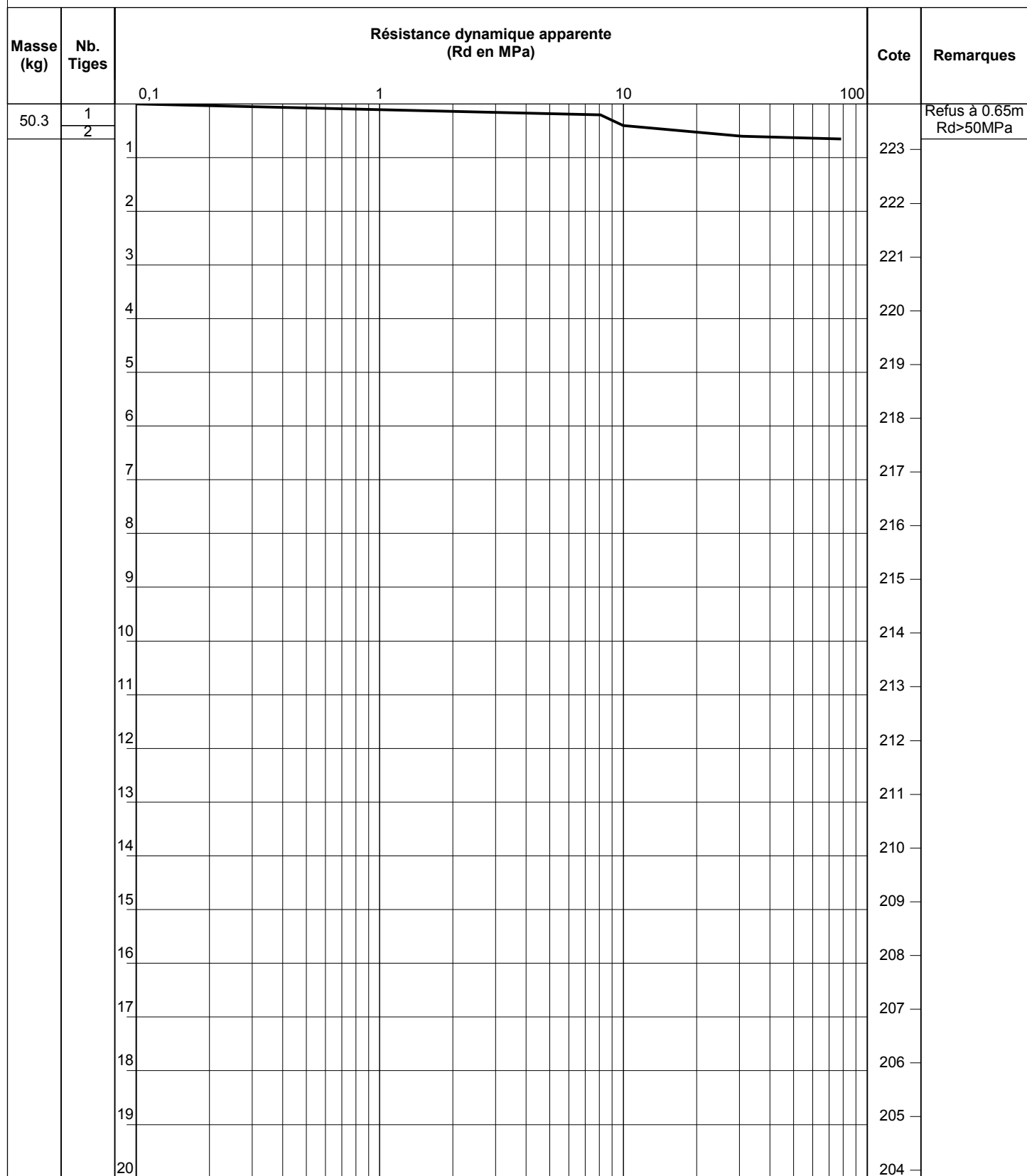
Affaire : 18/05777/DIJON

X :

Y :

Z : 223.85 NGF

Page : 1/1



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²

Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle _PENDYN2



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Pénétromètre : P3D

Inclinaison/Verticale :

Date : 31/08/2018

Type : DPM30C

Echelle : 1/100

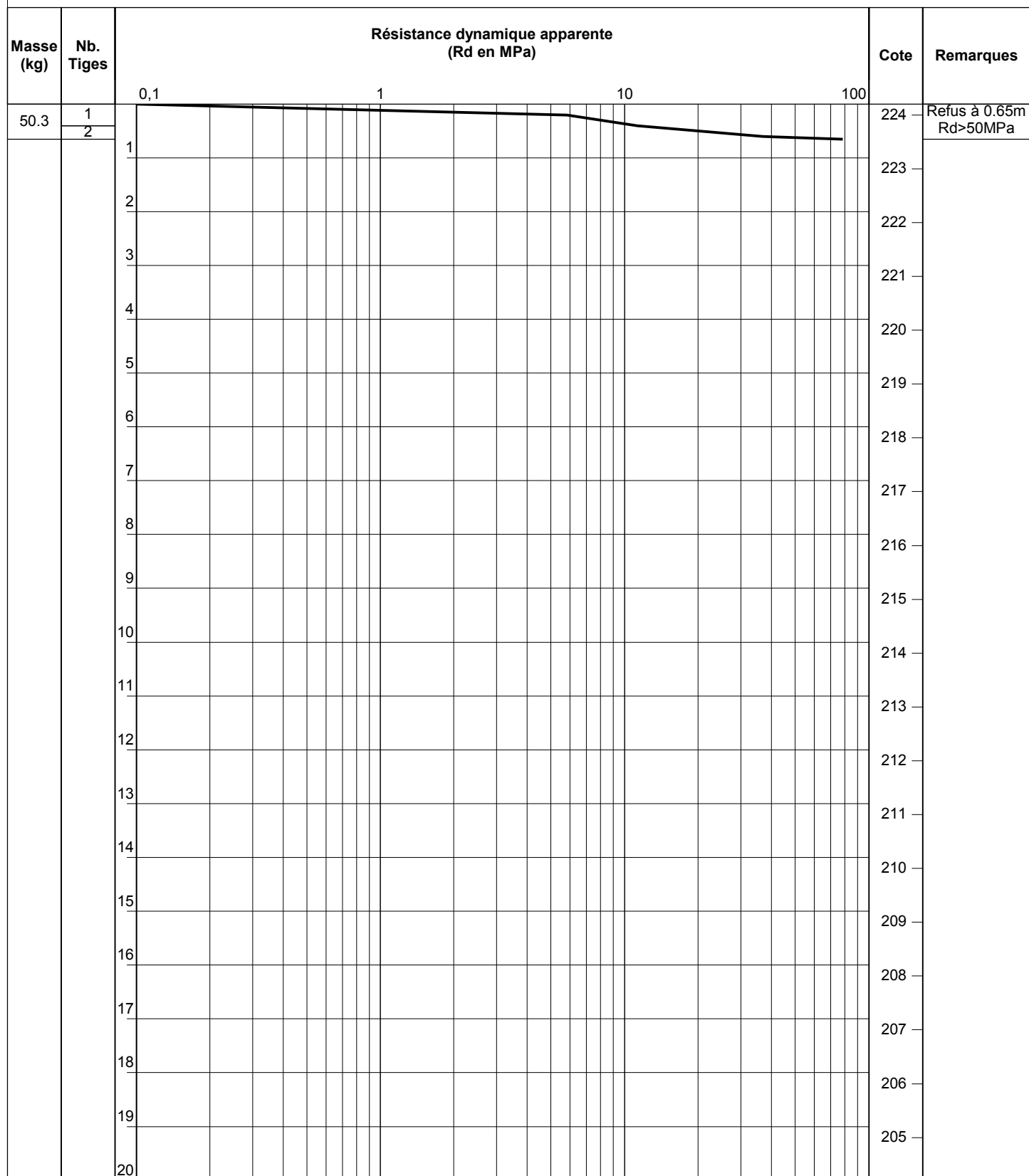
Affaire : 18/05777/DIJON

X :

Y :

Z : 224.20 NGF

Page : 1/1



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²

Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle _PENDYN2



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Site : AHUY-DIJON-LONGVIC

Pénétrromètre : P4D

Inclinaison/Verticale :

Date : 31/08/2018

Type : DPM30C

Echelle : 1/100

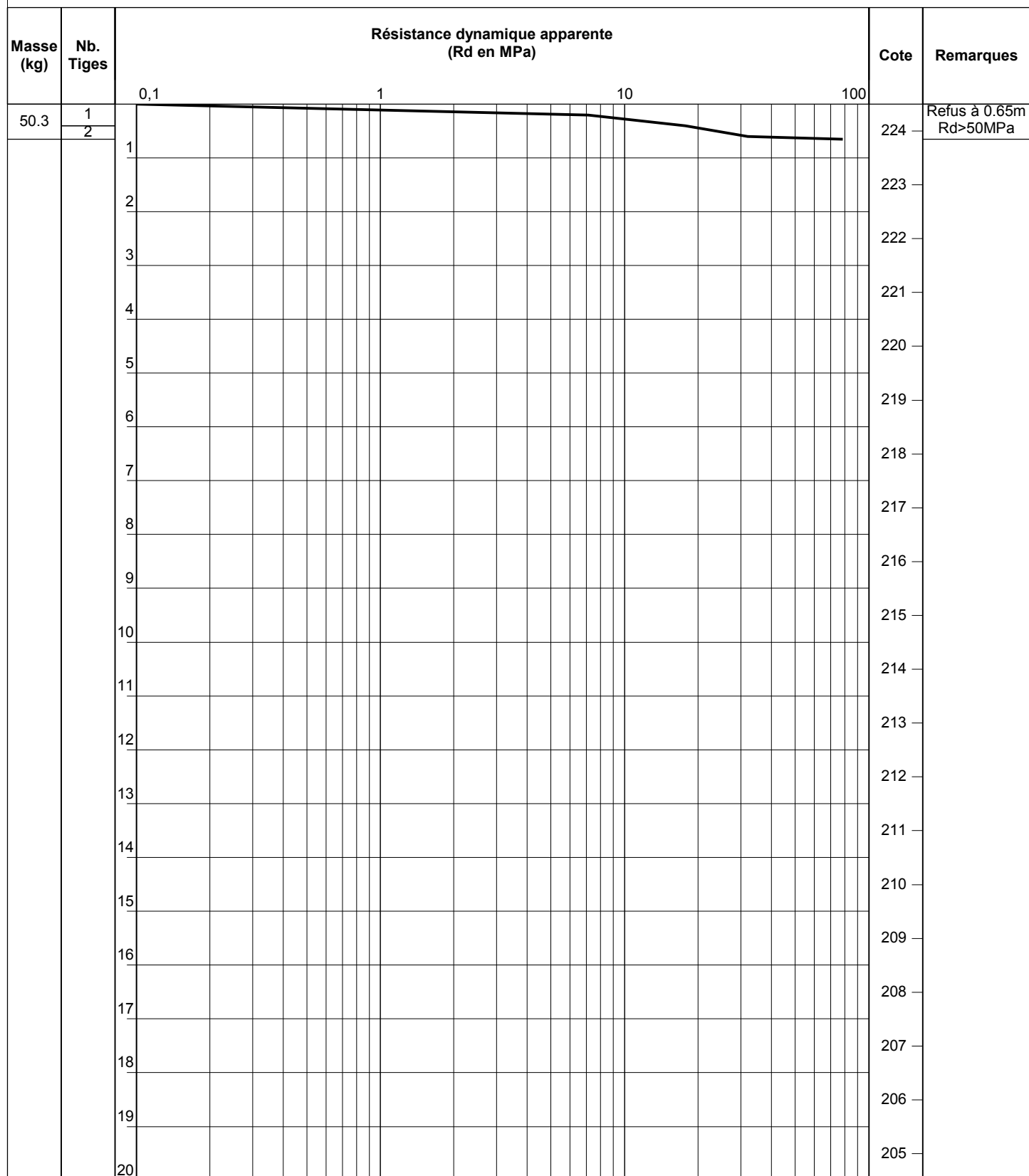
Affaire : 18/05777/DIJON

X :

Y :

Z : 224.50 NGF

Page : 1/1



EXGTE 2.30

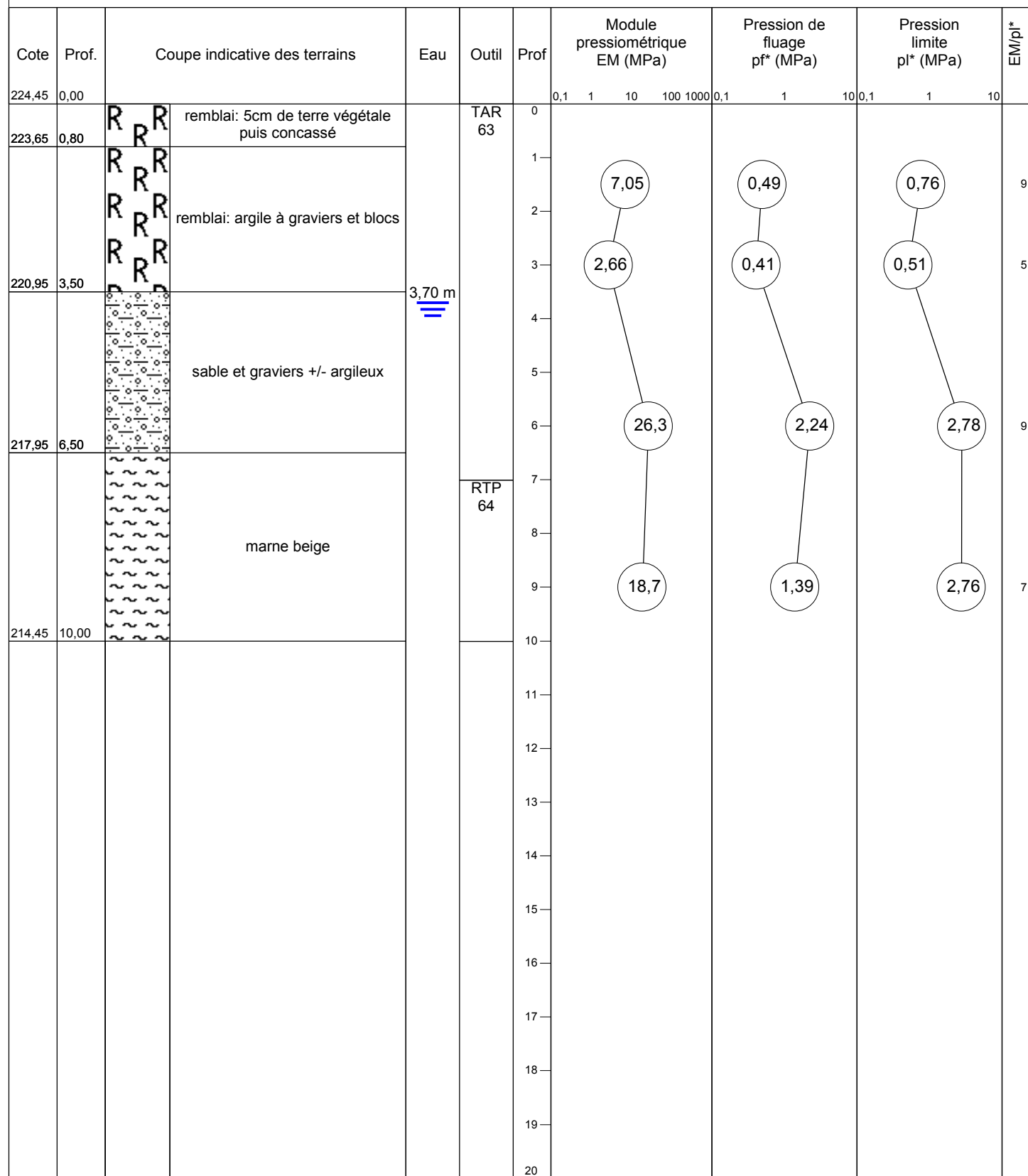
Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²

Masse enclume : 27.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

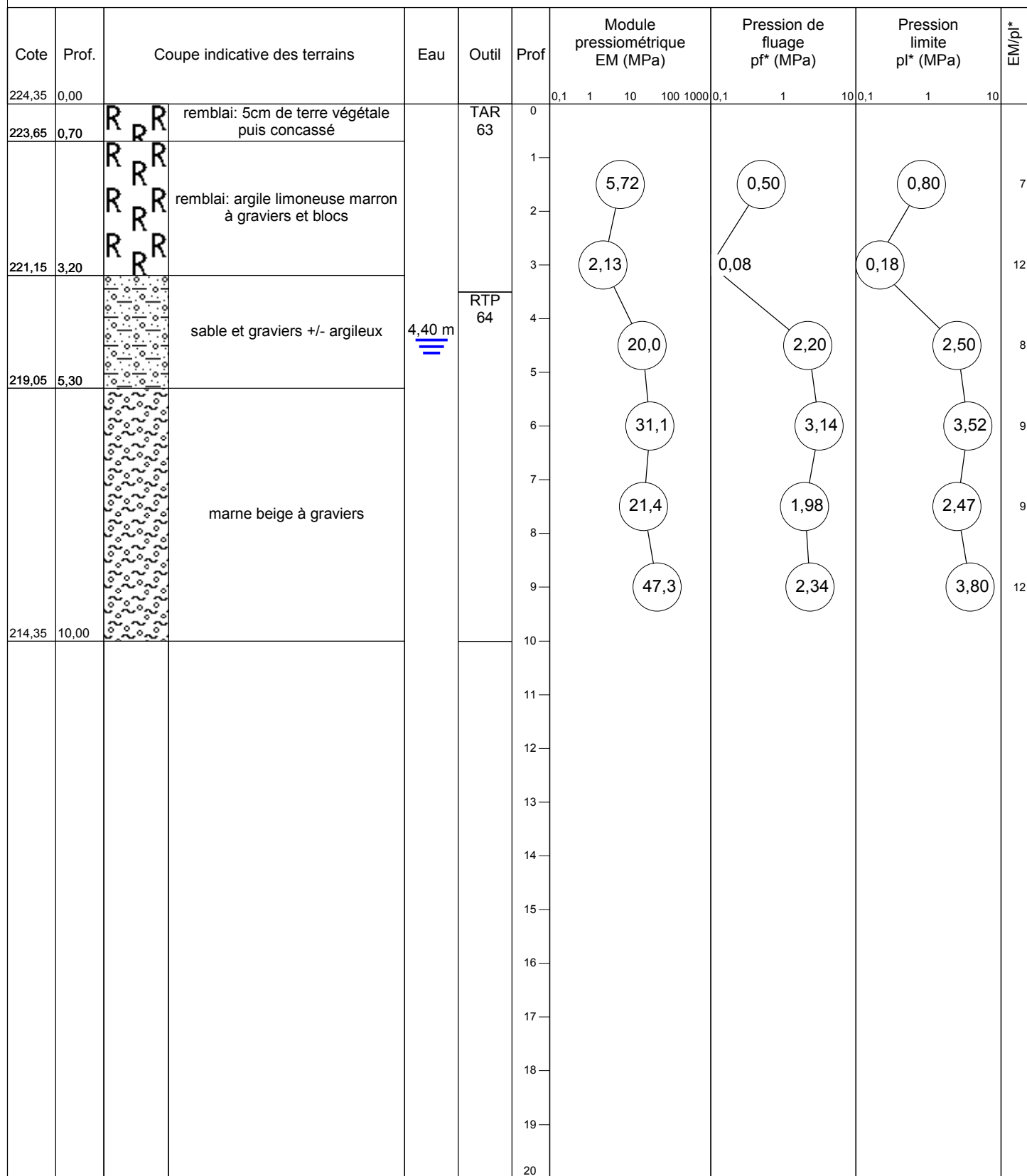
Modèle _PENDYN2



EXGTE 2.30

Observations :

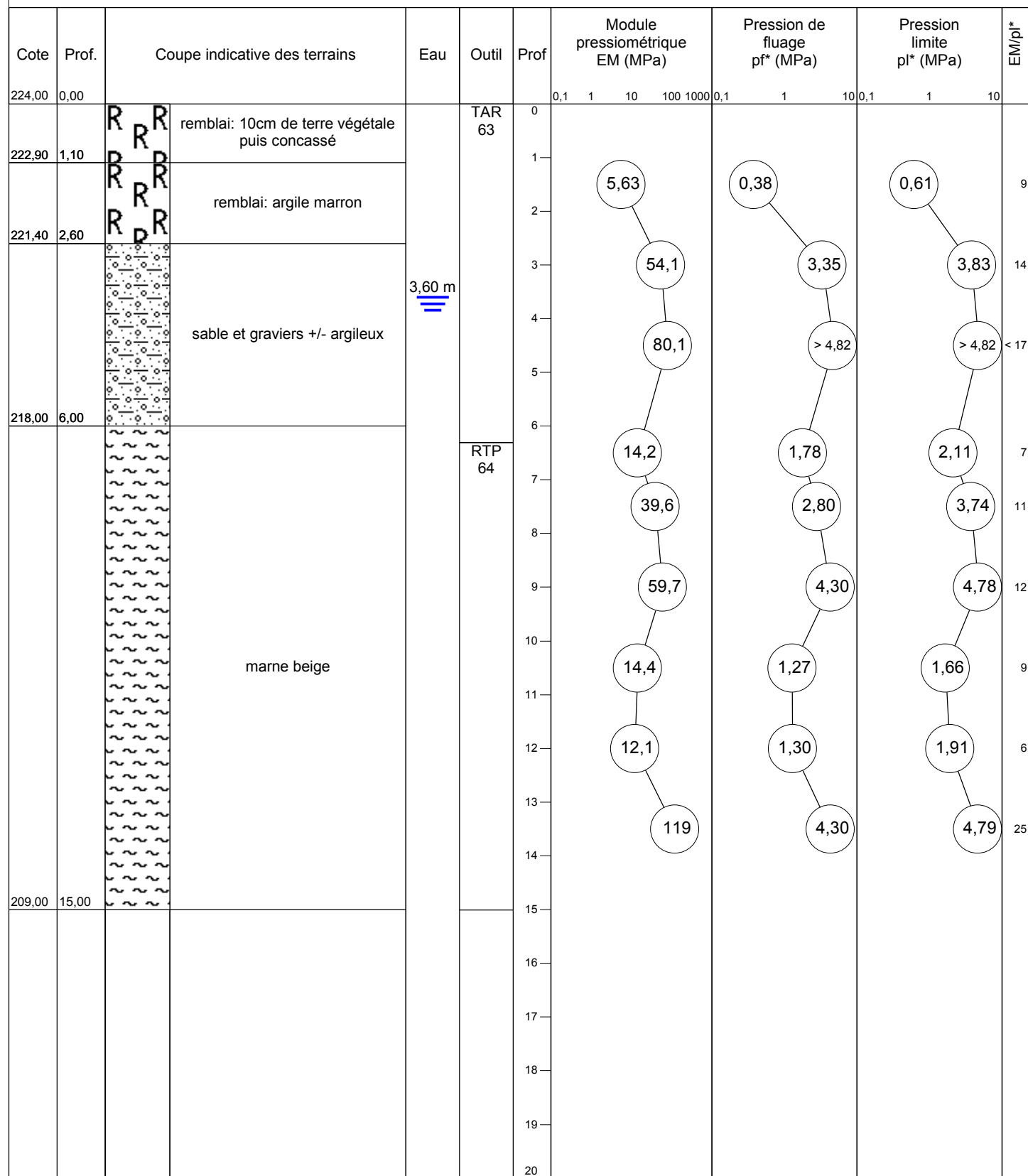
Eboulement du forage à 4.40m
 Tubage Diamètre 76mm de 0.00m à 6.50m
 Perte d'injection à 7.00m



EXGTE 2.30

Observations :

Eboulement du forage à 4.50m
Tubage Diamètre 76mm de 0.00m à 5.50m



Observations :

Tubage Diamètre 76mm de 0.00m à 6.00m

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
224,55	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
		remblai: 5cm de terre végétale puis argile marron à graviers et blocs		TAR 63	0				
					1	49,2	2,47	2,85	17
					2				
					3	8,43	0,56	0,90	9
220,75	3,80				4				
		sable et graviers +/- argileux	4,30 m		5	35,6	3,31	3,80	9
					6	16,9	1,83	2,53	7
217,55	7,00				7				
		marne beige		RTP 64	8	25,5	1,81	2,78	9
					9	34,7	3,77	4,42	8
					10	15,6	1,32	2,17	7
					11				
					12	20,4	2,18	2,85	7
					13	91,9	> 4,80	> 4,80	< 19
209,55	15,00				14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

EXGTE 2.30

Observations :

Tubage Diamètre 76mm de 0.00m à 7.00m

Annexe 4

Essais de laboratoire



Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING



part of **ALS Limited**

WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

GEOTEC

Madame Céline LE BARBEY

9 boulevard de l'Europe

21800 QUETIGNY-LES-DIJON

N° rapport d'essai ULY25-010387-1
N° commande ULY-10039-25
Interlocuteur (interne) J. Garambois
Téléphone +33 426 389 565
Courrier électronique jb.garambois@wessling.fr
Date 31.03.2025

Rapport d'essai

LONGVIC 2411336



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Rapport d'essai n° : ULY25-010387-1
Projet : LONGVIC 2411336

WESSLING



part of **ALS Limited**

WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 31.03.2025

N° d'échantillon		25-038152-01	25-038152-02	25-038152-03	25-038152-04
Désignation d'échantillon	Unité	F103 0.80-1.60m	F105 0.70-1.60m	F106 0.80-1.80 m	F108 1.20-1.70 m

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB			76,2 (A)	77,1 (A)
---------------	------------	--	--	----------	----------

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS			10 (A)	<5 (A)
-----------------	----------	--	--	--------	--------

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique				26/03/2025 (A)	26/03/2025 (A)
------------------------------------	--	--	--	----------------	----------------

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS			1100 (A)	1000 (A)
----------------	----------	--	--	----------	----------

Rapport d'essai n° : ULY25-010387-1
Projet : LONGVIC 2411336

WESSLING



part of **ALS Limited**

WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 31.03.2025

N° d'échantillon		25-038152-01	25-038152-02	25-038152-03	25-038152-04
Désignation d'échantillon	Unité	F103 0.80-1.60m	F105 0.70-1.60m	F106 0.80-1.80 m	F108 1.20-1.70 m

Sulfure (S) - DIN 4030-2 mod. (2008-06) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Sulfure (S)	mg/kg MS-A	<1,0	15		
-------------	------------	------	----	--	--

Tamissage (5mm) - DIN 19747 (2009-07) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Masse d'échantillon non séché	g	764,8	830,3		
Poids fraction < 5 mm	g	n.a.	n.a.		
Fraction < 5 mm	Gew% MB	n. a.	n. a.		
Fraction > 5 mm	Gew% MB	n. a.	n. a.		

Elution 1:4 - DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3 - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

4:1 Eluat		25.03.2025	25.03.2025		
-----------	--	------------	------------	--	--

Capacité acide jusqu'à pH 4.3 - DIN 38409-7 (2005-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

pH avant titrage	EL 4:1	8,28	8,29		
Capacité acide, pH 4,3, dissous	mmol/l EL 4:1	0,768	1,16		
Température de titration	°C EL 4:1	20,7	20,15		

Anions (Cl, SO4) dissous - DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Chlorures (Cl)	mg/l EL 4:1	<1,0	<1,0		
Sulfates (SO4)	mg/l EL 4:1	1,1	5,9		

Tri sur sol - Méthode interne - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Plastiques >2 mm	% masse	<0,10	<0,10		
Verre >2 mm	% masse	<0,10	<0,10		
Métaux > 2 mm	% masse	<0,10	<0,10		
Bois > 2 mm	% masse	<0,10	<0,10		
Autres > 2 mm	% masse	<0,10	<0,10		

Extraction HCl - DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4 - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		25.03.2025	25.03.2025		
------------------------------------	--	------------	------------	--	--

Soufre (S) - DIN ISO 22036 mod. (2009-06) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Soufre, soluble dans l'HCl	µg/l Ext. HCl	14400	23400		
----------------------------	---------------	-------	-------	--	--

Conductivité sur sol après extraction à l'eau - Méthode interne - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Conductivité [25°C]	µS/cm MS	95	78		
Résistivité électrique 25°C	Ohm · m MS	105	128		

Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Classe d'exposition				Hors classe (A)	Hors classe (A)
---------------------	--	--	--	-----------------	-----------------

Rapport d'essai n° : ULY25-010387-1
Projet : LONGVIC 2411336

WESSLING



part of **ALS Limited**

WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 31.03.2025

N° d'échantillon		25-038152-01	25-038152-02	25-038152-03	25-038152-04
Désignation d'échantillon	Unité	F103 0.80-1.60m	F105 0.70-1.60m	F106 0.80-1.80 m	F108 1.20-1.70 m

Critères selon DIN 50929-3

Capacité acide calculé jusqu'à pH 4.3 - Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Capacité acide, pH 4,3, dissous	mmol/kg MS <5	3,3	5,3		
---------------------------------	------------------	-----	-----	--	--

Proportion de composants éliminés par lavage - DIN 50929-3 (2018-03) - Réalisé par un laboratoire partenaire (Allemagne)

Composants rinçables	% masse MS <5	51	31		
----------------------	------------------	----	----	--	--

Matière sèche et teneur en eau - DIN EN 15934 (2012-11) A - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Teneur en eau (105°C)	% masse MB <5	5,8	12,9		
-----------------------	------------------	-----	------	--	--

pH - DIN EN 15933 mod. (2012-11) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

pH	MB <5	9,4	9,0		
----	-------	-----	-----	--	--

Capacité de base jusqu'à pH 7,0 - DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5 - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Capacité basique à pH 7,0	mmol/kg MS <5	n. a.	n. a.		
---------------------------	------------------	-------	-------	--	--

Sulfates (SO4) - Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Sulfates, solubles dans l'HCl	mmol/kg MS <5	0,5	0,8		
-------------------------------	------------------	-----	-----	--	--

Sels neutres calculés (Cl + 2*SO4) - Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Sels neutres (Cl + 2*SO4), dissous	mmol/kg MS <5	0,2	0,6		
------------------------------------	------------------	-----	-----	--	--

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

MS <5 : Matières sèches de la fraction <5mm

MB <5 : Matière brute de la fraction <5mm

EL 4:1 :

MS-A : Matières séchées à l'air

Ext. HCl : Extrait acide chlorhydrique

< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	21.03.2025	21.03.2025	21.03.2025	21.03.2025
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	19.03.2025	19.03.2025	19.03.2025	19.03.2025
Heure de prélèvement :	14:00	14:00	14:00	14:00
Récipient :	4*250ml VBrun WES002	4*250ml VBrun WES002	4*250ml VBrun WES002	4*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	16	16	16	16
Début des analyses :	21.03.2025	21.03.2025	21.03.2025	21.03.2025
Fin des analyses :	28.03.2025	28.03.2025	28.03.2025	28.03.2025

Le 31.03.2025

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".


Les résultats obtenus ne permettent pas de déterminer une classe d'exposition selon la NF EN 206 :

-Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol : Valable pour les échantillons 25-038152-03, -04

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président



OULAB-04-v4 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2411336	Opérateur	JG	
SITE	LONGVIC	Vérificateur	C. LE BARBEY	
Date	26/03/2025			

NA = Non Applicable

Sondage	Prof Sup (m)	Prof Inf (m)	Description	Teneur en eau naturelle (0/D) Wnat (%)	Granulométrie - Sédimentométrie									Valeur au Bleu de Méthylène VBS (g/100g)	Limites d'Atterberg				CLASSIFICATION (NF P 11-300)	CLASSIFICATION (EN 16907)	
					Diamètre maximal Dmax (mm)	Passant à 63 mm < 63 mm (%)	Passant à 50 mm < 50 mm (%)	Passant à 2 mm < 2 mm (%)	Passant à 80 µm < 80 µm (%)	Passant à 63 µm < 63 µm (%)	Passant à 2 µm < 2 µm (%)	Coefficient d'uniformité Cu	Fraction 63µm/2mm		Fraction 2mm/63mm	Limite de liquidité WL (%)	Limite de plasticité WP (%)	Indice de plasticité IP			Indice de consistance IC
F102	1,10	2,00	Remblais: Gravier et sable limoneux	7,9	35,0	100,0	100,0	33,8	19,6	19,4			14,4	66,2	0,83					B5	I1
F106	0,80	1,80	Argile limoneuse légèrement sableuse brune à gravier	24,3	35,0	100,0	100,0	82,1	67,8	67,3			14,8	17,9	4,70					A2	F2

Annexe 5

Résultats FOXTA

Données

Titre du projet : Centrale photovoltaïque - DIJON/LONGVIC - ancienne STEP

Numéro d'affaire : 2411336/DIJON

Commentaires : N/A

Titre du calcul : foré tubé - COMPRESSION (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 4 [FTR] - Foré tubé (virole récupérée)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Mort terrain = remblais		Argile, limons	-3,80	0,01	0,01	0,01	2,200
2	Sables et graviers +/- argileux		Sables, graves	-5,30	3660,00	90,00	0,01	1,540
3	Marne beige		Marne et calcaire marneux	-6,30	3060,00	146,26	0,01	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,80

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

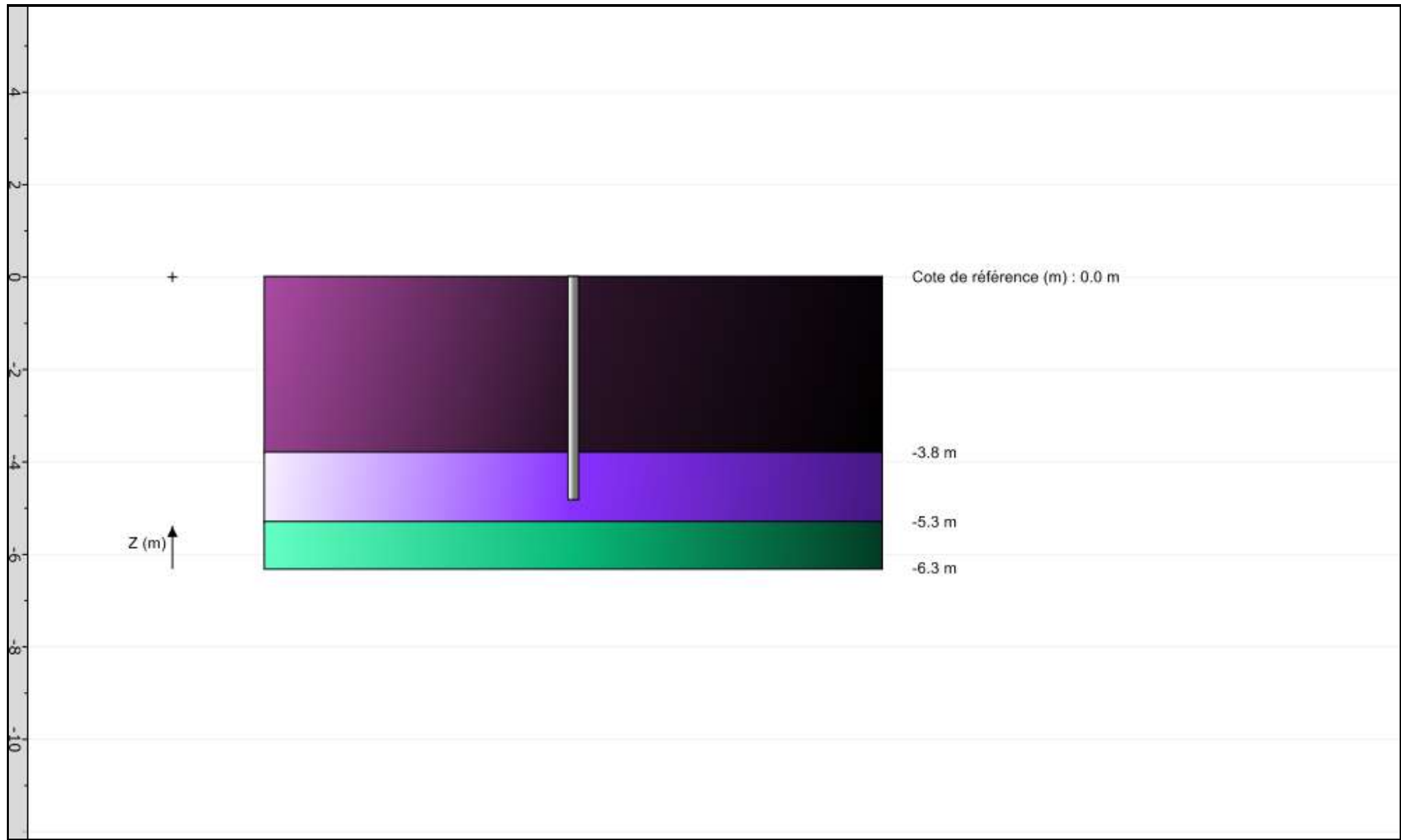


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 17:02:44
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 1/3)
Titre du calcul : foré tubé - COMPRESSION

Onglet "Paramètres généraux"



Programme FondProf v2.7.0

(c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\MCHIAR~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\11636\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 14/04/2025 à 10h57
 par : GEOTEC

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 4
- pour pieu travaillant en compression

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

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.031
 Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-3.80	0.0	0.01	1.00	0.01	2.20
02	-5.30	3660.0	90.00	1.00	0.01	1.54
03	-6.30	3060.0	146.26	1.00	0.01	2.20

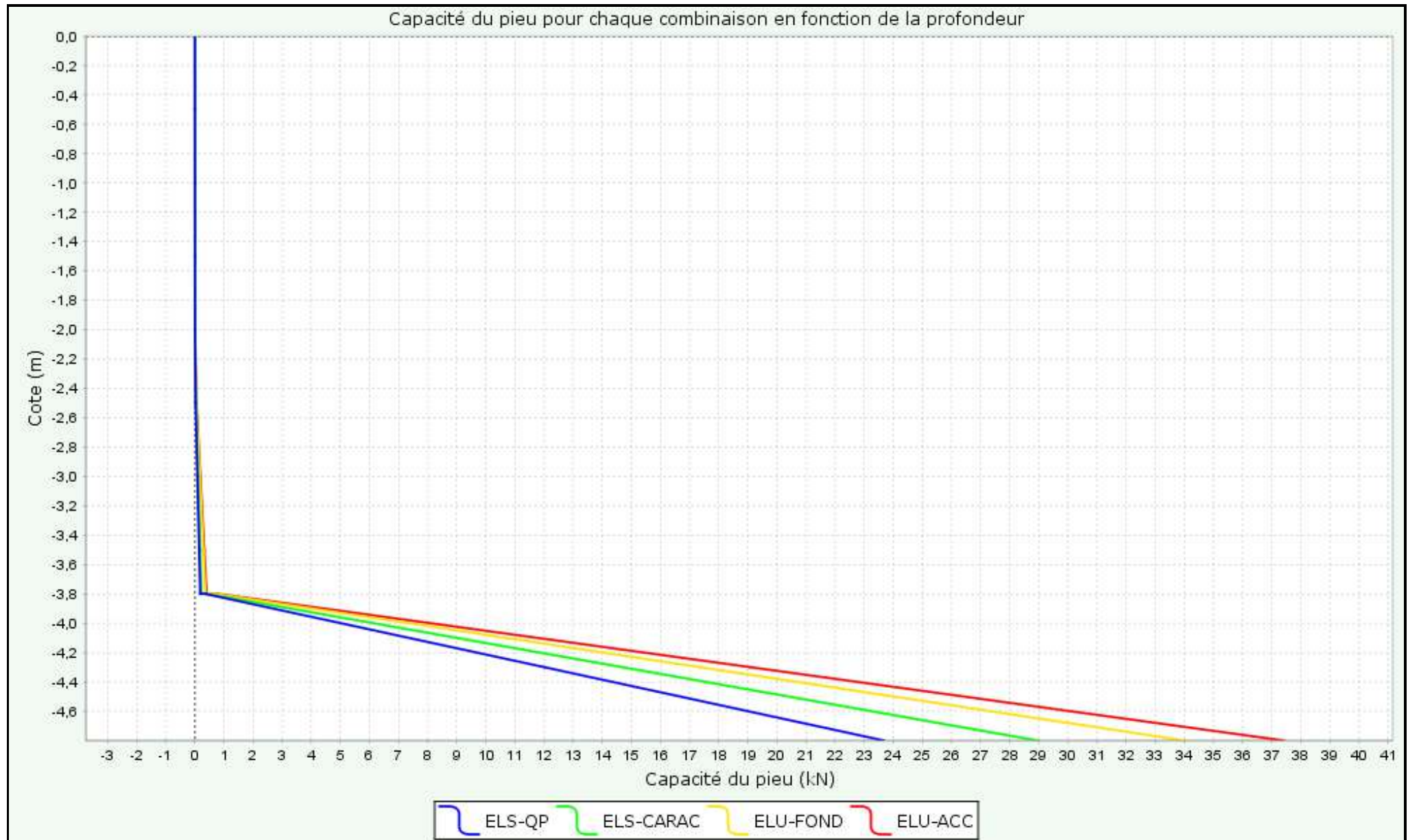
Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 4.80

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.50	0.01	366.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
01	-3.00	0.01	1281.0	0.010	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2
01	-3.50	0.01	2196.0	0.010	0.0	0.7	0.1	0.2	0.3	0.3
01	-3.80	0.01	2745.0	0.010	0.0	0.9	0.2	0.2	0.4	0.4
02	-3.80	90.00	3660.0	0.010	0.0	1.1	0.3	0.4	0.7	0.8
02	-4.30	90.00	3510.0	0.010	28.3	1.1	12.0	14.7	17.3	19.1
02	-4.80	90.00	3360.0	0.010	56.6	1.1	23.7	29.0	34.0	37.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Centrale photovoltaïque - DIJON/LONGVIC - ancienne STEP

Numéro d'affaire : 2411336/DIJON

Commentaires : N/A

Titre du calcul : foré tubé - TRACTION (Cas 2)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 4 [FTR] - Foré tubé (virole récupérée)

Essais réalisés : Oui

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Mort terrain = remblais		Argile, limons	-3,80	0,01	0,01	0,01	2,200
2	Sables et graviers +/- argileux		Sables, graves	-5,30	3660,00	90,00	0,01	1,870
3	Marne beige		Marne et calcaire marneux	-6,30	3060,00	146,26	0,01	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,80

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

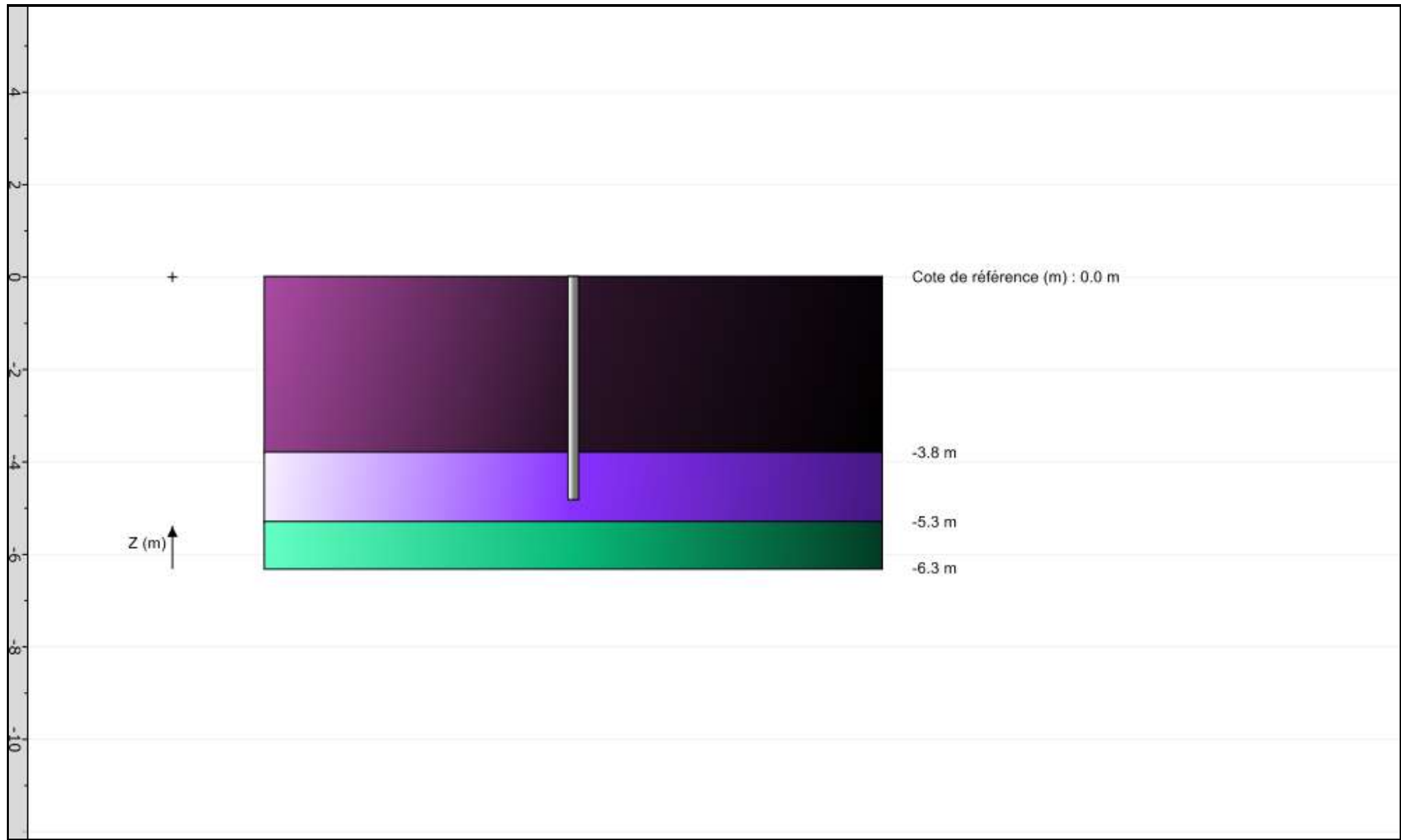


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 17:03:42
Calcul réalisé par : GEOTEC

Projet : FOXTA
Module : Fondprof (Cas 2/3)
Titre du calcul : foré tubé - TRACTION

Onglet "Paramètres généraux"



Programme FondProf v2.7.0

(c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\MCHIAR~1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\11636\FP.4.resu

Calcul réalisé le : 14/04/2025 à 10h56
 par : GEOTEC

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 4
- pour pieu travaillant en traction

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

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.031
 Périmètre : 0.628

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-3.80	0.0	0.01	1.00	0.01	2.20
02	-5.30	3660.0	90.00	1.00	0.01	1.87
03	-6.30	3060.0	146.26	1.00	0.01	2.20

Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 4.80

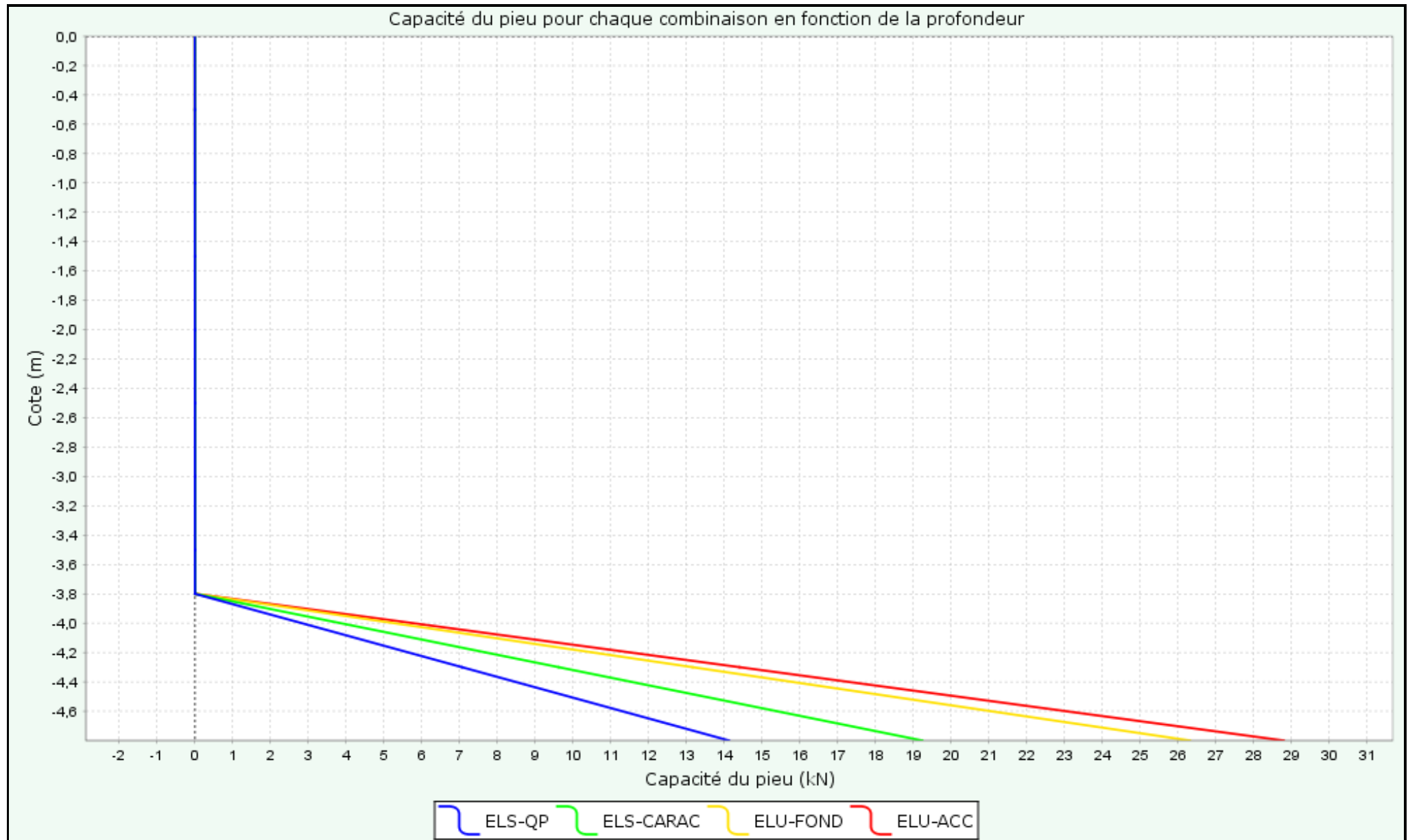
couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.00	0.01	0.0	0.010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-2.50	0.01	366.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-3.00	0.01	1281.0	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-3.50	0.01	2196.0	0.010	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-3.80	0.01	2745.0	0.010	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-3.80	90.00	3660.0	0.010	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-4.30	90.00	3510.0	0.010	28.3	1.1	7.1	9.6	13.2	14.4
02	-4.80	90.00	3360.0	0.010	56.6	1.1	14.1	19.2	26.3	28.8



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 15/04/2025 - 17:03:42
 Calcul réalisé par : GEOTEC
 Projet : FOXTA
 Module : Fondprof (Cas 2/3)
 Titre du calcul : foré tubé - TRACTION

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Annexe 6

Rapport ME2I

GÉOTEC

**DIJON (21)
STEU EAUVITALE CHEMIN DE LA
MONGEOTTE – ANCIENNE STEP**

**LOCALISATION DE VESTIGES
ENTERRÉS (FONDATIONS, LONGRINES,
OUVRAGES...) PAR MÉTHODE
GÉORADAR**

RAPPORT

**Rapport n°3272
Février 2025**

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
1 INTRODUCTION	3
2 ÉQUIPEMENT GÉORADAR UTILISÉ	3
3 LIMITES DE LA MÉTHODE GÉORADAR	5
4 MESURES EFFECTUÉES	5
5 RÉSULTATS DES MESURES.....	5
ANNEXE A EXEMPLES DE RADARGRAMMES.....	26
ANNEXE B PRINCIPE DE LA MÉTHODE GÉORADAR.....	30

1 INTRODUCTION

A la demande de la société Géotec, ME2i a réalisé une campagne de mesure par méthode géoradar sur le site de l'ancienne STEP chemin de la Mongeotte dans la ville de Dijon (21). L'objectif de la prestation est de localiser les anomalies dans le sol pouvant correspondre à des structures et ouvrages anthropiques (dalles ferrillées, fondations, ouvrages...) à la suite de la démolition de la STEP. La figure 1 montre l'emplacement de la zone d'intervention.

Les mesures ont été réalisées du 3 au 5 février 2025.

Le principe de la méthode géoradar est présenté annexe B.

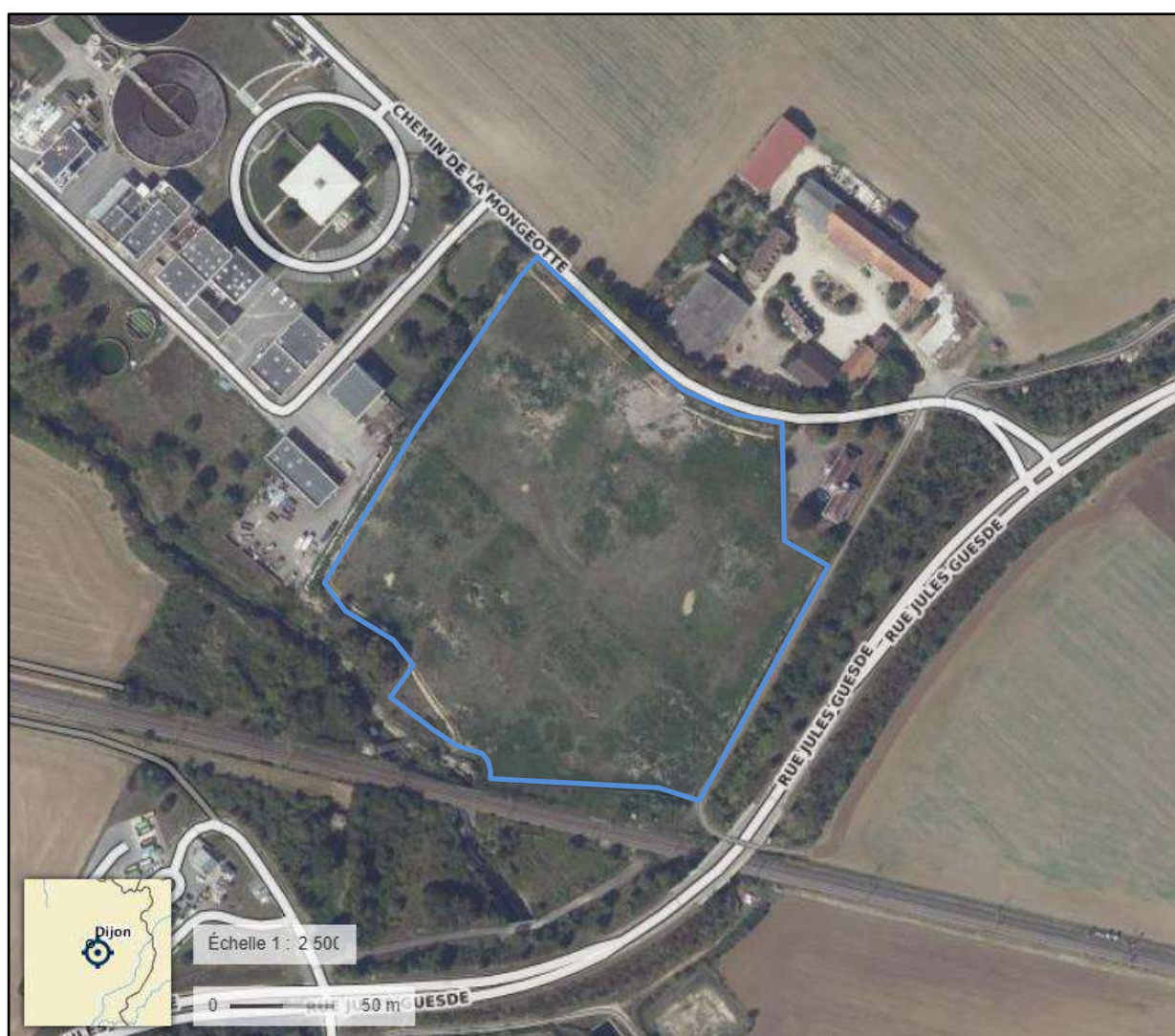


Figure 1 – Localisation du site d'étude (en bleu).

2 ÉQUIPEMENT GÉORADAR UTILISÉ

Le matériel mis en œuvre est composé des éléments suivants (photographies 1 et 2) :

- ♦ Deux unités d'acquisition de données géoradar Utility Scan DF et SIR 4000 de marque GSSI.
- ♦ Une antenne GSSI bi-fréquences 800-300 MHz de profondeur d'investigation 1.5 et 3 m environ
- ♦ Une antenne GSSI 200 MHz de profondeur d'investigation 5 m maximum.



Utilityscan DF

Chariot avec roue codeuse

Antenne bi-fréquences
300/800 Mhz

Photographie 1 – Antenne bi-fréquences 300/800 MHz et unité d'acquisition utilityScan DF montée sur chariot avec roue codeuse.



Unité d'acquisition

Roue codeuse

Antenne 200 MHz

Photographie 2 – Antenne 200 MHz avec une roue codeuse et unité d'acquisition SIR 4000.

3 LIMITES DE LA MÉTHODE GÉORADAR

Les limites de la méthode géoradar dans la localisation de réseaux sont :

- ♦ La nature du terrain : certains terrains comme l'argile par exemple atténuent fortement la propagation des ondes électromagnétiques dans le sol. Plus le sol est argileux, plus la pénétration des ondes est faible et plus la profondeur d'investigation est faible.
- ♦ La saturation en eau : elle détermine également la profondeur d'investigation et la qualité du signal. Un terrain fortement saturé engendre un signal de qualité médiocre et une forte diminution de la profondeur d'investigation.
- ♦ La régularité du terrain : un terrain bosselé ou accidenté entraînera un couplage antenne/sol de mauvaise qualité, ce qui provoquera une multiplication de réflexions des ondes électromagnétiques, masquant ainsi les structures enterrées.
- ♦ La nature et la taille des objets recherchés peuvent aussi constituer des limites de la méthode. Ainsi, des réseaux en PVC, en PEHD, en béton non ferrailé... sont difficilement perceptibles, surtout si ceux-ci sont de petit diamètre et profonds.
- ♦ La présence d'objets métalliques en surface (câbles électriques, tampons en fonte, ferrailage de forte densité...) peut parfois empêcher les ondes radar de pénétrer en profondeur.

4 MESURES EFFECTUÉES

L'objectif de la prestation est de localiser les anomalies dans le sol pouvant correspondre à des structures et ouvrages anthropiques enterrés.

Les mesures géoradar ont été effectuées suivant des profils longitudinaux espacés de 2 m en quinconce avec chaque antenne, permettant de couvrir la zone avec un espacement global de 1 m..

Les profils réalisés sont indiqués figures 2 à 7 en violet et orange.

5 RÉSULTATS DES MESURES

La méthode géoradar permet la localisation des anomalies dans le sol, ou plus généralement des contrastes entre les formations et les structures présentes dans le sol. Si le sol était homogène, aucune anomalie n'apparaîtrait sur les radargrammes. Certaines structures enterrées ont des signatures typiques, comme par exemple les câbles et canalisations (signature hyperbolique) et sont facilement identifiables. D'autres structures ou phénomènes du sol sont plus difficiles à identifier, comme par exemple les vides, les décompressions de sol, les caves, les objets enterrés de forme irrégulière... Dans ce cas, on parle d'anomalies qu'il faut identifier par des méthodes destructives.

Des exemples de radargrammes issus des profils de mesure réalisés sont présentés annexe A. Le signal est de bonne qualité jusque 3.5 m environ.

Nous attirons l'attention du lecteur sur les points suivants :

- Sur la partie Nord de l'emprise se trouve une zone avec une couche d'enrobé, cette couche atténue fortement le signal en profondeur et est susceptible de masquer des structures sous-jacentes.
- Un secteur au Sud de l'emprise présente de très fortes réflexions, qui pourrait être dû à un remblais de différente nature *post*-démolition de la STEP. Cette zone présente un signal très dense qui rend difficile l'interprétation et ne permet pas de distinguer clairement les potentiels vestiges.

Plusieurs types d'anomalies ont été relevés :

- ♦ Les anomalies ponctuelles sont des anomalies de faibles étendues. Elles symbolisent la plupart du temps la présence de réseaux enterrés. La cartographie des réseaux enterrés ne fait pas partie de la prestation. Ces anomalies ne sont donc pas signalées sur les planches des résultats. **Nous préconisons des sécurisations de sondages vis-à-vis des réseaux enterrés par géoradar et radiodétection au droit des éventuels travaux de fouilles et sondages géotechniques de vérification des anomalies localisées.**
- ♦ Les anomalies étendues caractérisées une signature hyperbolique large détectées le long des profils de mesure sont présentées par des rectangles de couleur rouge figures 8 à 13. La longueur du

rectangle indique l'extension de l'anomalie et le chiffre apposé indique la profondeur de la zone par rapport au TN. Ces anomalies pourraient correspondre à des structures anthropiques de faibles dimensions (massifs / têtes de pieux...) ou bien à des vides / cavités sous le sol.

- ♦ Les anomalies étendues caractérisées par un horizon détectées le long des profils de mesure sont présentées par des rectangles de couleur rouge figures 8 à 13. La longueur du rectangle indique l'extension de l'anomalie et le chiffre apposé indique la profondeur de la zone par rapport au TN. Ces anomalies pourraient correspondre à une limite de forme ou à une structure anthropique, néanmoins la signature de ces horizons ne permet pas de les caractériser précisément.
- ♦ Les anomalies caractérisées par des zones hétérogènes le long des profils de mesure sont présentées par des rectangles de couleur orange figures 8 à 13. La longueur du rectangle indique l'extension de l'anomalie et le chiffre apposé indique la profondeur de la zone par rapport au TN. Ces anomalies pourraient correspondre à des vestiges hétérogènes (débris de démolition, résidus de combustion, fosses dépotoirs..) ou bien à des horizons décomprimés ou remaniés.

À partir de l'ensemble de ces anomalies, une carte d'interprétation peut être dressée. Il s'agit de voir si certaines anomalies géoradar peuvent être reliées entre elles afin d'établir des zones anomaes. Les résultats de l'interprétation de zones anomaes détectées par méthode géoradar sont présentés figures 14 à 19 avec un code couleur permettant de distinguer des zones d'anomalies principales de couleur rouge (une même anomalie détectée sur plusieurs profils parallèles) et des zones d'anomalies secondaires de couleur orange (anomalie isolée). Elles sont indiquées par des zones avec indication de la profondeur moyenne de l'anomalie.

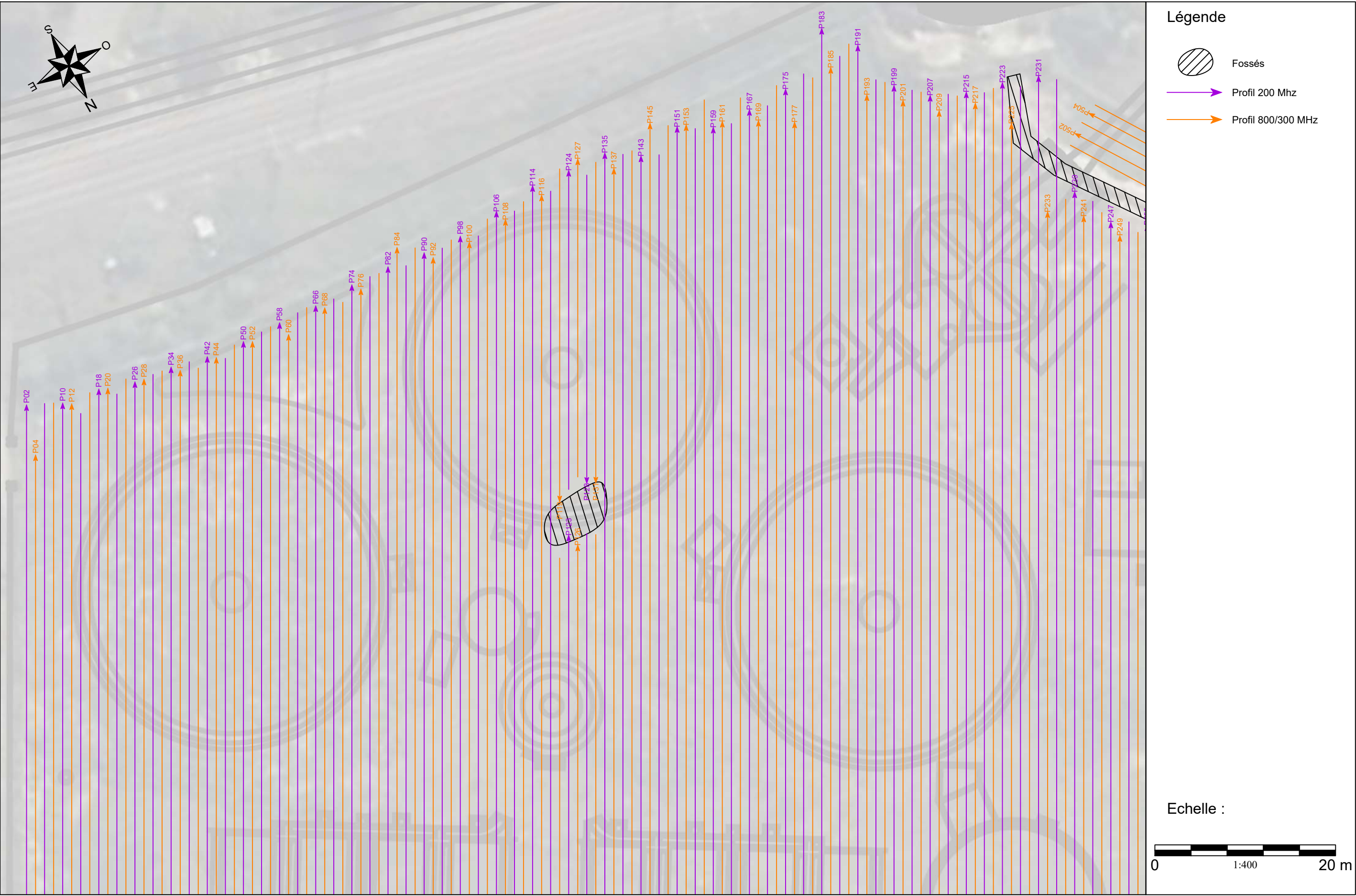


Figure 2 - Cartographie des profils radar réalisés - Planche 1/6

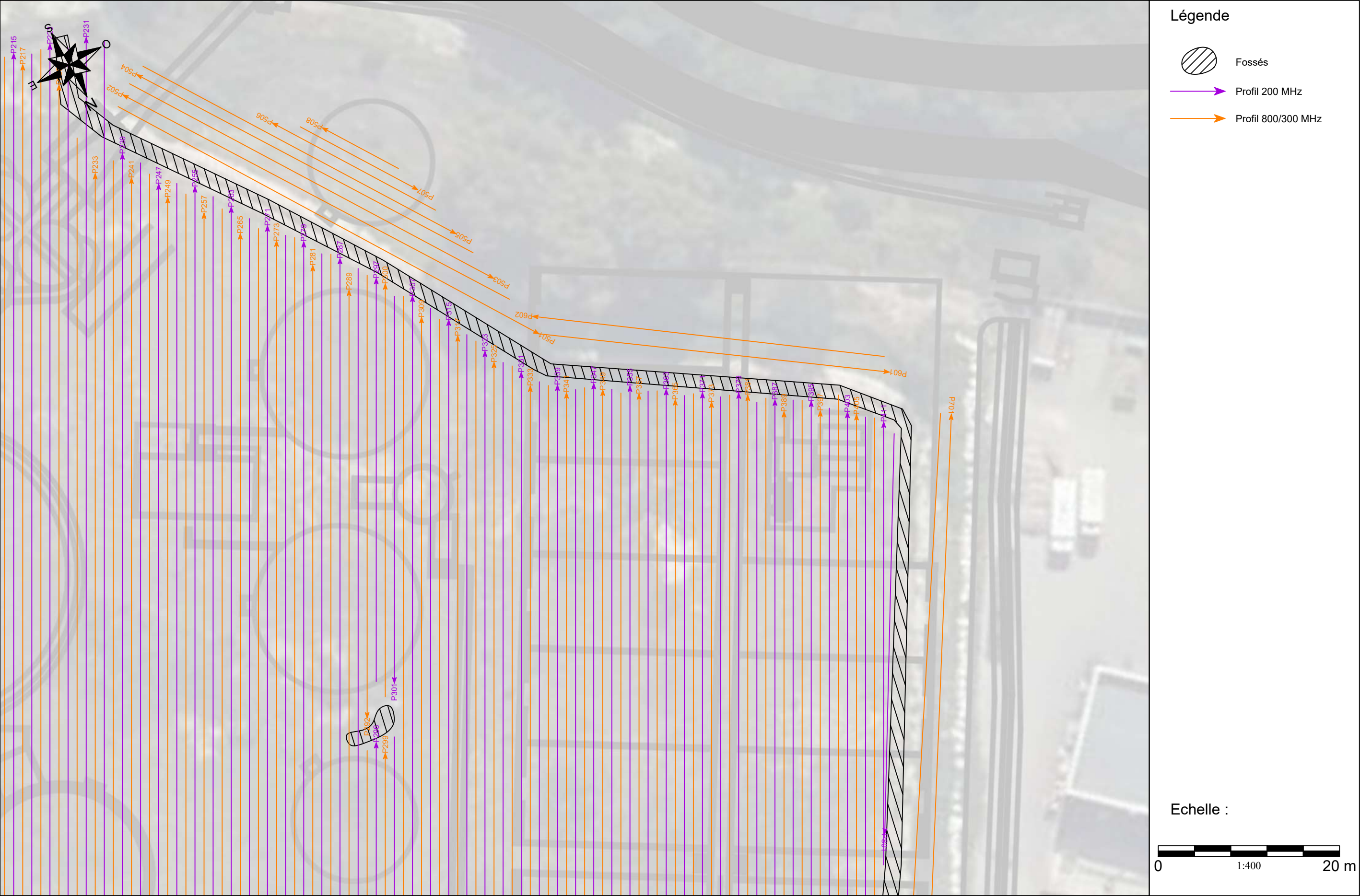


Figure 3 - Cartographie des profils radar réalisés - Planche 2/6



Figure 4 - Cartographie des profils radar réalisés - Planche 3/6

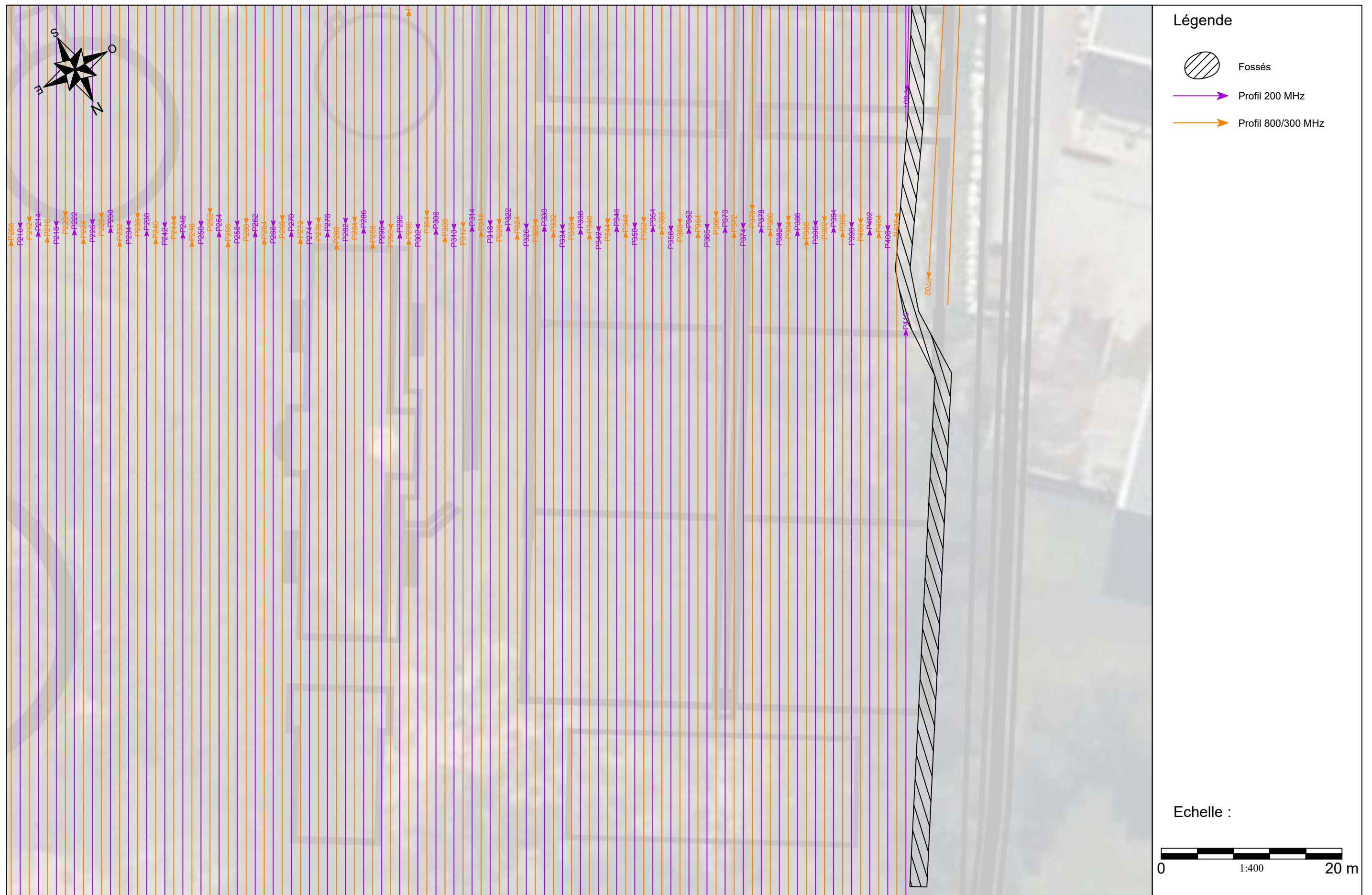
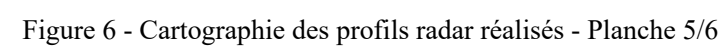


Figure 5 - Cartographie des profils radar réalisés - Planche 4/6



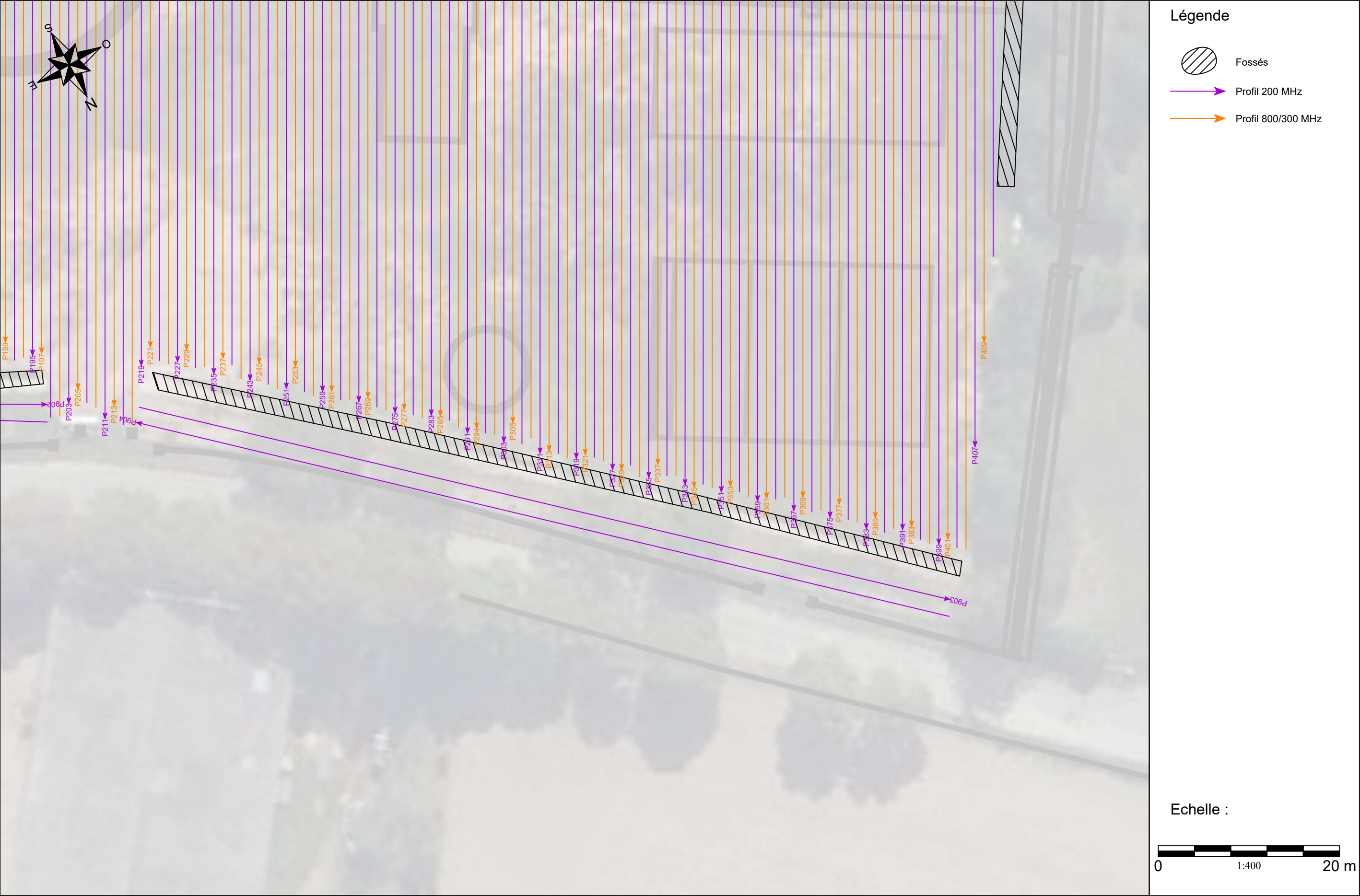


Figure 7 - Cartographie des profils radar réalisés - Planche 6/6

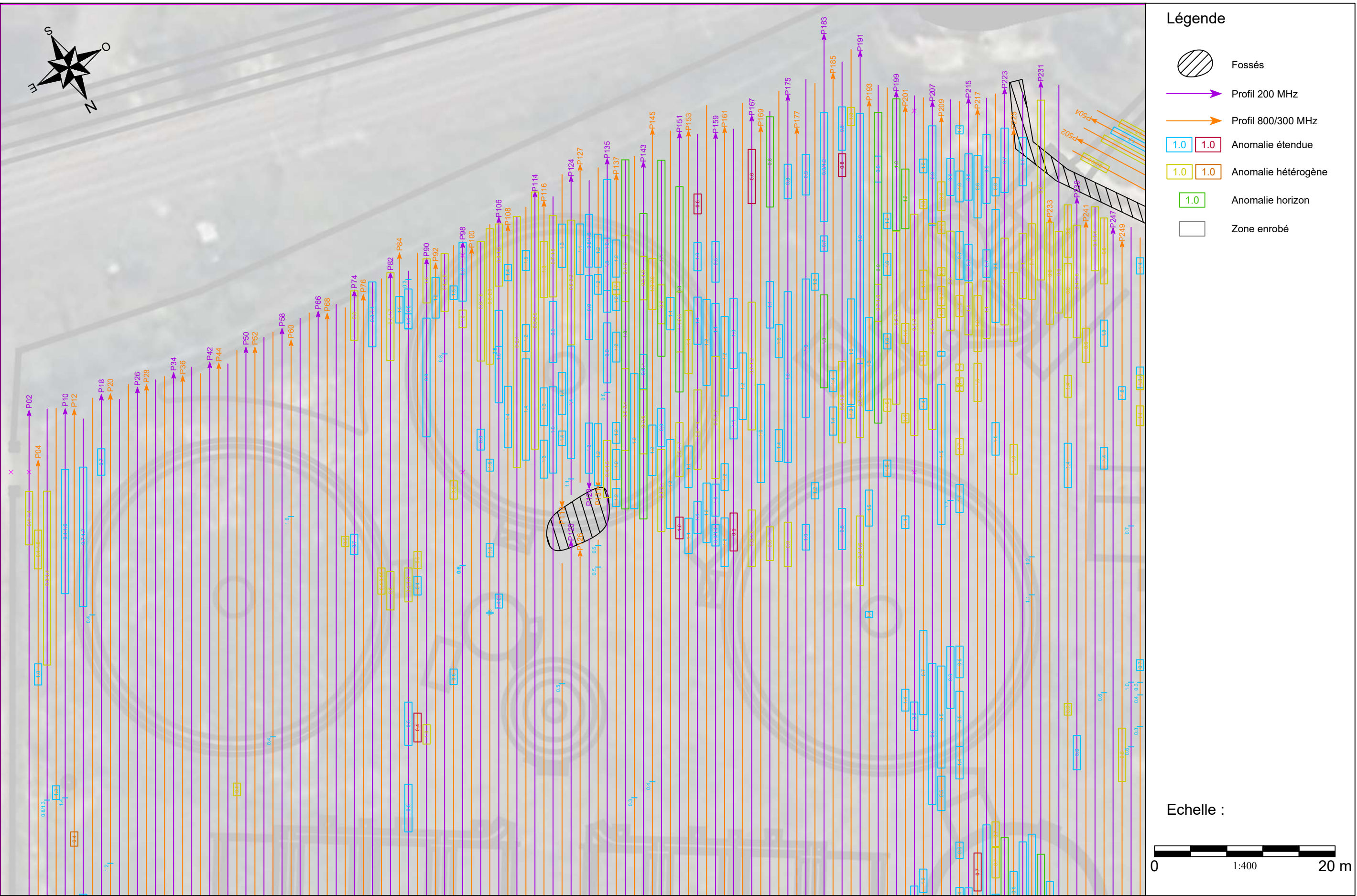


Figure 8 - Cartographie des profils radar réalisés et des anomalies radar relevées - Planche 1/6

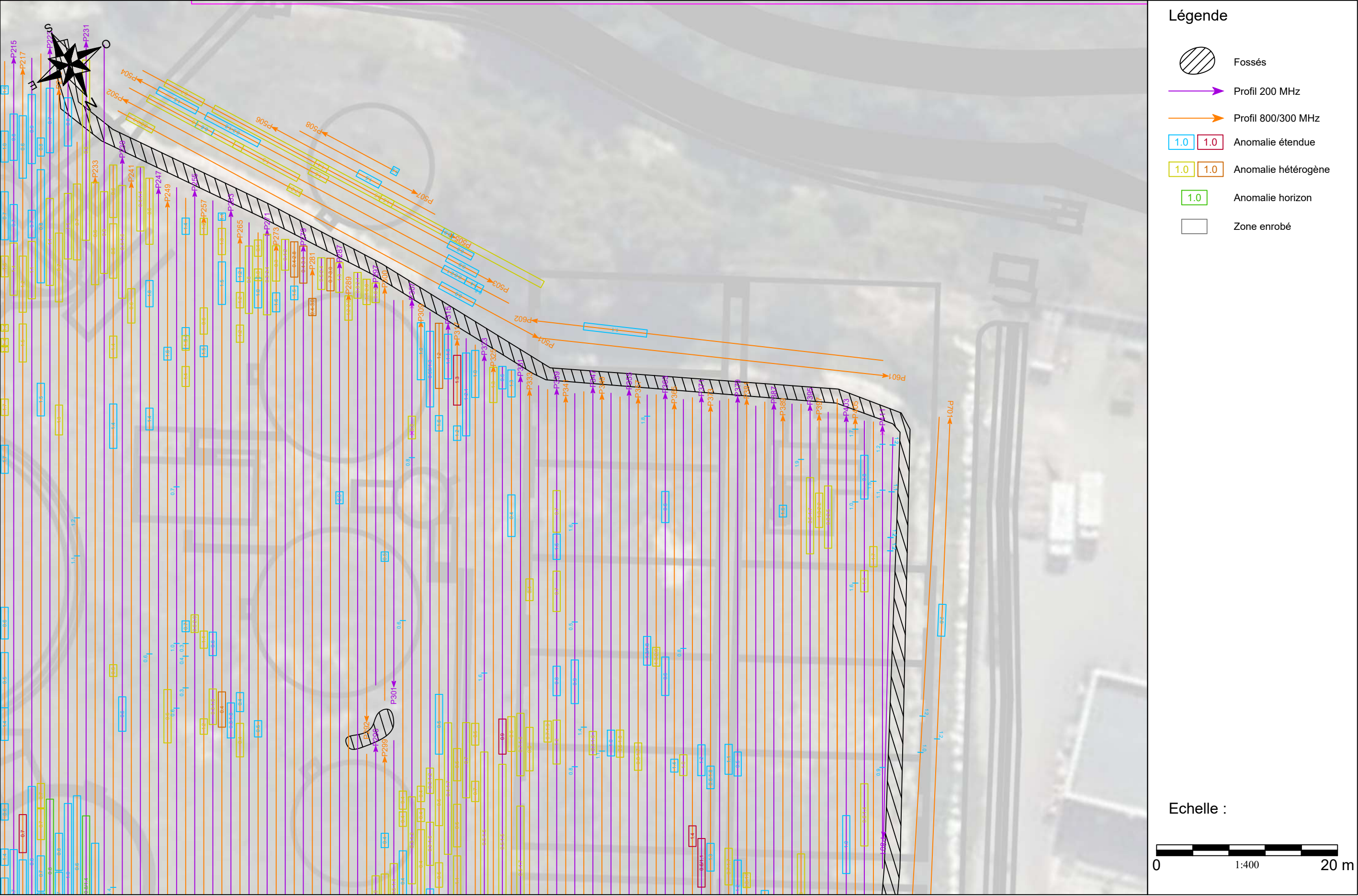
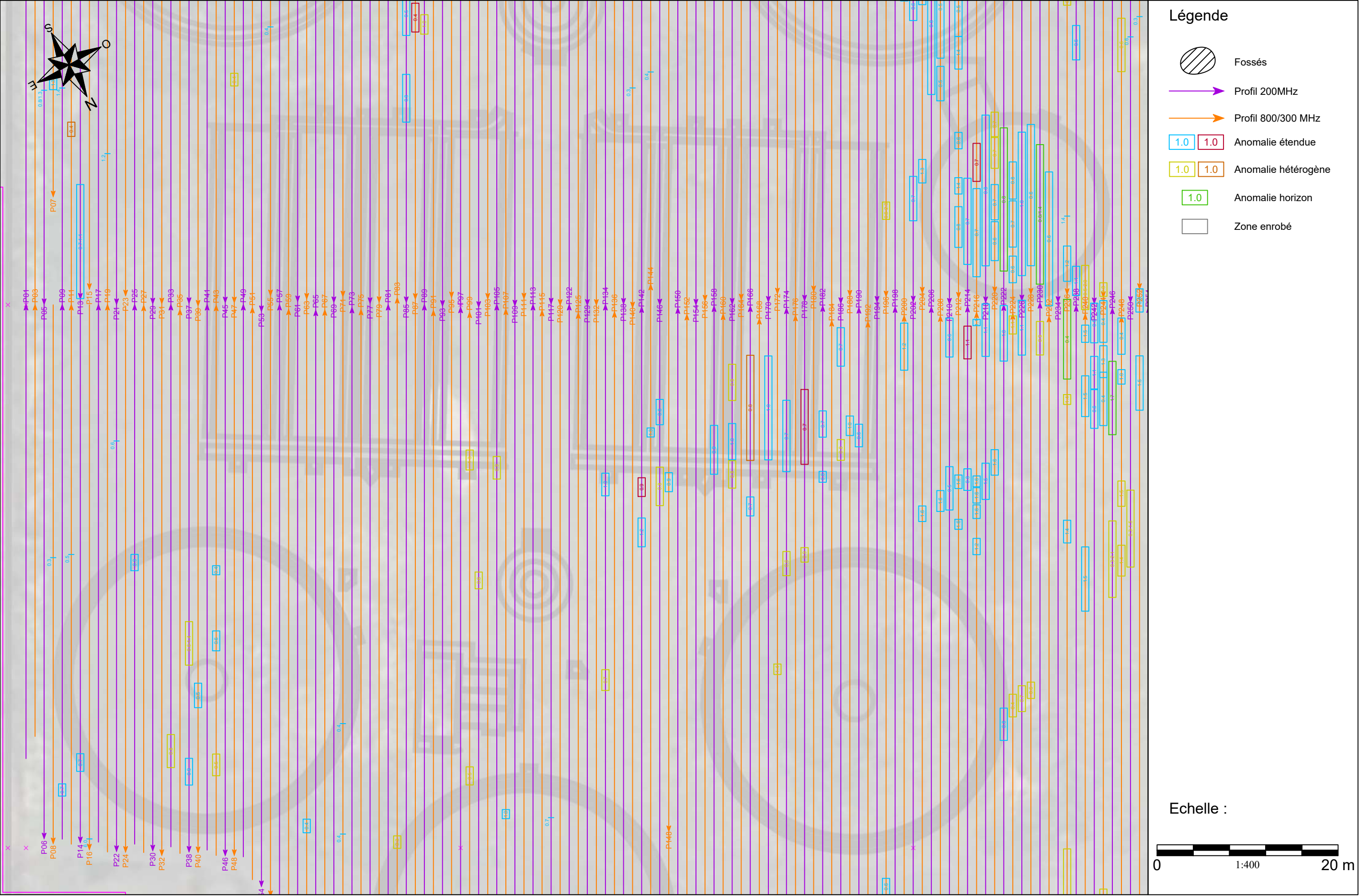


Figure 9 - Cartographie des profils radar réalisés et des anomalies radar relevées - Planche 2/6



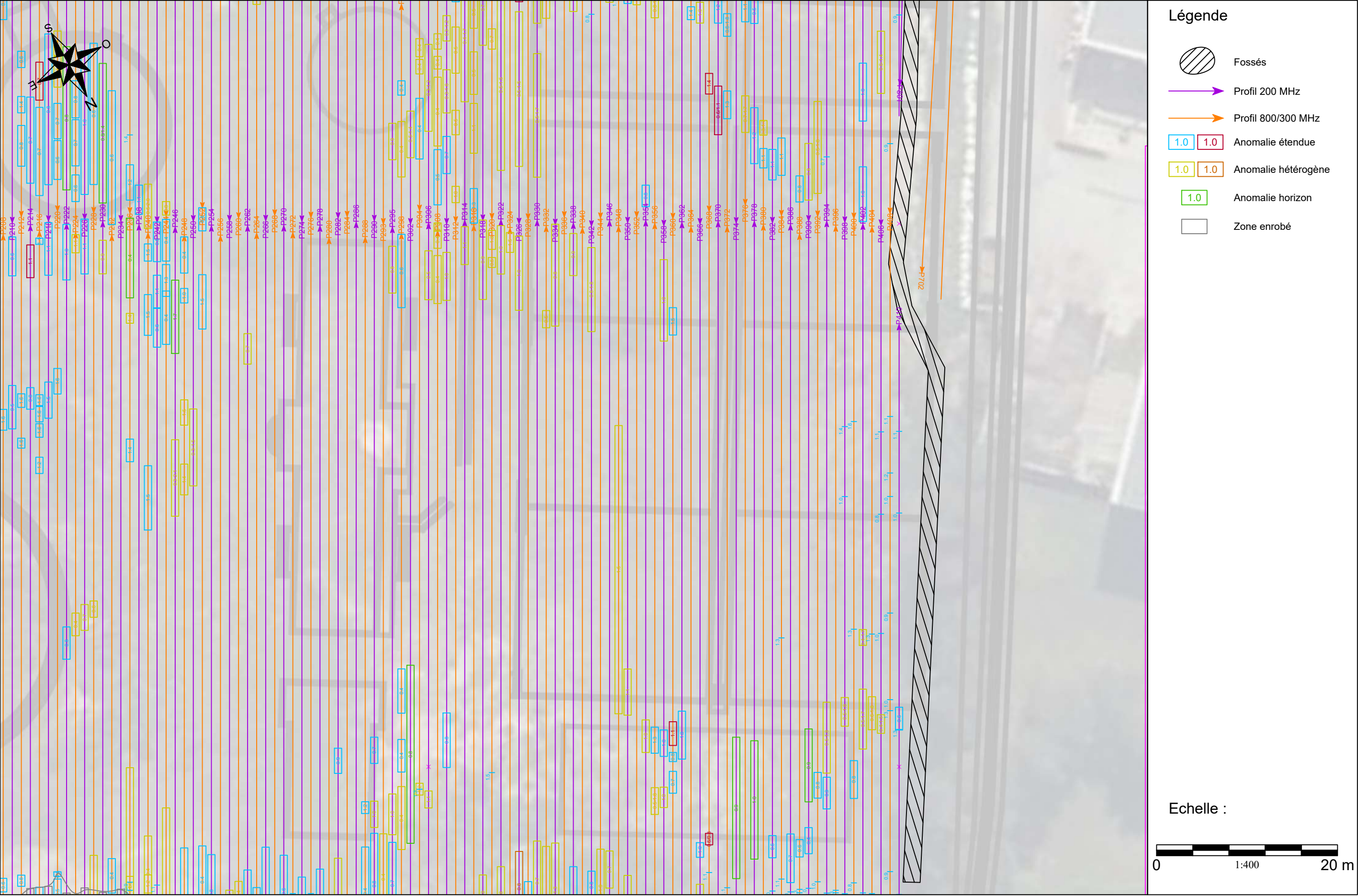


Figure 11 - Cartographie des profils radar réalisés et des anomalies radar relevées - Planche 4/6

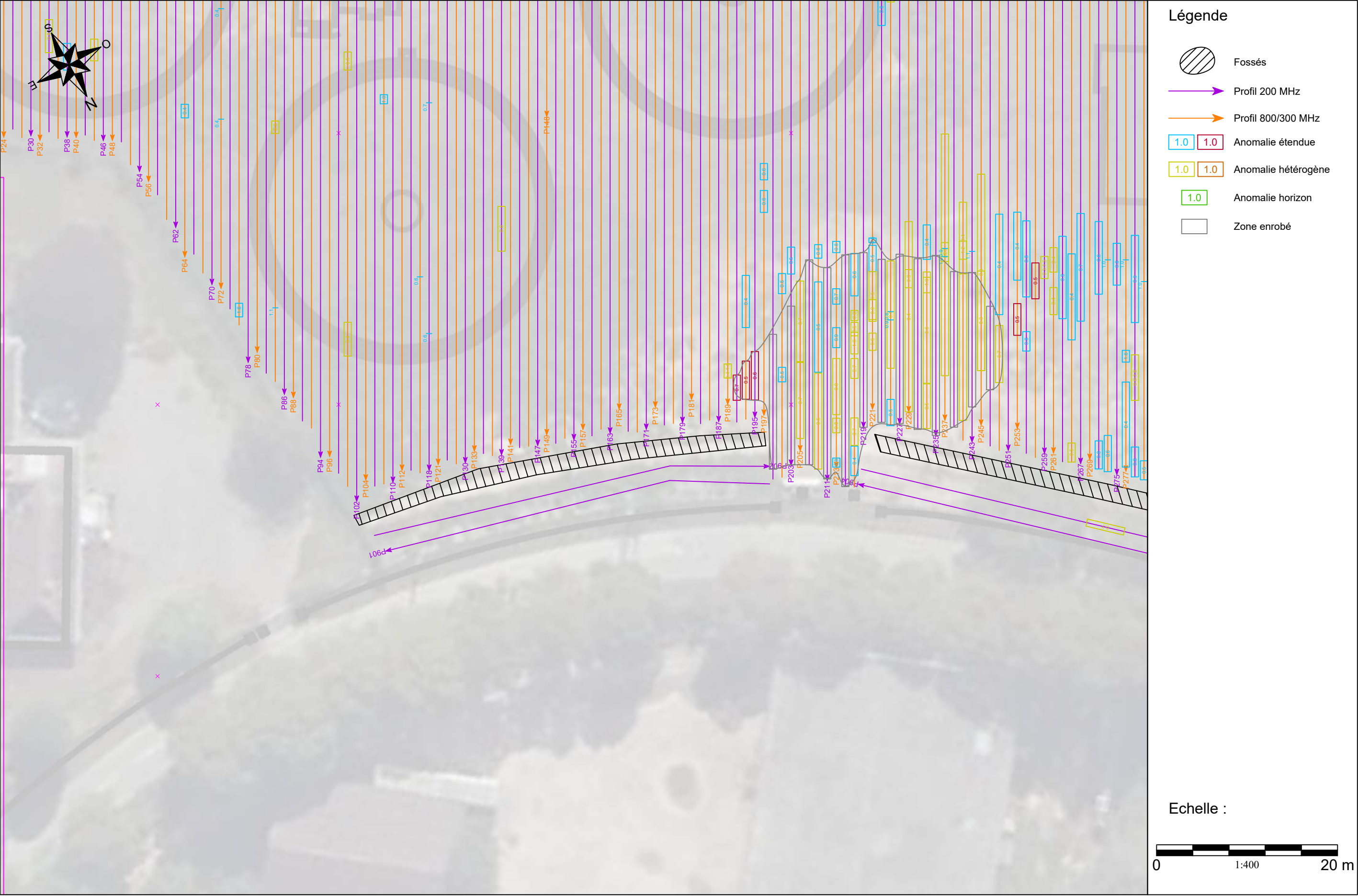


Figure 12 - Cartographie des profils radar réalisés et des anomalies radar relevées - Planche 5/6

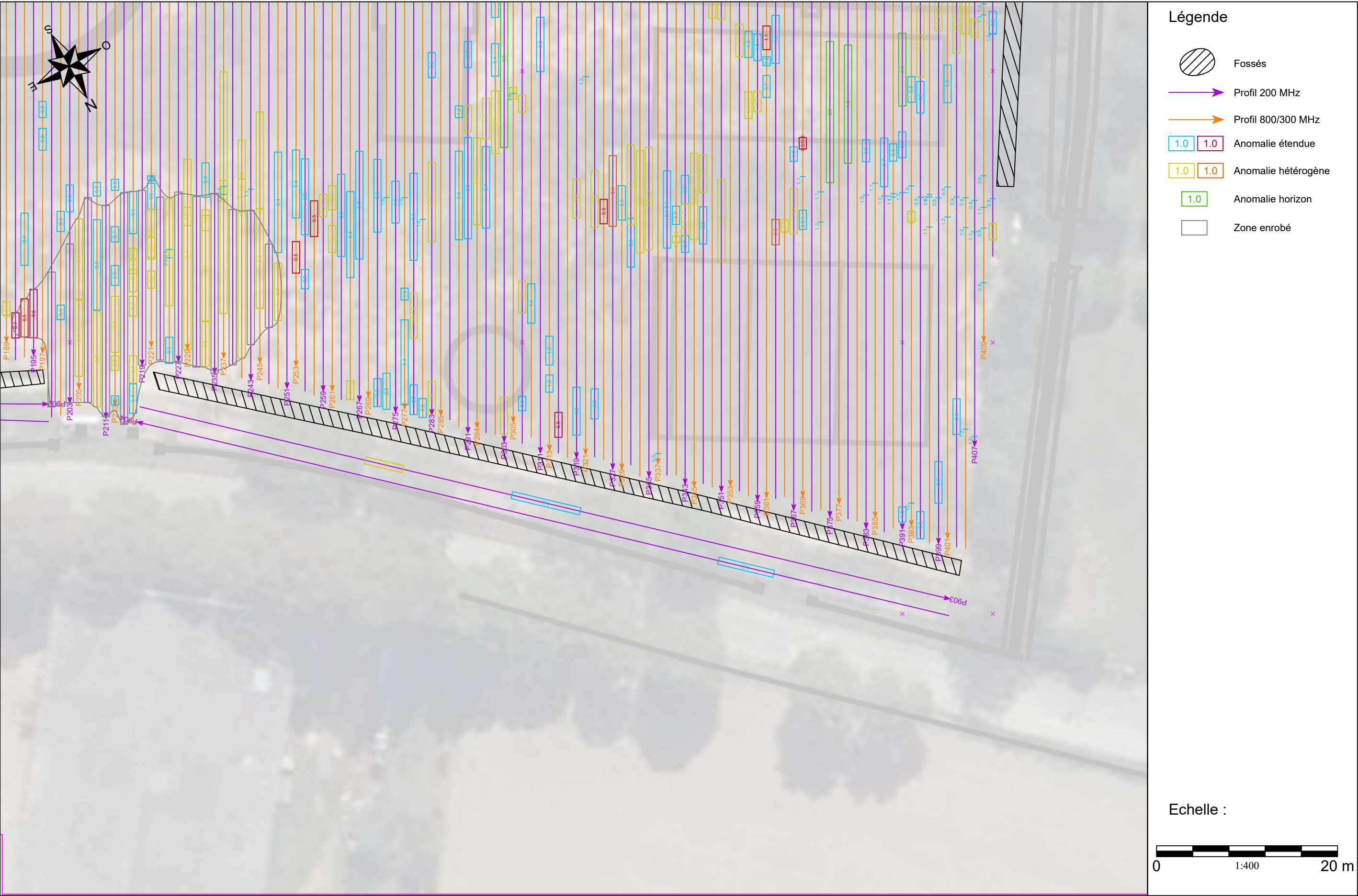


Figure 13 - Cartographie des profils radar réalisés et des anomalies radar relevées - Planche 6/6

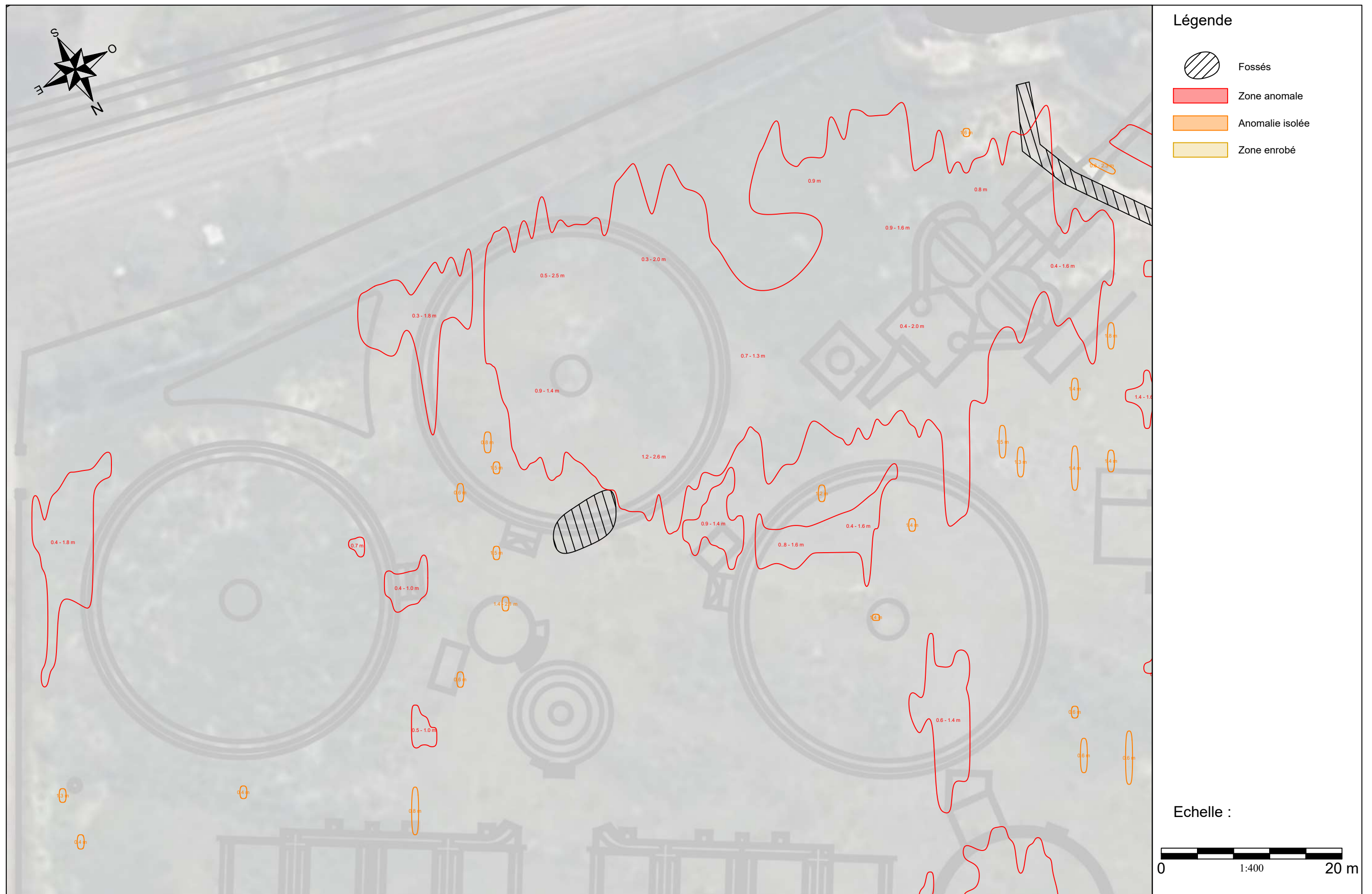


Figure 14 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 1/6

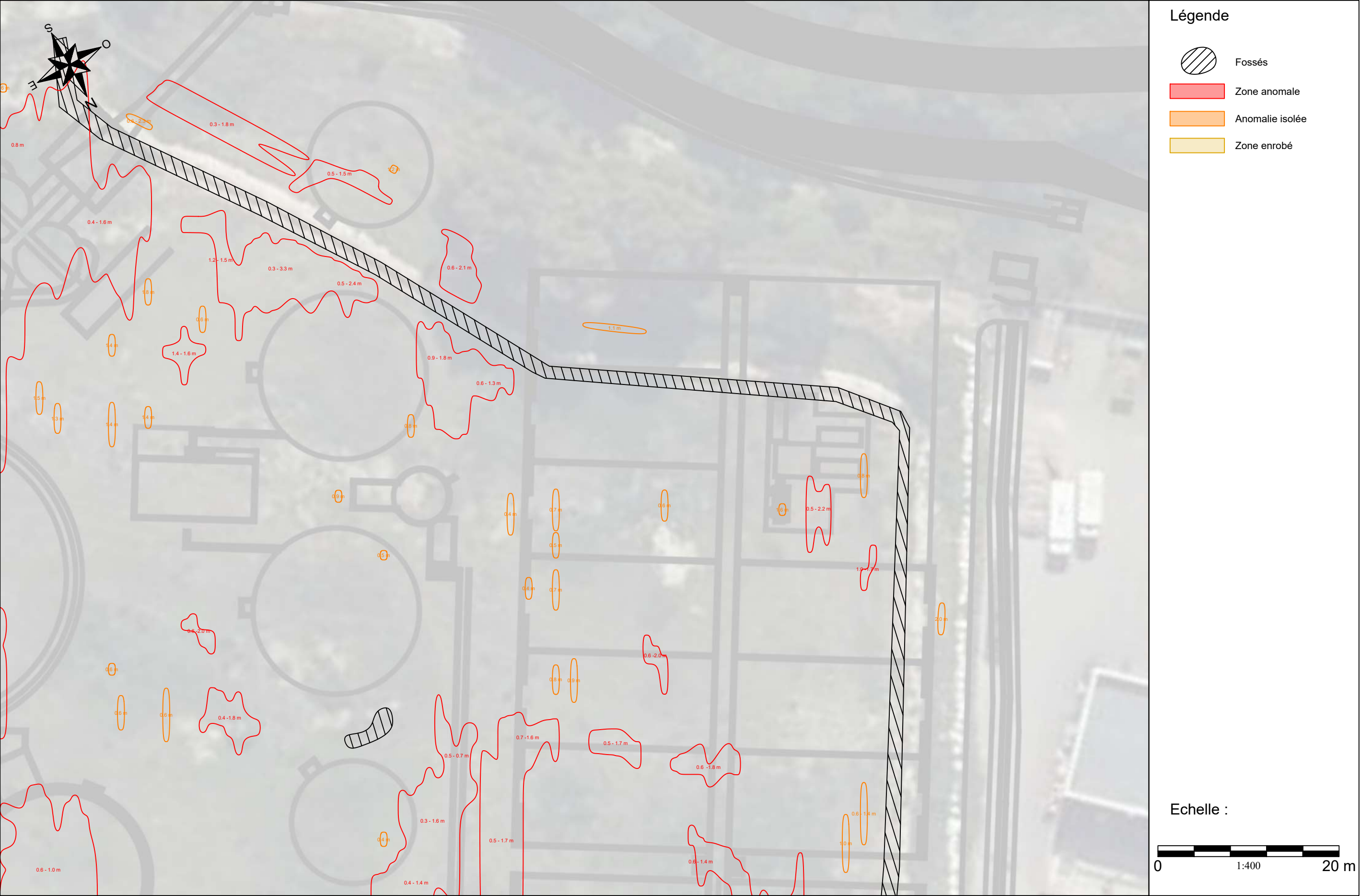


Figure 15 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 2/6

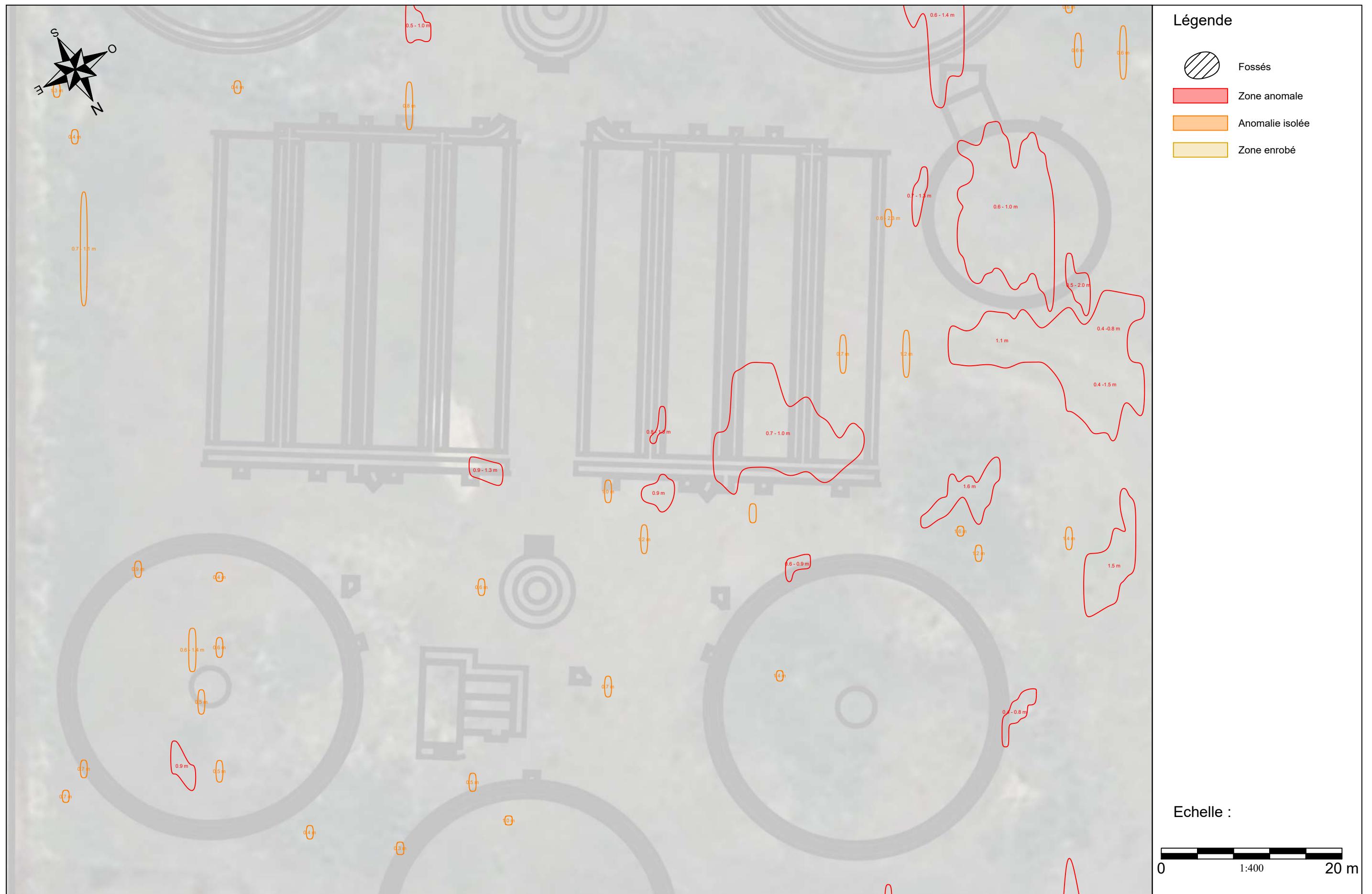


Figure 16 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 3/6



Figure 17 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 4/6

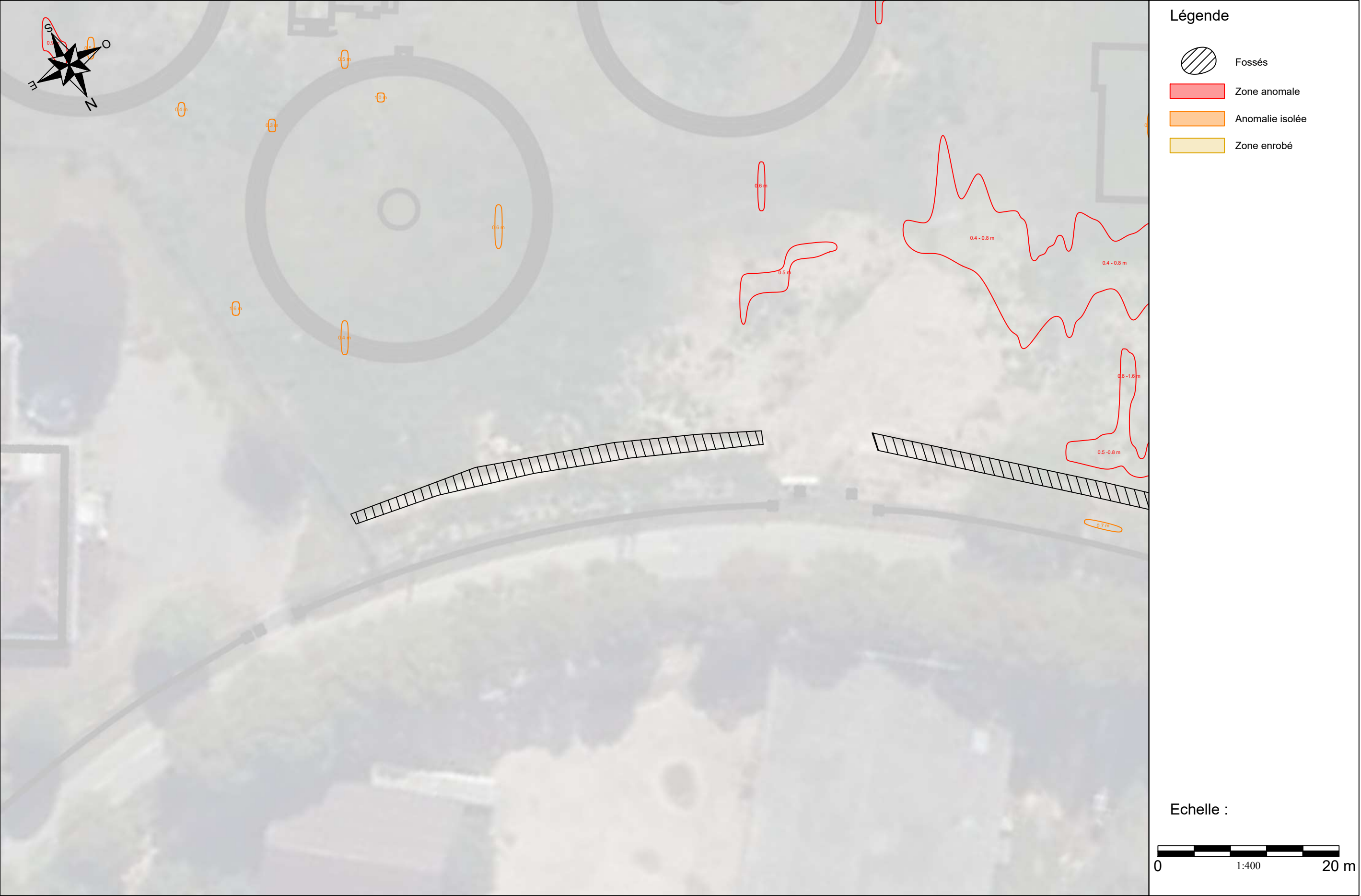


Figure 18 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 5/6

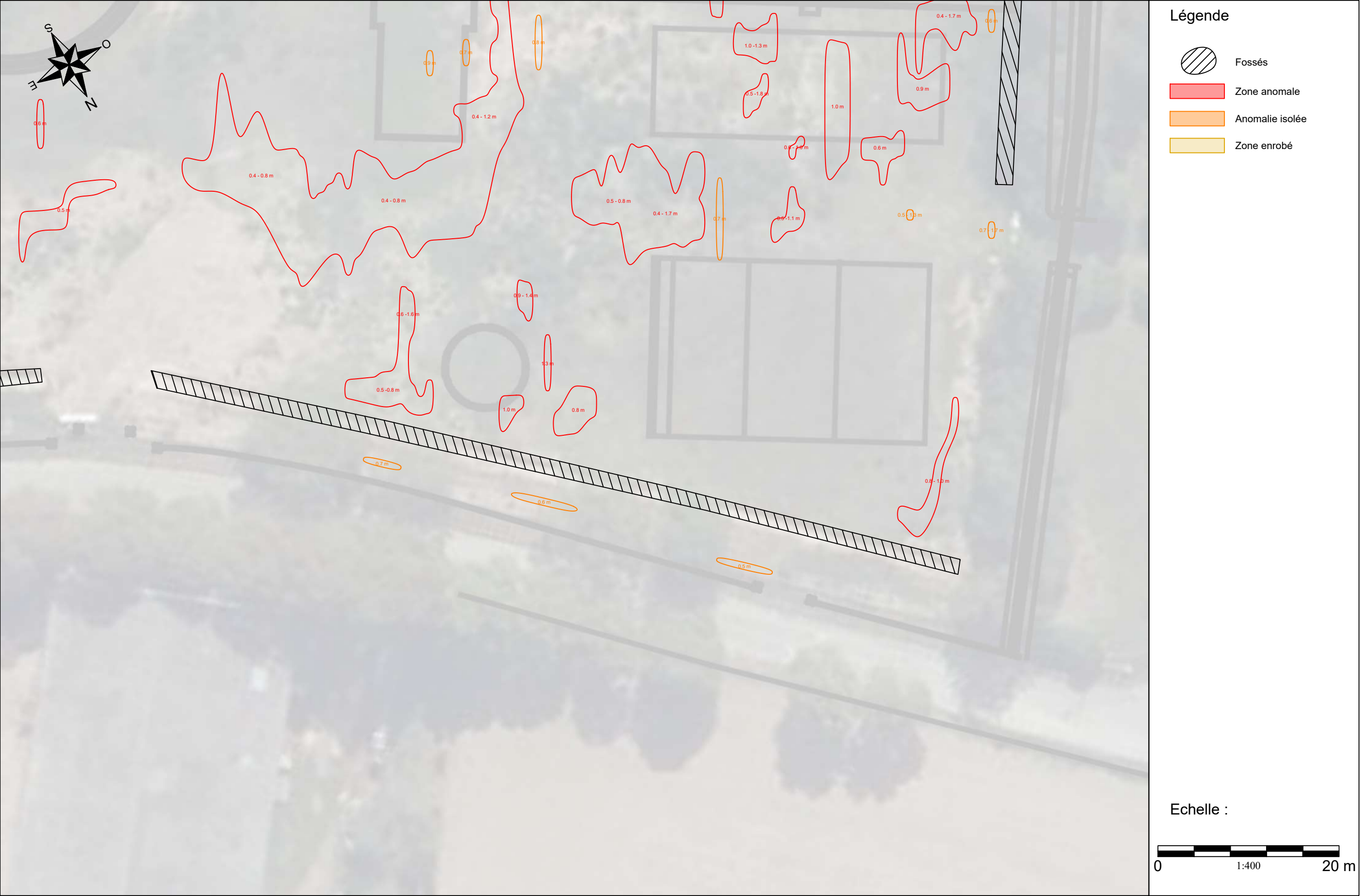


Figure 19 - Cartographie des anomalies interprétées - Planche 6/6

ANNEXE A

EXEMPLES DE RADARGRAMMES

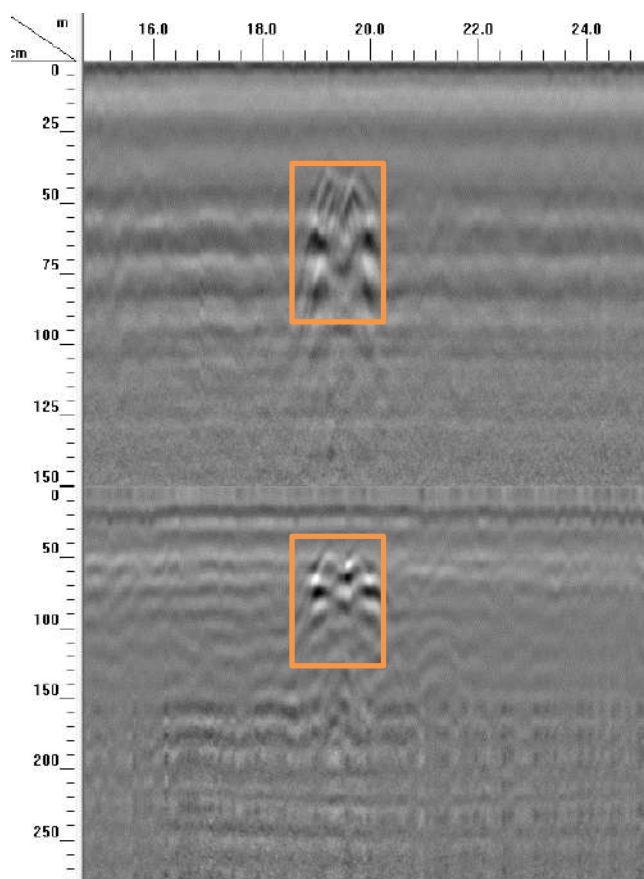


Figure A1 – Extrait du radargramme du profil P12 réalisé avec l'antenne bi-fréquences 800/300 MHz (respectivement en haut et en bas). Une anomalie hétérogène est indiquée en orange.

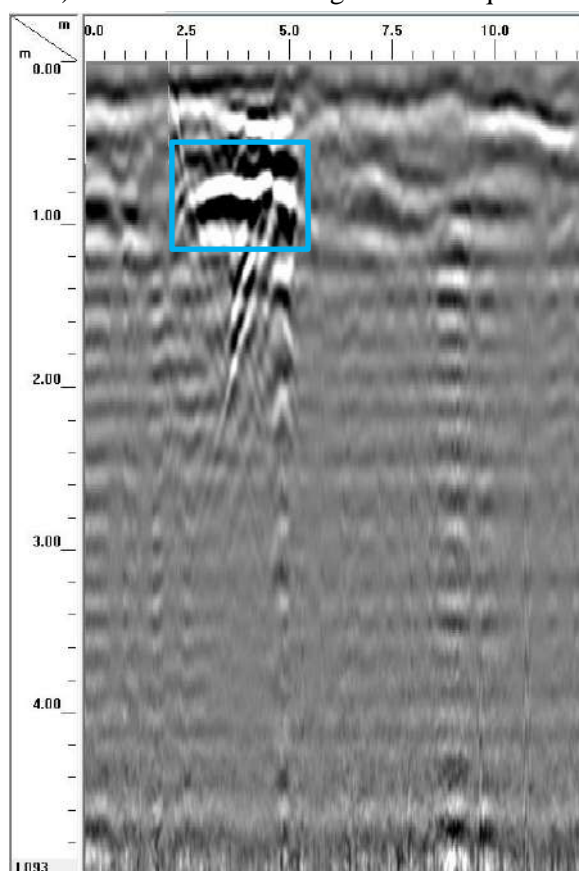


Figure A2 – Extrait du radargramme du profil P190 réalisé avec l'antenne 200 MHz. Une anomalie étendue est indiquée en bleu.

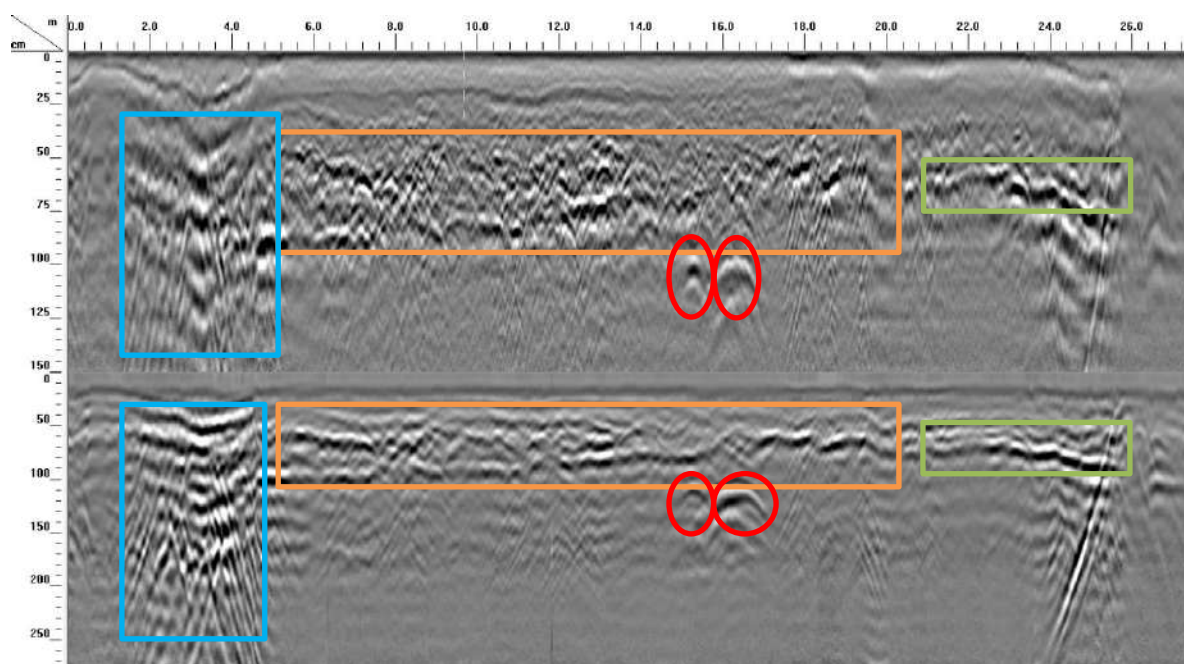


Figure A3 – Extrait du radargramme du profil P216 réalisé avec l'antenne bi-fréquences 800/300 MHz (respectivement en haut et en bas). Un horizon est indiqué en vert, une zone hétérogène est indiquée en orange, des anomalies ponctuelles sont indiquées en rouge, une anomalie étendue est indiquée en bleu.

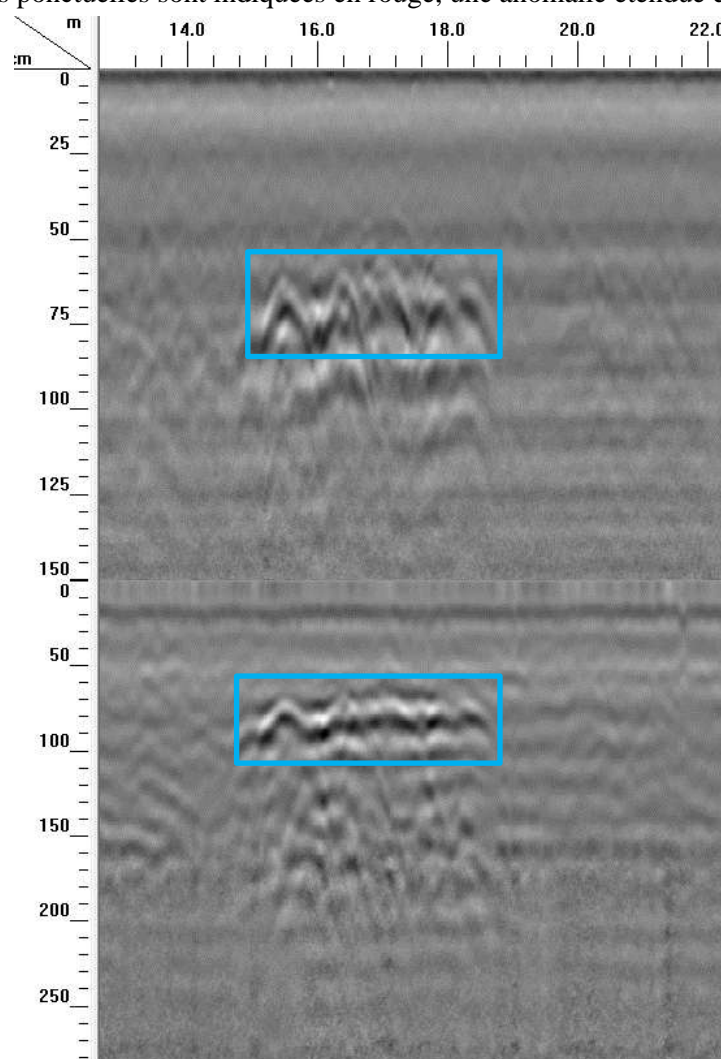


Figure A4 – Extrait du radargramme du profil P217 réalisé avec l'antenne bi-fréquences 800/300 MHz (respectivement en haut et en bas). Une anomalie étendue est indiquée en bleu.

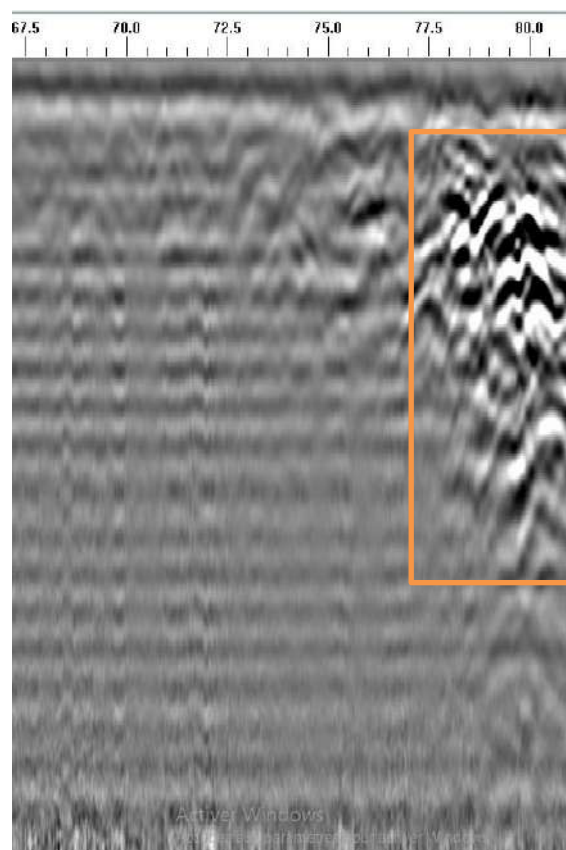


Figure A5 – Extrait du radargramme du profil P279 réalisé avec l'antenne 200 MHz. Une zone hétérogène est indiquée en orange.

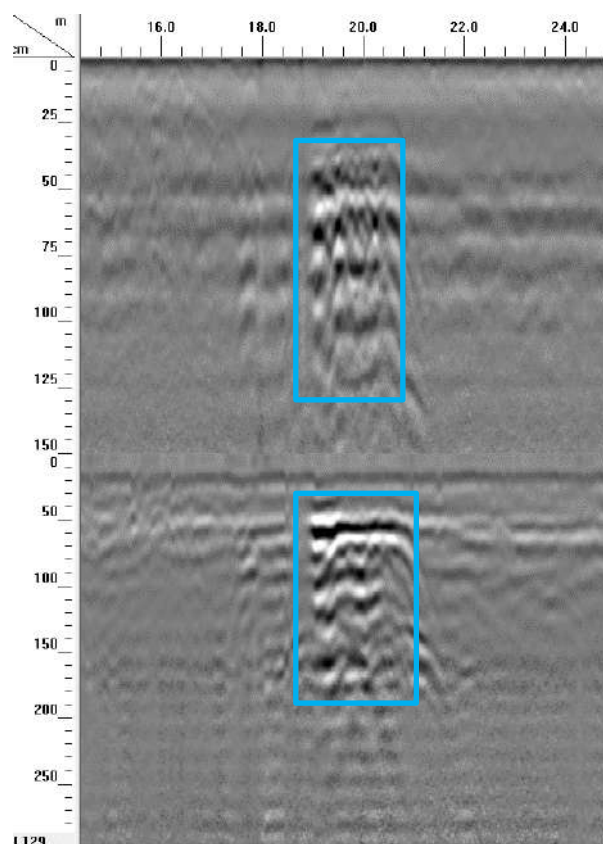


Figure A6 – Extrait du radargramme du profil P256 réalisé avec l'antenne bi-fréquences 800/300 MHz (respectivement en haut et en bas). Une anomalie étendue est indiquée en bleu.

ANNEXE B

PRINCIPE DE LA MÉTHODE GÉORADAR

LE GÉORADAR GEOPHYSIQUE

L'investigation géoradar constitue un procédé géophysique léger et non destructif permettant d'effectuer de manière précise, et en continu, des études géologiques de subsurface et des auscultations d'ouvrages.

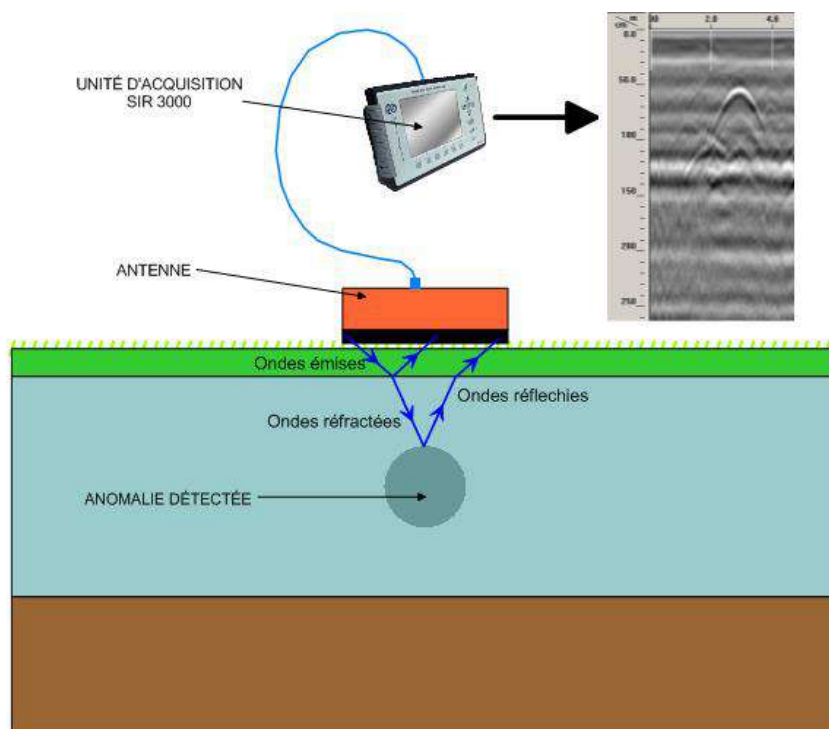


Schéma simplifié du GÉORADAR et de son fonctionnement

Une antenne envoie à cadence élevée des ondes électromagnétiques dans le terrain sous la forme d'impulsions de très courte durée. Les ondes sont captées après propagation dans le matériau ausculté et réflexion sur les cibles constituées par les discontinuités entre les différents milieux physiques. Ces cibles peuvent être, par exemple, des cavités, des interfaces entre deux milieux différents, des armatures métalliques... L'onde se propage en s'atténuant, et se trouve partiellement réfléchi à chaque interface rencontrée.

L'équation fondamentale de la propagation radar s'écrit :

$$P = \frac{v \cdot t}{2}$$

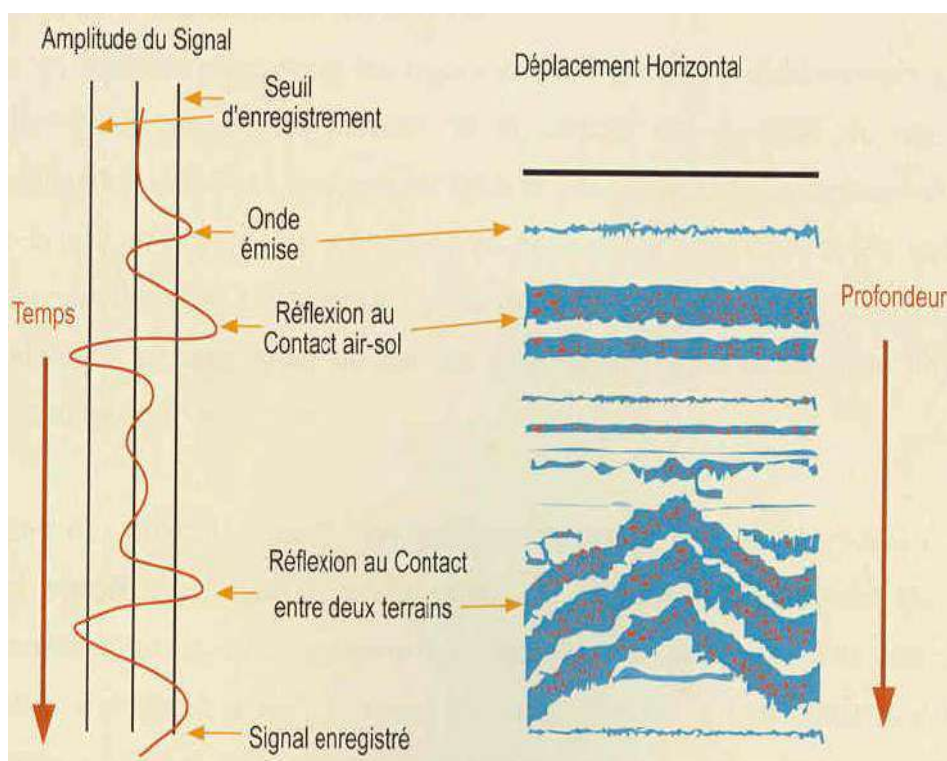
où P : profondeur des contacts en m.
 v : vitesse moyenne des ondes en m/s.
 t : durée de l'aller-retour des ondes réfléchies en s.

L'antenne émettrice-réceptrice est déplacée à vitesse lente et régulière le long de la surface à ausculter.

La coupe temps ainsi obtenue est transformée en coupe profondeur après détermination de la vitesse de propagation caractéristique du milieu. Celle-ci dépend de la constante diélectrique relative du matériau, et est déterminée par la relation suivante :

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

où v : vitesse de propagation moyenne des ondes électromagnétiques dans le matériau en m/s.
 ϵ_r : constante diélectrique du milieu ausculté.
 c : célérité de la lumière $3 \cdot 10^8$ m/s.



La coupe temps est transformée en coupe profondeur

Fréquences utilisées

L'émission d'une impulsion électromagnétique se traduit par la propagation simultanée d'ondes sur une large bande de fréquence. La longueur d'onde de cette impulsion correspond physiquement à la fréquence centrale, où le maximum d'énergie a rayonné. En pratique, l'utilisateur géoradar ne s'intéresse qu'à la longueur d'onde des impulsions, c'est pourquoi les antennes commerciales sont proposées sous le nom de leur fréquence centrale, ainsi, pour le cas de l'antenne GSSI de 1,5 GHz, la bande de fréquence employée se situe de 400 MHz à 3 GHz.

La taille de l'antenne et les propriétés électriques du sous-sol déterminent la fréquence de propagation de l'énergie électromagnétique (plus grande est l'antenne plus basse est la fréquence).

Le choix de la fréquence de travail détermine en partie la résolution et la profondeur d'investigation. En effet, la résolution en profondeur la plus fine (distance minimale entre deux anomalies susceptibles d'être décelées) est obtenue pour les plus hautes fréquences. Contrairement, la plus grande profondeur d'investigation sera atteinte par les plus faibles fréquences.

Applications classiques des différentes antennes géoradar

Fréquence de l'antenne (MHz)	Profondeur d'investigation (m)	Applications classiques
200	7 à 8	Géologie
270	4 à 5	Géologie, géotechnique
400	2 à 3	Génie Civil, réseaux enterrés, archéologie
900	1	Chaussée, structures en béton
1500	0,5	Chaussée, structures en béton haute résolution



GROUPE
GÉOTEC

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE

NOS SAVOIR-FAIRE

AU SERVICE DE VOS PROJETS



©2020 - ESA/CNES - Sentinel

©Collectivité de Corse - Corse Images Sous-Marines



Géotechnique

—

Maritime

—

Environnement

—

Risques Naturels

—

Diagnostic
Structure

—

Géothermie