Rapport d'étude géotechnique

Missions G2-AVP et G5

Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires – Transformation des bâtiments 159 & 162 pour accueil des véhicules GRIFFON

Quartier Ingénieur Général Wiltz
35 170 BRUZ





Client : ESID NORD-OUEST
Affaire : 3514165

CLIENT

NOM	ESID Nord-Ouest
ADRESSE	Division Investissement – Pôle de conduite des opérations de Rennes Quartier Margueritte – BP 14 35 998 RENNES CEDEX 9
INTERLOCUTEUR	M. CABANNES

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE	Rennes
ADRESSE	ZA du Haut Danté 20 rue du Bocage 35 520 LA CHAPELLE-DES-FOUGERETZ
TELEPHONE	02 99 23 60 00
MAIL	rennes@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
09/03/2026	01		A. MARTIN	A. JUIGNET
01/04/2026	02	Résultats résistance de compression du béton	A. MARTIN	A. JUIGNET

SOMMAIRE

1. PRESENTATION 4

1.1. CARACTERISTIQUES DU SITE 4
1.2. CARACTERISTIQUES DU PROJET 5
1.3. MISSION 5
1.4. ELEMENTS DE L'ETUDE 6
1.5. PROGRAMME 7

2. CONTEXTE D'ETUDE 8

2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE 8
2.2. RISQUES NATURELS 8

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS 12

3.1. NIVELLEMENT 12
3.2. LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANIQUES 12
3.3. DALLE BETON 13
3.4. HYDROGEOLOGIE 14
3.4.1. Niveaux d'eau 14
3.4.2. Piézomètre 14
3.5. RECONNAISSANCES DE FONDATION 15
3.6. ESSAIS EN LABORATOIRE 16
3.6.1. Agressivité vis-à-vis du béton 16
3.6.2. Résistance de compression du béton 17

4. RAPPEL DU PROJET ET SYNTHESE 18

5. TRAVAUX PREALABLES 19

6. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE 19

7. SISMICITE 19

7.1. ACCELERATION 19
7.2. CLASSE DE SOL 20
7.3. LIQUEFACTION DES SOLS 21

8. CONTRAINTE ADMISSIBLE DES FONDATIONS EXISTANTES 21

9. APPLICATION AU SYSTEME DE FONDATIONS 22

9.1. PRINCIPE DE FONDATION 22
9.2. PROFONDEURS D'ASSISE DES FONDATIONS 23
9.3. CONTRAINTES DE CALCUL AU STADE DE L'AVANT-PROJET 23
9.4. EVALUATION DES TASSEMENTS 23
9.5. PRECAUTIONS PARTICULIERES POUR L'EXECUTION 24
9.6. MITOYENNETE 25

10. NIVEAU BAS 25

10.1. PREPARATION DU FOND DE FORME 26
10.2. COUCHE DE FORME 26
10.3. MODULES DE DEFORMATION DES DIFFERENTES COUCHES DE SOLS 27
10.4. TASSEMENT 27
10.5. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES 27

11. TERRASSEMENTS 28

12. GESTION DES EAUX 29

12.1. PHASE TRAVAUX 29
12.2. PHASE DEFINITIVE 29

13. CONDITIONS PARTICULIÈRES 30

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)
Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages (1 page)
Annexe 3 : Résultats des investigations in situ (20 pages)
Annexe 4 : Résultats des analyses en laboratoire (13 pages)

1. PRESENTATION

Cette étude a été réalisée par la société **ECR Environnement (agence de Rennes)**, à la demande et pour le compte de l'**ESID Nord-Ouest.**

1.1. Caractéristiques du site

Le terrain concerné par cette étude est situé dans le centre de la commune de BRUZ (35), au Nord du bourg, au sein du 2ème Régiment du Matériel, Quartier Ingénieur Général Wiltz, rue du 8 mai 1944, sur la parcelle cadastrale AV 01 92. Il est situé directement à l'Est d'une voie ferrée (cf. Figure 1).



Figure 1 : Situation de la zone d'étude (source : Géoportail)

La partie étudiée est composée des bâtiments 0158, 0159 et 0162, de plain-pied, en charpente métallique et avec un niveau bas sur terre-plein avec une dalle béton présentant de nombreux désordres. Un transformateur électrique est également présent dans le bâtiment 0158, contigu au bâtiment 0159 (cf. Figure 2).

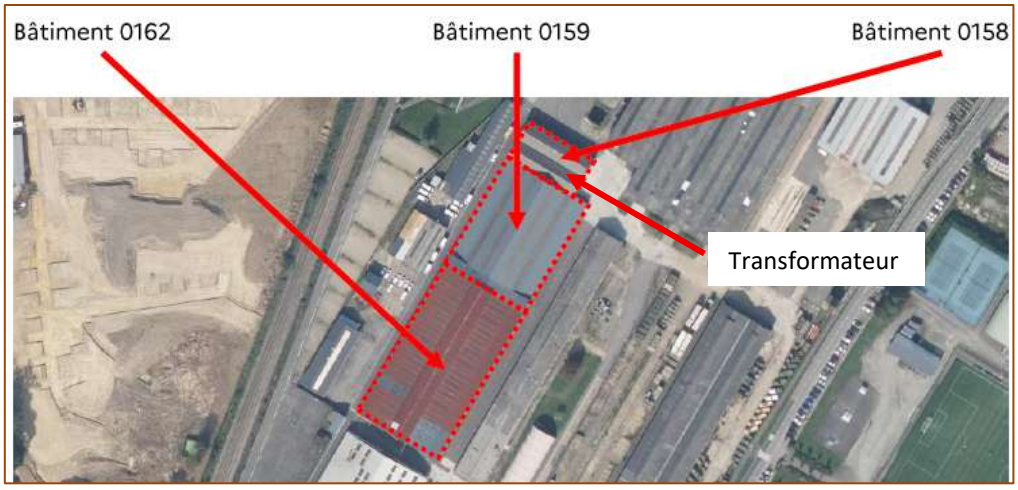


Figure 2 : Localisation des bâtiments

En 1944, une construction avait été élevée sur la partie Sud-Est et Nord-Est. De nombreux impacts de bombes sont visibles à proximité. En 1948, ces bâtiments avaient été détruits et les bâtiments actuels étaient en cours de construction. Les ouvrages actuels sont visibles en 1952 (cf. Figure 3).



Figure 3 : Photographies aériennes de juillet 1944, avril 1948 et mai 1952 (de gauche à droite - source : remonterletemps.ign.fr)

1.2. Caractéristiques du projet

Le bâtiment 0158 sera déconstruit.

Les façades Sud et Nord de l'ensemble des bâtiments 0159 et 0162 seront modifiées avec mise en place de bardages, modification des ouvertures et rénovation des sols pour résister à une charge à l'essieu de 13 tonnes. Ces bâtiments seront aménagés afin de stationner et stocker des véhicules de type GRIFFON (cf. Figure 4). Le bâtiment supportera une charge de 750 kg/m² et 120 kN pour les travées de stationnement et de 250 kg/m² et 150 daN pour les sanitaires.

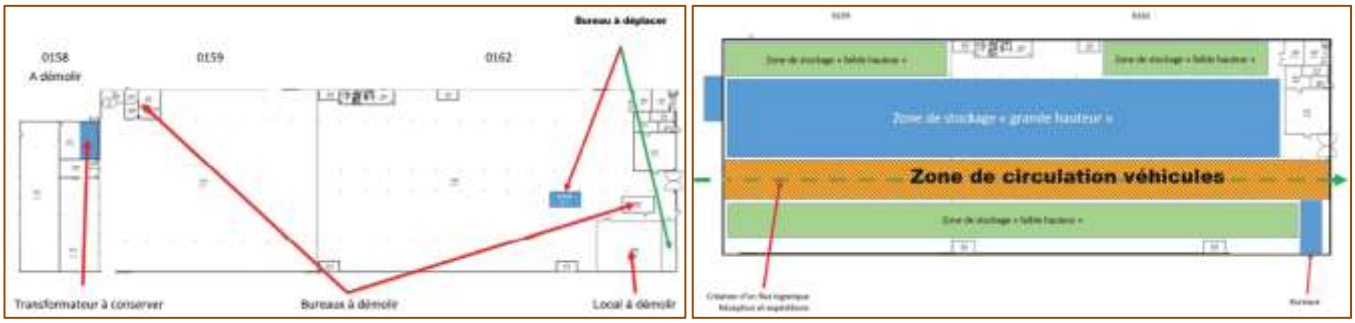


Figure 4 : Etat actuel à gauche et futur à droite

1.3. Mission

Cette étude correspond à une mission de type G2-AVP et G5, suivant la classification des missions d'ingénierie géotechnique établie en novembre 2013 (extrait de la norme NF P 94-500 présentée en annexe).

Elle a pour objectif de :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site ;

- Evaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, déformabilité des sols…) ;
- Définir le type de fondations envisageables ;
- Présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, tassements…) ;
- Etudier la faisabilité des dallages et les modalités de mise en œuvre ;
- Préciser les modules Es des différentes couches de sol sous le dallage actuel ;
- Déterminer les précautions techniques à prendre en compte lors des travaux (terrassements, avoisinants, terrains compressibles, substitution…) et vis-à-vis de la présence d'eau éventuelle (drainage, pompage…) ;
- Spécifier les prescriptions vis-à-vis de l'aléa sismique (classe de sol, risque de liquéfaction…).

Exclusions (liste non exhaustive) :

- Approche des quantités des ouvrages géotechniques ;
- Etude pollution ;
- Définition des niveaux d'eau réglementaires (EE, EH, EF, EB).

1.4. Eléments de l'étude

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :

25PRNS011_CCTP	15/07/2025 13:00	Adobe Acrobat Document	2 416 Ko
25PRNS011_EPF	15/07/2025 12:59	Adobe Acrobat Document	226 Ko
CCAP-AE_011	15/07/2025 13:16	Adobe Acrobat Document	3 763 Ko
RC_011	23/07/2025 15:42	Adobe Acrobat Document	2 956 Ko
25PRNS011_Annexe n° 2_Programme	18/04/2025 16:13	Adobe Acrobat Document	2 086 Ko
25PRNS011_Annexe n° 3_Photos	15/05/2025 11:04	Adobe Acrobat Document	4 400 Ko
2eme RMAT	06/05/2010 14:43	Fichier DWG	5 362 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_BT__feuille_A0	28/06/2023 18:16	Adobe Acrobat Document	1 076 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_EAU_feuille_A0	28/06/2023 18:15	Adobe Acrobat Document	1 282 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_EP_feuille_A0	28/06/2023 18:16	Adobe Acrobat Document	2 598 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_EU_feuille_A0	28/06/2023 18:15	Adobe Acrobat Document	1 457 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_GAZ__feuille_A0	28/06/2023 18:14	Adobe Acrobat Document	1 203 Ko
350047001F_0000_M_EI_ATL_Res_TEL__feuille_A0	28/06/2023 18:14	Adobe Acrobat Document	1 266 Ko
Plan de masse	13/01/2022 18:11	Adobe Acrobat Document	897 Ko
Plan Petit Atlas	09/04/2021 15:21	Adobe Acrobat Document	1 313 Ko
20240311 Evaluation du risque pyrotechnique	16/05/2025 10:14	Adobe Acrobat Document	1 080 Ko
55876-Prog-AMENROB+HAP	28/11/2023 18:10	Adobe Acrobat Document	10 366 Ko
20090520 - Diag SITA	12/06/2025 17:23	Adobe Acrobat Document	11 465 Ko

350047001F_0159_C_AA_ATL	31/01/2022 15:30	DGN File	44 Ko
350047001F_0162_C_AA_ATL	31/01/2022 15:30	DGN File	44 Ko
350047001F_0162_C_BB_ATL	31/01/2022 15:30	DGN File	49 Ko
350047001F_0162_N_00_ATL	31/01/2022 15:30	DGN File	98 Ko
Bât 0158 - AMRDEM	28/11/2023 13:28	Adobe Acrobat Document	4 032 Ko
Bât 0158 - DIAGNOSTIC DEMOL	28/11/2023 13:29	Adobe Acrobat Document	1 268 Ko
Bat 0159 - Amiante avant travaux	25/05/2023 23:30	Adobe Acrobat Document	2 291 Ko
Bât 0159 - Diag Tech Toiture	30/05/2017 08:54	Adobe Acrobat Document	2 778 Ko
Bat 0159 & 0162 - Diagnostic du dallage	13/02/2023 17:28	Adobe Acrobat Document	1 573 Ko
Bat 0162 - Amiante avant travaux	25/05/2023 23:30	Adobe Acrobat Document	2 285 Ko
Bât 0162 - Diag Tech Toiture	30/05/2017 08:54	Adobe Acrobat Document	1 579 Ko

1.5. Programme

Dans le cadre de notre mission, nous avons réalisé du 16 au 19 février 2026 les investigations suivantes, en présence de BERENGIER DEPOLLUTION pour la sécurisation pyrotechnique de nos sondages :

- **10 carottages de dalle en diamètre 100 mm (SC1 à SC5 et SP1 à SP5) ;**
- **5 sondages de reconnaissance géologique réalisés à la tarière mécanique diamètre 63 mm (SP1 à SP5),** descendus à 10,00 m/TN. Ils ont permis d'observer les différentes successions géologiques et les éventuelles venues d'eau ;
- **30 essais pressiométriques,** réalisés selon la norme NF EN 22 476-4 et répartis dans les sondages SP1 à SP5 ci-dessus afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés à différentes profondeurs (modules pressiométriques, pressions de fluage et pressions limites) ;
- **3 reconnaissances de fondations à la pelle mécanique (RF1 à RF3)** afin de vérifier la nature et l'encastrement des fondations de l'existant ;
- **Un piézomètre (PZ1) réalisé à la tarière diamètre 63 mm,** descendu à 6,50 m/TN. Une sonde piézométrique d'acquisition automatique a été mise en place pour une durée d'un an.

Les sondages pressiométriques et le piézomètre ont été réalisés à l'aide de sondeuses ECOFORE 302 et COMACCHIO GEO 105.

Le piézomètre PZ3, installé par SITA REMEDIATION en date du 07/04/2009, a également été équipé avec une sonde piézométrique d'acquisition automatique

En complément, les essais en laboratoire suivants ont été effectués :

- **10 essais de résistance à la compression du béton** ;
- **4 mesures de l'agressivité du sol vis-à-vis du béton ;**
- **2 mesures de l'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton.**

Le plan d'implantation et l'ensemble des résultats des investigations sont joints en annexe.

Remarque : seul le sondage SP2 a dû être déplacé compte tenu d'un signal important de l'appareillage de BERENGIER DEPOLLUTION.

2. CONTEXTE D'ETUDE

2.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique de Janzé au 1/50 000 (cf. Figure 5), le terrain est constitué des siltites argileuses et argilites du Briovérien (notées bS sur la carte géologique), plus ou moins altérées en surface. Compte tenu des anciens aménagements du site, le sol risque d'être remanié et remblayé superficiellement.

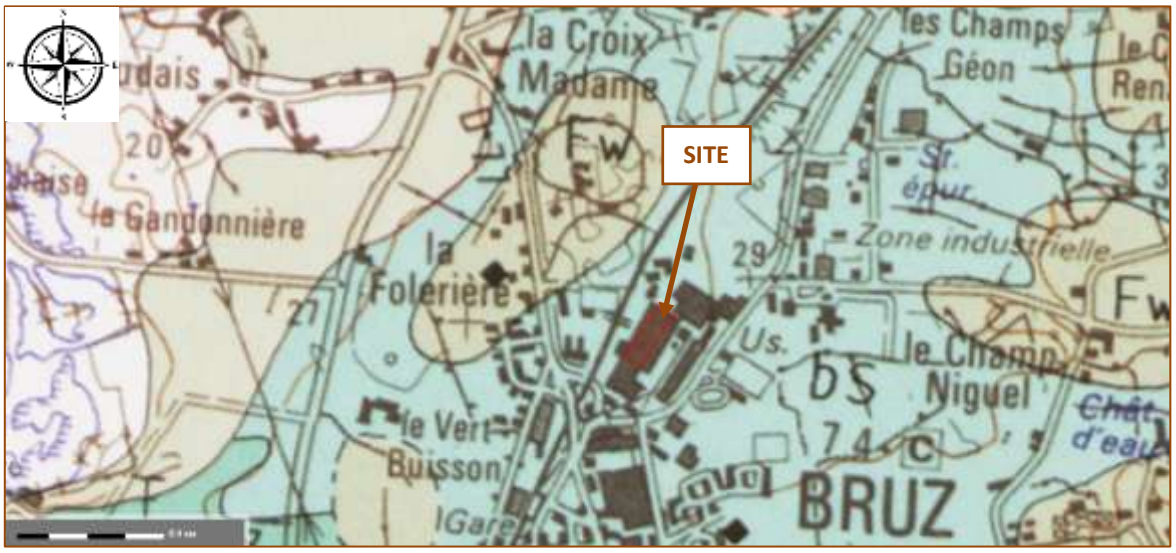


Figure 5 : Extrait de la carte géologique, au 1/50 000 (source : Infoterre)

2.2. Risques naturels

D'après les données disponibles issues du BRGM et de différents sites de l'Etat, le terrain d'étude est concerné par les risques naturels suivants :

- L'aléa géologique, avec un site en **aléa *a priori* nul** vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles et sans cavité souterraine ni mouvement de terrain recensés à proximité immédiate (cf. Figure 6) :



Figure 6 : Carte d'aléa retrait-gonflement vis-à-vis des argiles et de recensement de mouvements de terrain et de cavités souterraines (source : Infoterre)

- L'aléa hydrogéologique, avec un terrain potentiellement sujet aux inondations de cave mais non aux débordements de nappe et de cours d'eau (cf. Figure 7).

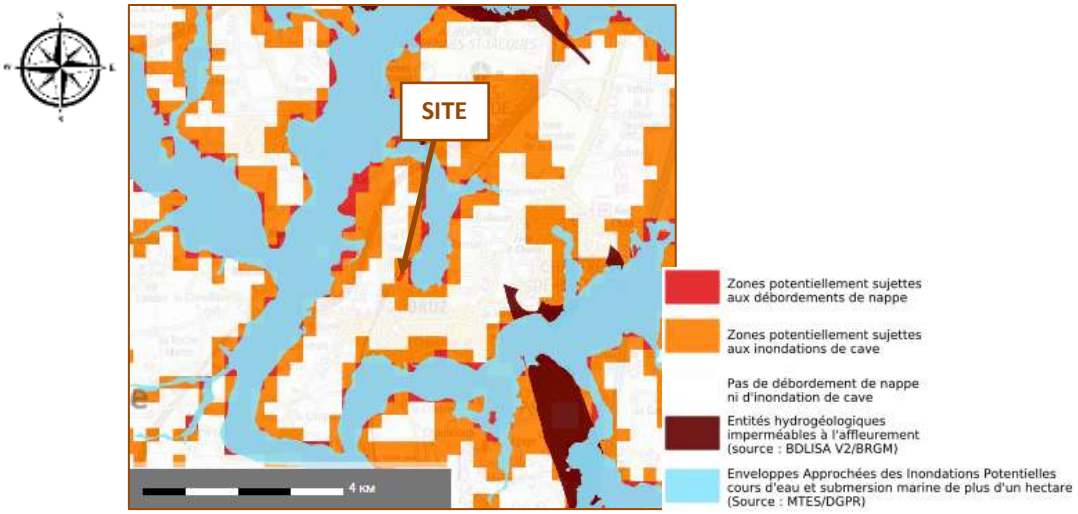
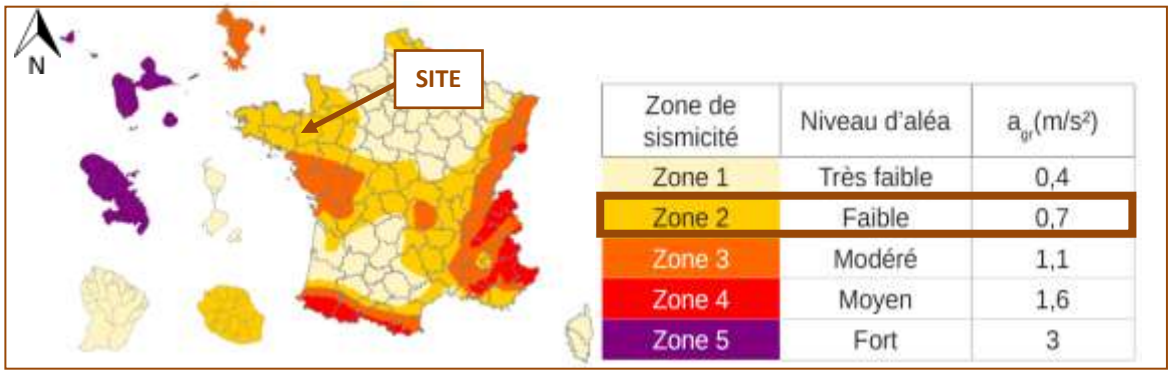


Figure 7 : Extrait de la carte de zones sujettes aux remontées de nappe et des enveloppes approchées des inondations potentielles (source : Infoterre)

- La sismicité : le zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1er mai 2011) classe la région Bretagne en zone de sismicité 2 (aléa faible) (cf. Figure 8).



Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3

Figure 8 : Carte du zonage sismique et tableau des accélérations correspondantes (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

De plus, le bâtiment à construire est de **catégorie d'importance IV**, à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage / d'Œuvre (cf. Figure 9).

Catégorie d'importance		Description
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Figure 9 : Tableau des catégories d'importance des bâtiments (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

Pour un bâtiment de catégorie d'importance **IV** en zone de sismicité 2, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 **est exigée** (cf. Figure 10).

	I	II		III	IV
					
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				**Eurocode 8** [3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		**CP-MI** [2]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	

[1] Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
[2] Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
[3] Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Figure 10 : Exigences sur le bâti neuf (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

- Le potentiel radon : à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'IRSN a réalisé une cartographie qui permet de connaître le potentiel radon des communes. **La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories.** D'après l'IRSN, le potentiel radon de la commune de **Bruz** est classé **en catégorie 3.**

Catégorie	Description
1	Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles…). Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m-3 et moins de 2% dépassent 300 Bq.m-3.
2	Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments. Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.
3	Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (massif armoricain, massif central, Guyane française…), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte…) mais également certains grés et schistes noirs. Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m-3 et plus de 10% dépassent 300 Bq.m-3.

3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Nivellement

L'implantation a été effectuée au mieux des conditions d'accès et de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Lors de notre intervention, l'ensemble des points de sondages a été nivelé en prenant comme référence altimétrique le seuil de la porte du transformateur (cf. Figure 11), coté à 31,01 m NGF sur le plan transmis. Son emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe 2.

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	PZ1	PZ3	RF1	RF2	RF3	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
Cote (m NGF)	30,55	30,55	30,75	30,80	31,00	30,90	30,50	30,95	30,90	30,50	30,55	30,60	30,70	30,90	30,85



Figure 11 : Repère de nivellement

Remarque : le nivellement est arrondi à 0,05 m près et n'est pas aussi précis qu'un nivellement effectué par un topographe avec un niveau ou un GPS de précision.

3.2. Lithologie et caractéristiques mécaniques

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au terrain naturel tel qu'il était lors de notre intervention.

Dans nos sondages, dont les coupes sont jointes en annexe 3, nous avons mis en évidence la succession lithologique suivante :

		Epaisseur (en m)	Sondages concernés	E_M (en MPa)	Pl* (en MPa)	Evaluation caractéristiques mécaniques
Formations de recouvrement	**0.B** : Dalle béton	0,10 à 0,30	Tous	/		
	0.CDF : Remblai graveleux	0,09 à 1,31	Tous			
	0.R : Remblai schisteux (rouge-ocre)	0,20 à 0,70	PZ1, SP1, SP3, SP4			
	1 : Limon +/- argileux (brun-gris-beige-verdâtre)	> 0,25 à 1,00	RF3, SP1, SP2, PZ3			
Substratum altéré	**2.1** : Schiste tendre très altéré (marron-gris-beige-verdâtre)	> 0,30 à > 8,50	Tous sauf SP3 et RF3	1,2 à 8,2	0,37 à 1,24	**Faibles à moyennes**
	2.2 : Schiste altéré (marron-gris-beige)	> 2,00 à > 9,20	SP1, SP3 à SP5	7,1 à 23,4	0,86 à 2,43	**Moyennes à bonnes**

Remarques :

- Ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés des sondages,
- En SP2, une forte odeur d'hydrocarbures a été ressentie jusqu'à la fin du sondage.

3.3. Dalle béton

Dix carottages de dalle ont été effectués et répartis au niveau des bâtiments 0159 et 0162.

Aucune armature n'a été rencontrée dans ces carottages. Une deuxième voire troisième dalle béton ont été observées localement. Les photographies des carottes sont jointes en annexe 3.

Les épaisseurs des dalles sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	PZ1	RF1
Nombre de dalle	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**1**
Epaisseur de la 1ère dalle (en cm)	9,5 à 12,5	13,0 à 16,0	11,5 à 12,0	6,5 à 8,5	11,0	≈ 15,0	30,0
Epaisseur de la 2ème dalle (en cm)	/	/	/	11,5 à 12,0	7,5	≈ 15,0	/

Sondage	RF2	RF3	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
Nombre de dalle	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**	**3**	**2**
Epaisseur de la 1ère dalle (en cm)	20,0 à 21,0	12,0	12,0 à 14,5	11,0 à 12,0	6,0 à 7,0	4,5 à 5,5	8,0 à 9,0
Epaisseur de la 2ème dalle (en cm)	10,0	13,0	/	/	8,0 à 9,0	11,5	9,5 à 13,0
Epaisseur de la 3ème dalle (en cm)	/	/	/	/	/	10,0	/

3.4. Hydrogéologie

3.4.1. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention, des arrivées et des niveaux d'eau ont été observés dans nos sondages :

Sondages	N°	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
	Cote (m NGF)	30,55	30,55	30,75	30,80	31,00
Arrivées d'eau en cours de chantier	**Profondeur (m/TN)**	**2,50**	**/**	**5,00**	**5,50**	**0,80**
	Cote (m NGF)	28,05	/	25,75	25,30	30,20
Niveaux d'eau en fin de chantier	**Profondeur (m/TN)**	**1,62**	**2,80**	**1,30**	**1,80**	**0,80**
	Cote (m NGF)	28,93	27,75	29,45	29,00	30,20

Ces observations révèlent l'existence de circulations d'eau dans la mosaïque d'altération du substratum (fissures, fractures). Il pourrait toutefois également s'agir d'une nappe dont le niveau peut varier en fonction de la pluviométrie, du climat et des crues.

Ces résultats ne sont valables qu'aux dates des mesures et ne sauraient représenter l'amplitude totale des variations saisonnières des circulations d'eau, annuelles ou pluriannuelles.

Il est important de noter que les sols limoneux, argileux et schisteux sont sensibles à l'eau et peuvent perdre en portance par imbibition. Le schiste est apparu humide en SP5 de 1,50 à 2,50 m/TN.

3.4.2.Piézomètre

Un piézomètre (PZ1) a été installé sur le site et un second piézomètre (PZ3), réalisé par SITA REMEDIATION, sera réutilisé dans le cadre de cette étude.

Ils sont constitués de la manière suivante :

Sondages	Piézomètre	PZ1	PZ3
	Cote (m NGF)	30,90	30,50
Système de protection		Bouche à clé	Capot métallique hors sol
		Bouchon d'argile	
		Massif drainant + chaussette	Massif drainant
		Bouchon de fond	
Tubage	Plein	Ø 34/40 mm : 0 à - 1,45 m/TN	0 à - 0,50 m/TN
	Crépiné	Ø 34/40 mm : - 1,45 à - 6,45 m/TN	- 0,50 à - 5,00 m/TN
Niveau d'eau mesuré	14/04/2009	/	- 1,81 m/TN (28,69 m NGF)
	21/04/2009	/	- 0,89 m/TN (29,61 m NGF)
	18/02/2026	- 0,45 m/TN (30,45 m NGF)	/
	24/02/2026	- 0,60 m/TN (30,30 m NGF)	- 0,90 m/TN (29,60 m NGF)

Un suivi piézométrique est en cours sur une durée d'un an. Des sondes piézométriques d'acquisition automatique ont été mis en place dans ces piézomètres le 24 février 2026.

Pour information, les niveaux d'eau mesurés en 2009 dans les sondages piézométriques installés par SITA REMEDIATION sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Piézomètre		PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5
Cote relative du repère (m)		100,00	99,99	100,04	100,41	99,92
Profondeur de la nappe (m)	14/04/2009	1,70	1,08	1,81	1,87	*
	21/04/2009	1,17	0,82	0,89	1,72	0,55
Cote relative de la nappe (m)	14/04/2009	98,30	98,91	98,23	98,54	*
	21/04/2009	98,83	99,17	99,15	98,69	99,37

* : présence de phase libre sur 30 cm d'épaisseur

3.5. Reconnaissances de fondation

Les reconnaissances de fondations ont été réalisées aux niveaux des jonctions des différents bâtiments et dans le bâtiment 0162. Elles ont été implantées avec la Maîtrise d'Ouvrage.

Les schémas et les photographies des fouilles sont disponibles en annexe 3. Les caractéristiques sont rappelées dans le tableau suivant :

Fouille		Nature de la fondation		Géométrie			Couche d'ancrage	
N°	Emplacement	Type	Dimension : Côté x épaisseur (m)	Profondeur d'assise		Débord observé (m)	Nature	Epaisseur ancrage (m)
				En m/TN	En m NGF			
RF1	*0158*	**Semelle isolée en béton**	**0,65 x 0,40**	**0,70**	**30,25**	**/**	**Schiste très altéré (2.1)**	**0,30**
	0159	**Semelle isolée en béton**	**0,40 x 0,35**	**0,65**	**30,30**	**/**	**Schiste très altéré (2.1)**	**0,25**

Fouille		Nature de la fondation		Géométrie			Couche d'ancrage	
N°	Emplacement	Type	Dimension : Côté x épaisseur (m)	Profondeur d'assise		Débord observé (m)	Nature	Epaisseur ancrage (m)
				En m/TN	En m NGF			
RF2	*0159*	/	/	/		/	/	/
	0162	**Semelle isolée en béton**	**0,80 x 0,35**	**0,55**	**30,35**	**0,14**	**Schiste très altéré (2.1)**	**0,15**
RF3	*0162*	**Semelle isolée en béton**	**0,75 x 0,60**	**0,65**	**29,85**	**0,22**	**Limon (1)**	**0,10**

En RF2, le poteau au sein du bâtiment 0159 est posé sur la dalle béton. Il conviendra de vérifier auprès d'un BET Structure le rôle de ce dernier.

3.6. Essais en laboratoire

3.6.1. Agressivité vis-à-vis du béton

Des mesures d'agressivité ont été réalisées sur des sols et de l'eau prélevés sur site. Les résultats sont analysés selon la norme EN 206 (cf. Figure 12).

Tableau 2 — Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques par les sols et eaux souterraines naturels

Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Eaux souterraines				
SO_4^{2-}, en mg/l	EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
CO_2 agressif, en mg/l	EN 13577	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH_4^+, en mg/l	ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg^{2+}, en mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation
Sols				
SO_4^{2-} total, en mg/kg [a]	EN 196-2 [b]	≥ 2 000 et ≤ 3 000 [c]	> 3 000 [c] et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité selon Baumann-Gully, en ml/kg	prEN 16502	> 200	N'est pas rencontrée dans la pratique	

[a] Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10^{-5} m/s peuvent être affectés à une classe inférieure.
[b] La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO_4^{2-} à l'acide chlorhydrique ; il est également possible de procéder à cette extraction à l'eau, si l'on dispose d'une expérience en la matière sur le lieu d'utilisation du béton.
[c] La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton en raison de l'alternance de périodes sèches et de périodes humides ou d'absorption capillaire.

Figure 12 : Tableau extrait de la norme NF EN 206

Les résultats obtenus pour les échantillons de sol sont les suivants :

Prélèvement	Caractéristique chimique	Mesure	Classe d'agressivité
SP1 - 1,20 à 3,00 m/TN (Schiste très altéré – 2.1)	SO_4^{2-} (mg/kg)	< 450	**< XA1**
	Acidité (ml/kg)	25	

Prélèvement	Caractéristique chimique	Mesure	Classe d'agressivité
SP2 – 0 à 0,60 m/TN (Remblais – 0.R)	SO_4^{2-} (mg/kg)	2 700	**XA1**
	Acidité (ml/kg)	< 5	
SP2 – 0,60 à 1,50 m/TN (Limon - 1)	SO_4^{2-} (mg/kg)	< 450	**< XA1**
	Acidité (ml/kg)	< 5	
SP2 – 1,50 à 2,50 m/TN (Schiste très altéré – 2.1)	SO_4^{2-} (mg/kg)	< 450	**< XA1**
	Acidité (ml/kg)	< 5	

Les concentrations des éléments agressifs vis-à-vis du béton dans les sols analysés sont **inférieures à la classe XA1** hormis dans les remblais prélevés en SP2 de 0 à 0,60 m/TN où ces sols sont classés **XA1, soit faiblement agressifs vis-à-vis du béton.**

Les résultats obtenus pour les prélèvements d'eau sont les suivants :

Prélèvement	Caractéristique chimique	Mesure	Classe d'agressivité
SP2	pH	7,1	**< XA1**
	CO_2 agressif (mg/l)	13	**< XA1**
	SO_4 (mg/l)	45	**< XA1**
	NH_4 (mg/l)	< 0,1	**< XA1**
	Mg (mg/l)	21	**< XA1**
PZ1	pH	6,9	**< XA1**
	CO_2 agressif (mg/l)	25	**XA1**
	SO_4 (mg/l)	9,0	**< XA1**
	NH_4 (mg/l)	< 0,1	**< XA1**
	Mg (mg/l)	12	**< XA1**

L'eau en SP2 est inférieure à la classe XA1.

L'eau en PZ1 est classée **XA1**, soit faiblement agressive vis-à-vis du béton.

Les procès-verbaux des analyses sont présentés en annexe 4.

Pour ce projet, le Maître d'Ouvrage et son Maître d'Œuvre devront utiliser un béton répondant à la classe d'agressivité de son environnement.

3.6.2. Résistance de compression du béton

Les résultats des essais de résistances à la compression du béton sur les carottes réalisées sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Les procès-verbaux sont présentés en annexe 4.

Sondage	SP1	SP2	SP3	SP4 (partie basse)	SP5 (partie haute)
Résistance corrigée Rc (en MPa)	27,1	29,1	10,3	68,6	25,1
Sondage	**SC1**	**SC2**	**SC4 (partie centrale)**	**SC4 (partie basse)**	**SC5 (partie basse)**
Résistance corrigée Rc (en MPa)	11,7	18,8	14,2	15,5	12,7

4. RAPPEL DU PROJET ET SYNTHESE

Les façades Sud et Nord de l'ensemble des bâtiments 0159 et 0162 seront modifiées avec mise en place de bardages, modification des ouvertures et rénovation des sols pour résister à une charge à l'essieu de 13 tonnes. Ces bâtiments seront aménagés afin de stationner et stocker des véhicules de type GRIFFON (cf. Figure 4). Le bâtiment supportera une charge de 750 kg/m² et 120 kN pour les travées de stationnement et de 250 kg/m² et 150 daN pour les sanitaires.

Lors de nos investigations, les éléments suivants ont été mis en évidence :

- Sous une ou des dalles béton, non ferraillées, de 9,5 à 30 cm d'épaisseur au total et 0,10 à 1,35 m de formation de recouvrement (remblai et limon), un substratum schisteux de caractéristiques mécaniques faibles à bonnes, fonction de l'altération du schiste, jusqu'à la fin des sondages ;
- Des arrivées d'eau observées en cours de forage entre 0,80 et 5,50 m/TN dans nos sondages pressiométriques, soit entre 25,30 et 30,20 m NGF ;
- Des niveaux d'eau mesurés entre 0,80 et 2,80 m/TN en fin de chantier, soit entre 27,75 et 30,20 m NGF ;
- Au sein du piézomètre PZ1, le niveau d'eau a été mesuré en février 2026 à 0,45 et 0,60 m/TN, soit à 30,45 et 30,30 m NGF et en PZ3 à 0,90 m/TN (29,60 m NGF) ;
- Un bâtiment 0158 fondé via une semelle isolée en béton de 0,65 m de côté et 0,40 m d'épaisseur, encastrée à 0,70 m/TN et ancrée de 0,30 m dans le schiste très altéré (2.1), sans débord ;
- Un bâtiment 0159 fondé via une semelle isolée en béton de 0,40 m de côté et 0,35 m d'épaisseur, encastrée à 0,65 m/TN et ancrée de 0,25 m dans le schiste très altéré (2.1), sans débord. Toutefois, sous un second poteau, aucune fondation n'a été rencontrée. Il était uniquement posé sur la dalle béton ;
- Un bâtiment 0162 fondé via une semelle isolée en béton. Elle est de 0,80 m de côté et 0,35 m d'épaisseur, encastrée à 0,55 m/TN et ancrée de 0,15 m dans le schiste très altéré (2.1), avec un débord de 14 cm par rapport au poteau en RF2 et de 0,75 m de côté et 0,60 m d'épaisseur, encastrée à 0,65 m/TN et ancrée de 0,10 m dans le limon (1), avec un débord de 22 cm par rapport au poteau.

Il conviendra de vérifier que ces hypothèses soient conformes et de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les caractéristiques réelles des ouvrages.

5. TRAVAUX PREALABLES

Compte tenu des sols en présence sensibles à l'eau et des venues d'eau observées en sondage, on privilégiera la réalisation des travaux en périodes favorables, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries. De plus, des pompes devront être mises à dispositions en cas de circulations d'eau plus superficielles ou de remontées de nappe.

En cas de vestiges enterrés (fondations, réseaux, etc.), des purges pourront être nécessaires et devront être récolées précisément sur un fond de plan d'exécution.

Remarque : le positionnement du sondage SP2 a dû être déplacé au vu du signal important du détecteur de sécurisation pyrotechnique. Une attention particulière sera donc portée à cette zone.

6. ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE

La Zone d'Influence Géotechnique inclut l'ensemble de la parcelle d'étude ainsi que les réseaux enterrés. Toutes les précautions devront être prises afin de leur éviter tout dommage.

7. SISMICITE

7.1. Accélération

D'après les éléments communiqués lors de l'étude, l'ouvrage concerné par la présente étude sera classé dans la catégorie IV.

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_I, qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8. Le tableau suivant (cf. Figure 13) défini le coefficient d'importance γ_I selon la catégorie d'importance des bâtiments :

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Figure 13 : tableau des coefficients d'importance (source : Extrait du site developpement-durable.gouv.fr)

Ainsi, le coefficient d'importance γ_I est de 1,4 pour ce projet.

Pour un bâtiment de catégorie d'importance **IV** en zone de sismicité 2, l'application des prescriptions parasismiques est exigée (cf. figure 10). En zone de sismicité faible a_{gr} = 0,7 m/s² et le coefficient d'importance pour un bâtiment de catégorie d'importance IV est de 1,4. Ainsi **a_g = 0,98 m/s².**

7.2. Classe de sol

La nature locale du sol influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue 7 classes de sols (de la classe A à la classe S2) pour lesquelles est défini un coefficient de sol S. Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Le tableau suivant (cf. Figure 14) récapitule les différentes classes de sol en fonction du profil stratigraphique :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres			Ordre de grandeur		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	C_u (kPa)	q_c (MPa)	E_M (MPa)	p_l (MPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	> 800	-	-		> 100	> 5
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	360 – 800	> 50	> 250	> 3,5 (argile) > 20 (sable)	25 – 100	> 1,2 (argile) 2,0 à 5,0 (sable)
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.	180 – 360	15 – 50	70 – 250	De 1 à 3,5 (argile) De 6 à 20 (sable)	5 – 25	0,5 à 1,2 (argile) 0,8 à 2 (sable)
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	< 70	< 1 (argile) < 6 (sable)	< 5	< 0,5 (argile) < 0,8 (sable)
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec V_s > 800 m/s						
S1	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (I_p ou PI > 40) et une teneur en eau importante.	< 100	-	10 – 20	< 0,6		< 0,2
S2	Dépôts de sols liquéfiables, d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1						

Figure 14 : classes de sol – Extrait du cahier technique n° 38 de l'AFPS

Au vu du tableau ci-dessus et des caractéristiques mécaniques E_M et Pl* mesurées, les sols correspondent à une **classe C**.

Suivant la classe de sol, les paramètres S (coefficient de sol), TB (limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante), TC (limite supérieure des périodes correspondant au palier

d'accélération spectrale constante) et TD (valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant) à prendre en compte sont données dans le tableau suivant :

Classe de sol	S	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1,0	0,03	0,20	2,5
B	1,35	0,05	0,25	2,5
C	**1,5**	**0,06**	**0,40**	**2,0**
D	1,6	0,10	0,60	1,5
E	1,8	0,05	0,45	1,25

Spectre de réponse élastique de type 2 (zones de sismicité 1 à 4)

Les paramètres à considérer pour le projet sont les suivants : S = 1,5, TB = 0,06 s, TC = 0,40 s, TD = 2,0 s.

7.3. Liquéfaction des sols

On appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement du sol par augmentation de la pression interstitielle. Elle est accompagnée de déformations dont l'amplitude peut être limitée ou quasi illimitée.

En zone de sismicité 2, l'analyse du risque de liquéfaction des sols sous séisme n'est pas requise.

8. CONTRAINTE ADMISSIBLE DES FONDATIONS EXISTANTES

Pour définir les contraintes admissibles sous les poteaux actuels des bâtiments 0159 et 0162, nous considèrerons les données reconnues en supposant des massifs symétriques avec des charges centrées, soit des semelles isolées carrées :

- De 0,40 x 0,40 x 0,35 m pour le bâtiment 0159, ancrée à 30,30 m NGF (nous ne considérons pas le poteau qui est posé sur la dalle) ;
- De 0,80 x 0,80 x 0,35 m, ancrée à 30,35 m NGF et de 0,75 x 0,75 x 0,60 m, ancrée à 29,85 m NGF pour le bâtiment 0162.

Ainsi, sur la base de nos sondages, nous obtenons les hypothèses suivantes :

Sondages/ Bâtiment	Couche d'ancrage		Contraintes admissibles du sol (charges verticales centrées)	Descentes de charges totales	Tassement
	Nature	Assise (m NGF)			
SP5-RF1 / 0159	2.1	30,30	$q_{ELS\ QP\ et\ C} \leq 0,17$ MPa $q_{ELU\ F\ et\ S} \leq 0,27$ MPa $q_{ELU\ A} \leq 0,32$ MPa	27 kN	18 mm

Sondages/ Bâtiment	Couche d'ancrage		Contraintes admissibles du sol (charges verticales centrées)	Descentes de charges totales	Tassement
	Nature	Assise (m NGF)			
SP3-RF2 / 0162	2.1	30,35	$q_{ELS\ QP\ et\ C} \leq 0,30$ MPa $q_{ELU\ F\ et\ S} \leq 0,48$ MPa $q_{ELU\ A} \leq 0,56$ MPa	185 kN	13 mm
SP2-RF3 / 0162	1	29,85	$q_{ELS\ QP\ et\ C} \leq 0,20$ MPa $q_{ELU\ F\ et\ S} \leq 0,32$ MPa $q_{ELU\ A} \leq 0,37$ MPa	110 kN	15 mm

Au vu des charges annoncées, en considérant que la majeure partie des poteaux est fondée comme les fondations reconnues, les fondations devront être reprises en sous-œuvre ou de nouveaux appuis créés.

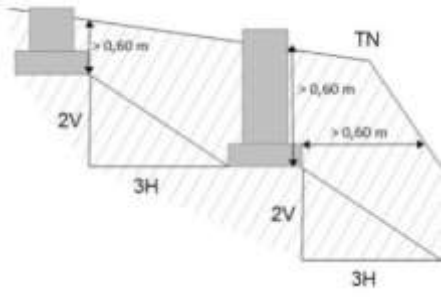
9. APPLICATION AU SYSTEME DE FONDATIONS

9.1. Principe de fondation

Au vu de l'ouvrage et des descentes de charges envisagés, on retiendra pour ce projet une solution de **fondations superficielles à semi-profondes** ancrées dans le **schiste très altéré (2.1) à altéré (2.2)** observé dans nos sondages à partir de 0,40 à 1,50 m/TN.

Les fondations respecteront le critère le plus restrictif suivant :

- Un ancrage **minimum de 0,30 m** dans la couche d'assise suffisamment portante et homogène, dans des sols non décomprimés, non imbibés et non remaniés ;
- Les terrains de faible portance, remaniés et remblayés seront traversés en intégralité ;
- Un encastrement respectant en tout point un minimum de **0,60 m sous le terrain fini** ;
- Le respect d'une pente maximum de **3H/2V** (3 Horizontal pour 2 Vertical) entre les arêtes inférieures des fondations voisines (existantes et futures).



L'ancrage des fondations devra être adapté aux conditions réellement rencontrées. Des approfondissements en gros béton pourront être nécessaires afin de traverser l'intégralité des matériaux remblayés, imbibés et remaniés, ce qui pourrait engendrer des surconsommations en béton.

9.2. Profondeurs d'assise des fondations

Les profondeurs d'assise minimum des fondations, par rapport au terrain naturel lors de notre intervention sont au droit de nos sondages :

Sondages	**N°**	**SP1**	**SP2**	**SP3**	**SP4**	**SP5**
	Cote (m NGF)	30,55	30,55	30,75	30,80	31,00
Encastrement Minimum*	**Profondeur (m/TN)**	**≥ 1,50**	**≥ 1,80**	**≥ 1,10**	**≥ 0,90**	**≥ 1,80**
	Cote (m NGF)	≤ 29,05	≤ 28,75	≤ 29,65	≤ 29,90	≤ 29,20

**à adapter à l'ouverture des fouilles et en fonction de la cote projet*

La profondeur d'ancrage pourra être ajustée à l'ouverture des fouilles (présence de poches moins résistantes, variation du toit de la couche, terrains remaniés, présence de matière organique…).

9.3. Contraintes de calcul au stade de l'avant-projet

Les contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites de Service et Ultimes sont estimées selon la norme NF P 94-261 de juin 2013 (norme d'application nationale de l'Eurocode 7 sur les fondations superficielles).

Selon les résultats de nos sondages, pour des charges verticales centrées, les contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet seront limitées à :

$q_{ELS\ QP\ et\ C} \leq 0{,}10$ MPa
$q_{ELU\ F\ et\ S} \leq 0{,}14$ MPa
$q_{ELU\ A} \leq 0{,}16$ MPa

Par ailleurs, il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant de bonne qualité et un contrôle strict de la qualité des fonds de fouille devra être prévu. Le béton sera coulé pleine fouille à l'avancement pour protéger le sol d'assise des intempéries.

9.4. Evaluation des tassements

Conformément à la norme NF P 94-261, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et d'une mise en œuvre selon les règles de l'art, les tassements prévisibles absolus pour la valeur de contrainte de service à l'ELS donnée précédemment seront inférieurs au **centimètre** pour des massifs carrés de 1,20 m de côté chargés à 120 kN/appui aux ELS.

Les tassements pourront être recalculés au stade du projet lorsque les dimensions des fondations et les contraintes réellement appliquées au sol aux ELS seront connues (lors de la mission d'étude géotechnique de conception phase projet – G2-PRO).

NOTA : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

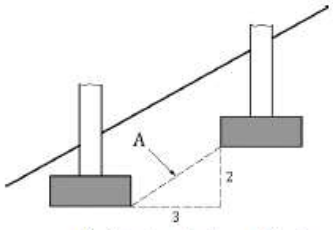
9.5. Précautions particulières pour l'exécution

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés afin d'obtenir un sol d'assise d'homogénéité satisfaisante. La substitution sera constituée d'un gros béton.

En cas d'intempéries ou de venues d'eau, une évacuation de ces eaux devra se faire aussitôt par pompage.

Les profondeurs hors-gel devront être respectées.

On veillera à respecter une pente de 3H/2V entre les arêtes inférieures des fondations voisines et les avoisinants (réseaux, talus…).



a) Décalage de niveau d'assise

Légende
A Pente 3 pour 2

Il faudra s'assurer de l'absence de remblais ou de sol décomprimé au niveau des fondations.

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Largeur minimale des fondations de 80 cm pour les semelles isolées en dehors de toute considération de descente de charge afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;
- Assise des fondations horizontale ;
- Bétonnage à l'avancement des terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise. Dans le cas contraire, on coulera un béton de propreté ;
- Sol d'assise homogène sous un même bâtiment ;
- Prévoir des joints de constructions entre les parties d'un même bâtiment présentant un mode de fondation et/ou un encastrement différent ou des descentes de charges hétérogènes ;
- En cas de surprofondeur, un rattrapage par un gros béton devra être réalisé ;
- Blindage des fouilles au-delà de 1,30 m de profondeur et en cas de mauvaises tenues des sols.

9.6. Mitoyenneté

La méthodologie de mise en œuvre des fondations devra préserver la stabilité des ouvrages mitoyens (attention aux affouillements, déchaussements de fondations, vibrations, tassements en cas de fondations à des niveaux différents).

Si les différences d'ancrages le nécessitent, il pourra être prévu :

- La réalisation d'une reprise en sous-œuvre jusqu'au même sol d'assise ;
- Le déport des fondations du projet pour respecter les éventuels débords et règle des 3H/2V.

Le projet ne devra pas venir surcharger les ouvrages mitoyens et avoisinants et leurs fondations, et il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés.

Dans tous les cas, les dispositions ci-dessous seront à respecter :

- Un diagnostic structure des mitoyens devra être réalisé pour adapter la construction des nouvelles fondations à celles existantes et devra définir les seuils de déformation acceptables par les structures existantes et leur adéquation avec les déformations inhérentes à l'acte de construire ;
- Il ne faudra en aucun cas venir démolir les fondations existantes et/ou les surcharger sans un diagnostic géotechnique associé au diagnostic structure ;
- Il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés ;
- Les nouvelles fondations seront descendues au moins au même niveau que les fondations existantes, et de façon à respecter l'ancrage de 0,30 m dans le faciès d'assise et l'encastrement minimum de 0,60 m / niveau fini extérieur ;
- Les nouvelles fondations devront tenir compte du débord, de la géométrie et de la nature des fondations existantes.

Les terrassements pour les fondations en mitoyenneté devront être effectués par plots alternés afin d'éviter tout risque de déstabilisation de l'ouvrage existant avec coulage du béton le jour de l'ouverture. L'intégrité des avoisinants devra être conservée en phase provisoire comme en phase définitive.

10. NIVEAU BAS

Au vu de la sensibilité des sols à l'eau, de la forte épaisseur des formations de recouvrements et des faibles caractéristiques mécaniques des sols en place localement, nous recommandons de porter le niveau bas sur les fondations.

Toutefois, une solution de dallages sur **terre-plein** est envisageable si l'entreprise assure en tout point la portance du fond de forme et à condition de respecter les précautions de mises en œuvre suivantes pour la réalisation de la couche de forme et son drainage.

10.1. Préparation du fond de forme

Les formations de recouvrement (dalle, remblai, limon) seront décapées dans leur intégralité avec en complément une purge de la première frange des sols en place. La préparation du fond de forme au sein des schistes (2) nécessitera ensuite de respecter les recommandations suivantes :

- Terrassement dans des conditions climatiques favorables de basses eaux, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries ;
- Purges des formations remaniées, remblayées et limoneuses observées au niveau de l'arase de terrassement ;
- Purges des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassements.
- Substitution des purges et éventuels hors profils par des matériaux granulaires sains et insensibles à l'eau (0/80 mm) de même nature que ceux utilisés pour la couche de forme ;
- Compactage à 95 % de l'Optimum Proctor Normal du fond de forme après mise à niveau. Son compactage sera adapté aux conditions climatiques au moment des travaux et donc à l'état hydrique des matériaux ;
- Intercalation d'un **géotextile anti contaminant.**

10.2. Couche de forme

Après une préparation soigneuse du fond de forme, la structure du dallage sera composée par :

- La mise en œuvre de la couche de forme en matériaux insensibles à l'eau et à granulométrie continue type GNT type 0/60 ou 0/80 mm (ou en matériaux traités – dans ce cas, ce point fera l'objet d'une étude de traitement ne faisant pas partie du présent dossier) de manière à s'assurer d'une bonne fermeture après compactage à 98,5 % de l'Optimum Proctor Normal ;
- La mise en œuvre éventuelle d'une interface entre la couche de forme et le dallage ;
- La réalisation du dallage en béton.

Avant coulage des dallages, il sera nécessaire d'effectuer un contrôle final de la qualité géotechnique de la plate-forme par une série d'essais à la plaque (3 minimum par bâtiment). A titre indicatif, les valeurs à obtenir devront être les suivantes :

EV2 > 50 MPa (surcharge répartie ≤ 20 kPa ou charges concentrées fixes ou mobiles ≤ 20 kN)

EV2 > 70 MPa (surcharge répartie > 20 kPa ou charges concentrées fixes ou mobiles > 20 kN)

EV2 / EV1 < 2,2

** On rappelle que les valeurs EV1 et EV2 sont obtenues par des essais à la plaque réalisés selon le mode LCPC.*

L'épaisseur minimale de la couche de forme à mettre en œuvre sous dallage sera définie en fonction :

- Du module EV2 visé, défini par le BET Structures selon les tolérances de déformation du dallage envisagé,
- De la qualité du matériau de constitution de la couche de forme,
- De la portance du fond de forme **au moment des terrassements**.

La réalisation d'essais à la plaque sur le fond de forme permettra de vérifier la portance de celui-ci et d'adapter si nécessaire (en cas de portance faible) l'épaisseur de la couche de forme.

Dans tous les cas, l'épaisseur de la couche de forme ne sera pas inférieure à 0,50 m. Cette épaisseur devra être confirmée en G2-PRO.

Les dallages seront conçus et réalisés conformément aux règles professionnelles pour les travaux de dallage (DTU 13.3).

10.3. Modules de déformation des différentes couches de sols

Les modules élastiques $E_s = E_M / \alpha$, avec E_M module pressiométrique et α coefficient rhéologique du sol, à prendre en compte pour chaque couche sont répertoriés dans le tableau suivant :

N° de couche	Nature des sols	Module E_M (MPa)	Coefficient α	Module élastique E_s (MPa)
(2.1)	Schiste très altéré	1,2 à 8,2	1/2	2,4 à 16,4
(2.2)	Schiste +/- altéré	7,1 à 23,4	1/2	14,2 à 46,8

10.4. Tassement

Pour une surcharge de 750 kg/m², le tassement sera de l'ordre de 1 cm en considérant le sondage SP5 le plus défavorable.

10.5. Dispositions constructives

Les dallages seront conçus et réalisés conformément aux règles professionnelles pour les travaux de dallage (DTU 13.3).

Des joints de construction seront prévus entre les parties différemment chargées du dallage.

Il est traditionnellement reconnu que la tenue d'un dallage est directement liée d'une part à son épaisseur et à la position de ses armatures, et d'autre part aux caractéristiques de son remblai de fondation, c'est-à-dire à son aptitude aux déformations à long terme. Dans ce contexte, on devra porter d'autant plus de soin à la confection de la plate-forme (qualité du matériau et intensité du compactage) que l'épaisseur des remblais à mettre en œuvre sera grande. Pour des épaisseurs importantes (> 0,80 m), il est conseillé, en plus des précautions évoquées ci-dessus, de renforcer le dallage pour pallier au risque de déformation des dits remblais.

11. TERRASSEMENTS

Les terrassements au sein des formations rencontrées en sondages pourront être réalisés à l'aide de **pelles mécaniques classiques**. En cas de vestiges enterrés, une pelle mécanique plus puissante pourrait être nécessaire, éventuellement équipée d'outils adaptés.

Quoi qu'il en soit, les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés. Ces outils / engins plus puissants génèreront d'autant plus de vibrations sur les infrastructures existantes voisines que des engins de terrassement classiques.

Dans tous les cas la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants (attention aux vibrations, ne pas créer d'affouillement ou de tassement par influence sous fondations des avoisinants…) et assurer leurs stabilités. On veillera à adapter la puissance des engins utilisés, à la présence des différents bâtiments / ouvrages existants et à garantir l'intégrité des constructions avoisinantes durant tout le chantier et en phase définitive.

Il est important de noter que les sols en présence sont sensibles à l'eau et peuvent perdre en portance par imbibition. De plus, au vu des venues d'eau en sondages, nous recommandons de **débuter les travaux en période favorable, avec arrêt du chantier en cas d'intempéries.** Des pompes devront donc être disponibles si nécessaire.

Toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance et/ou tous points durs rencontrés en fond de forme sera purgée. Pour le rattrapage des éventuels hors profils après purge, on prévoira la réalisation d'une substitution en matériaux granulaires insensibles à l'eau.

Lors des travaux, nous attirons l'attention sur la nécessité de préserver au mieux la qualité du sol d'assise du bâtiment projeté.

On proscrira, autant que faire se peut, de faire manœuvrer des engins sur la plateforme décapée et l'on privilégiera un remblaiement instantané de la première couche à l'avancement.

Nous attirons l'attention sur le fait que les terrains renferment une proportion importante de sols fins qui sont sensibles à l'eau d'où des difficultés de circulation des engins en période pluvieuse. Une réalisation de la plateforme en période favorable non pluvieuse est vivement recommandée.

Après mise à niveau du fond de forme, ce dernier sera compacté. Son compactage sera adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.

NOTA : si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, le cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaire.

En fonction de l'état hydrique des sols et des niveaux d'eau au moment des travaux, les terrassements dans des matériaux saturés peuvent entraîner des éboulements. Il conviendra alors de prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter de tels désordres (busage ou blindage continu par exemple) ainsi que l'utilisation d'un dispositif de pompage ou de rabattement de nappe.

Il conviendra de protéger le fond de fouille en cas d'intempéries et les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries. En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir.

12. GESTION DES EAUX

12.1. Phase travaux

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau superficielles sont possibles (ruissellements, remontées). Un pompage des eaux seront nécessaires en cours de terrassement afin d'évacuer ces eaux souterraines et assécher les fouilles. Elles seront collectées et évacuées à distance, sans nuisance au projet et aux avoisinants.

Les fouilles de fondation seront soigneusement protégées - le bétonnage des semelles devra se faire aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise par des venues d'eau. Dans le cas contraire, on coulera un béton de propreté à l'avancement des terrassements.

12.2. Phase définitive

Les fondations devront être protégées au stade définitif afin de s'affranchir des sujétions liées aux éventuelles remontées des eaux et des circulations.

On prévoira un drainage périphérique type drain routier (=étanche en partie basse) et éventuellement une bordure périphérique étanche (trottoir béton, terrasse, enrobé…) pour empêcher les infiltrations entre le bâtiment et les terres décomprimées. Cette précaution est particulièrement nécessaire lorsque la topographie aux alentours favorise le ruissellement vers les façades.

De plus, les eaux de ruissellement et de toiture du projet et des existants seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente…) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Il faudra conserver une distance, entre le bâtiment et d'éventuelles plantations de 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte pour limiter les désordres dus aux systèmes racinaires sur les fondations et système de drainage.

*

* *

Toute modification de projet devra nous être indiquée afin de vérifier l'adéquation des préconisations au nouveau projet.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.

Rédacteur :	**Contrôle interne :**
Adélaïde MARTIN, chargée d'Affaires	Arnaud JUIGNET, chargé d'Affaires

13. CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote 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. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

ANNEXES

***Annexe 1** : Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)*

***Annexe 2** : Plan d'implantation des sondages (1 page)*

***Annexe 3** : Résultats des investigations in situ (20 pages)*

***Annexe 4** : Résultats des analyses en laboratoire (13 pages)*

Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94-500

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – Novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Annexe 2

Plan d'implantation des sondages

Plan d'implantation des sondages

Sans échelle



Annexe 3

Résultats des investigations in situ

Planche photographique – SC1

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,55 m NGF



12 à 14,5 cm







Planche photographique – SC2

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,60 m NGF

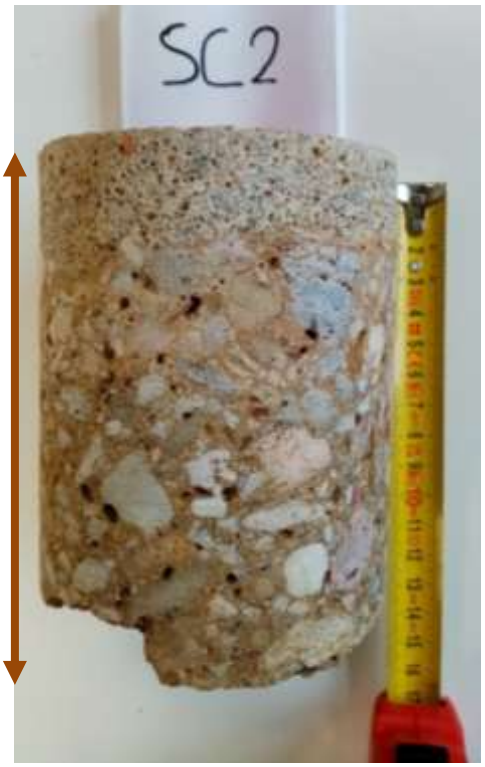






Planche photographique – SC3

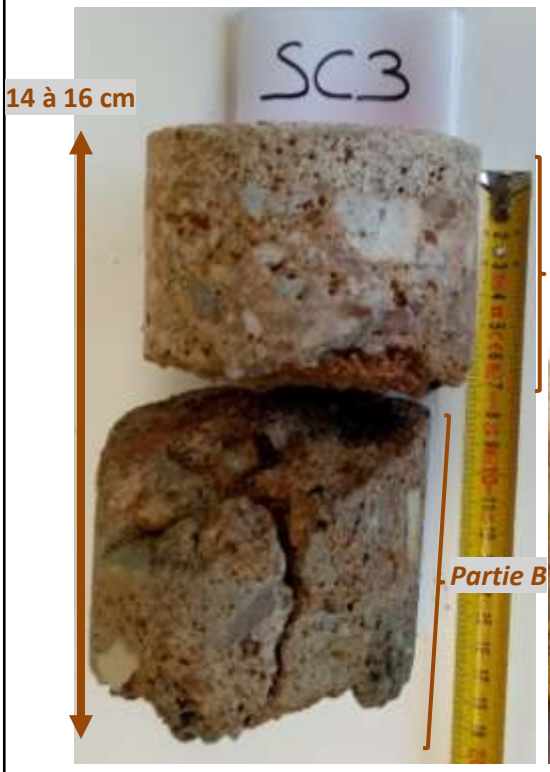
Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,70 m NGF



Partie A





Partie B







Planche photographique – SC4

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

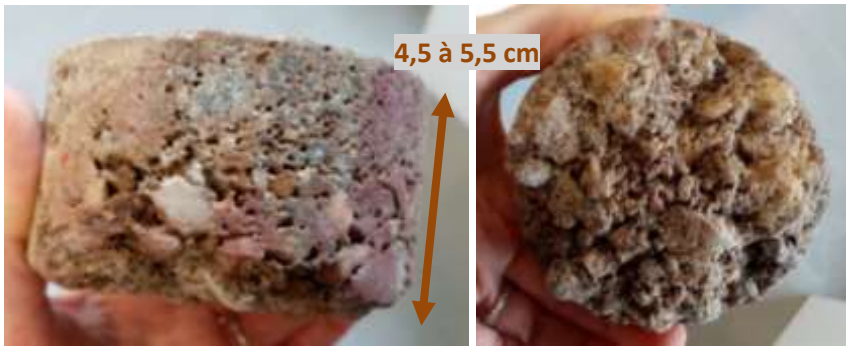
Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,90 m NGF



Partie A



Partie B



Partie C



Planche photographique – SC5

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,85 m NGF



Partie A





Partie B







Planche photographique – SP1

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,55 m NGF









Planche photographique – SP2

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,55 m NGF





Planche photographique – SP3

Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,75 m NGF

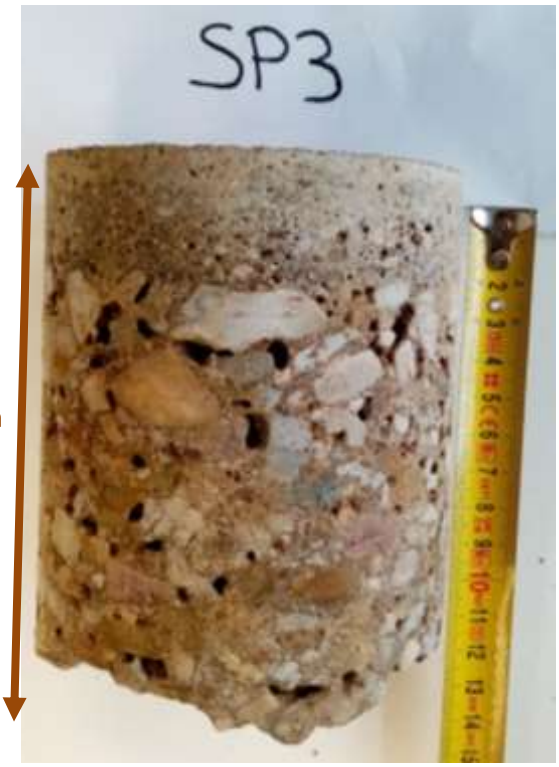






Planche photographique – SP4

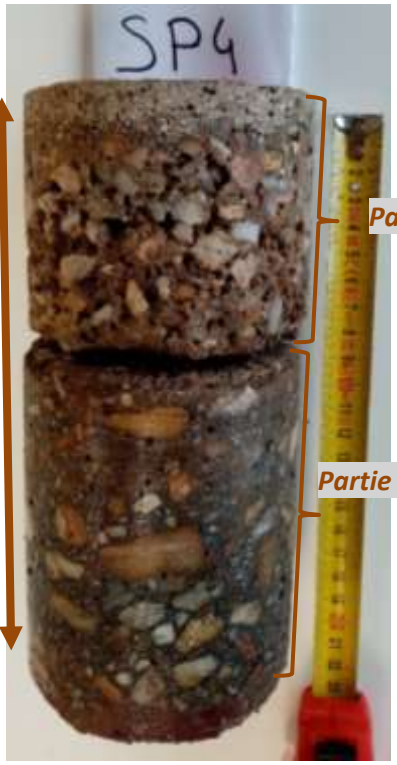
Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

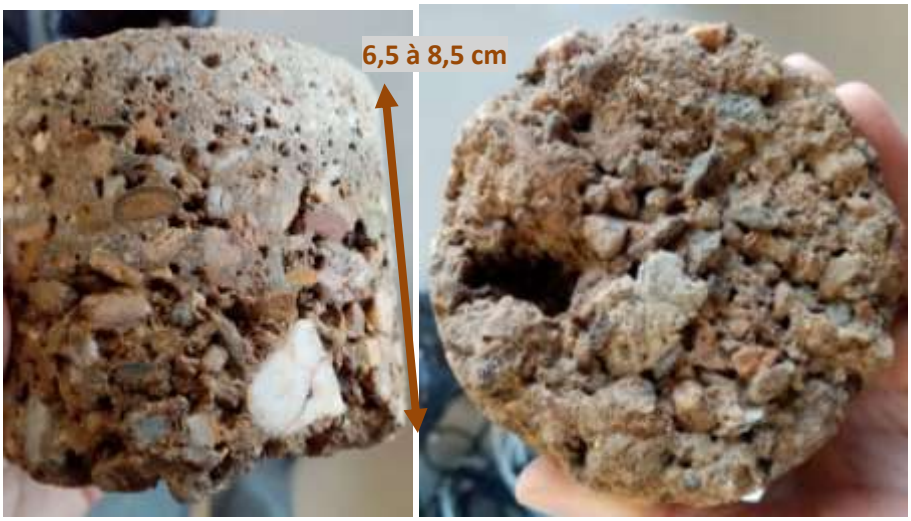
Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 30,80 m NGF



Partie A



Partie B



Planche photographique – SP5

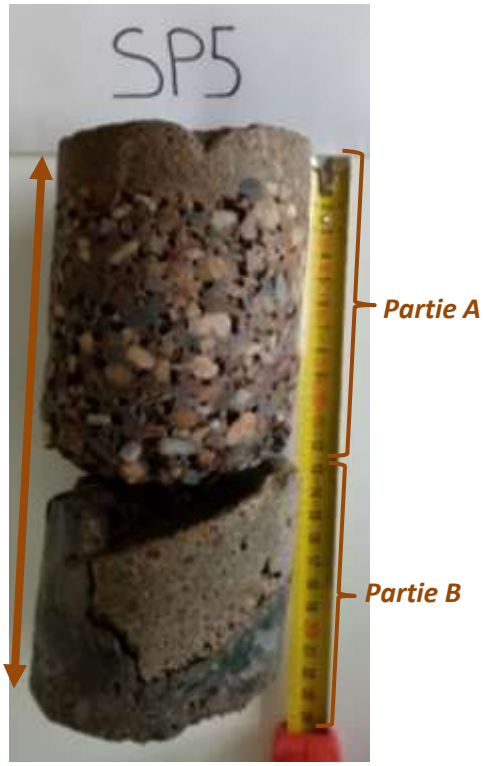
Sans échelle

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 16/02/2026

Côte : 31,00 m NGF



Partie A

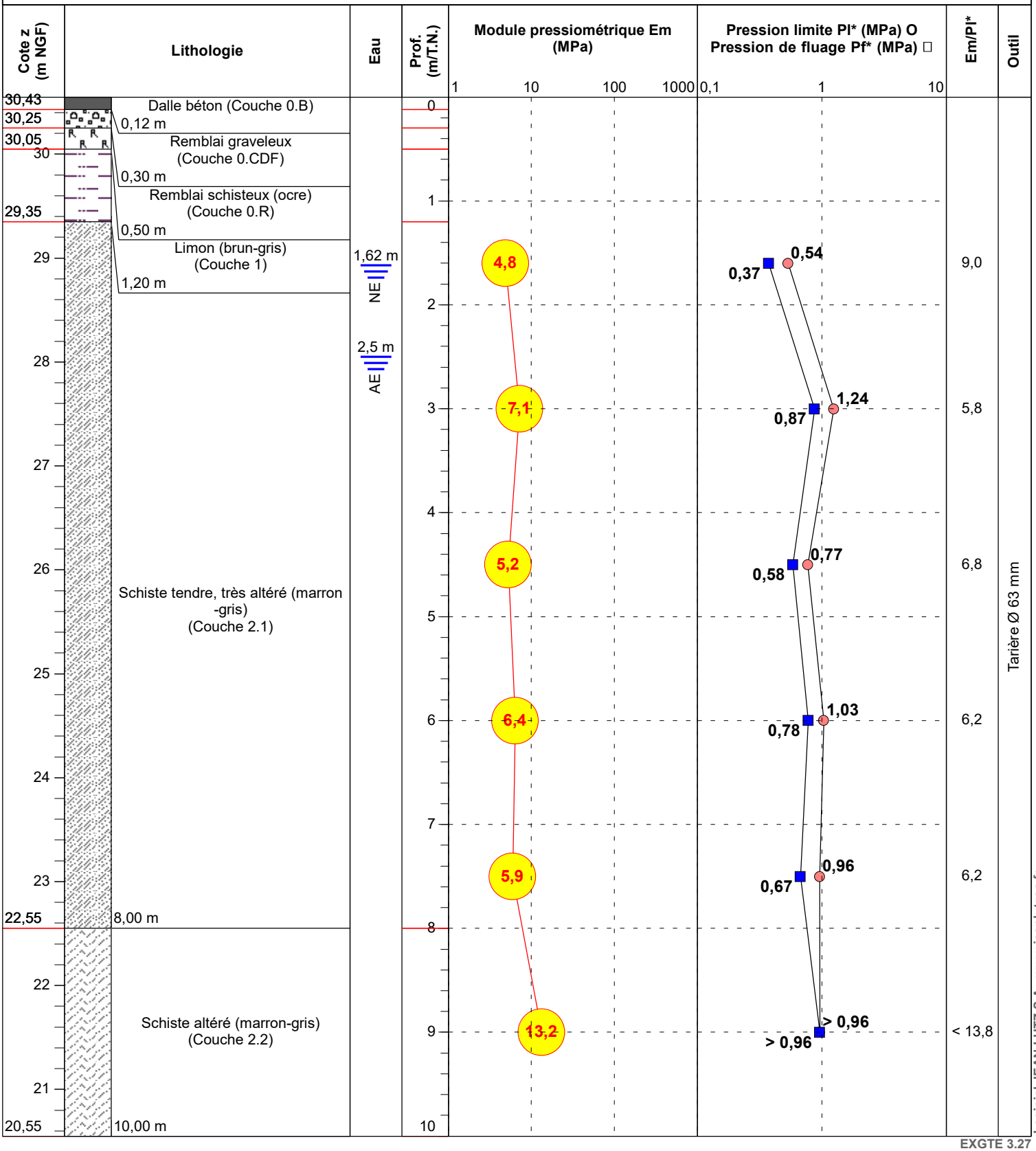


Partie B



Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**18/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**30,55**

SP1



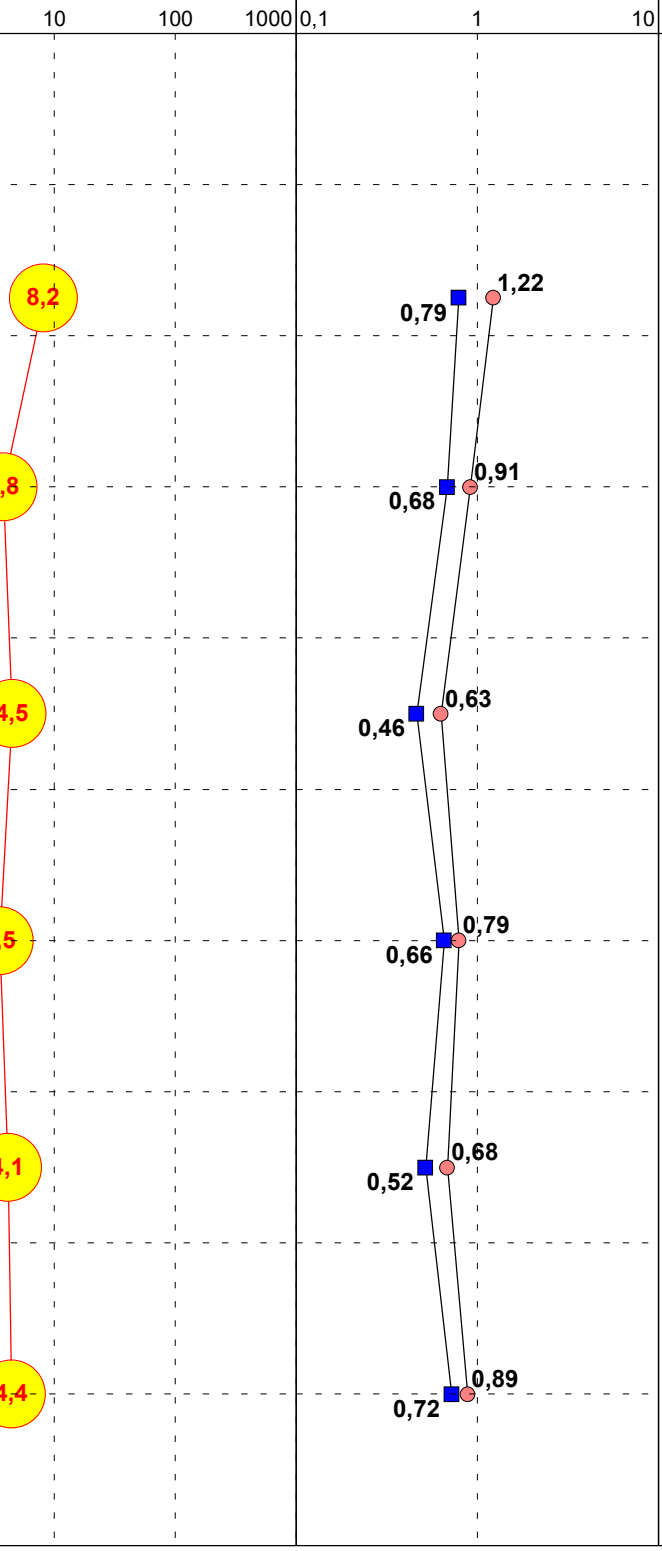
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.27

Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**19/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**30,55**

SP2

Cote z (m NGF)	Lithologie	Eau	Prof. (m/T.N.)
30,40	Dalle béton (Couche 0.B) 0,15 m		0
30,05	Remblai graveleux (Couche 0.CDF) 0,50 m		1
	Limon avec forte odeur d'hydrocarbures (beige-verdâtre) (Couche 1) 1,50 m		2
29,05		2,8 m NE	3
	Schiste tendre, très altéré, avec odeur de pollution jusqu'à 10 m (gris) (Couche 2.1)		4
			5
			6
			7
			8
			9
20,55	10,00 m		10

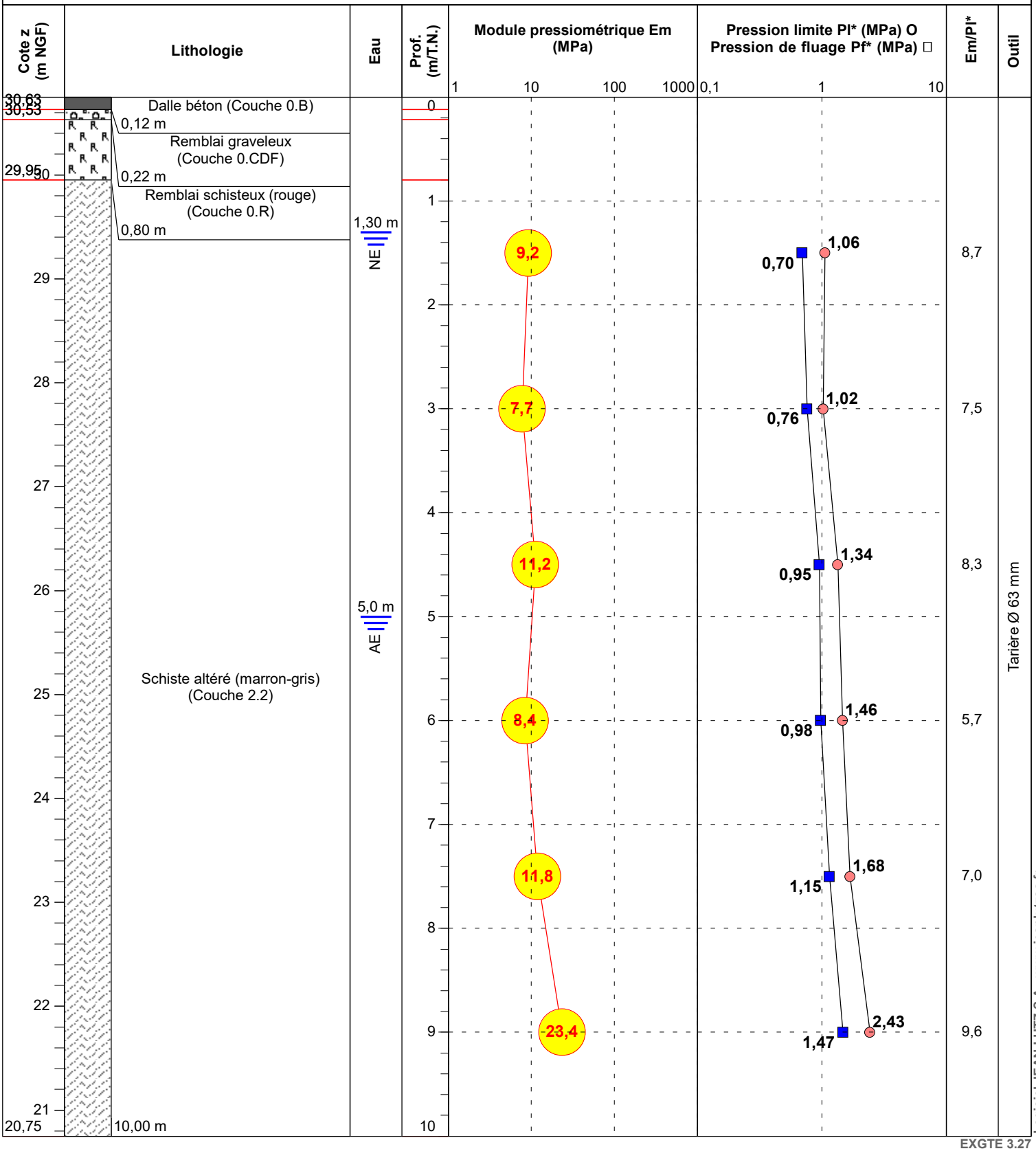


Em/Pl*	Outil
6,7	Tarière Ø 63 mm
4,1	
7,1	
4,4	
6,0	
5,0	

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.27

Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**17/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**30,75**

SP3

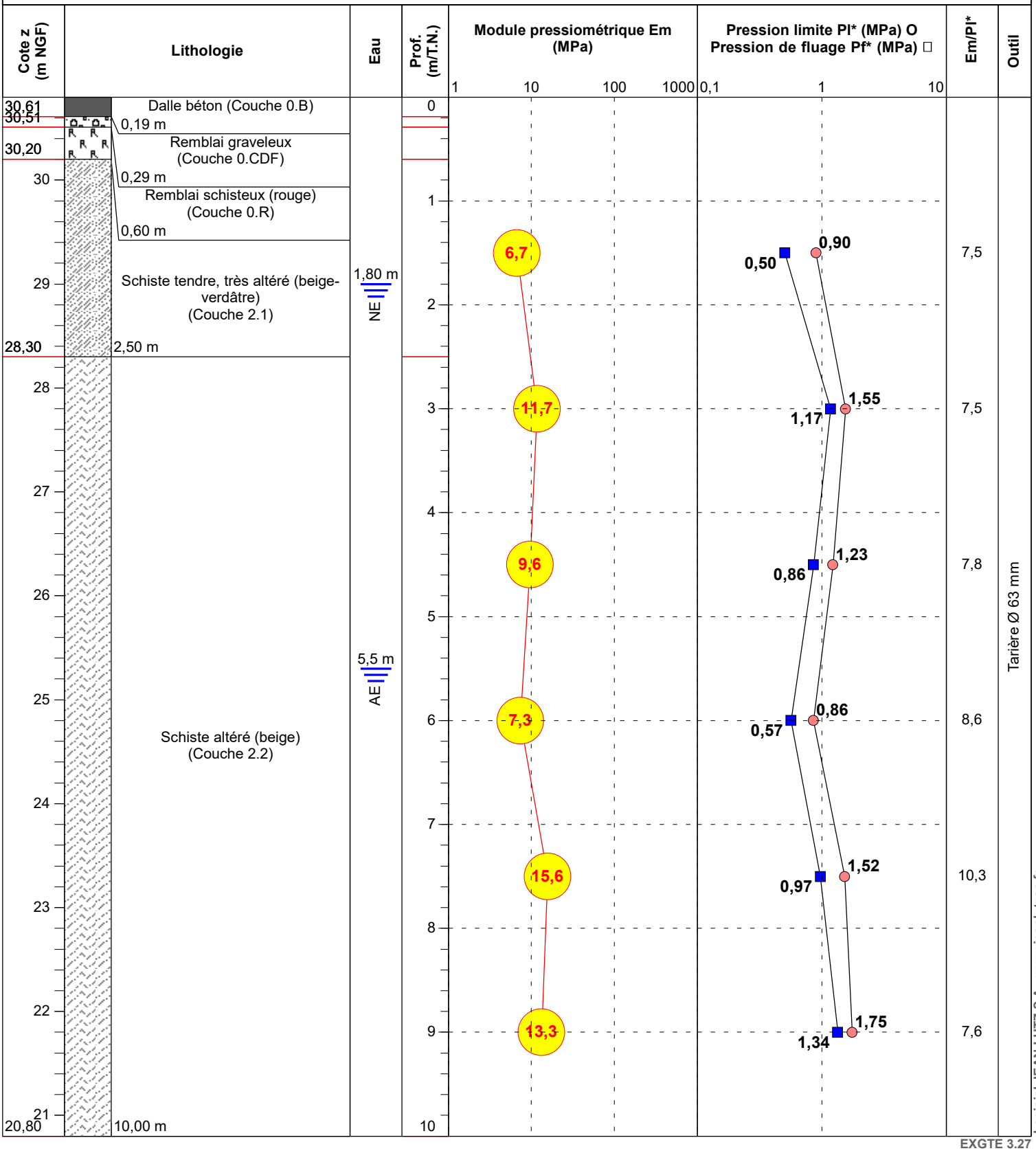


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.27

Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**17/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**30,80**

SP4



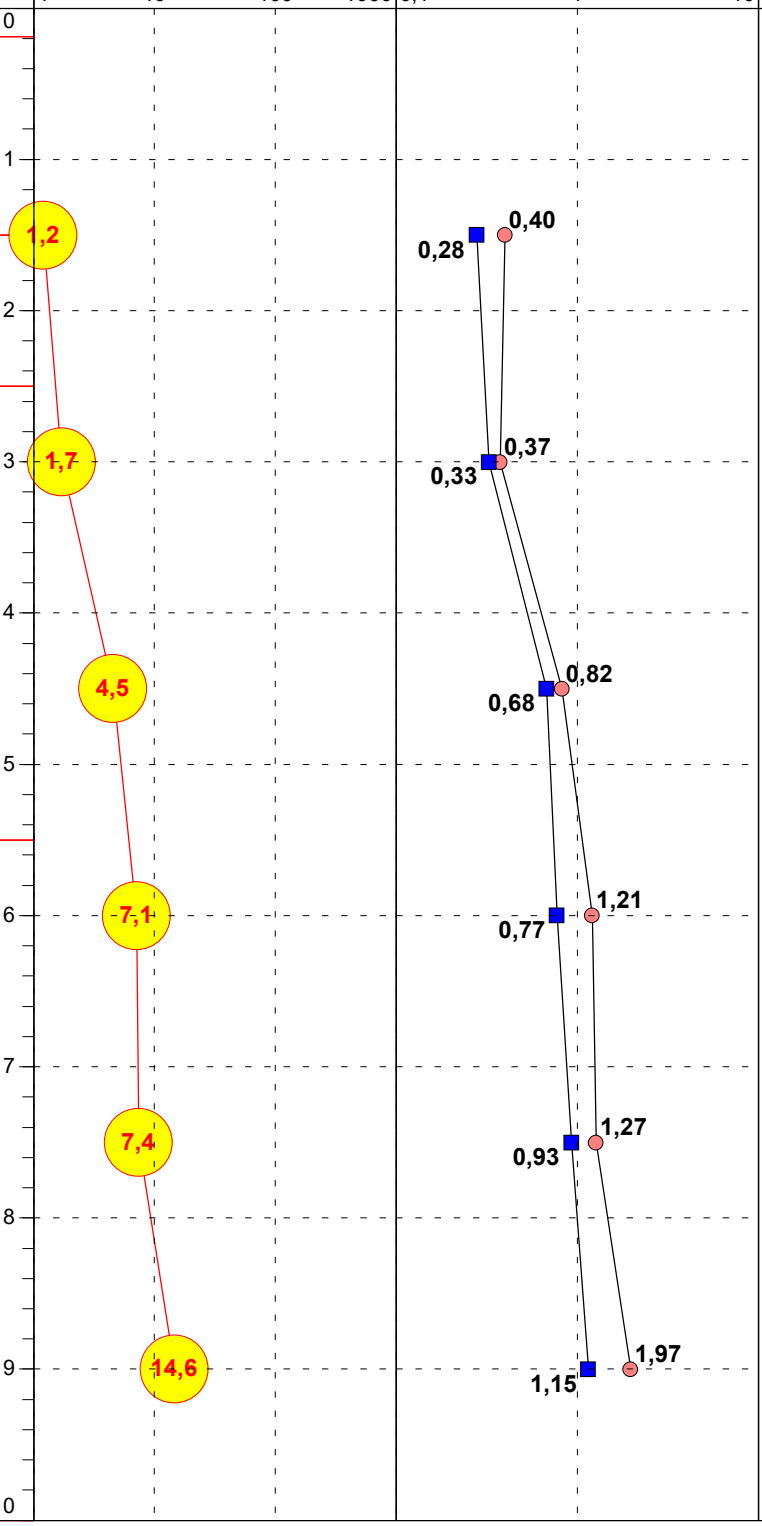
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

EXGTE 3.27

Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**16/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**31,00**

SP5

Cote z (m NGF)	Lithologie	Eau	Prof. (m/T.N.)
30,81	Dalle béton (Couche 0.B) 0,19 m		0
	Remblai graveleux (Couche 0.CDF)	0,8 m AE - NE	1
29,50	1,50 m		2
	Schiste tendre humide, très altéré (Couche 2.1)		3
28,50	2,50 m		4
	Schiste tendre, très altéré (Couche 2.1)		5
25,50	5,50 m		6
	Schiste altéré (beige) (Couche 2.2)		7
			8
			9
21,00	10,00 m		10

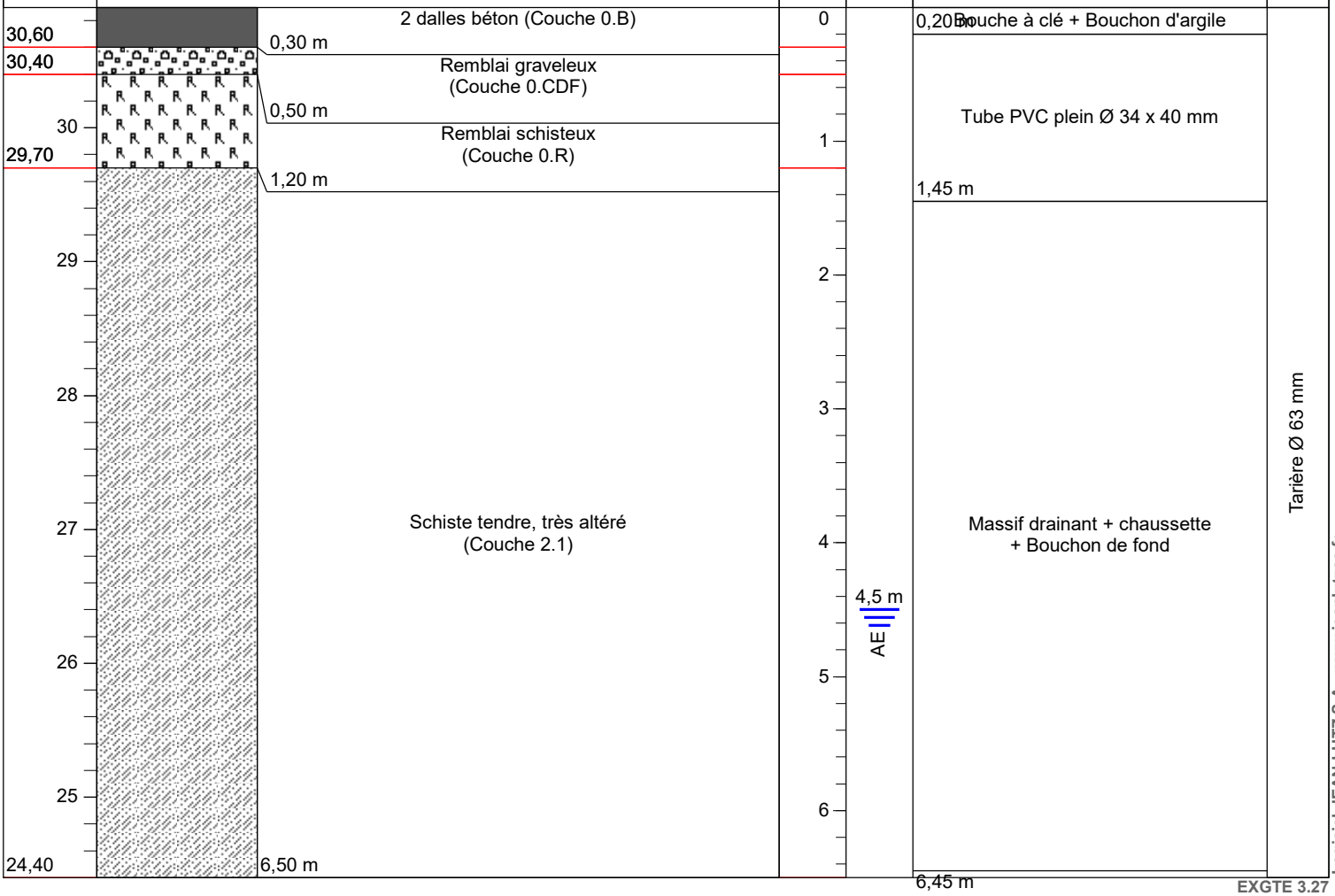


Em/Pl*	Outil
3,0	Tarière Ø 63 mm
4,5	
5,5	
5,8	
5,8	
7,4	

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.27

Client :	**ESID NORD-OUEST**	Date :	**18/02/2026**
Etude :	**Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162**	Type :	**Sondage pressiométrique**
Site :	**Quartier Ingénieur Général Wiltz - BRUZ (35)**	Echelle :	**1/50**
Mission :	**G2-AVP** Affaire n°: **3514165**	Cote z :	**30,90**

PZ1



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.27

FICHE SONDAGE

Nom du dossier : 2ème Régiment du matériel	N° batpro: B1090170
	Nom du chef de projet: M. TRESSENS
	07/04/2009

Identification du sondage : P23

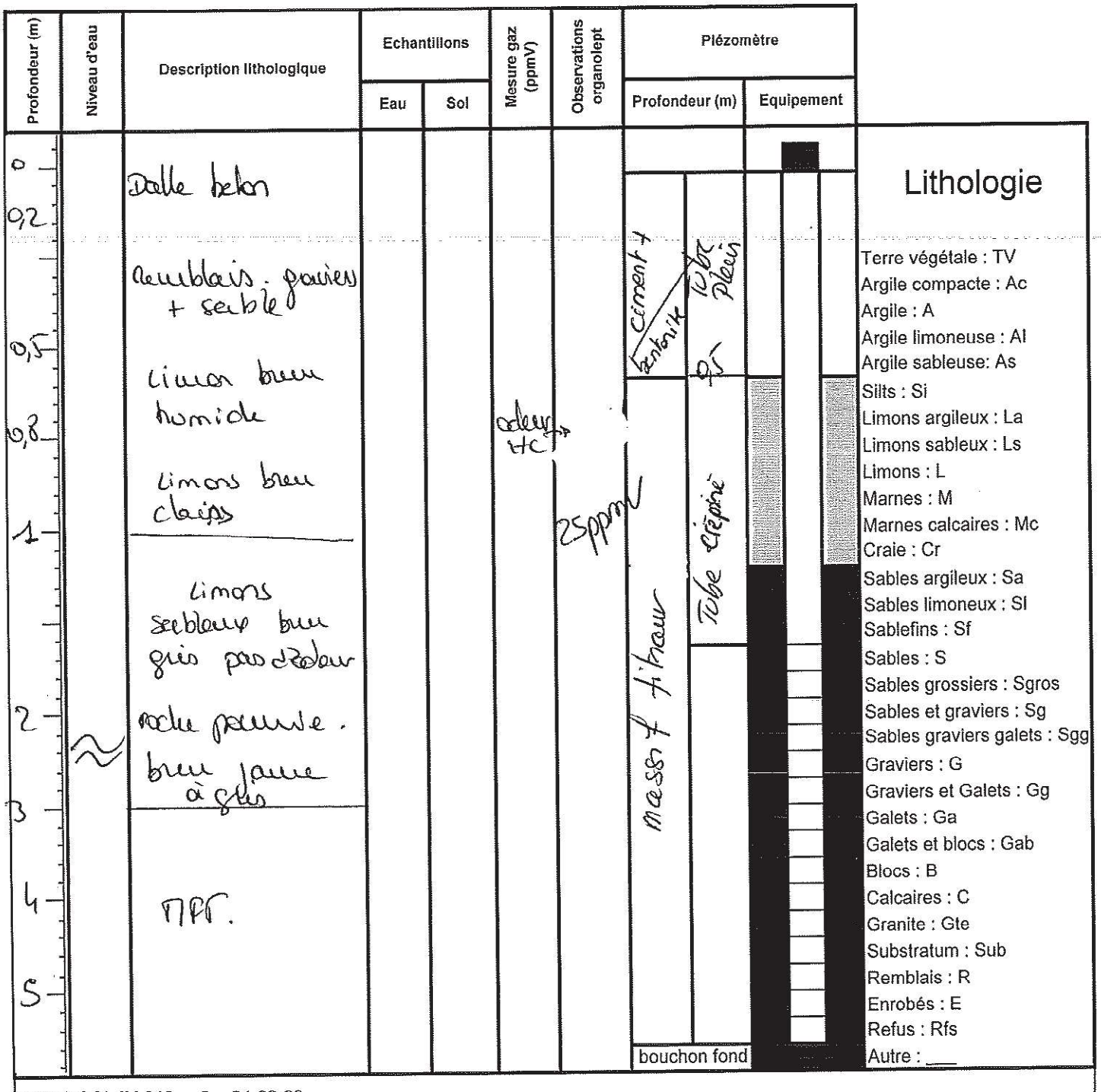
Echantillon :	
Service :	Be Atlantique
Prélevé par:	JM

Mode de forage	
Cote NGF	-

Début de foration	
Fin de foration	

Outil	
Tête d'ouvrage	

Tubage plein	
Tubage crépiné	



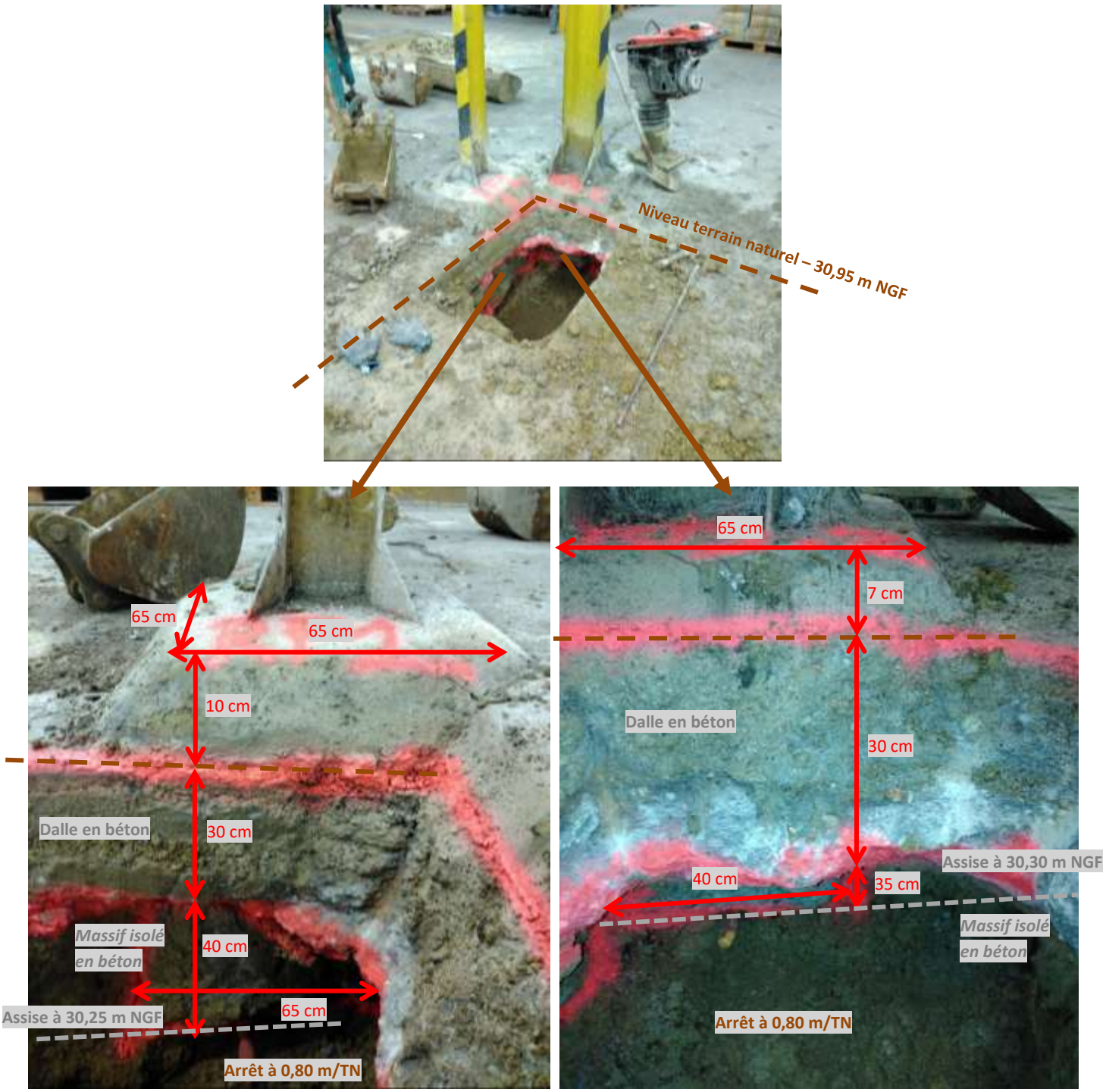
Reconnaissance de fondation – RF1

Echelle : -

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 18/02/2026



Coupe géologique :

- De 0 à 0,30 m : Dalle béton (Couche 0.B)
- De 0,30 à 0,40 m : Remblai schisto-limoneux (brun) *(Couche 0.CDF)*
- De 0,40 à 0,80 m : Schiste très altéré limoneux (verdâtre) *(Couche 2.1)*

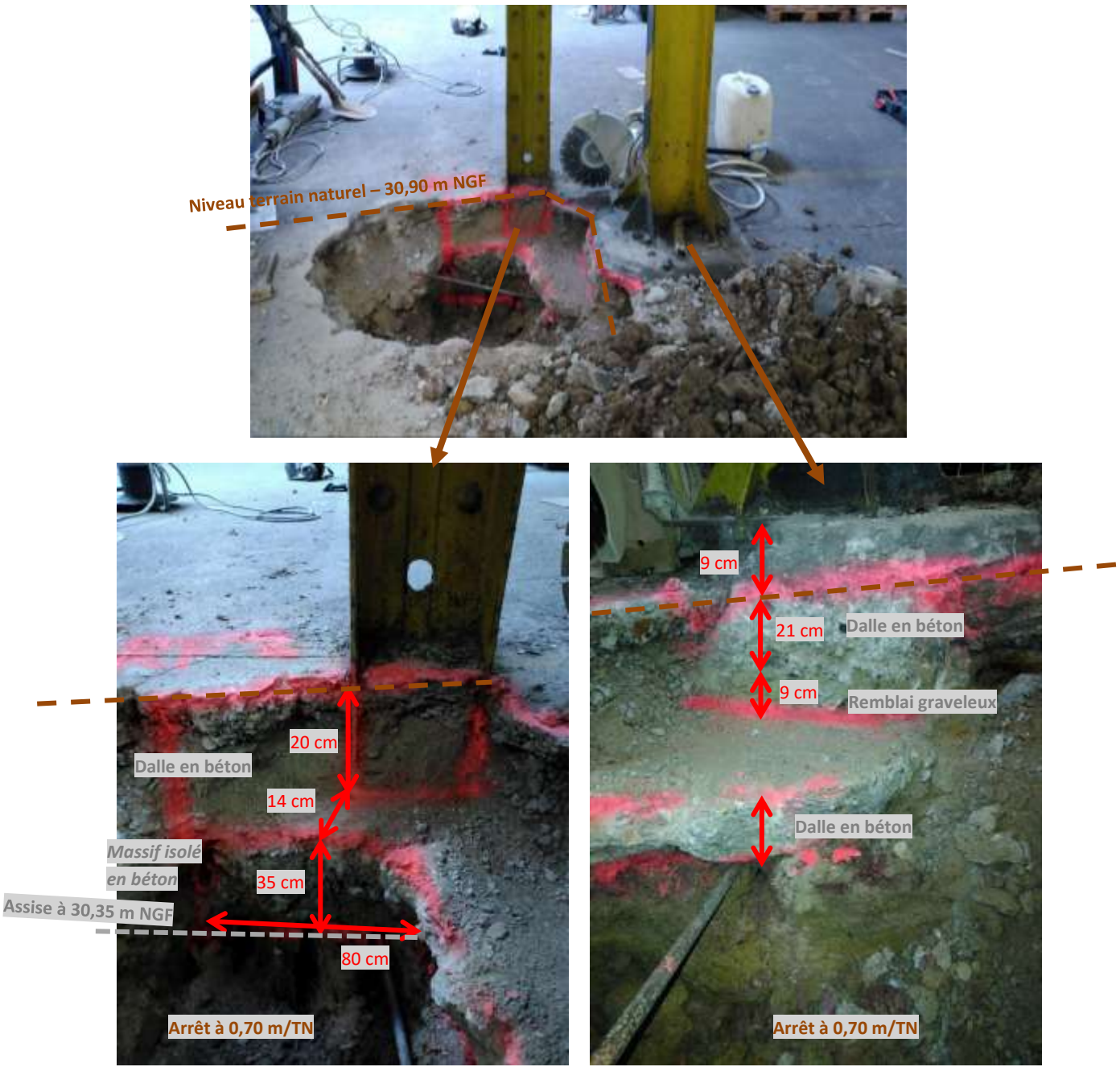
Reconnaissance de fondation – RF2

Echelle : -

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 18/02/2026



Coupe géologique :

- De 0 à 0,21 m : Dalle béton (Couche 0.B)
- De 0,21 à 0,30 m : Remblai graveleux (marron) *(Couche 0.CDF)*
- De 0,30 à 0,40 m : Dalle béton (Couche 0.B)
- De 0,40 à 0,70 m : Schiste très altéré limoneux (verdâtre) *(Couche 2.1)*

Reconnaissance de fondation – RF3

Echelle : -

Client : ESID NORD-OUEST **N° d'affaire ECR : 3514165** **Mission :** G2-AVP

Projet : Réhabilitation des bâtiments techniques prioritaires 159 & 162

Adresse : Quartier Ingénieur Général Wiltz – BRUZ (35) **Date :** 18/02/2026



Coupe géologique :

- De 0 à 0,12 m : Dalle béton (Couche 0.B)
- De 0,12 à 0,20 m : Remblai graveleux (marron) *(Couche 0.CDF)*
- De 0,20 à 0,33 m : Dalle béton (Couche 0.B)
- De 0,33 à 0,55 m : Remblai graveleux et schisteux (ocre) *(Couche 0.CDF)*
- De 0,55 à 0,80 m : Limon argileux (gris) *(Couche 1)*

Annexe 4

Résultats des analyses en laboratoire

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

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

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

ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Monsieur Arnaud JUIGNET
ZA du Haut Danté
20, rue du Bocage
35520 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ

N° rapport d'essai	ULY26-006115-1
N° commande	ULY-06276-26
Interlocuteur (interne)	J. Garambois
Téléphone	+33 426 389 565
Courrier électronique	j-b.garambois@alsglobal.com
Date	27.02.2026

Rapport d'essai

BC3508918 - BRUZ 3514165



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 ALS France, site 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 ALS France.
Les laboratoires ALS France 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.

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 27.02.2026

N° d'échantillon		**26-023931-01**	**26-023931-02**	**26-023931-03**	**26-023931-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***SP1 - 1,20 à 3,00 m/TN***	***SP2bis - 0 à 0,60 m/TN***	***SP2bis - 0,60 à 1,50 m/TN***	***SP2bis - 1,50 à 2,50 m/TN***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)					
Matière sèche	% masse MB	76,5 (A)	93,4 (A)	87,3 (A)	87,5 (A)
Paramètres globaux / Indices					
Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)					
Degré d'acidité	ml/kg MS	25 (A)	<5 (A)	<5 (A)	<5 (A)
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)					
Minéralisé à l'acide chlorhydrique		26/02/2026 (A)	26/02/2026 (A)	26/02/2026 (A)	26/02/2026 (A)
Cations, anions et éléments non métalliques					
Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par ALS France, Lyon (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<450 (A)	2700 (A)	<450 (A)	<450 (A)
Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)					
Classe d'exposition		Hors classe (A)	XA1 - Environnement à faible agressivité chimique (A)	Hors classe (A)	Hors classe (A)

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	24.02.2026	24.02.2026	24.02.2026	24.02.2026
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*18.02.2026*	*19.02.2026*	*19.02.2026*	*19.02.2026*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	3	3	3	3
Début des analyses :	24.02.2026	24.02.2026	24.02.2026	24.02.2026
Fin des analyses :	27.02.2026	27.02.2026	27.02.2026	27.02.2026

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 27.02.2026

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 26-023931-01, -03, -04

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

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

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

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

ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Monsieur Arnaud JUIGNET
ZA du Haut Danté
20, rue du Bocage
35520 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ

N° rapport d'essai	ULY26-006580-1
N° commande	ULY-06278-26
Interlocuteur (interne)	J. Garambois
Téléphone	+33 426 389 565
Courrier électronique	j-b.garambois@alsglobal.com
Date	03.03.2026

Rapport d'essai

BC3508918 - BRUZ 3514165



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 ALS France, site de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires ALS Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires 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 ALS France.
Les laboratoires ALS France 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.

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 03.03.2026

N° d'échantillon		**26-023933-01**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***SP2bis***

Capacité acide pH 4,3 - DIN 38409-7 (2005-12) - Réalisé par ALS, Altenberge (Allemagne)

Alcalinité pH 4,3	mmol/l MB	3,2 (A)			
Température de titration	°C MB	14,4 (A)			

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

pH	E/L	7,1 (#)			
Température de mesure du pH	°C E/L	17,3			

Cations, anions et éléments non métalliques

Dioxyde de carbone agressif sur eau / lixiviat - DIN 38404-10-M4 (1995-04) - Réalisé par ALS, Altenberge (Allemagne)

Dioxyde de carbone agressif	mg/l E/L	13 (A)			

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/l E/L	45 (A)			

Ammonium (NH4) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Ammonium (NH4)	mg/l E/L	<0,1 (A)			
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	<0,078			

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Magnésium (Mg)	mg/l E/L	21 (A)			

E/L : Eau/lixiviat
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	24.02.2026
Type d'échantillon :	*Eau résiduaire*
Date de prélèvement :	*19.02.2026*
Heure de prélèvement :	*00:00*
Récipient :	500 VB ALS402+2*250VB WES204+60ml PE/HNO3 WES112+60ml PE/H2SO4 WES111+3*60ml PE WES101
Température à réception (C°) :	3
Début des analyses :	24.02.2026
Fin des analyses :	03.03.2026

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 03.03.2026

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

: Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui peut potentiellement impacter l'exactitude du résultat.

Informations sur vos résultats d'analyses :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, 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 "-/-".

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

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

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

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

ECR ENVIRONNEMENT OUEST
Monsieur Arnaud JUIGNET
ZA du Haut Danté
20, rue du Bocage
35520 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ

N° rapport d'essai	ULY26-007051-1
N° commande	ULY-06868-26
Interlocuteur (interne)	J. Garambois
Téléphone	+33 426 389 565
Courrier électronique	j-b.garambois@alsglobal.com
Date	06.03.2026

Rapport d'essai

BC 3508918 - BRUZ 3514165



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 ALS France, site de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires ALS Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires 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 ALS France.
Les laboratoires ALS France 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.

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 06.03.2026

N° d'échantillon		**26-025839-01**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZ1***

Capacité acide pH 4,3 - DIN 38409-7 (2005-12) - Réalisé par ALS, Altenberge (Allemagne)

Alcalinité pH 4,3	mmol/l MB	2,36 (A)			
Température de titration	°C MB	16,3 (A)			

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

pH	E/L	6,9 (#)			
Température de mesure du pH	°C E/L	17,5			

Cations, anions et éléments non métalliques

Dioxyde de carbone agressif sur eau / lixiviat - DIN 38404-10-M4 (1995-04) - Réalisé par ALS, Altenberge (Allemagne)

Dioxyde de carbone agressif	mg/l E/L	25 (A)			

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/l E/L	9,0 (A)			

Ammonium (NH4) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Ammonium (NH4)	mg/l E/L	<0,1 (A)			
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	<0,078			

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Magnésium (Mg)	mg/l E/L	12 (A)			

E/L : Eau/lixiviat
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	27.02.2026
Type d'échantillon :	*Eau résiduaire*
Date de prélèvement :	*24.02.2026*
Heure de prélèvement :	*00:00*
Récipient :	500 VB ALS402+2*250VB WES204+60ml PE/HNO3 WES112+60ml PE/H2SO4 WES111+3*60ml PE WES101
Température à réception (C°) :	8
Début des analyses :	27.02.2026
Fin des analyses :	06.03.2026

ALS France
Z.I. de Chesne Tharabie
40 rue du Ruisseau BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
france@alsglobal.com
www.alsglobal.com/France

Le 06.03.2026

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

: Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui peut potentiellement impacter l'exactitude du résultat.

Informations sur vos résultats d'analyses :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, 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 "-/-".

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

CBTP LABORATOIRE — AGRÉMENT LABOROUTE

PROCES VERBAL
DETERMINATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION SUR BETON DURCI

PV-BE N°7
Indice D
Date : 30/04/2024

Identification :

Entreprise : ECR ENVIRONNEMENT
Centrale de fabrication : NC
Chantier : NC
Client : ECR ENVIRONNEMENT
N° bon d'attachement : BETO202602018
N° dossier d'affaire : DA 2026 0292
Bon de livraison : NC
Température ext (°C) : NC
Formule N° : NC
Fiche béton N° : NC
Désignation du béton : Béton durci

Observations :

NC : Non Communiqué // RAS : Rien A Signaler

Carottes globalement non exploitables car longueurs insuffisantes pour espérer un élancement minimal de 1 sur carottes préparées (critère exigé par la norme NF EN 12504-1). Seules les carottes SP2, SP4 et SP55 ont été préparées et mesurées mais l'élancement est légèrement inférieur à 1 pour SP2 et SP5.

Essais sur béton durci :

Prélèvement et inspection visuelle des éprouvettes (EN 12504-1) :

Technicien	Date	Dmax estimé	Age du béton	Etat des éprouvettes	Observations
Client	NC	Variable	NC	Longueurs globalement insuffisantes	_

Préparation des surfaces d'essai (EN 12390-3) :

Technicien	Mode de préparation	Observations
AEN/CLV	Sciage+rectification+souffre	_

Conservation des éprouvettes (EN 13791/CN):

Technicien	Mode de conservation	Observations
CLV	Sac hermétique	_

Mesurages et positionnements des armatures présentes (NF EN 12504-1) :

Technicien	Date
AEN	27/02/2026

Eprouvette cylindrique = dimensions en cm (2 décimales) // Armatures présentes = dimensions en mm

Eprouvette n°	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5							
Diamétres												
Diamètre 1	9,32	9,30	9,33	9,34	9,21							
Diamètre 2	9,32	9,34	9,28	9,34	9,20							
Diamètre 3	9,32	9,34	9,34	9,35	9,21							
Diamètre 4	9,32	9,34	9,34	9,34	9,25							
Diamétre moyen	9,32	9,33	9,32	9,34	9,22							
Longueurs												
Longueur moy. **avant** prép. des surfaces	9,00	12,00	10,00	11,00	11,00							
Longueur moy. **aprés** prép. des surfaces		8,70		9,80	7,80							
Surface chargement									,			
Section de l'éprouvette (cm²)	68,22	68,37	68,26	68,55	66,73							
Positions d'armatures	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L	Ø / h / L
Armature 1 : diamétre, hauteur, longueur	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune							
Armature 2 : diamétre, hauteur, longueur												
Armature 3 : diamétre, hauteur, longueur												

Résistances à la compression Rc (EN 12390-3 et EN 13791/CN) :

Technicien	Date
AEN	12/03/2026

N° éprouvette	Date de l'essai	Age (jour)	Masse de l'éprouvette (kg)	Masse volumique du béton durci (kg/m³)	Charge maximale (kN)	Section de l'éprouvette (cm²)	Résistance brute sans transposition Rc_brute (MPa)	Elancement de l'éprouvette	Coef. K2 (pour équivalence avec élancement de 2)	Coef. K1 (pour équivalence avec diamètre 150 mm)	Résistance corrigée = Rc_brute x K1 x K2 **Rc (MPa)**
SP1	Non exploitable										
SP2	12/03/2026	#VALEUR!	1,450	**2438**	223,98	68,37	**32,8**	0,93	0,81	1,10	**29,1**
SP3	Non exploitable										
SP4	12/03/2026	#VALEUR!	1,635	**2434**	516,55	68,55	**75,4**	1,05	0,83	1,10	**68,6**
SP5	12/03/2026	#VALEUR!	1,176	**2259**	191,90	66,73	**28,8**	0,85	0,79	1,10	**25,1**

Date : 12/03/2026

Technicien en charge des essais : C. LEVEQUE

Validation du PV : M. CLEMENT Resp. secteur Béton

BORDEREAU D' ENVOI

Destinataire :

ECR RENNES

Date : 01/04/2026

A l'attention de Madame MARTIN

Courriel :

AMartin@ecr-environnement.com

Chantier	Désignation	Nombre de pages
26.4364 Essais Labo	7 Résistances RC après recarottage , élancement de 2	1 + 2

Chargé d'affaire :

Thien Tran 06.81.62.34.76

SAS TRANLABOGEO – GEOTECHNIQUE & GEOMECANIQUE

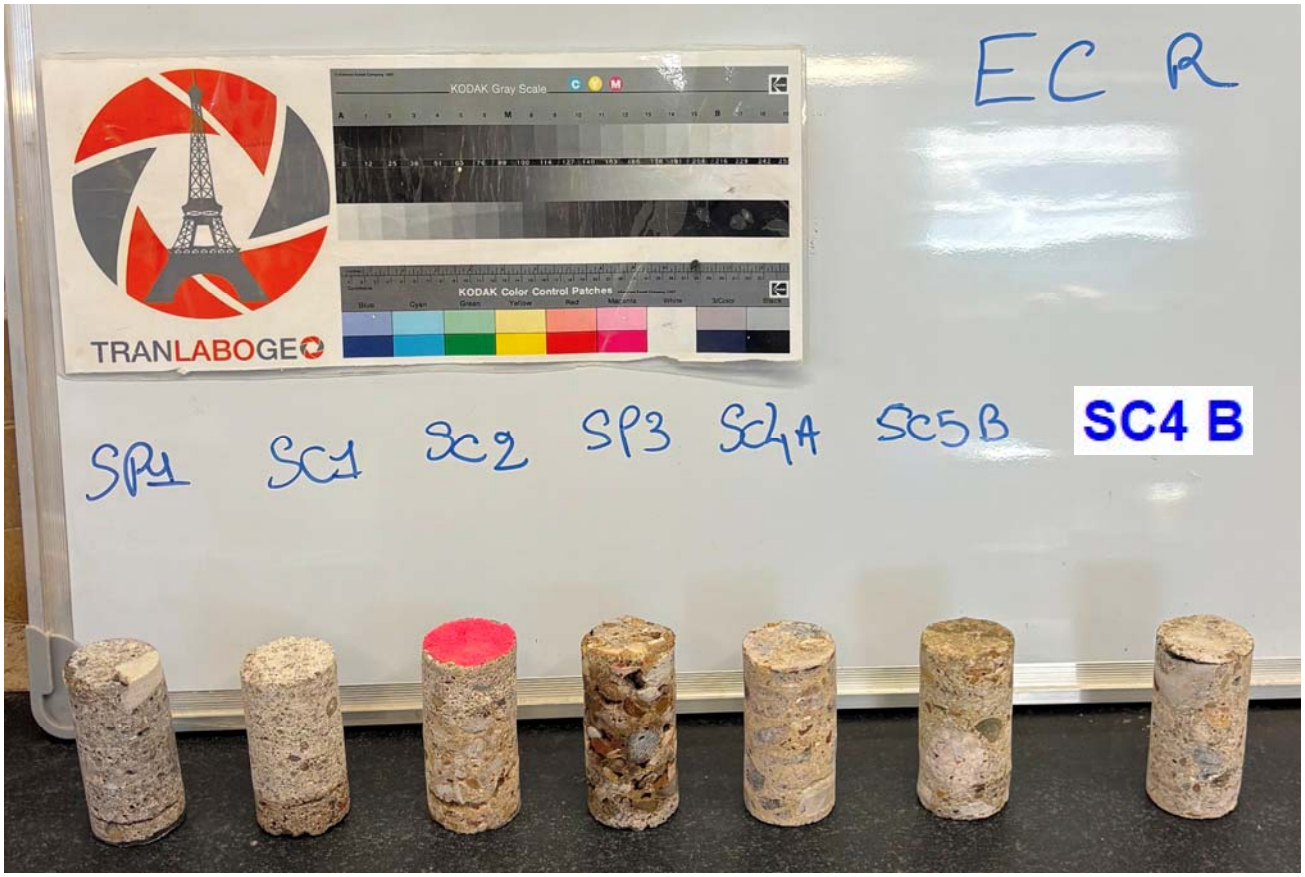
http://www.tranlabogeo.fr

N° Siret : 814 776 837 00019 - APE : 7120B

Siège social : 36 rue Jules Ferry – 45400 Fleury les Aubrais

Tél/Fax : 02.38.81.70.49 – 06.81.62.34.76

Recarottage



Rupture



TRANLABOGEO

PROCES-VERBAL D'ESSAI

RESISTANCES A LA COMPRESSION SIMPLE

NF P 94.420

N° du dossier : 26.4364 — N° Sondage : SC et SP

Client : ECR RENNES — Date de prélèvement :

Nom du chantier : Essais Labo — Date d'écrasement : 24/03/26

Nature : Béton et mortier silico calcaire

Sondage	Profondeur m	ϕ cm	H cm	Mh g	ρ h t/m3	F KN	T. Rupture minute	Rc MPa	RUPTURE
SC1		3.5	6.8	139.2	2.13	11.26	0.5	**11.7**	Conforme
SC2		3.5	7.4	160.40	2.25	18.09	0.8	**18.8**	Conforme
SC4 A		3.5	6.9	154.6	2.33	13.62	0.8	**14.2**	Conforme
SC5 B		3.5	7.0	154.8	2.30	12.23	0.5	**12.7**	Conforme
SC4 B		3.5	7.0	158.6	2.36	14.95	0.5	**15.5**	Conforme
SP1		3.5	7.0	154.6	2.30	26.04	0.6	**27.1**	Conforme
SP3		3.5	7.2	148.2	2.14	9.92	0.5	**10.3**	Conforme