

ETUDE GEOTECHNIQUE

G2 Avant-Projet

Réaménagement de la Faculté des Sciences

ANGERS (49)



CLIENT

NOM	Rectorat de la Région Pays de la Loire
------------	--

ECR ENVIRONNEMENT

AGENCE DE	Nantes
ADRESSE	ZA du Taillis 5, rue des Clairières 44 840 LES SORINIERES
TELEPHONE	02.40.49.82.82.
MAIL	nantes@ecr-environnement.com

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
21/03/2025	01	Mission G2 AVP	M. PAMBRUN	F. KNOEPFFLER

SOMMAIRE

1.	PRESENTATION	4
1.1.	CADRE DE L'ETUDE.....	4
1.2.	DOCUMENTS TRANSMIS	4
1.3.	LOCALISATION ET DESCRIPTION DU SITE	5
1.4.	DESCRIPTIF DU PROJET	7
1.4.1.	<i>Projet</i>	7
1.4.2.	<i>Bâtiment A</i>	9
1.4.3.	<i>Bâtiments B' et B</i>	10
1.4.4.	<i>Niveaux bas et terrassements</i>	11
1.5.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	12
1.6.	RISQUES NATURELS	13
1.6.1.	<i>Risques majeurs</i>	13
1.6.2.	<i>Aléa sismique</i>	13
2.	MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE.....	14
2.1.	MISSION	14
2.2.	PROGRAMME	14
2.3.	CONSISTANCE DES INVESTIGATIONS.....	14
3.	RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS.....	15
3.1.	IMPLANTATION ET NIVELLEMENT	15
3.2.	GEOLOGIE	15
3.3.	GEO-MECANIQUE	16
3.4.	HYDROGEOLOGIE	17
3.5.	RECONNAISSANCE DE FONDATION.....	17
3.6.	ESSAIS EN LABORATOIRE	18
3.6.1.	<i>Identifications GTR</i>	18
3.6.2.	<i>Agressivité</i>	18
4.	SISMICITE ET LIQUEFACTION DES SOLS	19
4.1.	CATEGORIES DE BATIMENTS	19
4.2.	COEFFICIENT D'IMPORTANCE	19
4.3.	EXIGENCE SUR LE BATI MODIFIE	20
4.4.	CLASSE DE SOLS SELON L'EUROCODE 8	20
4.5.	LIQUEFACTION DES SOLS	21
5.	ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	22
5.1.	TYPE DE FONDATIONS ENVISAGEABLES.....	22
5.1.1.	<i>Contexte géotechnique</i>	22



5.1.2.	Modes constructifs	22
5.2.	FONDATIONS SUPERFICIELLES	23
5.2.1.	Principe de fondations	23
5.2.2.	Profondeur d'ancrage	23
5.2.3.	Contraintes de calculs	24
5.2.4.	Evaluation des tassements.....	24
5.2.5.	Dispositions constructives	24
5.2.6.	Suggestions d'exécution.....	25
6.	TERRASSEMENTS GENERAUX	26
6.1.	MOYENS D'EXTRACTION.....	26
6.2.	TRAFICABILITE	26
6.3.	STABILITE DES TALUS EN DEBLAIS	26
7.	EAU ET DRAINAGE.....	27
7.1.	PHASE PROVISOIRE	27
7.2.	PHASE DEFINITIVE	27
7.3.	REMARQUE.....	27
8.	MITOYENNETE	28
9.	CONDITIONS PARTICULIÈRES	29

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500
 Annexe 2 : Implantation des sondages
 Annexe 3 : Résultats des investigations in-situ
 Annexe 4 : Résultats des essais en laboratoire

1. PRESENTATION

1.1. Cadre de l'étude

Cette étude a été réalisée par la société ECR Environnement – Z.A. du Taillis – 3-5, rue des Clairières – 44840 LES SORINIERES, à la demande et pour le compte :

- Rectorat Région Pays de la Loire
- Université Angers



L'équipe de maîtrise d'œuvre pour le projet est la suivante :

- Faber
- AUAS Ingénierie
- GAMBA



1.2. Documents transmis

La rédaction du présent rapport s'appuie sur les documents transmis suivants :

Document	Source/Emetteur	Date
Dossier APD avec coupes et plans	FABER	Décembre 2024
Notice sismique	AUAS Ingénierie	18.12.2024



1.3. Localisation et description du site

Le projet se situe 2 Boulevard de Lavoisier au sein de la faculté des sciences de l'université de Angers (49). Il concerne les bâtiments A , B et B'.

Une esplanade en enrobés et espaces verts est présente au Sud et à l'Est de ces bâtiments.

Le bâtiment A est de type R+2, il possède un sous-sol partiel le long de sa façade Nord. Un vide sanitaire est présent sous le reste du bâtiment.

Les bâtiments B et B' sont respectivement de type R+0 et R+1 sans sous-sol. Les niveaux bas sont traités en dalle portée sur vide sanitaire.



Figure 1 : Vue aérienne



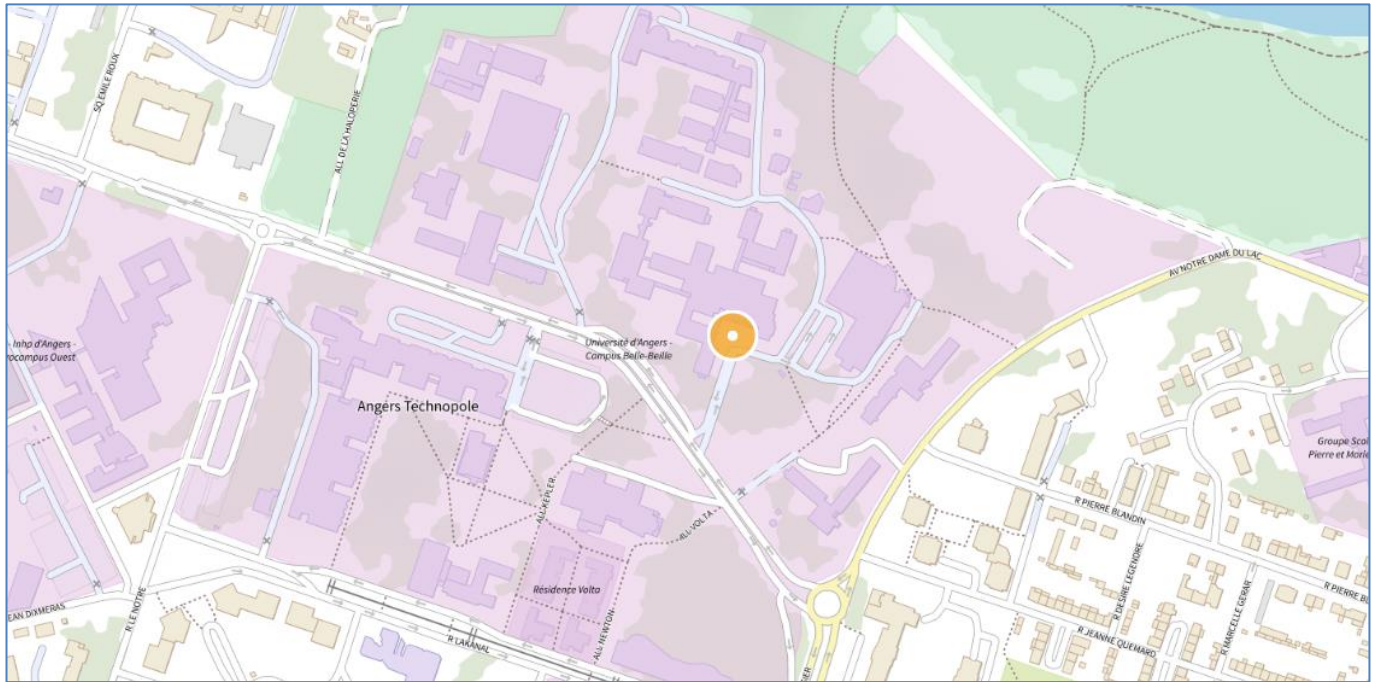


Figure 2 : Plan IGN de la zone d'étude



Figure 3 : Photographie en direction du bâtiment A lors de notre intervention



Figure 4 : Photographie en direction des bâtiments B (droite) et B' (en face à gauche) lors de notre intervention

1.4. Descriptif du projet

1.4.1. Projet

Notre étude se focalise sur les bâtiments A, B et B'. La notice sismique indique les éléments suivants :

« La présente opération concerne la rénovation énergétique et rénovation fonctionnelle partielle des bâtiments A, A', B, B', C, C' et D de la faculté des sciences à Angers (49).

Les principales interventions sur la structure dans le cadre du projet sont les suivantes :

- Réalisation d'une **gaine d'ascenseur et d'une passerelle à la jonction des bâtiments B et B' [...]**
- **Construction d'une corniche et d'une ossature en bois contre la façade sud du bâtiment A. »**

Afin de faciliter la compréhension du projet ainsi que du rapport, la dénomination des bâtiments est à retrouver sur l'image aérienne page suivante.



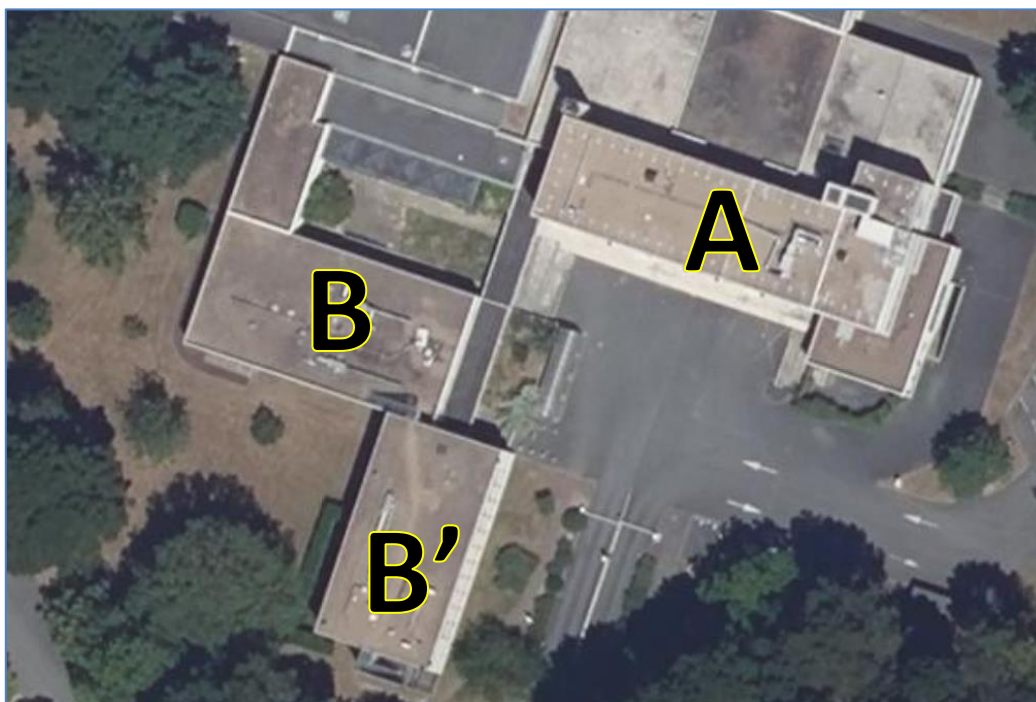


Figure 5 : Dénomination des bâtiments

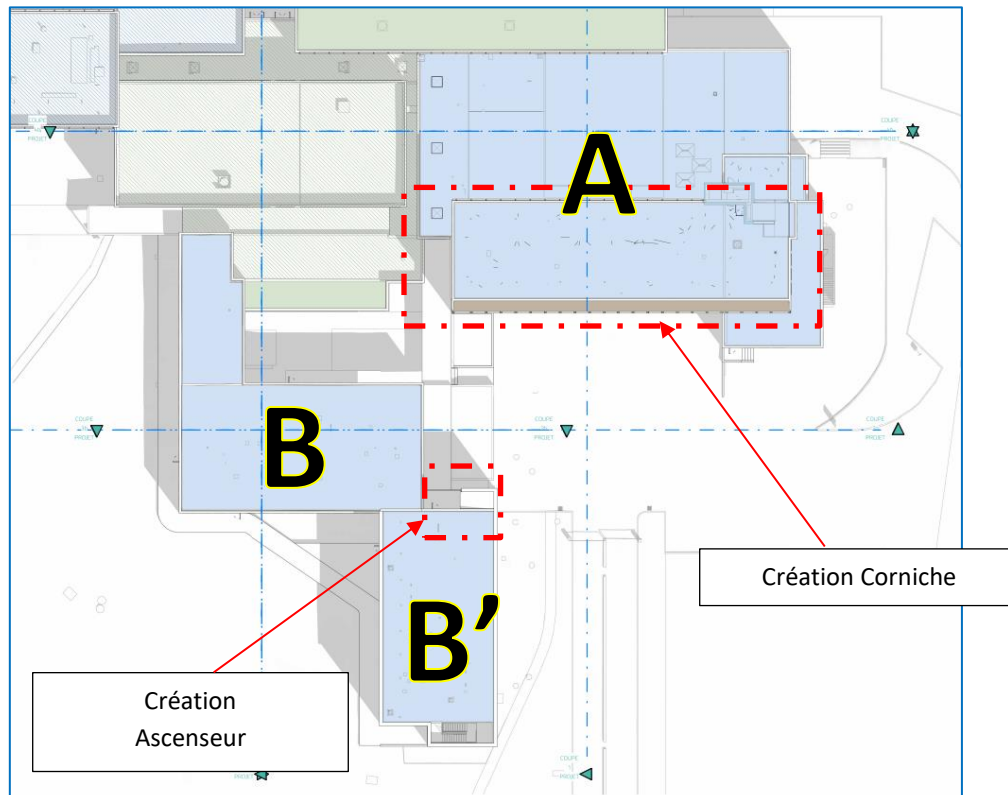


Figure 6 : Plan projet des toitures

1.4.2. Bâtiment A



Figure 7 : Vue projetée de la façade du bâtiment A (vue de l'ossature bois en façade)

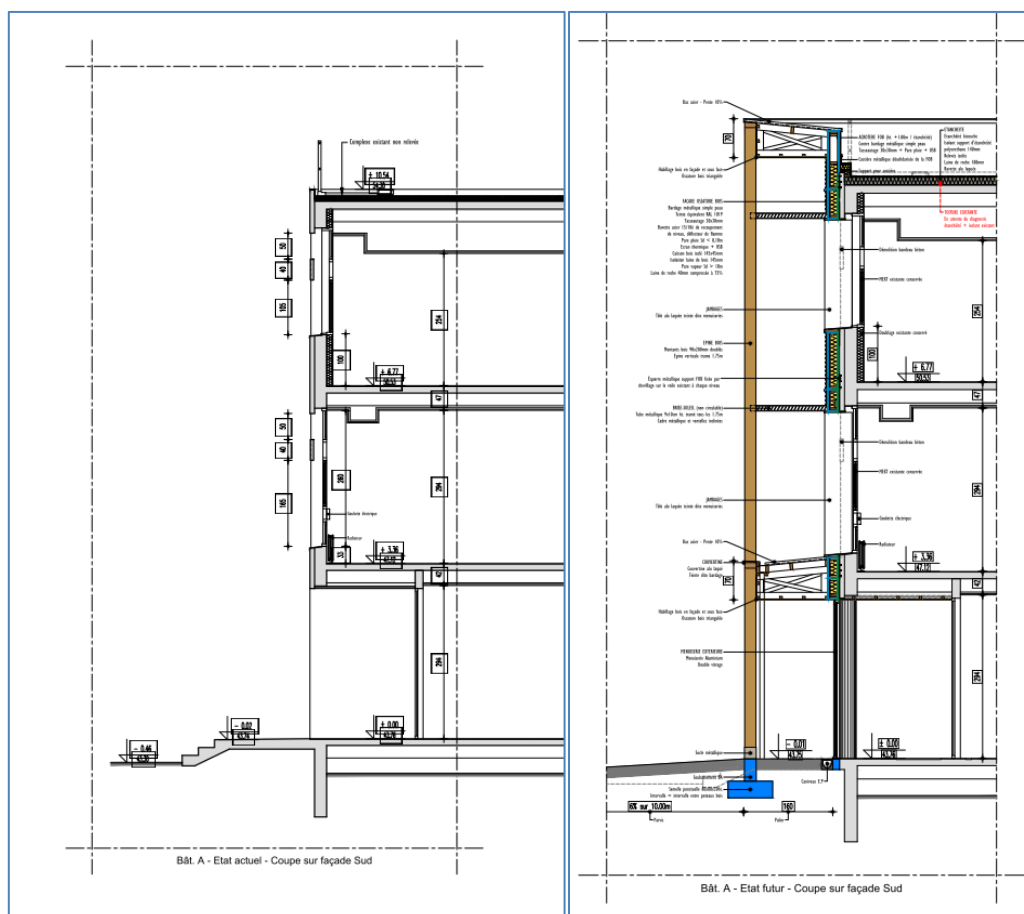


Figure 8 : Coupe bâtiment A façade Sud, existant à gauche et projet à droite.

1.4.3. Bâtiments B' et B



Figure 9 : Vue projetée bâtiment B'

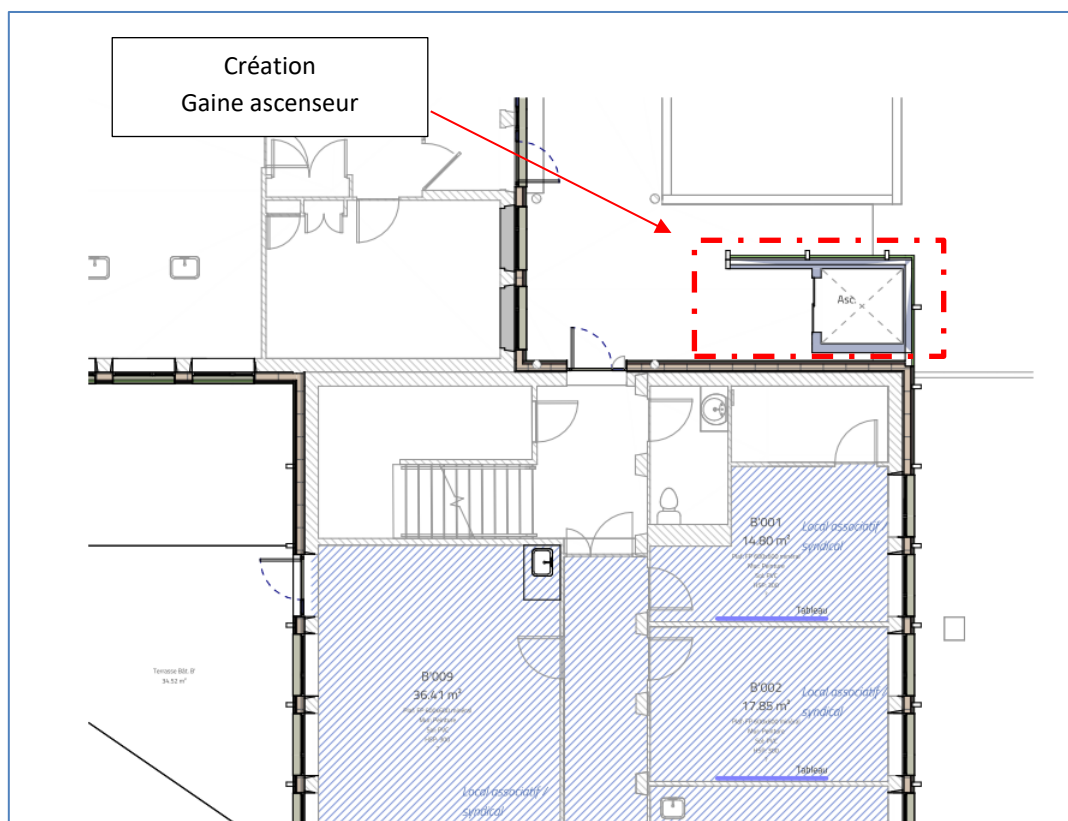


Figure 10 : Plan de masse projet bâtiment B'

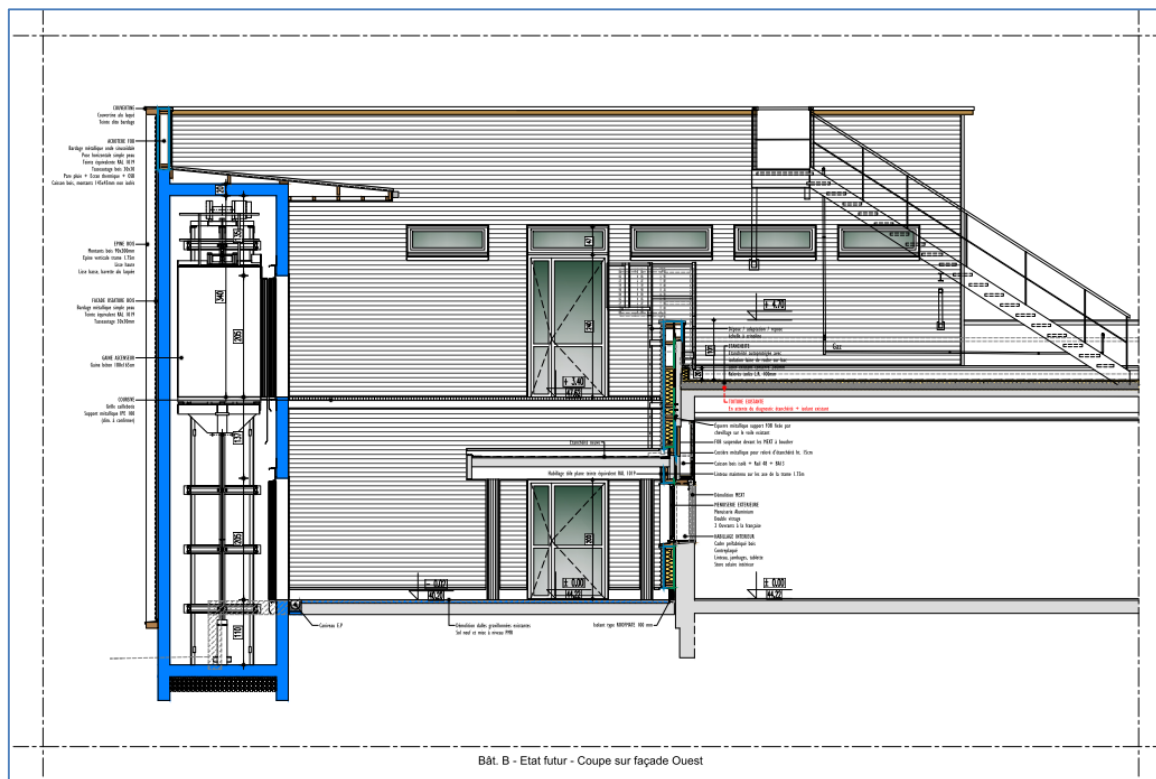


Figure 11 : Coupe façade Ouest bât B' - Etat projeté

1.4.4. Niveaux bas et terrassements

Aux droits des différents projets les niveaux bas et terrassements attendus sont les suivants :

Bâtiment	Niveau bas projeté	Terrassements attendus
Bât. A (corniche)	Inchangé = 43.14 m NGF	Fouilles de fondations uniquement
Bât. B' (ascenseur)	Création d'une fosse technique au droit de l'ascenseur (1.10 m de hauteur sous le terrain actuel) TN actuel : 44.20 m NGF	Terrassements en déblais au droit de l'ascenseur pour la fouille et techniques et fondations sur au moins 1.5 m / TA.

1.5. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50 000ème et notre expérience de la région, la succession géologique attendue au droit du site est la suivante (cf. extrait de la carte géologique en page suivante) :

- Éventuels remblais (non observables sur la carte),
- Schistes et arkoses.

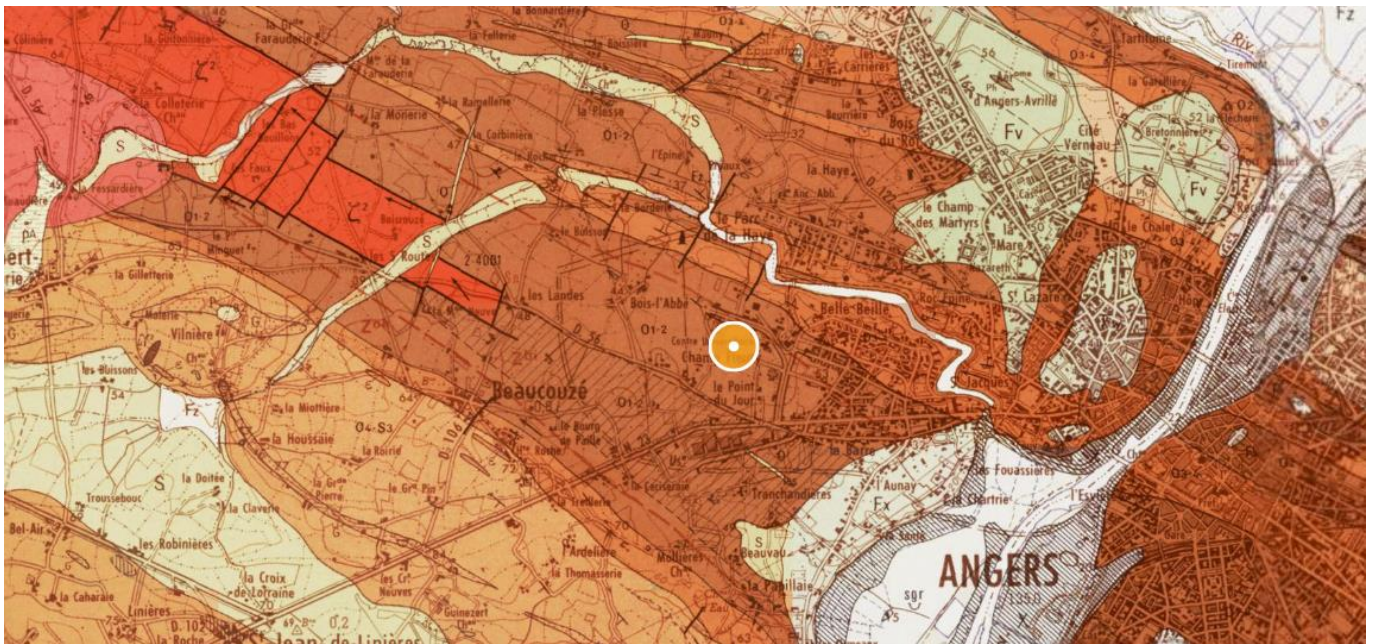


Figure 12 : Extrait de la carte géologique – Extrait du site du www.infoterre.brgm.fr

1.6. Risques naturels

1.6.1. Risques majeurs

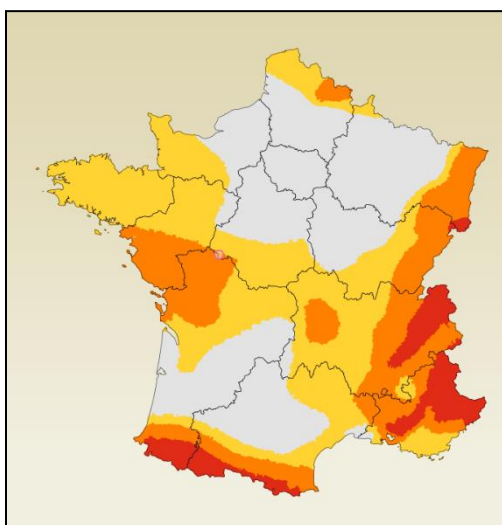
D'après les données officielles du Portail de la Prévention des Risques Majeurs (<https://www.georisques.gouv.fr/>), les risques majeurs sont à retrouver dans le tableau suivant :

Risque concerné	Niveau de risque
Inondation	A priori nul
Séisme	Faible
Mouvement de terrain	Existant (anciennes ardoisières à proximité)
Retrait gonflement des argiles	Modéré
Radon	Important

1.6.2. Aléa sismique

Le zonage sismique de la France (datant d'octobre 2010 et entré en vigueur le 01/05/2011) classe la commune en zone d'aléa sismique 2 (accélération $a_g = 0.7 \text{ m/s}^2$).

La carte et le tableau ci-dessous résument ces éléments :



Zone de sismicité et niveau d'aléa	$a_g (\text{m/s}^2)$
1 – Très faible	0,4
2 - Faible	0,7
3 - Modéré	1,1
4 - Moyenne	1,6
5 - Forte	3

Carte du zonage sismique et tableau des accélérations correspondantes

2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

2.1. Mission

Cette étude a pour but de définir le type et les caractéristiques des fondations pour le projet, en fonction de la nature, de l'épaisseur et de la compacité des différents terrains rencontrés.

Il s'agit d'une mission de type G2-AVP, suivant la Définition et la Normalisation des Missions du Géotechnicien établies en novembre 2013 (Norme NF P 94-500 présentée en annexe 1).

2.2. Programme

Conformément à la demande du client, cette étude a pour but :

- De préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- D'identifier les risques géotechniques et de préconiser les techniques particulières à mettre en œuvre,
- D'évaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, ...),
- De préciser le type de fondations envisageables,
- De présenter un exemple de prédimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, taux de travail admissible du sol, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, ...),
- D'étudier la faisabilité des dallages, les modalités de mise en œuvre et détermination des modules Es,
- D'évaluer l'aptitude des terrains au terrassement (tenue, dureté...),
- D'évaluer les précautions techniques à prendre en compte lors des travaux (terrassement, avoisinant, drainage, terrains compressibles, substitution...),
- De définir la catégorie des sols vis-à-vis des règles sismiques de l'Eurocode 8.

2.3. Consistance des investigations

Pour répondre aux objectifs présentés ci-avant, les investigations suivantes ont été réalisées :

- 2 sondages pressiométriques (SP1 et SP2), réalisés à la tarière mécanique Ø 63 mm et descendus à 10.0 m. Ils ont permis de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés (pressions de fluage, modules pressiométriques et pressions limites).
- 1 sondage géologique (T1) réalisé à la tarière mécanique Ø 63 mm et descendu à 3.0 m.
- 1 reconnaissance des fondations existantes (RF1) : à la pelle mécanique descendue jusqu'à l'assise des fondations.
- 1 identification GTR, comprenant 1 analyse granulométrique, 1 mesure de la teneur en eau et 1 détermination de la valeur au bleu.
- 1 analyse en laboratoire de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons.



La répartition des sondages au droit des ouvrages est la suivante :

- Corniche bât A : SP2 et T1
- Ascenseur bât B' : SP1 et RF1

Les sondages ont été réalisés en Février 2025 à l'aide d'une sondeuse de marque ECOFORE de type CE 302.

Les documents suivants sont présentés en annexes :

- extrait de la norme NF P 94-500 (annexe 1),
- implantations des sondages (annexe 2),
- résultats des investigations in situ (annexe 3).

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Implantation et nivellement

La position des sondages figure sur le plan d'implantation en annexe 2.

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

Le nivellement des points de sondage a été réalisé à partir du seuil du bâtiment A (voir plan d'implantation) fixée arbitrairement à la côte +100.0 m Ref.

L'altitude du terrain actuel au droit des sondages est le suivant :

Sondage	SP1	SP2	T1
Altitude sondage	99.44	99.52	99.54

3.2. Géologie

Les coupes de sondages sont jointes en annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Actuel (TA) tel qu'il était lors de nos interventions.



Les faciès suivants ont été rencontrés de haut en bas :

Sondage	SP1 (ascenseur bât B)	SP2 (corniche bât A)	T1 (corniche bât A)
Remblais / Enrobés	0.4	0.4	0.7
Altération argilo-sableuse	2.6	1.4	1.7
Altérites schisteuses	4.7	3.0	>3.0
Schistes	>10.0	>10.0	-

Remarques :

- Les limites indiquées entre les formations d'altération argilo-sableuse et altérites schisteuses restent purement indicatives, en effet, ces formations sont issues de l'altération progressive des schistes en direction de la surface.
- Ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

3.3. Géo-mécanique

Les essais pressiométriques ont permis de mettre en évidence des caractéristiques mécaniques résumées dans le tableau suivant :

Formations	Pressions Limites (MPa)			Modules pressiométriques (MPa)		
	Min	Max	Moyenne géométrique	Min	Max	Moyenne harmonique
Altération argilo-sableuse	1.22	1.53	1.36	13.7	20.4	16.0
Altérites schisteuses	1.7	2.38	1.97	24.7	34.3	28.7
Schistes	1.05	2.53	1.77	12.2	35.9	19.6



3.4. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau suivants ont été enregistrés lors de notre intervention :

Sondage	SP1	SP2	T1
Altitude sondage	99.44	99.52	99.54
Venue d'eau en cours de sondage (m/TA)	7.60	-	-
Niveau d'eau fin sondage (m/TA)	6.36	6.80	-

Remarque : ce constat ayant un caractère ponctuel et instantané, il ne permet pas de préciser les variations de la nappe, qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

3.5. Reconnaissance de fondation

Un sondage de reconnaissance de fondation a été réalisé au droit du bâtiment B'.

Les résultats sont à retrouver dans le tableau suivant, la coupe du sondage est à retrouver en annexe au présent rapport :

Nom / Emplacement	Fondation reconnue	Profondeur de la fouille (m/TA)	Débord	Profondeur d'ancrage de la fondation	Formation d'assise de la fondation
RF1 (bât B')	Semelle filante en béton	1.2	30 cm	0.9 m / TN	Schiste altéré <i>(Altération argilo-sableuse dans notre modèle géologique)</i>



3.6. Essais en laboratoire

3.6.1. Identifications GTR

Un essai d'identification GTR a été réalisé sur les échantillons prélevés au droit du sondage T1.

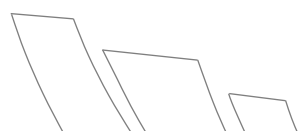
Sondage	ST1
Profondeur (m/TA)	0.7 à 1.1
Faciès	Altération argilo-sableuse
Teneur en eau (%)	19.3
VBS	1.25
D max (mm)	< 10
Passant à 2 mm (%)	77.8
Passant à 80 µm (%)	64.8
Classification GTR 92	A1 / F1

3.6.2. Agressivité

Un essai d'agressivité eaux et sols vis-à-vis du béton a été réalisé dans le cadre de notre mission G2 AVP et confié au laboratoire EUROFINS pour analyse. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant et les procès-verbaux à retrouver en annexe.

Sondage	SP1
Profondeur	0.4 à 2.6
Nature échantillon	Altération argilo-sableuse
Agressivité Sol	<XA1
Agressivité Eau	XA2

Les formulations des bétons employés pour les fondations et parties enterrées devront répondre à ces contraintes chimiques.



4. SISMICITE ET LIQUEFACTION DES SOLS

4.1. Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu, à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

Le tableau suivant définit les catégories d'importance des bâtiments :




Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> 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	 <ul style="list-style-type: none"> 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	 <ul style="list-style-type: none"> 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.

Tableau des catégories d'importance des bâtiments – Extrait du site developpement-durable.gouv.fr

D'après les éléments communiqués lors de l'étude, l'ouvrage concerné par la présente étude sera classé dans la catégorie III (à confirmer par le Maître d'Ouvrage / Maître d'Œuvre).

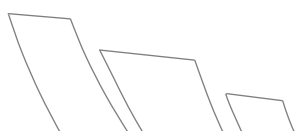
4.2. Coefficient d'importance

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 définit 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

Tableau des coefficients d'importance – Extrait du site developpement-durable.gouv.fr

Concernant l'ouvrage classé dans la catégorie III, le coefficient d'importance γ_i est de 1.2.



4.3. Exigence sur le bâti modifié

Les règles parasismiques applicables aux bâtiments modifiés dépendent de la zone sismique, de la catégorie de bâtiment, ainsi que du niveau de modification envisagé sur la structure (cf. tableau suivant).

	Cat.	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,42 \text{ m/s}^2$
Zone 3	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 2
		> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
	III	> 30% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$

Exigences sur bâtiments modifiés - source : developpement-durable.gouv.fr

D'après les éléments communiqués lors de l'étude, la SHON à créer est supérieure à 30 % de la SHON existante et les conditions PS-MI semblent respectées (à confirmer par la maîtrise d'oeuvre). Dans ce cas, on pourra appliquer en dispense de l'Eurocode 8, les règles parasismique PS-MI en tenant compte d'une sismicité faible (zone 2).

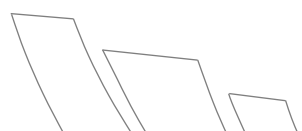
4.4. Classe de sols selon l'Eurocode 8

La nature locale du sol influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue 7 catégories principales 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 récapitule les différentes classes de sol en fonction du profil stratigraphique.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres						
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	c_u (kPa)	Type de sol	Pressiomètre		CPT
						p_l (MPa)	E_M (MPa)	q_c (Mpa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	>800				> 5	> 100	
B	Dépôts raides de sables, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des caractéristiques mécaniques avec la profondeur	360-800	>50	>250	sols granulaires	> 2	> 20	> 15
					sols cohérents	> 2	> 25	> 3,5
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres.	180-360	15-50	70-250	sols granulaires	> 1	> 8	> 5
					sols cohérents	> 0,5	> 5	> 1,5
D	Dépôts de sols sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant en majorité des sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	<70	sols granulaires	< 1	< 8 MPa	< 5
					sols cohérents	< 0,5	< 5 Mpa	< 1,5

Classes de sol – Extrait de l'Eurocode 8



Suivant la nature du sol, les paramètres S (coefficient de sol), TB (limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre constante), TC (limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectre 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 1 à 4)

En première approche, les sols rencontrés appartiendraient à la classe A.

4.5. 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. Ce risque est donc particulièrement susceptible d'affecter des sols sableux lâches sans cohésion situés sous le niveau de la nappe.

D'après l'Eurocode 8, un sol n'est pas considéré comme liquéfiable si :

$$\frac{\gamma_i \cdot \text{agr} \cdot s}{g} < 0,15$$

Avec :

- γ_i : coefficient dépendant de la catégorie d'importance de l'ouvrage ; ici $\gamma_i = 1.2$ pour une catégorie d'importance III à confirmer par le Maître d'Ouvrage/Maître d'Œuvre.
- agr : accélération maximale de référence dépendant de la zone de sismicité (zone de sismicité 2 – aléa faible) ; ici **agr = 0.66 m/s²**.
- S : paramètre de sol dépendant de la classe de sol (classe A) ; ici **S = 1.0**.
- g : constante de gravité terrestre ; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

$$\text{Dans le cas présent, } \frac{\gamma_i \cdot \text{agr} \cdot s}{g} = 0,08$$

Les sols au droit du site ne sont pas sensibles aux phénomènes de liquéfaction.



5. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

5.1. Type de fondations envisageables

5.1.1. Contexte géotechnique

- Contexte lithologique :
 - Nous avons rencontré 0.4 à 0.7 m d'épaisseur de remblais en tête,
 - Au-delà des altérations argilo-sableuses ont été rencontrées jusqu'à 1.4 à 2.6 m/TA,
 - Au-delà le schiste altéré puis sain a été reconnu jusqu'en fin de sondage au-delà de 10.0 m /TA.
- Fondations existantes bâtiment B' :
 - Semelle filante en béton ancrée à 0.9 m / TA dans les schistes altérés.
- Contexte hydrogéologique :
 - Niveau d'eau entre 6.36 et 6.80 m / TA.
- Terrassements :
 - Bât A : fouille de fondation uniquement,
 - Bât B : fosse technique ascenseur + fondations soit 1.5 m de terrassements en déblais à prévoir.

5.1.2. Modes constructifs

Compte tenu des points précédents, nous pouvons envisager les modes constructifs suivants :

Fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées/massifs ancrées dans les altérations argilo-sableuses ou altérites compactes du site

Les choix adaptatifs définitifs seront à déterminer en phase G2 PRO à l'appui des descentes de charges du projet.



5.2. Fondations superficielles

5.2.1. Principe de fondations

Le mode de fondations du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

Compte-tenu des terrains rencontrés et en fonction du niveau fini, il est proposé une solution de fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées / massifs ancrés dans les altérites du site.

5.2.2. Profondeur d'ancrage

Dans le cadre de la mise en œuvre des fondations, leur profondeur d'assise devra respecter un ancrage de 0,3 m dans des sols aux caractéristiques mécaniques suffisantes,

Dans ce contexte, l'assise minimale définie au droit des sondages se situera aux profondeurs suivantes :

Sondages	SP1 (ascenseur bât B)	SP2 (corniche bât A)	T1 (corniche bât A)
Ancrage minimal m/TA	>1.0	>1.0	>1.0

Les profondeurs d'encastrement devront être ajustées à l'ouverture des fouilles en fonction de la compacité des terrains recoupés. Celles-ci sont données au droit du sondage réalisés. **Des sur-profondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas exclues**, ce qui pourra nécessiter des approfondissements locaux de l'assise des fondations.

L'assise des fondations respectera **le plus restrictif** des critères suivants :

- ancrage **de 0.30 m minimum dans l'horizon** indiqué précédemment,
- profondeur minimale **de 0.6 m par rapport au sol extérieur fini**, afin d'assurer la garde au gel des fondations (cf. schéma page suivante),

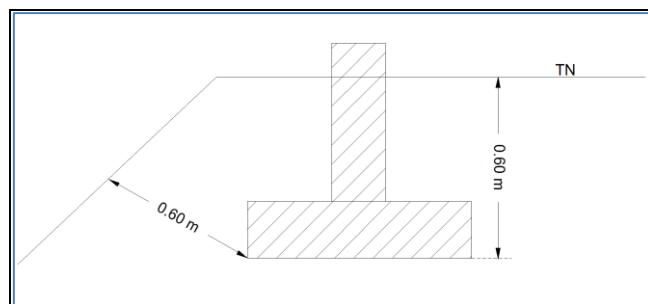


Schéma de mise hors gel



5.2.3. Contraintes de calculs

Conformément à l'Eurocode 7 et sa norme d'application NF P 94-261, sous réserve du respect du principe de fondation précitée, les contraintes centrées de calculs à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites Ultimes (q'_{ELU}) et de Services (q'_{ELS}) seront limitées à :

q'_{ELS} quasi-permanent et caractéristique $\leq 0,20$ MPa
 q'_{ELU} fondamental et sismique $\leq 0,33$ MPa
 q'_{ELU} accidentel $\leq 0,38$ MPa

5.2.4. Evaluation des tassements

Conformément à l'Eurocode 7, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, pour la valeur de contrainte de service donnée ci-dessus, les tassements théoriques absolus et différentiels prévisibles au droit de nos sondages seront de **l'ordre du millimètre**.

Ces tassements sont donnés pour des géométries de fondations suivantes :

- Semelles filantes de 0.6 m de largeur,
- De type semelles isolées ou massifs de 0.8 m de côté,

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261.

Les valeurs définitives de tassements seront à vérifier en phase G2-PRO.

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages. 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.

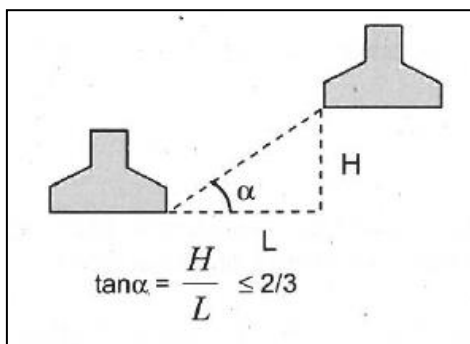
5.2.5. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Largeur minimale des fondations de 0.6 m de largeur pour les semelles filantes et 0.7 m pour les semelles isolées/massifs, afin d'assurer un bon contact sol/fondation,
- Assise des fondations horizontale,



- Sol d'assise des fondations **homogène** dans la mesure du possible (micaschistes altérés).
- Mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondation sur une épaisseur minimum de 5 cm,
- Prévoir des joints de construction entre les parties de l'ouvrage fondée sur des sols différents, ou entre les parties de l'ouvrage fondé sur des fondations différentes ;
- Respect des règles de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261 concernant les fondations à niveaux d'assise décalés (cf. schéma ci-après).



5.2.6. Suggestions d'exécution

Le béton de propreté ou le gros béton devra être coulé aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décompression du sol d'assise. Le béton des fondations sera ensuite coulé pleine fouille sur toute la hauteur.

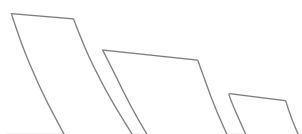
Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés et remplacés par un gros béton coulé pleine fouille, afin d'obtenir un sol d'assise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

Dans le cas de sols impropres, remaniés ou déconsolidés, rencontrés lors de l'ouverture des fouilles, leur purge devra être impérativement assurée avant coulage du béton de propreté.

Il est impératif de vérifier soigneusement les matériaux extraits des fouilles pour s'assurer du bon ancrage des fondations.

Les fouilles de fondations devront être maintenues parfaitement stables pendant leur exécution. Un blindage pourrait s'avérer nécessaire. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

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



6. TERRASSEMENTS GENERAUX

6.1. Moyens d'extraction

La réalisation du projet nécessitera des terrassements en déblais au sein des altérites schisteuses du site. Ils pourront être réalisés par des engins classiques de terrassement de type pelle mécanique.

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des mitoyens/avoisnants au projet (attention aux vibrations et affouillements sous les existants).

6.2. Traficabilité

Aucun soucis de traficabilité n'est attendu en raison de la plateforme en enrobé au droit du site.

6.3. Stabilité des talus en déblais

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement du niveau d'assise des avoisnants : ouvrages mitoyens, voiries, réseaux et du niveau de la nappe.

En première approche, les talus en déblai auront une pente de :

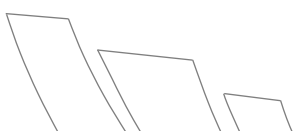
- 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les altérites.

Si ces recommandations ne peuvent pas être respectées ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement (blindage, paroi berlinoise) ou des terrassements par passés alternés.

Des systèmes de protection des talus en phase provisoire (fossés de tête et de pied, polyane, tranchées ou masque drainant...) seront à prévoir.

En l'absence d'ouvrage de soutènement, aucune surcharge ne devra circuler ou être implantée en tête de talus.

En phase définitive, les murs enterrés seront calculés en soutènement.



7. EAU ET DRAINAGE

7.1. Phase provisoire

En phase chantier, il conviendra :

- de protéger les talus et les plateformes contre les ruissellements et les précipitations directes, en incluant des éperons et/ou masques drainants en cas de venues d'eau dans les talus en déblais,
- de récupérer le ruissellement et les eaux infiltrées sur des formes terrassées en forme de pente,
- de mettre en œuvre des drains au droit des fils d'eau,
- de prévoir la décantation éventuelle des eaux récupérées, avant envoi dans un exutoire existant ou à créer.
- de pomper les venues d'eau en fonds de fouilles et d'assurer leur évacuation (après décantation éventuelle) dans un exutoire existant ou à créer.

En cas de présence d'eau à faible profondeur (ce qui n'était pas le cas lors de notre intervention), un drainage préalable du terrain sera réalisé afin d'assainir le site. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

7.2. Phase définitive

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

7.3. Remarque

Il appartient à la Maitrise d'Œuvre / Maitrise d'Ouvrage de s'assurer des autorisations de rejet des eaux de pompage / eaux drainées vers un exutoire existant ou à créer. Celui-ci devra être dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.



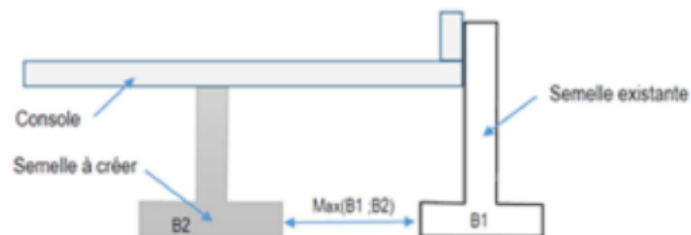
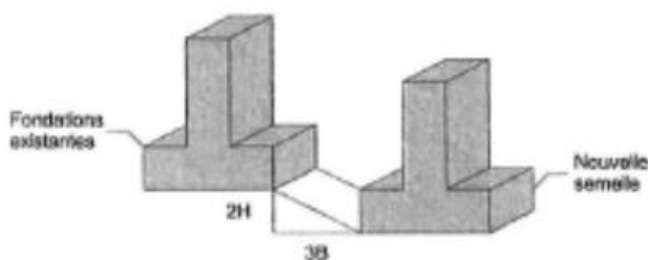
8. MITOYENNETE

La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de fondations existantes. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage tant en phase provisoire que définitive (limitation des vibrations, décalage des appuis).

Les fondations des bâtiments avoisinants devront être idéalement reconnues dans les phases ultérieures du projet.

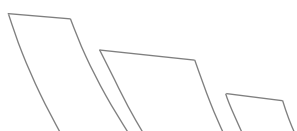
Les fondations projetées devront être distantes de la valeur maximale des deux longueurs suivantes vis-à-vis des fondations existantes :

- En cas de niveau d'assise décalés : règle des $3B/2H$ (cf. Eurocode 7 – Fondations superficielles NF P 94-261)
- En cas de niveau d'assise à même hauteur : espacement des fondations correspondant à la largeur d'appui la plus importante entre fondation existante et nouvelle.



De plus, un joint de construction devra être aménagé entre structures existante et nouvelle pour permettre le mouvement différentiel des fondations.

En variante, afin de limiter la découverte des fondations existantes, les nouvelles fondations seront réalisées perpendiculairement à celles existantes et fondées à minima au même niveau.



9. 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.

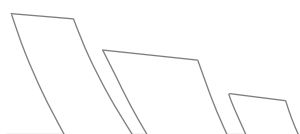
Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

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.



Annexe 1

Extrait de la norme NF P94-500



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.

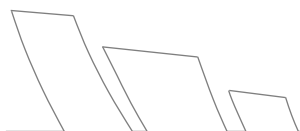
?? Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, 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)

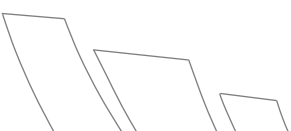
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

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

Implantation des sondages



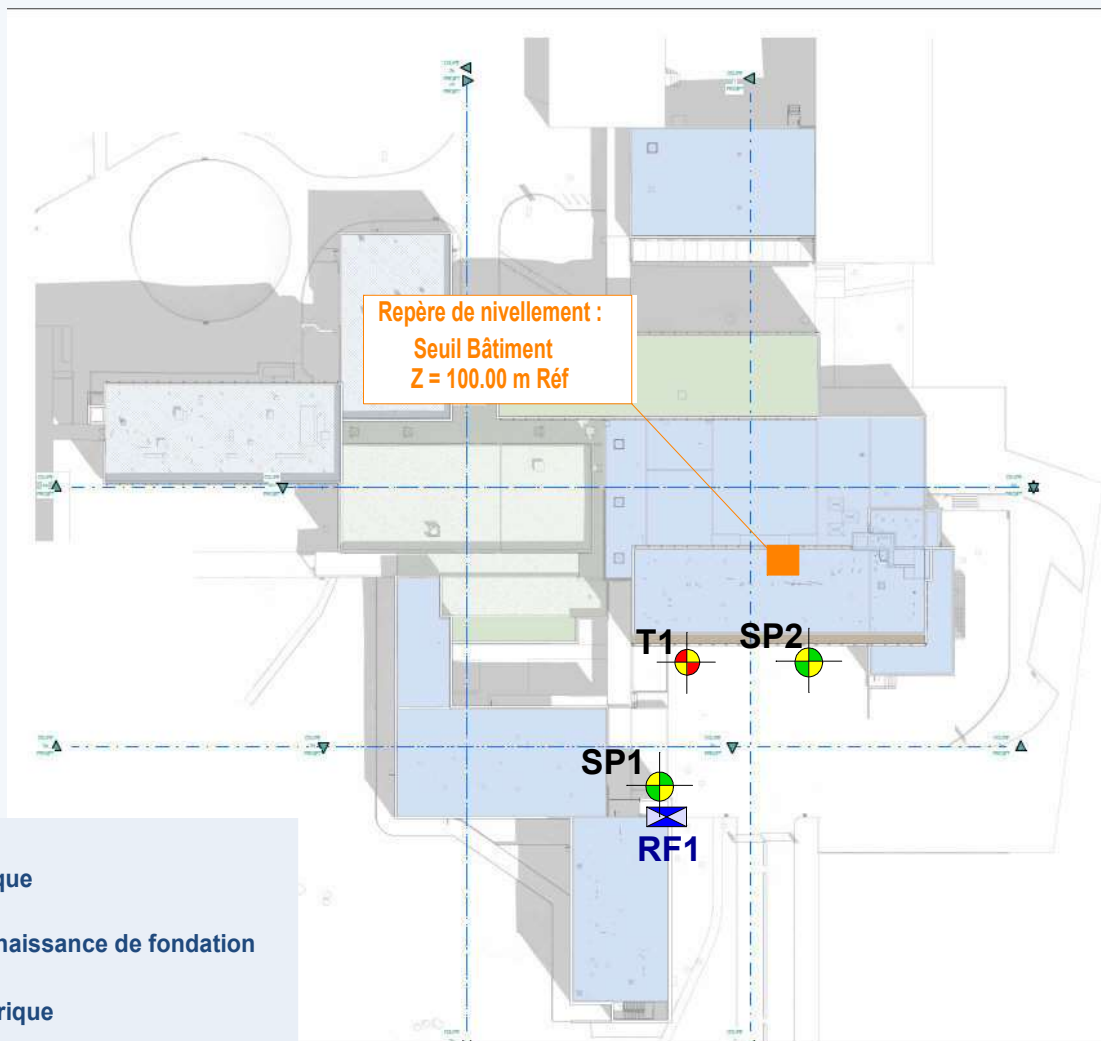
Implantation des sondages

Client : Rectorat de la Région Pays de la Loire

Etude : G2 AVP - Rénovation de la faculté des sciences

Affaire ECR n° 4415031

Lieu : ANGERS (49)



Sondage géologique



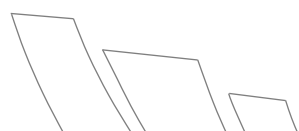
Fouille de reconnaissance de fondation



Essai pressiométrique

Annexe 3

Résultats des investigations in-situ



Date début : 03/02/2025

Cote Réf. : 99.44

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

Machine : CE 302

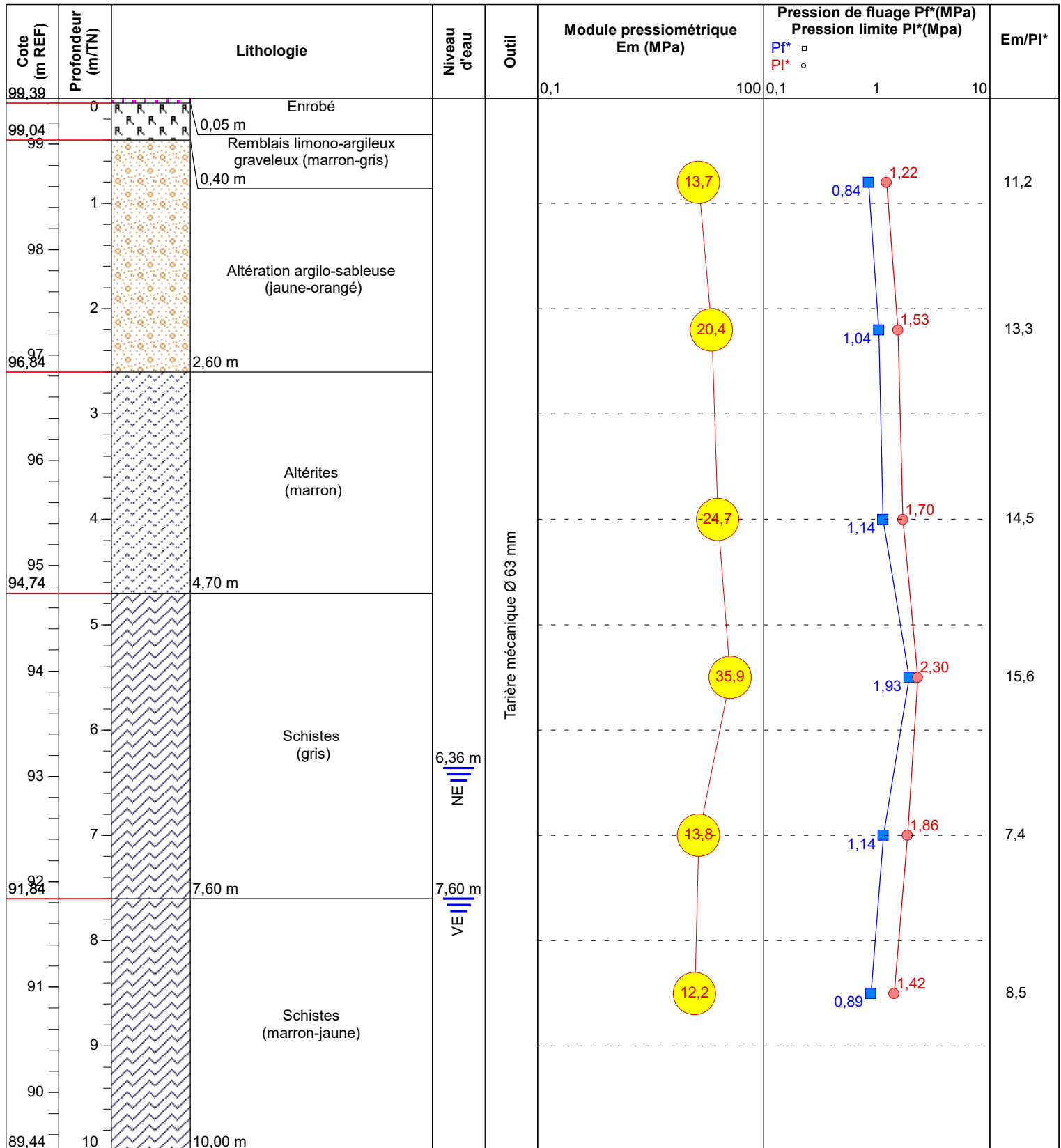
Niveau d'eau : 6.36 m

Venue d'eau : 7.60 m

1/50

Sondage : SP1

EXGTE 3.20/GTE



Date début : 04/02/2025

Cote Réf. : 99.52

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

Machine : CE 302

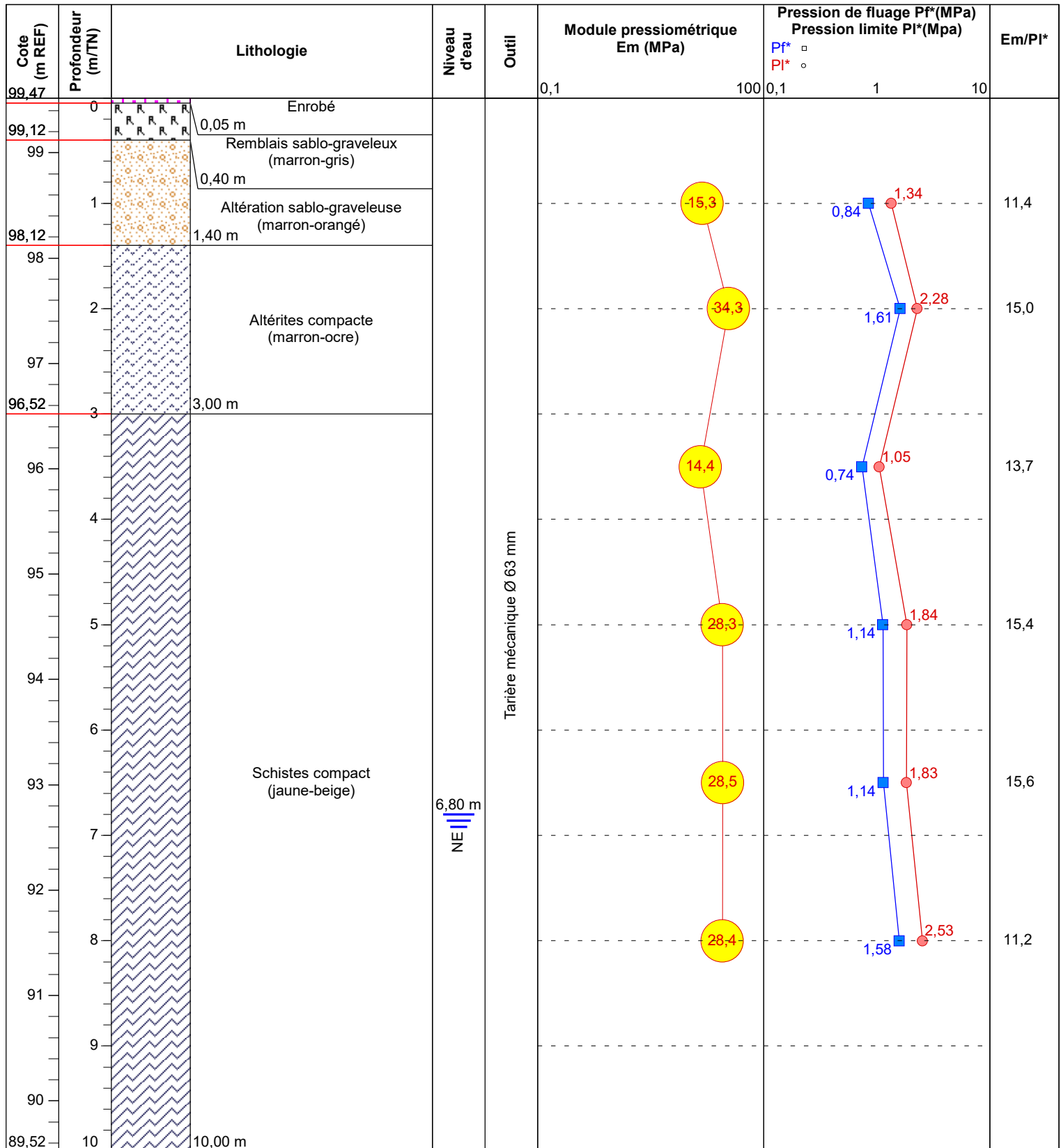
Niveau d'eau : 6.80 m

Venue d'eau : Néant

1/50

Sondage : SP2

EXGTE 3.20/GTE



Cote (m REF)	Profondeur (m/TN)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
99,49	0	Enrobé	Tarière mécanique Ø 63 mm	
98,84	0,05 m	Remblais argilo-graveleux		
97,84	0,70 m	Altération (jaune-orangé)		
96,54	1,70 m	Altérites (marron)		
	2			
	3			
	3,00 m			

Fouille de reconnaissance de fondations

Etude : G2 AVP - Rénovation de la faculté des sciences

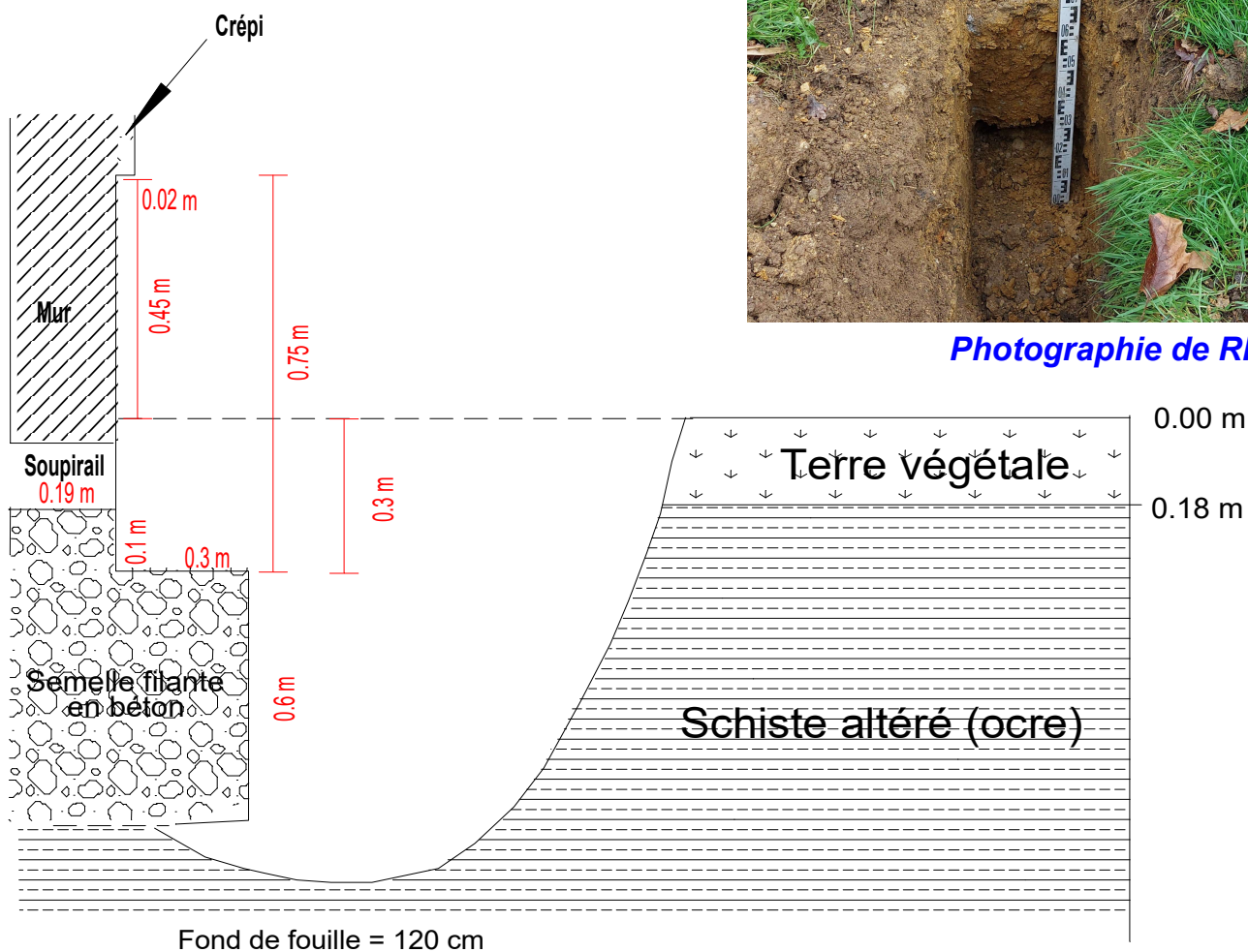
Commune : ANGERS (49)

Client : Rectorat de la région Pays de la Loire

Affaire ECR n° 4415031

RF1

- Coupe transversale -

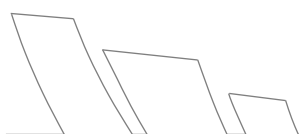


Photographie de RF1

sans échelle

Annexe 4

Essais en laboratoire



Informations de l'échantillon analysé

Affaire : **4415031**

Chantier : **Angers**

Sondage : **T1**

Profondeur : **0,7-1,7 m**

Nature du matériau : **Limon argilo-sableux**

Outil de prélèvement : **Tarière**

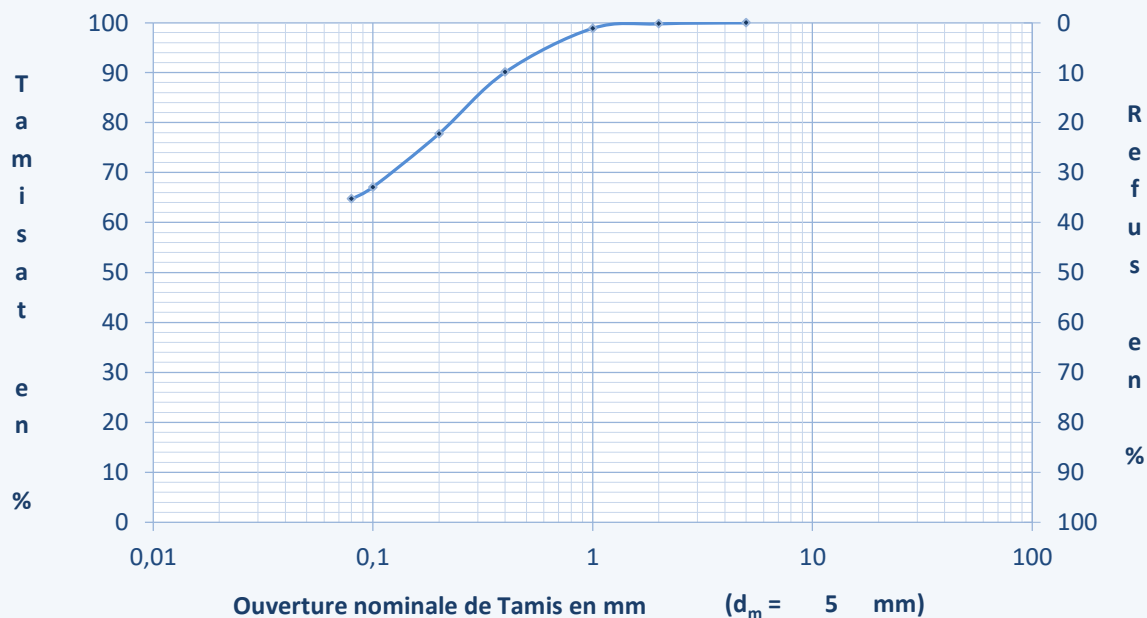
Prélèvé le : **03/02/25**

Essai réalisé le : **28/02/25**

Température d'étuvage : **105 °C**

Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Tamis d (mm)	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1	0,08
Passant (%)					100,0	99,8	98,9	90,1	77,8	67,1	64,8



Détermination de la teneur en eau (NF P 94-050)

W = **19,3** %

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène (NF P 94-068)

VBS = **1,25** g de bleu / 100 g de sol

Remarque :

Opérateur :

Classification du matériau :

N. RICHT

A₁

ECR ENVIRONNEMENT CENTRE OUEST
Monsieur Fabien KNOEPFFLER
 5 Rue des Clairières
 44840 LES SORINIERES

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E025747

Version du : 25/02/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Date de réception technique : 13/02/2025

Première date de réception physique : 13/02/2025

Référence Dossier : N° Projet : 4415031

Nom Projet : ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Référence Commande : 4413173

Coordinateur de Projets Clients : Marion Baumgarten / MarionBaumgarten@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	SP1
002	Sol	(SOL)	SP1 (0,4 - 2,6m)

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E025747

Version du : 25/02/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Date de réception technique : 13/02/2025

Première date de réception physique : 13/02/2025

Référence Dossier : N° Projet : 4415031

Nom Projet : ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Référence Commande : 4413173

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
SP1
ESO

12/02/2025

13/02/2025

6.6°C

002
**SP1 (0,4 -
2,6m)**
SOL

12/02/2025

19/02/2025

6.6°C

Préparation Physico-Chimique

 ZS00U : **Prétraitement et
séchage à 40°C**

 LS896 : **Matière sèche** % P.B.

 LS025 : **Filtration 0.45 µm**

Effectuée

* Fait

* 88.4

Analyses immédiates

 LS001 : **Mesure du pH**
pH

Température

 JI020 : **Titre Alcalimétrique
Complet (TAC)**

 LS028 : **Anhydride carbonique
(CO2) agressif**

mg/l

* 6.2

°C 18.1

* ° f 11.6

95.7

Indices de pollution

 LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)**

Nitrates mg NO3/l

Azote nitrique mg N-NO3/l

 LS02I : **Chlorures (Cl)**

 LS02R : **Ammonium**

 LS02Z : **Sulfates (SO4)**

 LSRDB : **Classe d'agressivité
selon NF EN 206**

mg/l

mg NH4/l

mg/l

* 26.3

* 5.94

* 51.2

* 0.12

* 32.5

XA2

Métaux

 LS206 : **Magnésium (Mg)
dissous**

 LS204 : **Calcium (Ca) dissous**

 LS207 : **Potassium (K) dissous**

mg/l

mg/l

mg/l

* 8.59

* 36.1

* 8.70

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 25E025747

Version du : 25/02/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Date de réception technique : 13/02/2025

Première date de réception physique : 13/02/2025

Référence Dossier : N° Projet : 4415031

Nom Projet : ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Référence Commande : 4413173

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SP1****ESO**

12/02/2025

13/02/2025

6.6°C

002**SP1 (0,4 -
2,6m)****SOL**

12/02/2025

19/02/2025

6.6°C

Métaux
LS208 : **Sodium (Na) dissous** mg/l * 37.3
Agressivité du sol vis-à-vis du béton
ZS8IA : **Degré d'acidité des sols** ml/kg M.S.selon **BAUMANN GULLY**ZS18C : **Classe d'agressivité**

Sulfates à l'acide agressivité

Classe d'agressivité selon EN 206-1

32

mg/kg M.S.

157

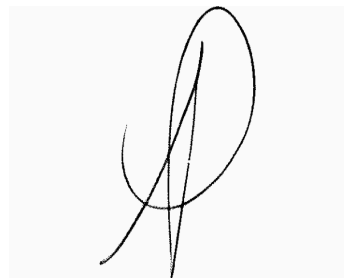
<XA1

Observations
N° d'échantillon
Référence client

Spectrophotométrie visible automatisée : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.

(001)

SP1



Jean-Paul Klaser

Chef d'Equip. Coord. Proj Clts

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E025747

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Version du : 25/02/2025

Date de réception technique : 13/02/2025

Première date de réception physique : 13/02/2025

Référence Dossier : N° Projet : 4415031

Nom Projet : ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Référence Commande : 4413173

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Annexe technique

Dossier N° :25E025747

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Emetteur : Monsieur Fabien KNOEPFFLER

Commande EOL : 006-10514-1266075

Nom projet : N° Projet : 4415031

Référence commande : 4413173

ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne	0.5	30%	° f	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS001	Mesure du pH pH Température	Potentiométrie - NF EN ISO 10523			°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne				
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul			mg/l	
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	1	30%	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1				
	Nitrates		1	35%	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	35%	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN ISO 15923-1	0.05	22%	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	5	20%	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	30%	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	30%	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	40%	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	35%	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul				

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	5%	% P.B.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
ZS00U	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [sur la totalité de l'échantillon sauf mention contraire] - NF EN 16179				
ZS18C	Classe d'agressivité Sulfates à l'acide agressivité Classe d'agressivité selon EN 206-1	Calcul -			mg/kg M.S.	
ZS8IA	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY	Titrimétrie [Extraction solide-liquide puis titrage acido-basique] - EN 16502	20		ml/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :25E025747

Emetteur : Monsieur Fabien KNOEPFFLER

Nom projet : N° Projet : 4415031

ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Commande EOL : 006-10514-1266075

Référence commande : 4413173

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 25E025747

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-036436-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1266075

Nom projet : N° Projet : 4415031

Référence commande : 4413173

ANGERS Rectorat Sciences

Nom Commande : 4415031

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	SP1	12/02/2025 11:00:00	13/02/2025	13/02/2025		

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
002	SP1 (0,4 - 2,6m)	12/02/2025 11:01:00	13/02/2025	13/02/2025		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.