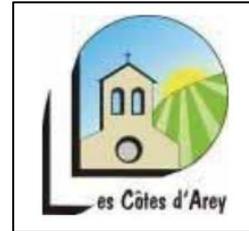


# C<sup>2</sup>i Conseil

- Assistance à Maîtrise d’Ouvrage -  
- Maîtrise d’Œuvre – Expertise -

Eau - Assainissement - Hydraulique - Environnement  
Voirie et Réseaux Divers - Aménagement du territoire

*Agence de Lyon : Chemin de Taffignon 69630 CHAPONOST*  
*Agence de Valence : 285, rue Jean Rostand 26800 PORTES LES VALENCE*  
*Tél : 04.72.66.89.00 - Courriel : c2i@c2iconseil.fr*



**Mairie des Côtes-d'Arey**

**Place Arélys**

**38138 Les Côtes-d'Arey**

**Département de l'Isère**

**Commune des Côtes-d'Arey**



## Note Hydraulique :

### Principe de gestion des Eaux Pluviales

N° d'affaire	N° de pièce	Date	Indice
IB50	1	23/05/2022	1

AMENAGEMENT DU SECTEUR DE LA SERVE  
COMMUNE DES COTES D'AREY

---

Rédaction	Vérification	N° d'affaire	Date	N° de pièce	Phases
S.T	G.M.	IB50	23/05/2022	1	Création du document

## SOMMAIRE

<b>1. Présentation du contexte</b>	<b>5</b>
1.1. Nom et adresse du demandeur	5
1.2. Objet de l'étude	5
1.3. Situation géographique	5
<b>2. Etat initial</b>	<b>7</b>
2.1. Documents réglementaires	7
2.1.1 Situation au PLU	7
2.1.2 PPRN	9
2.2. Géologie	12
2.3. Cours d'eau	13
<b>3. Délimitation des sous bassins versants</b>	<b>14</b>
<b>4. Principe et dimensionnement de la gestion des eaux pluviales</b>	<b>17</b>
4.1. Hypothèses de dimensionnement	17
4.2. Dimensionnement.	18
4.3. Conception des ouvrages de rétention	19
4.3.1 Plan de synthèse :	20
4.4. Aménagement en zone inondable	22
<b>5. Analyse réglementaire</b>	<b>24</b>
<b>6. Conclusion</b>	<b>25</b>
<b>7. Annexes</b>	<b>26</b>
7.1. Méthodologie : Méthode des pluies – Volume de rétention	26
7.2. Formule des orifices d'ajutage	27
7.3. Fiche de calcul (Source : C2i Conseil, 2022)	28
7.4. Plan de Masse	30
7.5. Rapport hydro géotechnique	31

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Plan de localisation (Source : Géoportail, 2022).....	6
Figure 2: Situation au PLU (Source : PLU COMMUNE DES CÔTES D'AREY 2022).....	7
Figure 3 : Carte du zonage pluvial ( Source : PLU Les Côtes-d'AreY).....	8
Figure 4 : Extrait du règlement PLU les Côtes-d'AreY .....	10
Figure 5 : Localisation du site d'étude par rapport au PPRN (Source : géoportail ) .....	10
Figure 6 : Localisation du site d'étude par rapport au retrait-gonflement argileux (Source : géoportail ) .....	11
Figure 7 : Localisation du site d'étude par rapport au risque séisme(Source : géoportail ).....	11
Figure 8 : Carte géologique du site d'étude (Source : BRGM Infoterre, 2022) .....	12
Figure 9 : Cartographie des cours d'eau (Source : DREAL 2022).....	13
Figure 10 : Cartographie des périmètres de protection (Source : ARS 2022).....	13
Figure 11 : Délimitation des bassins versants du projet (C2i Conseil 2022) .....	15
Figure 12 : Schéma de principe de gestion des eaux pluviales(Source : C2i Conseil, depuis 3D infrastructure, 2022).....	20
Figure 13 : Coupe de principe de gestion de la noue Bassin versant Sud (Source : C2i Conseil, 2022) .....	21
Figure 14 : Coupe de principe de gestion de l'ouvrage enterré Bassin versant Nord(Source : C2i Conseil, 2022) .....	22
Figure 15 : Localisation de la zone inondable du site d'étude. ....	22
Figure 16 : Extrait de coupe (Source : 3D infrastructure, 2022).....	23

## 1. PRESENTATION DU CONTEXTE

### 1.1. NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR



**Mairie des Côtes-d'Arej**  
**Place Arélis**  
**38138 Les Côtes-d'Arej**

### 1.2. OBJET DE L'ETUDE

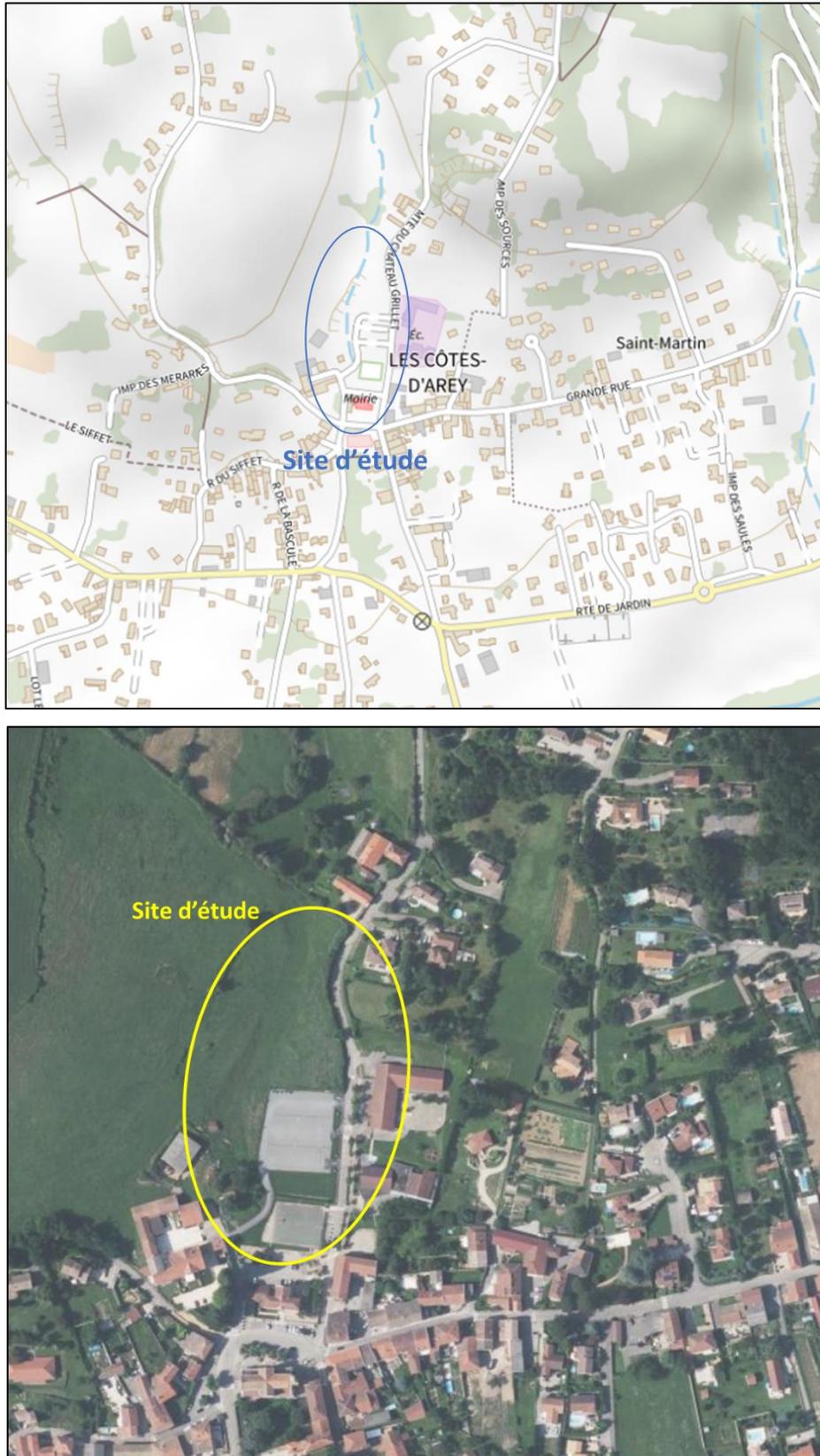
La commune des Côtes-d'Arej souhaite procéder à l'aménagement de l'ensemble du secteur de la Serve en mettant en place un city park ainsi qu'un parking à l'arrière de la mairie.

Dans le cadre de cette opération d'aménagement, la société C2i Conseil a été missionnée pour proposer des principes de gestion des eaux pluviales à appliquer au projet dont la maîtrise d'œuvre est portée par 3D infrastructure.

### 1.3. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune des Côtes-d'Arej

Figure 1: Plan de localisation (Source : Géoportail, 2022)



## 2. ETAT INITIAL

### 2.1. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES

#### 2.1.1 Situation au PLU

La commune des Côtes-d'Areyst concernée par un PLU.

Le site d'étude est localisé en zones :

- Ub – Secteur d'extension de l'urbanisme du centre-bourg
- Ne – Secteur d'équipements publics ou d'intérêt collectif du centre-village

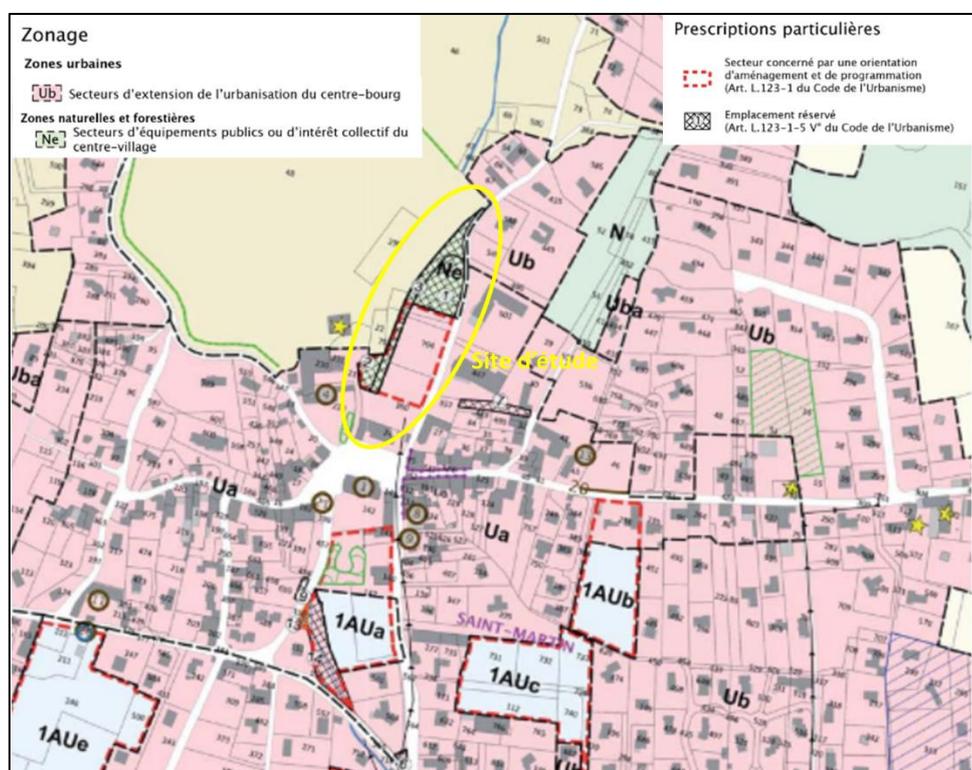


Figure 2: Situation au PLU (Source : PLU COMMUNE DES CÔTES D'AREY 2022)

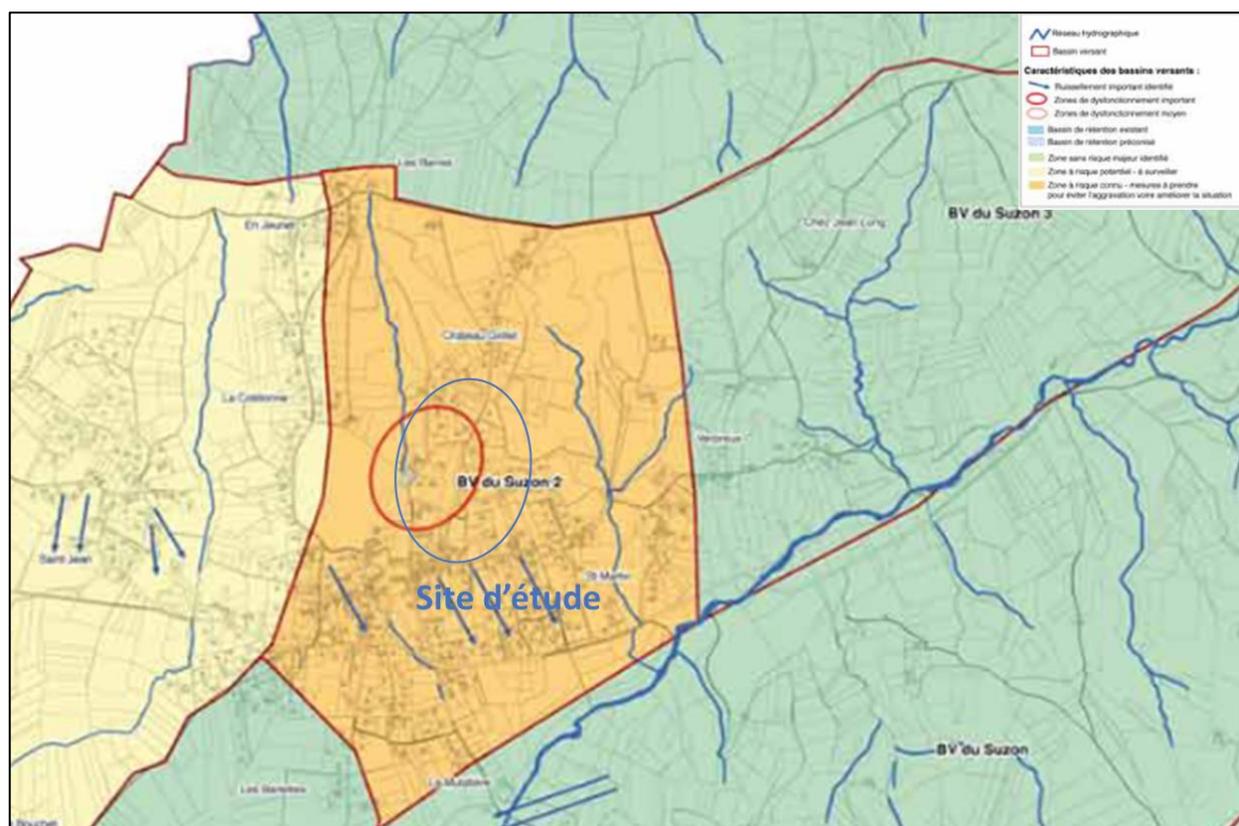


Figure 3 : Carte du zonage pluvial ( Source : PLU Les Côtes-d'Areay)

« **Zone à risque connu** - mesures à prendre pour éviter l'aggravation voire améliorer la situation:

Compte tenu de la capacité des réseaux existants et les problèmes rencontrés en aval de cette zone, il est préconisé de limiter au maximum les débits rejetés au domaine public sur les futures zones urbaines de la commune. Les mesures à mettre en place sont les suivantes :

- Favoriser l'infiltration si le sol en place le permet,
- Mettre en place un volume de stockage dans le cas où l'infiltration est impossible.

Les règles de dimensionnement de stockage sont les suivantes :

Dans le cas d'une surface imperméabilisée < 600 m<sup>2</sup>, le volume de stockage à mettre en place correspond à un ratio de 28 l/m<sup>2</sup> imperméabilisé.

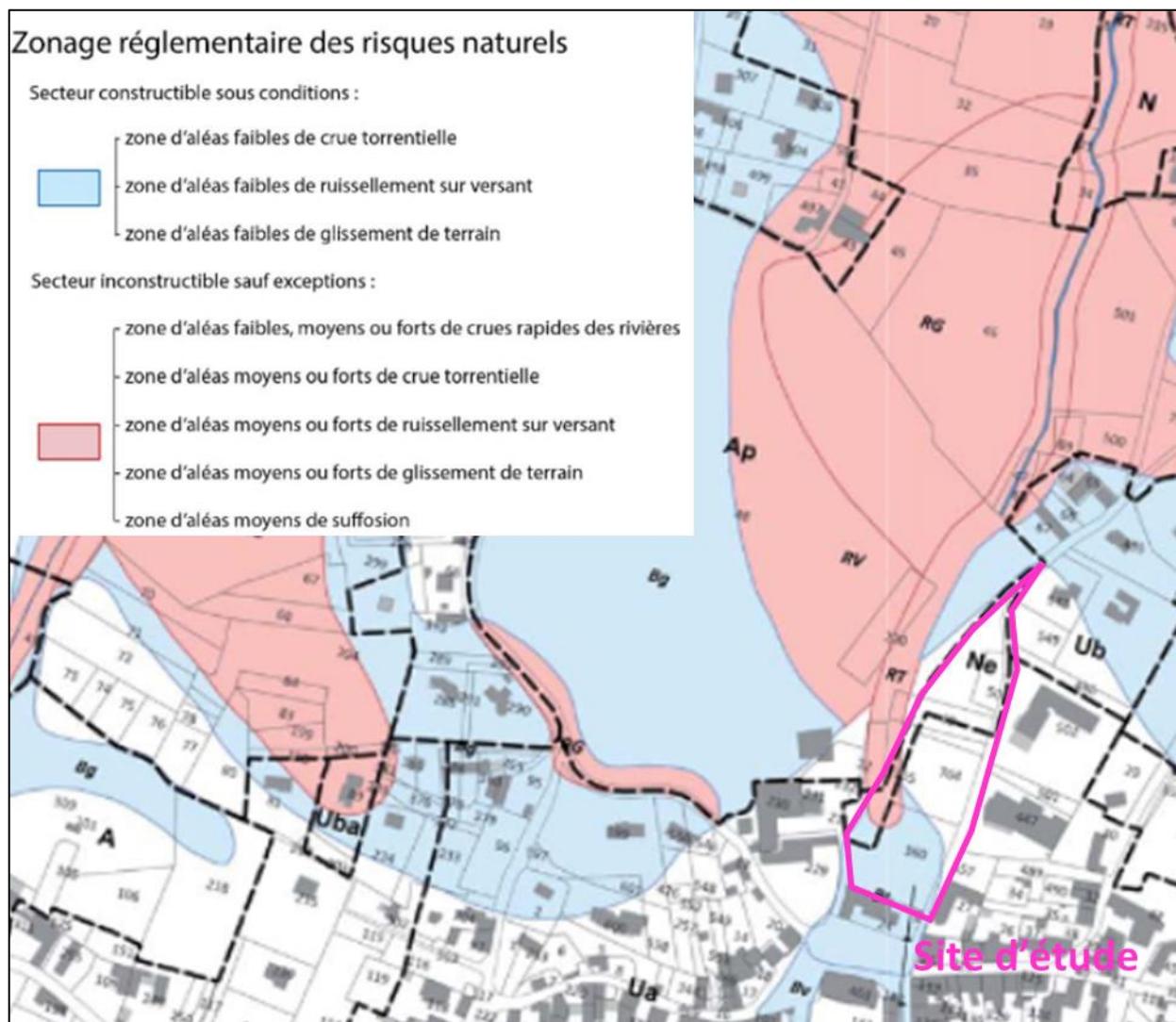
Dans le cas d'une surface imperméabilisée > 600 m<sup>2</sup>, le volume de rétention est calculé pour une période de retour de 20 ans et le débit de fuite correspond au débit annuel avant aménagement.

- Recalibrer le réseau pluvial à l'aval de l'aménagement et ce, jusqu'à exutoire, dans le cas extrême où aucun stockage et aucune infiltration n'est possible »

## 2.1.2 PPRN

La commune des Côtes-d'Arey est concernée par le Plan de Prévention du Risque

Néanmoins le site d'étude n'est pas concerné par ce PPRi.



Des restrictions sont également apportées à la zone d'étude au regard de risques naturels.

2 types de risques sont identifiés à proximité immédiate :

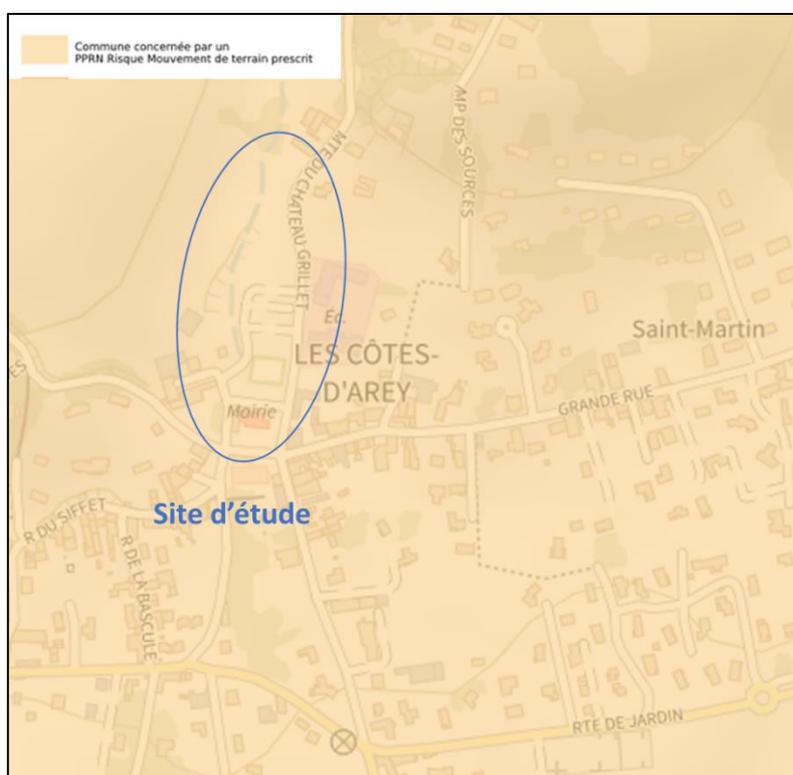
- Le risque « RT », englobant le ruisseau à l'ouest (crue torrentielle, aléa moyen ou fort) inconstructible sauf exception
- Le risque « Bt », au Sud, en bleu (crue torrentielle, aléa faible)

**SONT INTERDITS DANS LES SECTEURS EXPOSES AUX RISQUES NATURELS :**

**Dans les secteurs concernés par les risques forts de crues torrentielles (RT)**

- Les constructions, en dehors des exceptions définies par l'article 6.4. « Exceptions aux interdictions générales » des dispositions générales du présent règlement (titre I), respectant les conditions énoncées à cet article
- Les affouillements et exhaussements, sauf dans le cadre de travaux et aménagements de nature à réduire les risques ou dans le cadre d'infrastructures de desserte, après réalisation d'une étude d'incidence
- Les aires de stationnement
- Les clôtures fixes, à l'intérieur d'une bande de 4 m à compter du sommet des berges

**Figure 4 : Extrait du règlement PLU les Côtes-d'Are**



**Figure 5 : Localisation du site d'étude par rapport au PPRN (Source : géoportail )**



Figure 6 : Localisation du site d'étude par rapport au retrait-gonflement argileux (Source : géoportail )

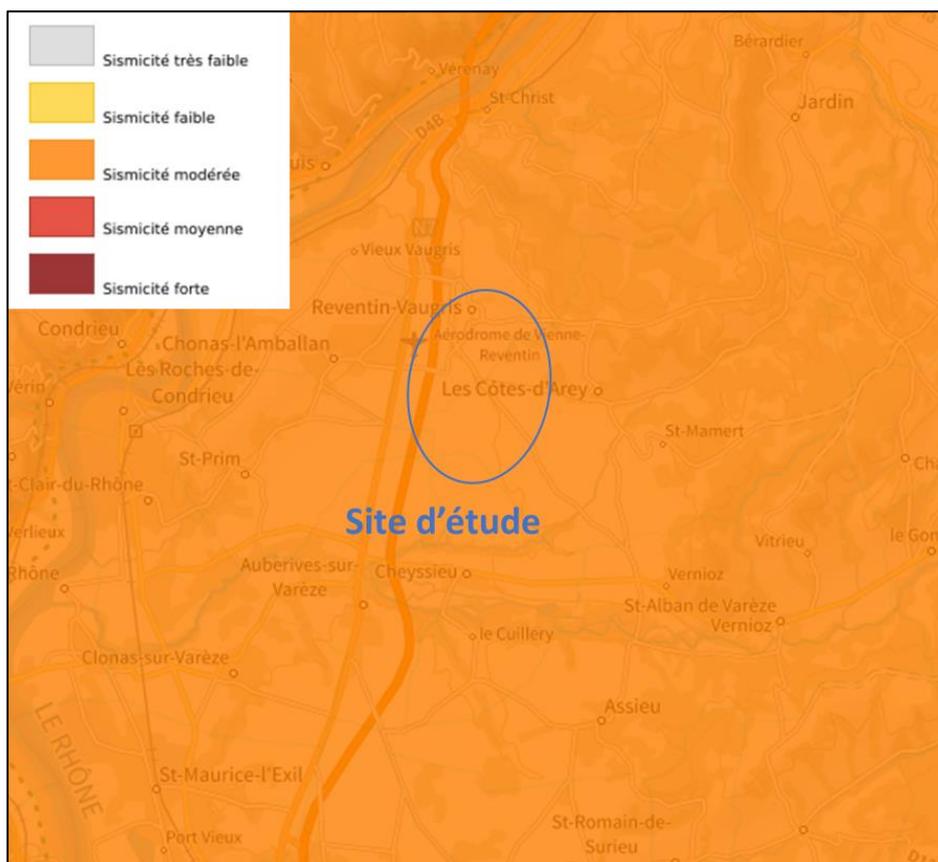


Figure 7 : Localisation du site d'étude par rapport au risque sisme(Source : géoportail )

## 2.2. GEOLOGIE

D'après la notice de la carte géologique du BRGM, le site du projet est localisé sur la couche géologique: « Molasse sablo-gréseuse » )

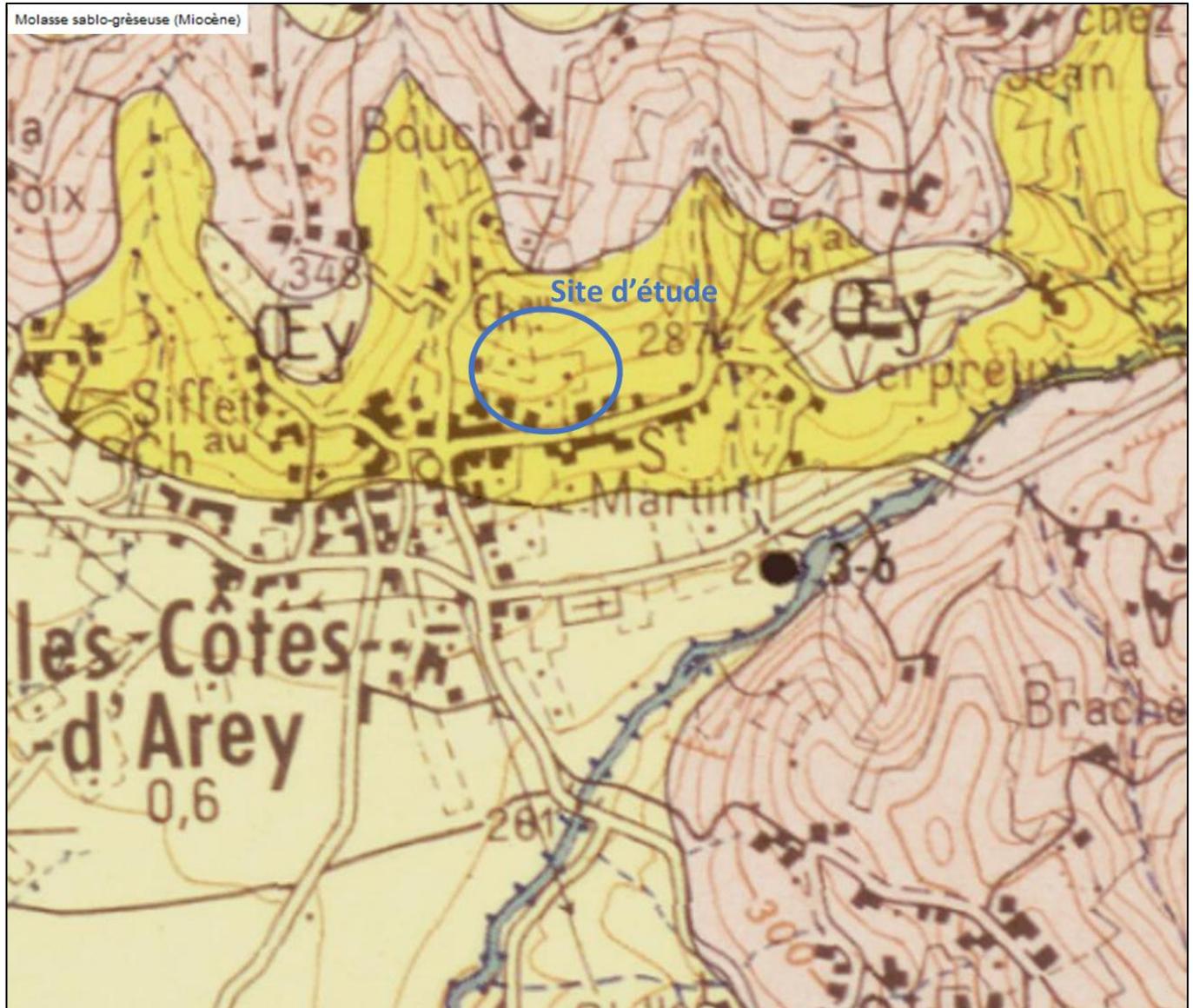


Figure 8 : Carte géologique du site d'étude (Source : BRGM Infoterre, 2022)

### 2.3. COURS D'EAU

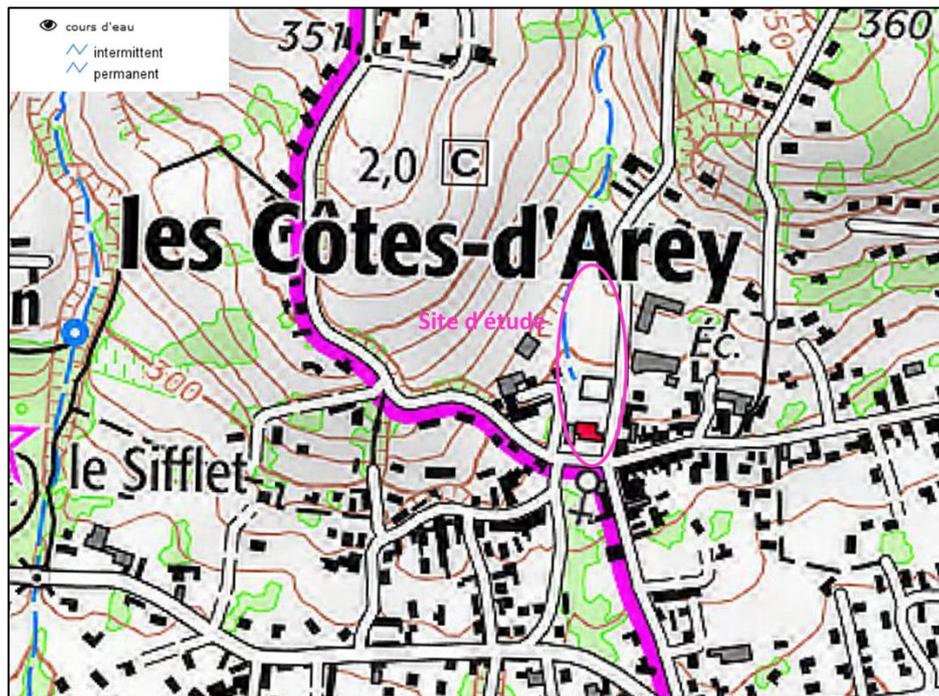


Figure 9 : Cartographie des cours d'eau (Source : DREAL 2022)

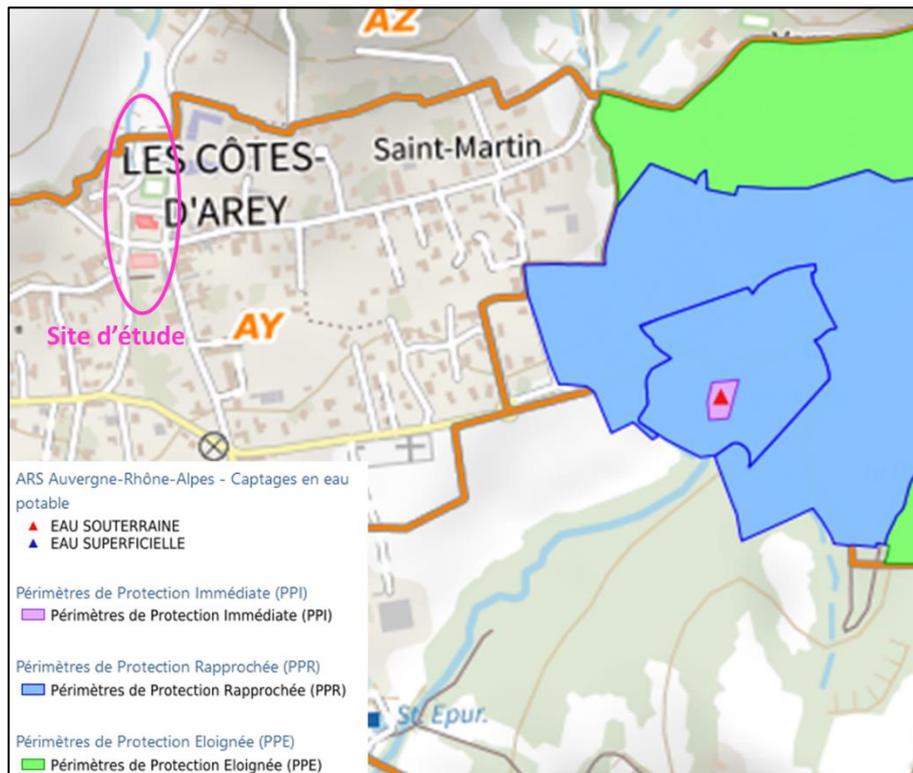


Figure 10 : Cartographie des périmètres de protection (Source : ARS 2022)

### 3. DELIMITATION DES SOUS BASSINS VERSANTS

L'objectif est de capter les eaux pluviales des deux bassins versant urbains pour pouvoir les rejeter à biais régulés au domaine public

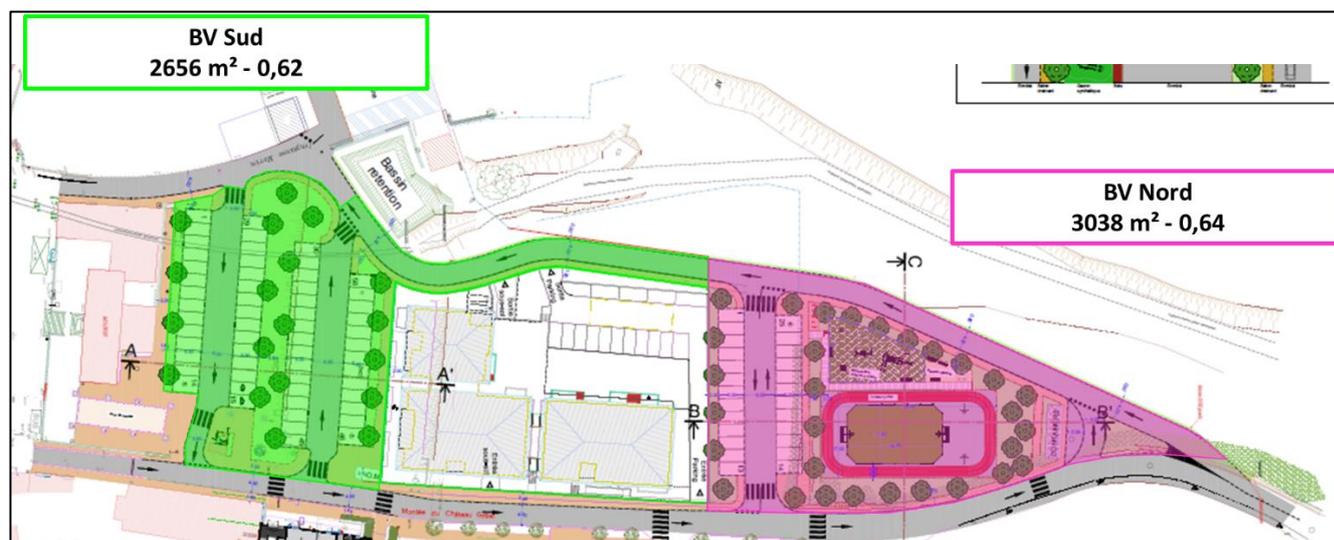
EMPRISE INTIALE		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
Voirie	2 292	0,90
Espaces verts	2 202	0,20
Parking temporaire	1 200	0,80
<b>Total</b>	<b>5 694</b>	<b>0,61</b>

ETAT PROJET		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
BV Nord	3 038	0,64
BV Sud	2 656	0,62
<b>Total</b>	<b>5 694</b>	<b>0,63</b>

BV Nord		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
Voirie	1 029	0,90
Parking	318	0,60
Piste	170	0,90
Espace détente	35	0,60
Espace jeu	185	0,60
Gazon	206	0,90
Cheminement piétons	335	0,60
Espaces enherbés	760	0,20
<b>Total</b>	<b>3 038</b>	<b>0,64</b>

BV Sud		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
Voirie	937	0,90
Parking	735	0,60
Cheminement piétons	426	0,60
Espaces enherbés	558	0,20
<b>Total</b>	<b>2 656</b>	<b>0,62</b>

L'aménagement du secteur de la Serve engendrera une augmentation du coefficient de ruissellement .



**Figure 11 : Délimitation des bassins versants du projet (C2i Conseil 2022)**

A l'aide de la méthode rationnelle, les débits caractéristiques générés par chaque BV ont été estimés :

**BV Nord :**

	Q 5ans	Q10 ans	Q20 ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans
a =	4,183	4,839	5,288	5,514	5,743	6,038
b =	0,499	0,494	0,481	0,472	0,460	0,445
Surface BV (ha)	0.304					
Coefficient de ruissellement	0,64					
Temps de concentration (min)	2	2	2	2	2	2
Intensité (mm/h)	177,59	206,16	218,12	234,70	249,94	274,68
Débit (l/s)	96	111	118	132	143	165

**BV Sud :**

	<b>Q 5ans</b>	<b>Q10 ans</b>	<b>Q20 ans</b>	<b>Q30ans</b>	<b>Q50ans</b>	<b>Q100ans</b>
a =	4,183	4,839	5,288	5,514	5,743	6,038
b =	0,499	0,494	0,481	0,472	0,460	0,445
Surface BV (ha)	0.266					
Coefficient de ruissellement	0,62					
Temps de concentration (min)	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Intensité (mm/h)	177,59	206,16	220,37	237,21	252,62	277,68
Débit (l/s)	<b>82</b>	<b>95</b>	<b>101</b>	<b>114</b>	<b>124</b>	<b>144</b>

## 4. PRINCIPE ET DIMENSIONNEMENT DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

### 4.1. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

D'après le règlement du PLU, il est préconisé de calculer un volume de rétention pour une période de retour de 20 ans et le débit de fuite correspond au débit annuel avant aménagement et rejeter ainsi les débits au domaine public.

Afin d'être conforme à la doctrine de la DDT38, le calcul du débit annuel a été réalisé pour une pluie de 60 minutes.

Le débit de fuite correspondant au débit à l'état initial est de 34 l/s/ha, soit 19 l/s.

Si débit de fuite = Q1 an pendant une heure à l'EI		
a	4,45	
b	0,657	
Durée	60	min
Hauteur d'eau	20,00	mm
Volume résultant	69	m <sup>3</sup>
Débit annuel	19	l/s
Débit spécifique	34	l/s/ha

## 4.2. DIMENSIONNEMENT.

Les surfaces prises en compte sont :

### BV Nord :

BV Nord		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
Voirie	1 029	0,90
Parking	318	0,60
Piste	170	0,90
Espace détente	35	0,60
Espace jeu	185	0,60
Gazon	206	0,90
Cheminement piétons	335	0,60
Espaces enherbés	760	0,20
<b>Total</b>	<b>3 038</b>	<b>0,64</b>

### BV Sud :

BV Sud		
Occupation des sols	Surface (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement
Voirie	937	0,90
Parking	735	0,60
Cheminement piétons	426	0,60
Espaces enherbés	558	0,20
<b>Total</b>	<b>2 656</b>	<b>0,62</b>

A l'aide de la méthode des pluies et des derniers coefficients de Montana (Cf. annexe), le volume de rétention peut être estimé pour le projet pour une pluie de fréquence 20 ans.

Afin d'optimiser les volumes de rétention en fonction de la place disponible pour les ouvrages de gestion des eaux pluviales, le débit de fuite global de 19 l/s a été réparti différemment en fonction des bassins versants Sud et Nord.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Données	BV Nord	BV Sud
Région	Les Côtes-d'Areay	
Surface collectée (m <sup>2</sup> )	3 038	2 656
Coefficient de ruissellement	0.64	0.62
Fréquence	20ans	
Débit de fuite spécifique (l/s/ha)	34	
Débit de fuite (l/s)	19	
Débit de fuite réparti (l/s)	16	3
<b>Volume de stockage retenu (m<sup>3</sup>) (20% de sécurité)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

### 4.3. CONCEPTION DES OUVRAGES DE RETENTION

Les eaux pluviales seront collectées par des noues .

Dans l'optique de favoriser l'infiltration des petites pluies, des regards de surverse, réhaussés de quelques centimètres, seront installés.

Ces regards de surverse renverront ensuite les eaux pluviales vers les ouvrages enterrés.

Pour des questions de pente et de sécurité par rapport aux enfants, les eaux pluviales de l'aire de jeux, du city stade et de la voirie desserte seront collectées classiquement (grille+tuyau) et renvoyées vers les ouvrages enterrés.

### 4.3.1 Plan de synthèse :

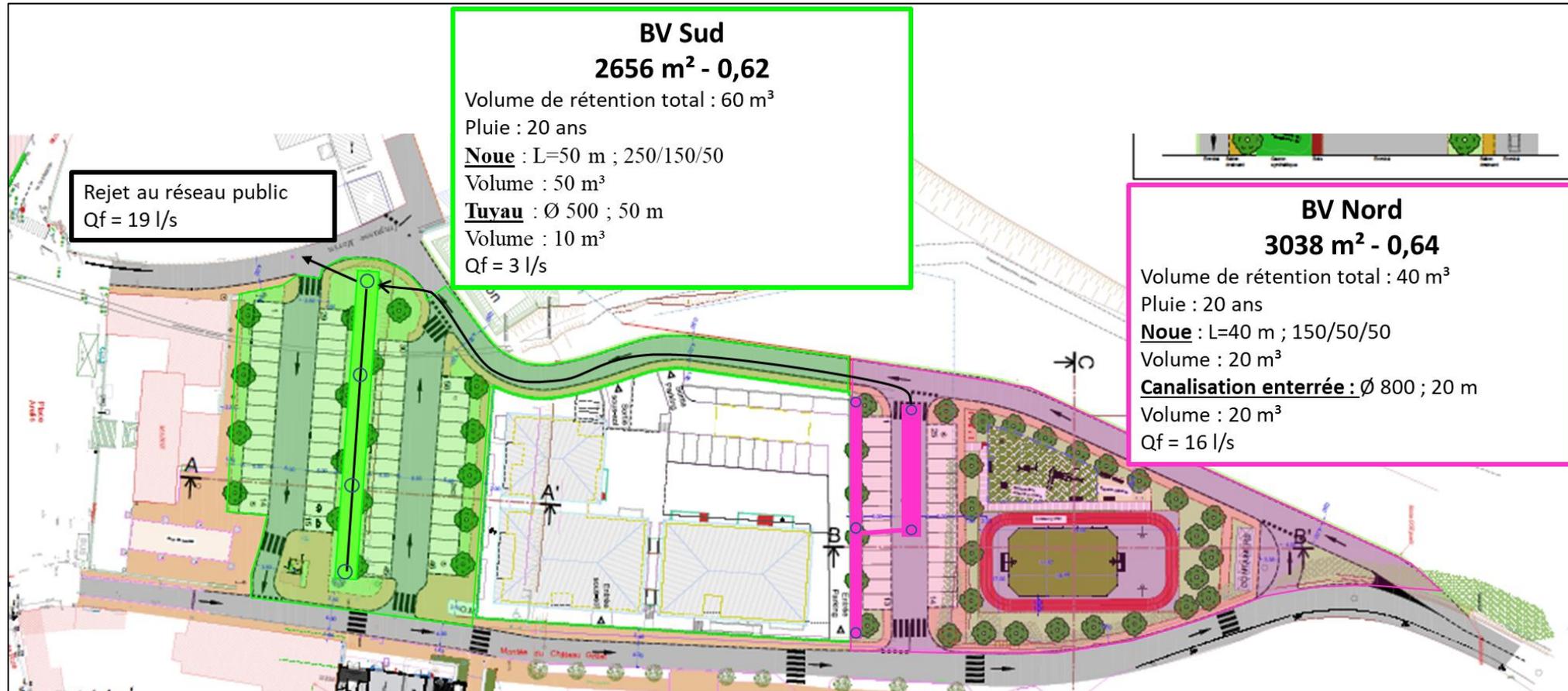


Figure 12 : Schéma de principe de gestion des eaux pluviales (Source : C2i Conseil, depuis 3D infrastructure, 2022)

AMENAGEMENT DU SECTEUR DE LA SERVE  
COMMUNE DES COTES D'AREY

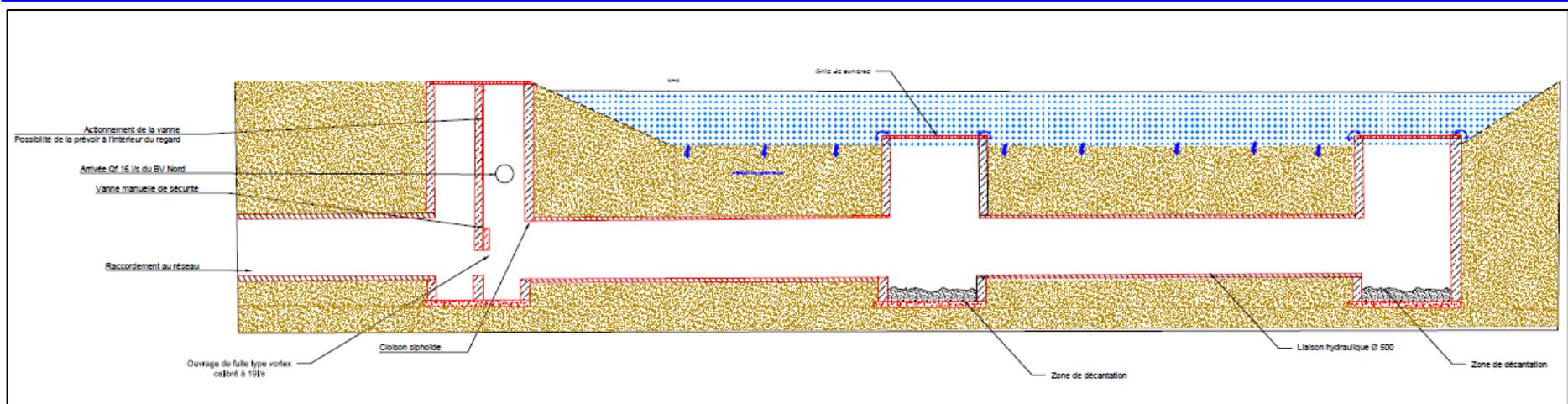


Figure 13 : Coupe de principe de gestion de la noue Bassin versant Sud (Source : C2i Conseil, 2022)

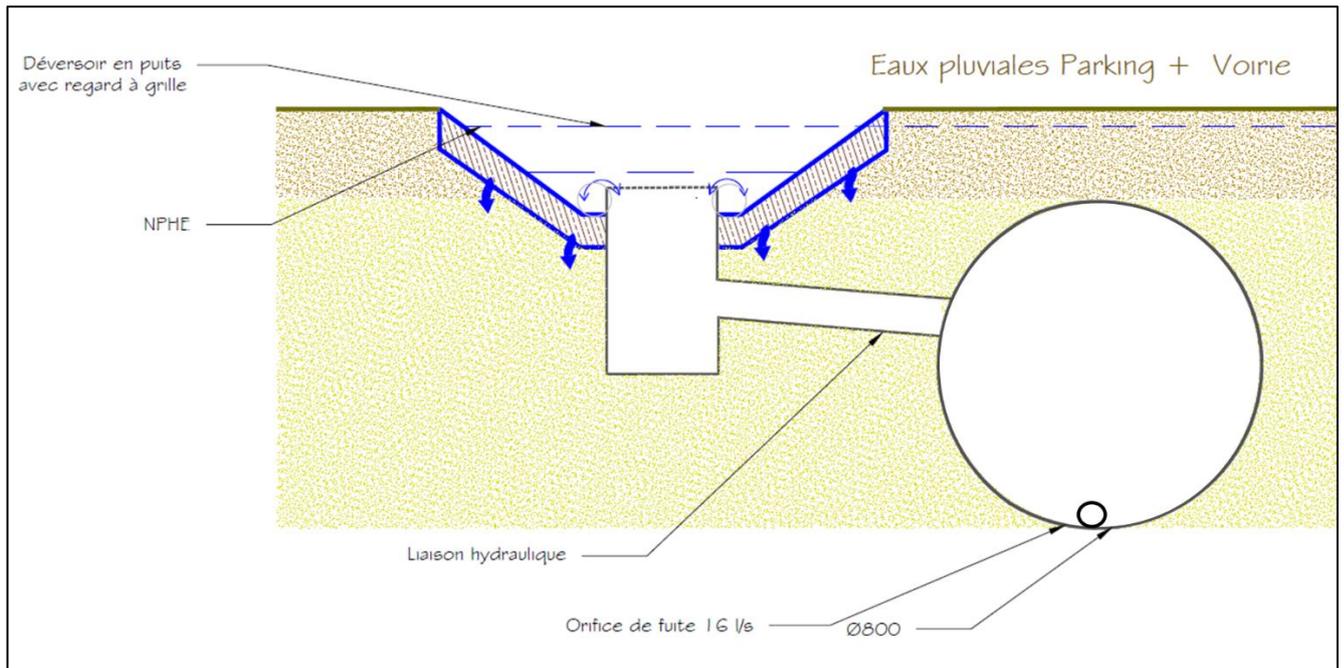


Figure 14 : Coupe de principe de gestion de l'ouvrage enterré Bassin versant Nord(Source : C2i Conseil, 2022)

#### 4.4. AMENAGEMENT EN ZONE INONDABLE

Le projet se situe en zone bleue et rouge

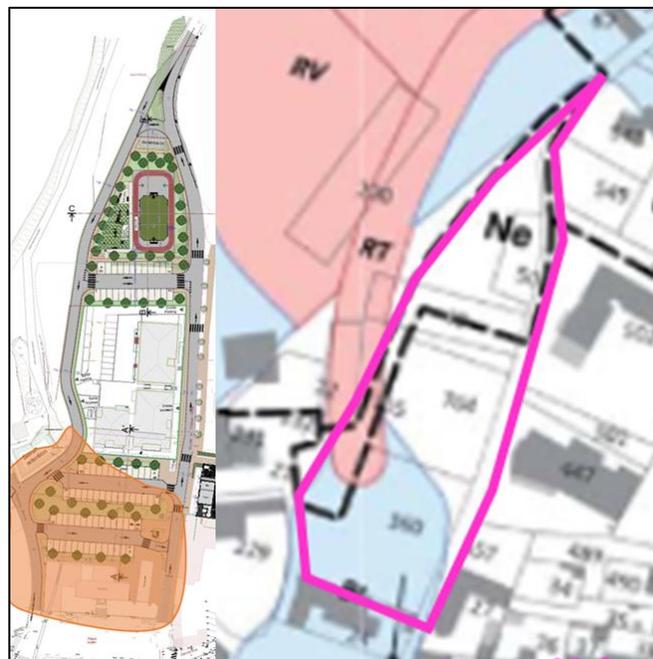
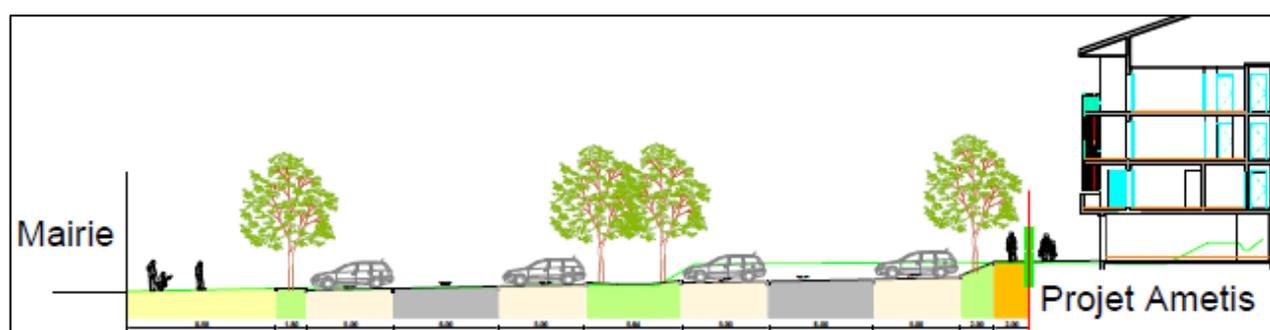


Figure 15 : Localisation de la zone inondable du site d'étude.



**Figure 16 : Extrait de coupe (Source : 3D infrastructure, 2022)**

La conception du projet réalisé par 3D Infrastructures prévoit la création de parking entièrement en déblai ou au niveau du terrain naturel, afin de ne pas modifier les conditions d'instabilité du site d'étude.

**Le projet sur la commune des Côtes-d'Arey n'est donc pas soumis à loi sur l'eau pour la rubrique 3.2.20 .**

## 5. ANALYSE REGLEMENTAIRE

L'article R.214-1 du Code de l'Environnement relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration, définit cinq grandes familles de rubriques :

I. Prélèvements ;

II. Rejets ;

III. Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique ;

IV. Impacts sur le milieu marin ;

V. Régimes d'autorisation valant autorisation au titre des articles L. 214-1 et suivants du code de l'environnement.

Au titre de cet article, le projet est concerné par les rubriques :

Titre	Rubriques concernées par le projet		Conditions des régimes de la loi sur l'Eau	Caractéristiques du projet
I. Prélèvements	Aucune rubrique de ce titre n'est applicable au projet			Néant
II. Rejets	2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant	1° Supérieure ou égale à 20 ha : Autorisation	Le projet est d'une surface de 0.57 ha sans bassin versant extérieur <b>Néant</b>
			2 : Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha Déclaration	
III. Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique	3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau	1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup>	Le projet prévoit la création de parking entièrement en déblai ou au niveau du terrain naturel Pas de remblais en lit majeur <b>Néant</b>
			2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup>	
IV. Impacts sur le milieu marin	Aucune rubrique de ce titre n'est applicable au projet			Néant
V. Régimes d'autorisation	Aucune rubrique de ce titre n'est applicable au projet			Néant

**Le projet sur la commune des Côtes-d'Arey n'est pas soumis à la procédure de déclaration au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement.**

## 6. CONCLUSION

La proposition est donc de permettre une rétention sur les deux bassins versants, avec les ouvrages différents dans le tableau ci-dessous :

Données	Projet
Gestion des eaux pluviales	<b>BV Nord 3038 m<sup>2</sup> - 0,64</b> Volume de rétention total : 40 m <sup>3</sup> Pluie : 20 ans <b>Noue</b> : L=40 m ; 150/50/50 Volume : 20 m <sup>3</sup> <b>Canalisation enterrée</b> : Ø 800 ; 20 m Volume : 20 m <sup>3</sup> Qf = 16 l/s
	<b>BV Sud 2656 m<sup>2</sup> - 0,62</b> Volume de rétention total : 60 m <sup>3</sup> Pluie : 20 ans <b>Noue</b> : L=50 m ; 250/150/50 Volume : 50 m <sup>3</sup> <b>Tuyau</b> : Ø 500 ; 50 m Volume : 10 m <sup>3</sup> Qf = 3 l/s

## 7. ANNEXES

### 7.1. METHODOLOGIE : METHODE DES PLUIES – VOLUME DE RETENTION

Les ouvrages de rétention sont dimensionnés par la méthode des pluies. Cette méthode est dite simplifiée dans la mesure où elle permet uniquement de faire un dimensionnement. Elle est basée sur deux hypothèses :

- ✚ Le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant ;
- ✚ Il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, Les phénomènes d'amortissement dus aux ruissellements sont donc négligés et la méthode n'est applicable que sur des bassins relativement petits.

Remarque : Dans toutes les formules suivantes, la valeur de  $S \times C$  peut être remplacée par la surface active ( $S_a$ ),

$$S_a = S \times C$$

La méthode des pluies est basée sur les courbes hauteur-durée-fréquence déterminées à partir des données pluviométriques régionales. Ces courbes déterminées statistiquement représentent l'évolution des hauteurs précipitées pour différentes durées.

La courbe de la hauteur d'eau évacuée en fonction de la durée  $t$  est représentée graphiquement :

$$H(t) = \frac{360 \times Q_f}{S \times C} \times t$$

La différence  $\Delta H$  entre les courbes  $H(t)$  et hauteur-durée-fréquence correspond à la hauteur totale à stocker pour qu'il n'y ait pas débordement.

Le volume d'eau maximal à stocker se détermine alors par :

$$V_{MP} = 10 \times \Delta H_{\max} \times S \times C$$

Avec :

- ✚  $Q_f$  : débit de fuite en  $m^3/s$ ,
- ✚  $S$  : surface du bassin versant en  $ha$ ,
- ✚  $C$  : coefficient de ruissellement,

- ✚ **t : durée de la pluie en h,**
- ✚  **$\Delta H$  : capacité spécifique de stockage déterminée graphiquement en fonction des statistiques pluviométriques régionales, de la fréquence d'insuffisance, de la durée de la pluie et de la courbe H(t),**
- ✚ **VMP : volume estimé par la méthode des pluies en m<sup>3</sup>.**

## 7.2. FORMULE DES ORIFICES D'AJUTAGE

Le diamètre de l'orifice de fuite est calculé à partir de la formule des orifices d'ajutage :

$$Q = \mu \times S \times (2 \times g \times h_1)^{0,5}$$

Avec :

$$\mu = 0,62$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$h_1$  = hauteur d'eau dans le bassin en m

S = section de l'orifice en m

Q = Débit de l'évacuation en m<sup>3</sup>/s

### 7.3. FICHE DE CALCUL (SOURCE : C2I CONSEIL, 2022)

**Evaluation des débits et volumes d'eaux pluviales à évacuer - Dimensionnement de la rétention**  
**Commune Les Cotes d'AreY - BV Nord**

**I - Données du projet**

Surface du projet 3 038 m<sup>2</sup>  
Coefficient de ruissellement 0,64  
Surface imperméabilisée 1940 m<sup>2</sup>

**II - Données techniques**

Donnée Pluviométrique de **Lyon-Bron**  
Pluie de référence 20 ans  
Débit de fuite 33,79 l/s/ha  
Débit de fuite du projet 0,016 m<sup>3</sup>/s  
Débit spécifique 29,69 mm/h

Coefficient de Montana	si 6 min < t < 30 min	si 30 min < t < 3 h	si 3 h < t < 24 h
a =	5,288	11,62	14,848
b =	0,481	0,715	0,763

**II - Résultats**

Durée de l'averse t (min)	Hauteur de pluie de l'averse (mm)	Hauteur d'eau évacué (mm)	Hauteur d'eau tamponné (mm)	Volume calculé (m <sup>3</sup> )	Volume retenu (m <sup>3</sup> )
6	13,40	2,97	10,43	20	20
10	17,47	4,95	12,52	24	30
12	19,20	5,94	13,27	26	30
15	21,56	7,42	14,14	27	30
20	25,03	9,90	15,14	29	30
25	28,11	12,37	15,74	31	40
<b>30</b>	<b>30,90</b>	<b>14,84</b>	<b>16,05</b>	<b>31</b>	<b>40</b>
35	32,01	17,32	14,69	29	30
40	33,25	19,79	13,46	26	30
50	35,43	24,74	10,69	21	20
75	39,77	37,11	2,67	5	10

**Méthode des Plules - Coefficient de Montana de Lyon-Bron: Dimensionnement de la rétention des eaux pluviales**  
**Commune Les Cotes d'AreY - BV Nord**

Le graphique illustre la hauteur d'eau H (en mm) en fonction du temps T (en min) pour différentes durées de retour (10, 20, 30, 50, 100 ans). La courbe H(t) est représentée par une tangente à H(t) au point T=30 min, avec une différence de hauteur ΔHmax = 16,05 mm.

**Evaluation des débits et volumes d'eaux pluviales à évacuer - Dimensionnement de la rétention**  
**Commune Les Cotes d'Areay - BV Sud**

**I - Données du projet**

Surface du projet 2 656 m<sup>2</sup>  
Coefficient de ruissellement 0,62  
Surface imperméabilisée 1652 m<sup>2</sup>

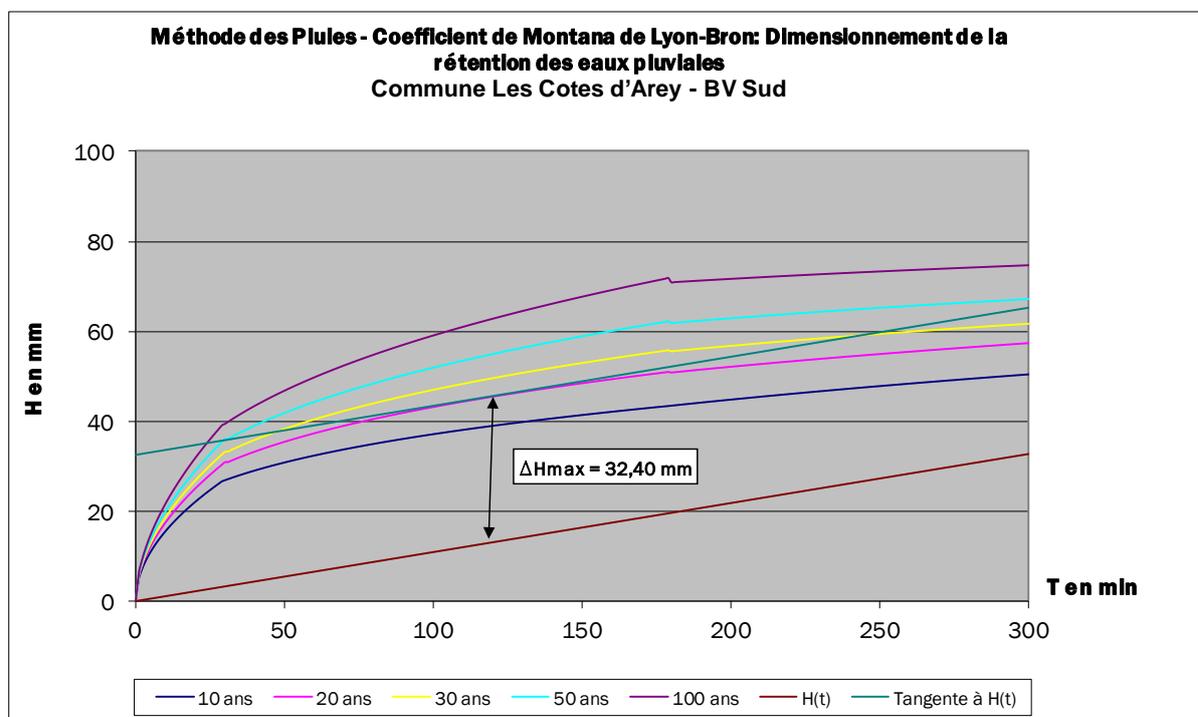
**II - Données techniques**

Donnée Pluviométrique de **Lyon-Bron**  
Pluie de référence 20 ans  
Débit de fuite 33,79 l/s/ha  
Débit de fuite du projet 0,003 m<sup>3</sup>/s  
Débit spécifique 6,54 mm/h

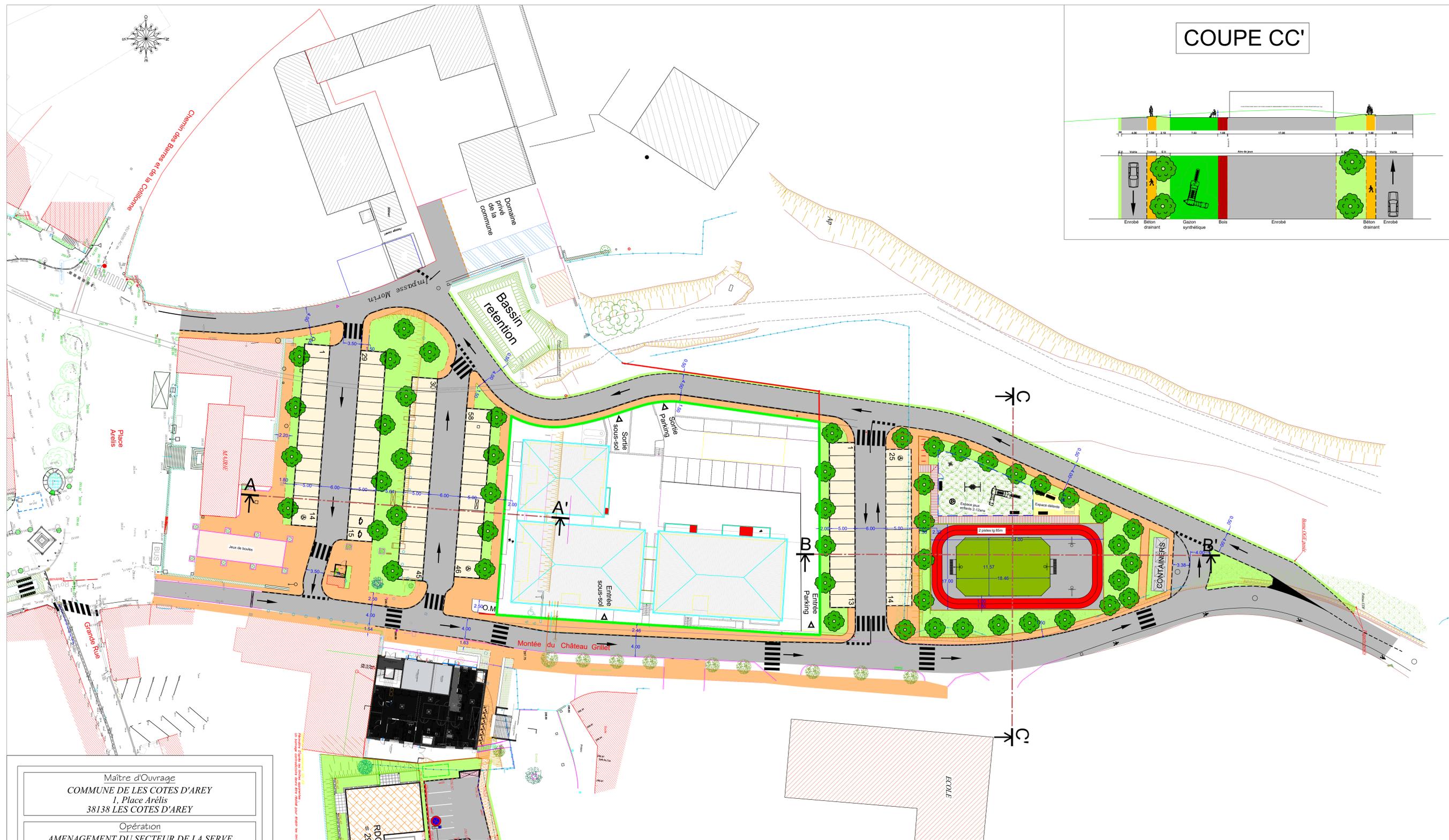
Coefficient de Montana	si 6 min < t < 30 min	si 30 min < t < 3 h	si 3 h < t < 24 h
a =	5,288	11,62	14,848
b =	0,481	0,715	0,763

**II - Résultats**

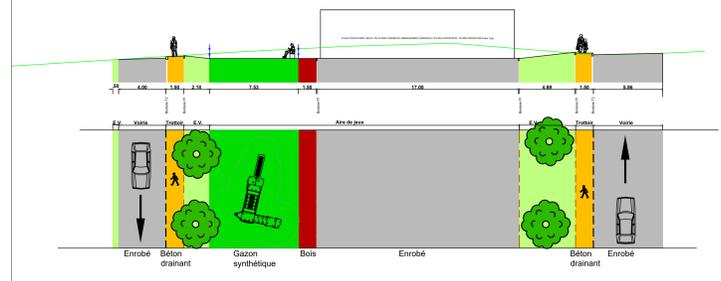
Durée de l'averse t (min)	Hauteur de pluie de l'averse (mm)	Hauteur d'eau évacué (mm)	Hauteur d'eau tamponné (mm)	Volume calculé (m <sup>3</sup> )	Volume retenu (m <sup>3</sup> )
6	13,40	0,65	12,75	21	20
10	17,47	1,09	16,38	27	30
15	21,56	1,63	19,93	33	40
20	25,03	2,18	22,85	38	40
50	35,43	5,45	29,98	50	50
70	39,00	7,63	31,37	52	55
80	40,51	8,72	31,79	53	60
100	43,17	10,90	32,27	53	60
<b>118</b>	<b>45,26</b>	<b>12,86</b>	<b>32,40</b>	<b>54</b>	<b>60</b>
200	82,70	21,80	60,91	101	110
250	92,86	27,25	65,61	108	120



## **7.4. PLAN DE MASSE**



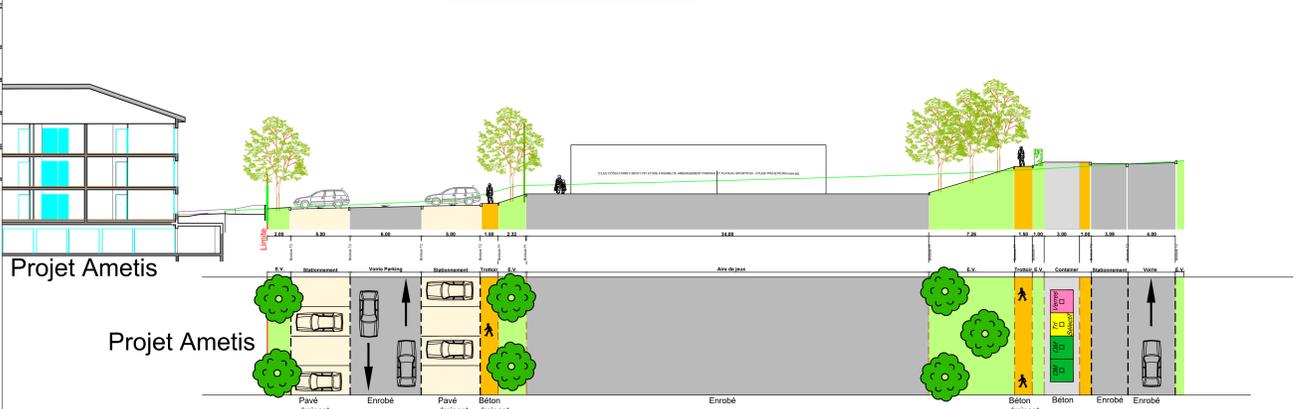
COUPE CC'



COUPE AA'



COUPE BB'



Maitre d'Ouvrage  
**COMMUNE DE LES COTES D'AREY**  
 1, Place Arélis  
 38138 LES COTES D'AREY

Opération  
**AMENAGEMENT DU SECTEUR DE LA SERVE**  
 38138 LES COTES D'AREY

Echelle: 1/250  
 Date: 8-04-2022  
 Dossier: V21-767  
 N° plan: 001 Ind F

EF	ESQ	APS
APD	DT	PC
PRO	PEO	DOE

Dessiné par: SC  
 Visas:

Plan d'aménagement

Indices	Modifications
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	

## **7.5. RAPPORT HYDRO GEOTECHNIQUE**

# HYDROGÉOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,  
chaussée et environnement.



Les Côtes d'Arej



## RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Construction d'un bâtiment périscolaire

Étude géotechnique (G2 PRO)

LES COTES D'AREY (38)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.21.51.153	1	15/04/2022	Alexandre BELUGOU	Jonas VERSCHUERE	-	Diffusion initiale

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
1.1.	MISSIONS.....	4
1.2.	CONTEXTE GÉNÉRAL .....	5
1.3.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL .....	9
1.4.	SISMICITÉ.....	9
1.5.	CARTES D'ALÉAS .....	9
1.6.	BUT DE L'ÉTUDE .....	10
1.7.	RÉFÉRENTIELS .....	10
1.8.	CHANGEMENT D'IMPLANTATION .....	11
1.9.	PROGRAMME D'INVESTIGATION .....	11
1.10.	COORDONNÉES ET ALTIMÉTRIE DES SONDAGES .....	12
<b>2.</b>	<b>SYNTHÈSE DES RÉSULTATS .....</b>	<b>13</b>
2.1.	LITHOLOGIE.....	13
2.2.	CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES .....	14
2.3.	HYDROGÉOLOGIE.....	15
2.4.	PERMEABILITE .....	16
2.5.	SISMICITÉ.....	16
<b>3.</b>	<b>SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES - MISSION g2 PRO .....</b>	<b>17</b>
3.1.	ALÉAS.....	18
<b>4.</b>	<b>HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE DIMENSIONNEMENT – MISSION G2 PRO .....</b>	<b>19</b>
4.1.	MODÈLE GÉOLOGIQUE RETENU .....	19
4.2.	MODÈLE GÉOTECHNIQUE RETENU .....	19
4.3.	HYPOTHÈSES HYDROGÉOLOGIQUES .....	19
4.4.	DESCENTES DE CHARGES ET PONDÉRATIONS DES ACTIONS .....	20
<b>5.</b>	<b>ÉTUDE DES TERRASSEMENTS.....</b>	<b>22</b>
5.1.	PRINCIPE DES TERRASSEMENTS .....	22
5.2.	DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE .....	22
<b>6.</b>	<b>MÉTHODE DE CALCULS DES FONDATIONS SUPERFICIELLES - MISSION G2 PRO .....</b>	<b>23</b>
6.1.	MÉTHODE DE CALCUL .....	23
<b>7.</b>	<b>DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES – MISSION G2 PRO .....</b>	<b>26</b>
7.1.	PRINCIPES ET NIVEAUX D'ANCRAGES.....	26
7.2.	CARACTÉRISTIQUES DES FONDATIONS ENVISAGÉES .....	26
7.3.	STABILITÉ AU POINCONNEMENT, GLISSEMENT, RENVERSEMENT .....	27
7.4.	TASSEMENTS .....	28
7.5.	ALÉAS SUBSISTANT Á L'ISSU DE CETTE ÉTUDE .....	28



<b>ANNEXES .....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE 1 - PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES</b>	
<b>ANNEXE 2 - SONDAGES DE RECONNAISSANCE ET RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ</b>	
<b>ANNEXE 3 - PÉNÉTROGRAMMES</b>	
<b>ANNEXE 4 - <i>COUPE DU SONDAGE DESTRUCTIF ET RÉSULTATS DES ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES</i></b>	
<b>ANNEXE 5 - <i>DESCENTES DE CHARGES ET PLAN DE FONDATION - CALCULS FOXTA</i></b>	
<b>ANNEXE 6 - <i>MISSIONS GÉOTECHNIQUES</i></b>	



# 1. INTRODUCTION

## 1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la **MAIRIE DES COTES D'AREY**,

l'agence Sillon Rhodanien du Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE Sud-Est a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à la **construction d'un bâtiment périscolaire sur la commune des Côtes d'Arey (38)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme NF P94.500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (Novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)
  - ES : Phase Étude de Site,
  - PGC : Phase Principes Généraux de Construction,
- ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)
  - AVP : Phase Avant-Projet,
  - **PRO : Phase Projet**,
  - DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de Travaux
- ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation
  - Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)
    - Phase étude,
    - Phase suivi.
  - Supervision géotechnique d'exécution (G4)
    - Phase étude,
    - Phase suivi.
- Étude d'éléments spécifiques géotechniques
  - Diagnostic géotechnique (G5).

Ce rapport a été rédigé par Monsieur **Alexandre BELUGOU**, Ingénieur géotechnicien et vérifié par Monsieur **Jonas VERSCHUERE**, Ingénieur Géotechnicien.

La mission se termine à la remise du présent rapport et fait suite à notre mission G2 AVP référencée C.21.51.153\_G2 AVP et datée du 15/12/2021.

Cette mission G2 PRO sera suivie par une mission DCE/ACT et G4. Ponctuellement, une mission G5 pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.



## 1.2. CONTEXTE GÉNÉRAL

Le site se trouve au centre de la commune des Côtes d'Arey (38) en zone urbaine.



Carte IGN



Vue aérienne

La parcelle est actuellement un parking en terre.



Vue de la zone qui accueillera la future construction

Le projet consiste en la construction d'un restaurant scolaire :

- en RDC + 1,
- avec dallages sur terre-plein calés au niveau du terrain naturel (TN).

Un plan masse est fourni à la page suivante.

Les descentes de charges statiques ont été fournies par le bureau GTD Structure et sont détaillées au chapitre 4.6.

D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 2 :

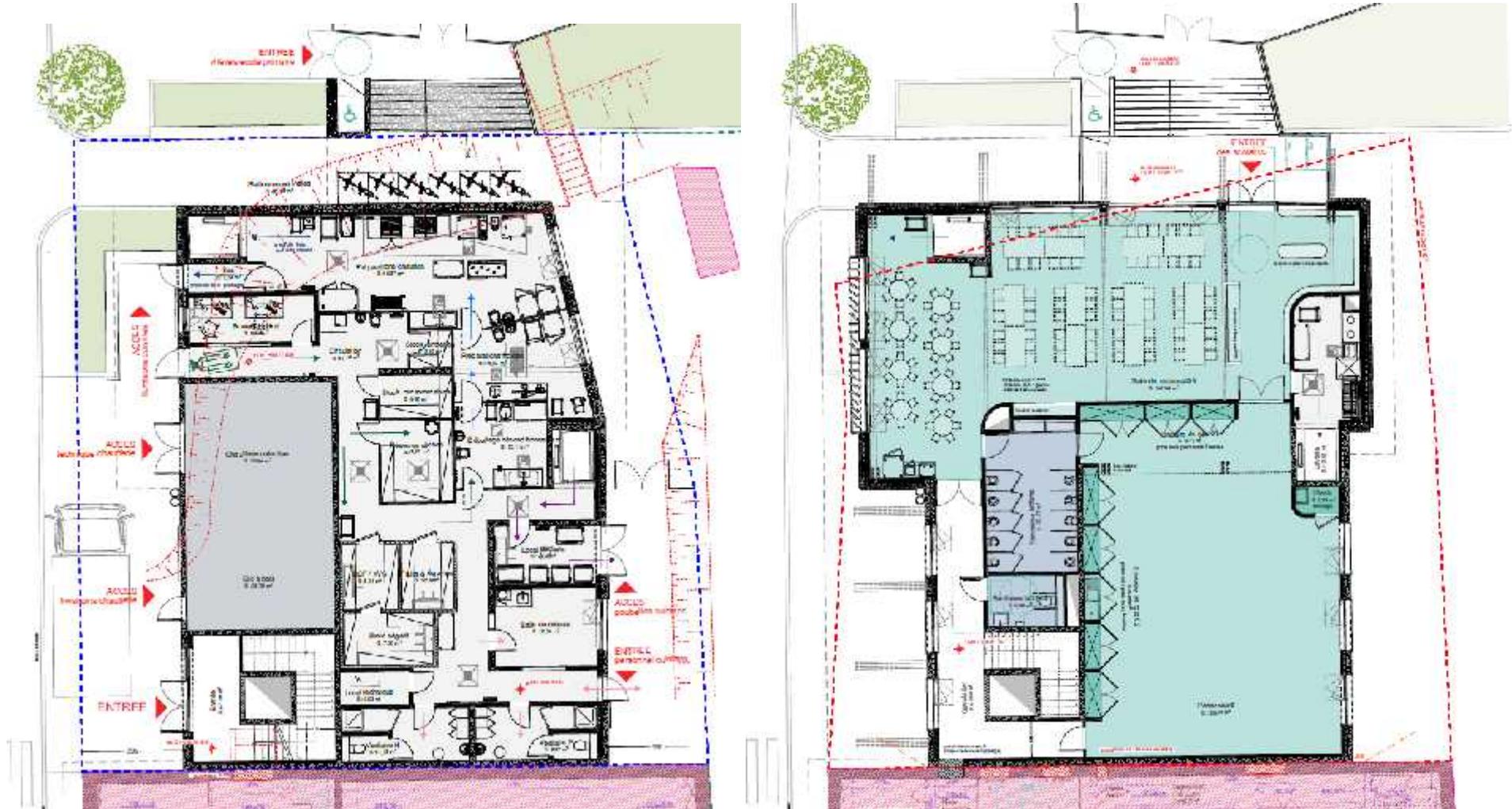
Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simple ou complexes		

\* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.



Coupe du projet





Plan RDC et R+1





- **argiles**

L'aléa retrait-gonflement des sols argileux est **moyen** au niveau du site.

- **inondations**

La commune est soumise à un PPRN inondation mais ne se situe pas dans un territoire à risque important d'inondation.

## 1.6. BUT DE L'ÉTUDE

Les objectifs de l'étude sont de :

- vérifier le dimensionnement des fondations du bâtiment selon différents cas de charges,
- donner les modalités de réalisation des terrassements.

Les conditions de réalisation du dallage sur terre-plein ont été fournies dans notre rapport G2 AVP.

Notre étude est strictement géotechnique et ne porte pas sur :

- la caractérisation d'éventuelles pollutions des sols et des nappes,
- la caractérisation d'éventuels vestiges enterrés,
- la gestion des eaux pluviales,
- un éventuel système d'assainissement autonome.

## 1.7. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF-EN-1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF-EN-1997-1 (juin 2005) et NF-EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF-EN-1998-5 (septembre 2005),
- Recommandations pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des ouvrages sur sols améliorés par inclusions rigides verticales, ASIRI 2012,
- Arrêtés du 22 octobre 2010 et du 19 juillet 2011 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,
- NF P 94-261 – justification des ouvrages géotechniques – fondations superficielles,
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.



Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis :

- maquettes APS, daté du 03/11/2021,
- coupe APS, daté du 09/11/2021,
- plan R+1, daté du 03/11/2021,
- plan RDC, daté du 03/11/2021,
- plan de fondations, plan de coffrage indice A, daté du 31/01/2022,
- descentes de charges à l'ELS.

## 1.8. CHANGEMENT D'IMPLANTATION

Tous changements d'implantation ou d'importance des constructions par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport d'étude doivent nous être communiqués, ces changements pouvant modifier les conclusions de notre étude.

## 1.9. PROGRAMME D'INVESTIGATION

Afin de répondre aux problèmes posés, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **3 sondages à la pelle mécanique,**  
notés PM1, PM 2 et PM3, menés jusqu'à 3.0m de profondeur sous la conduite d'un ingénieur géotechnicien, avec relevé des coupes lithologiques, observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...), observation du contexte hydrogéologique.
- **1 essai d'infiltration de type MATSUO,**  
réalisé en PM1 à 2.4m de profondeur, il permet d'estimer la perméabilité du sol et donc sa capacité à infiltrer les eaux pluviales.
- **3 essais pénétrométriques,**  
notés PD.1 à PD.3, descendus au refus obtenu entre 4.4 et 3.4m de profondeur, avec un train de tiges BORRO, suivant la norme NF P 94-115.
- **2 sondages de reconnaissance géologique de type destructif,**  
notés PR1 et RG1 et descendus à 8m et 9m de profondeur, au taillant de 64mm.



- dans le sondage PR1, **6 essais pressiométriques**, suivant la Norme NFP 94-110-1 et/ou NF-EN-ISO-22475-4, suivant une maille de principe de 1.00 m puis 1.50m, adaptée à la lithologie rencontrée, permettant la mesure, par un essai de chargement in situ :
  - du module de compressibilité :  $E_m$
  - de la pression de fluage :  $p_f$
  - de la pression de rupture :  $p_l$
  - de la pression horizontale des terres :  $\sigma_{HS}$ ,
  - qui permet celle de la pression limite nette :  $p_l^*$ .
  
- **l'enregistrement des paramètres de forage**, à l'avancement avec un appareil de type LUTZ, Cet appareil permet de mesurer :
  - La vitesse instantanée d'avancement (VIA),
  - La pression sur l'outil (PO),
  - La pression d'injection du fluide de forage (PI),
  - La vibration réfléchie.

Les enregistrements ont ensuite été traités par ordinateur et joints aux coupes de sondages.

## 1.10. COORDONNÉES ET ALTIMÉTRIE DES SONDAGES

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe du rapport. Les sondages ont été rattachés en nivellement sur la base du plan topographique.

Sondage	NGF Cote tête de sondage (m)	NGF Cote pied de sondage (m)
PR 1	296.64	288.50
RG 1	296.72	287.64
PD 1	296.72	292.32
PD 2	296.57	293.17
PD 3	296.64	293.24
PM 1	296.58	293.78
PM 2	296.28	293.28
PM 3	296.83	293.83



## 2. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

### 2.1. LITHOLOGIE

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante :

- **couche 0R** : Sables et Graviers (remblais) :

sondage	PM.1	PM.2	PM.3	PR 1	RG 1
profondeur (m)	0.0 à 0.25	0.0 à 0.25	0.0 à 0.25	0.0 à 0.20	0.0 à 0.25

- **couche 1** : Limons marron-noirs parfois à graves et débris de briques :

sondage	PM.1	PM.2	PM.3	PR 1	RG 1
profondeur (m)	0.25 à 0.5	0.25 à 0.4	0.25 à 0.4	0.2 à 0.8	0.25 à 0.6

- **couche 2** : Limons plus ou moins argileux avec quelques graves :

sondage	PM.1	PM.2	PM.3	PR 1	RG 1
profondeur (m)	0.5 à 2.8	0.4 à 3.0	0.4 à 3.0	0.8 à 2.9	0.6 à 1.5

- **couche 3** : des Limons graveleux :

sondage	PR 1	RG 1
profondeur (m)	2.9 à 5.2	1.5 à 6.0

- **couche 4** : des Limons argileux :

sondage	PR 1	RG 1
profondeur (m)	5.2 à 6.3	6.0 à 9.08**

- **couche 5** : des Limons graveleux :

sondage	PR 1	RG 1
profondeur (m)	6.3 à 8.14**	-

\*\* fin de sondage

On gardera à l'esprit que compte-tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit du sondage. De plus, n'ayant pas de carottage jusqu'à la base des sondages destructifs la nature des sols reste une estimation basée sur la remontée d'une infime fraction du terrain avec l'eau de forage.



## 2.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

Les essais de pénétration dynamique PD.1 à PD.3 mettent en évidence les horizons de compacités suivants :

- des **compacités médiocres** ( $2 \leq q_d \leq 4$  MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3
profondeur (m)	0.0 à 4.0	-	-

- des **compacités moyennes à élevées** ( $4 \leq q_d \leq 10$  MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3
profondeur (m)	4.0 à 4.4*	0.0 à 3.2	0.0 à 2.6

- des **compacités élevées puis très élevées** ( $10 \leq q_d \leq 30$  MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3
profondeur (m)	-	3.2 à 3.4*	2.6 à 3.4*

\*refus de pénétration

**Commentaire** : la couche ayant occasionné ce refus a été identifiée sur les sondages destructif avec une nette augmentation des caractéristiques mécaniques.

On gardera à l'esprit que compte-tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages.

Les essais pressiométriques mettent en évidence les horizons de compacités suivants :

- couches 1 et 2 : des **compacités faibles** :

- pression limite nette :  $p_l^* = 0.63$  MPa  
 $p_{l^* \text{ caractéristique}} = 0.63$  MPa  
 (1 valeur retenue)
- module pressiométrique :  $E_m \leq 4$  MPa  
 $E_{m \text{ caractéristique}} = 3$  MPa  
 (1 valeur retenue)

**Commentaire** : On note que le premier essai, à 1m de profondeur, ne nous parait pas représentatif notamment au vu des résultats pénétrométriques. Nous avons donc décidé de ne pas en tenir compte dans le modèle de sol.



- couche 3 : des **compacités moyennes** :
  - pression limite nette :  $1.16 \text{ MPa} \leq pl^* \leq 1.73 \text{ MPa}$   
 $pl^*_{\text{caractéristique}} = 1.16 \text{ MPa}$   
 (2 valeurs)
  - module pressiométrique :  $Em \leq 23 \text{ MPa}$   
 $Em_{\text{caractéristique}} = 9 \text{ MPa}$   
 (2 valeurs)
  
- couche 4 : des **compacités faibles** :
  - pression limite nette :  $pl^* = 0.45 \text{ MPa}$   
 $pl^*_{\text{caractéristique}} = 0.45 \text{ MPa}$   
 (1 valeur)
  - module pressiométrique :  $Em = 3 \text{ MPa}$   
 $Em_{\text{caractéristique}} = 3 \text{ MPa}$   
 (1 valeur)
  
- couche 5 : des **compacités élevées** :
  - pression limite nette :  $pl^* = 3.43 \text{ MPa}$   
 $pl^*_{\text{caractéristique}} = 3.43 \text{ MPa}$   
 (1 valeur)
  - module pressiométrique :  $Em = 23 \text{ MPa}$   
 $Em_{\text{caractéristique}} = 23 \text{ MPa}$   
 (1 valeur)

## 2.3. HYDROGÉOLOGIE

Aucune venue d'eau n'a été reconnue le jour de notre intervention (1er décembre 2021) sur la profondeur des sondages à la pelle.

Les sondages destructifs ayant été réalisés à l'eau, aucune arrivée d'eau n'a pu être reconnue.

### Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et l'absence de venue d'eau ne reflète pas systématiquement la réalité.

L'origine des venues d'eau possibles est, soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit dues à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc. ...).



On notera, par ailleurs :

- les risques d'effet piscine liés à la présence de matériaux perméables dans un environnement de matériaux peu perméables,
- des circulations d'eau fortement conditionnées par la météorologie,
- des circulations d'eau localisées au sein des couches perméables.

## 2.4. PERMEABILITE

Un essai de perméabilité de type Matsuo a été réalisé en PM1 à 2.4m de profondeur.

On obtient :

- **PM1**

Couche testée : argile marron-beige avec graviers (couche 2)

Perméabilité :  $< 1 \times 10^{-8}$  m/s, soit une perméabilité très faible.

## 2.5. SISMICITÉ

D'après le décret n° 2010-1254 du 22/10/2010 relatif à la prévention du risque sismique, la commune des COTES D'AREY se classe en zone 3 de **sismicité modérée**.

**Aucun effort sismique ne nous a été transmis dans le cadre de cette étude.** En outre, en l'absence de nappe reconnue, le risque de liquéfaction sous séisme n'a pas été étudié.

### 3. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES - MISSION G2 PRO

Compte-tenu des investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes :

Lithologies	Remblais	Alluvions				
Descriptions	Sables et graviers	Limons marron-noirs	Limons plus ou moins argileux avec quelques graves	Limons graveleux	Limons argileux	Limons graveleux
n° couche	OR	1	2	3	4	5
Limites des couches	de 0 à 0.25m	de 0.25 à 0.6m	0.6 à 3.0m	3.0 à 5.2m	5.2 à 9.0m	6.3 à 8.1m en PR1
Propriétés mécaniques	moyennes à élevées ( $4 \leq q_d \leq 10$ MPa)	moyennes à élevées ( $4 \leq q_d \leq 10$ MPa)	moyennes à élevées ( $4 \leq q_d \leq 10$ MPa)	élevées puis très élevées ( $10 \leq q_d \leq 30$ MPa)	-	-
	-	-	pl*caractéristique = 0.63 Mpa	pl* caractéristique = 1.16 Mpa	pl*caractéristique = 0.45 Mpa	pl* caractéristique = 3.43 Mpa
	-	-	Em caractéristique = 3 Mpa	Em caractéristique = 9 Mpa	Em caractéristique = 3 Mpa	Em caractéristique = 23 Mpa
Perméabilité	-	-	$< 1 \times 10^{-8}$ m/s	-	-	-
Hydrogéologie	-	pas de venue d'eau lors du sondage			non reconnu	



## 3.1. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

### 3.1.1. LA GÉOLOGIE

- aux variations d'épaisseur des différentes couches et notamment des remblais qui peuvent localement être présents entre les sondages,
- à la variation altimétrique du toit et de la compacité des différents couches alluvionnaires dont la distribution peut être lenticulaire.

### 3.1.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

- la présence possible de vestiges au sein de remblais non mis en évidence lors de la réalisation des sondages,
- la sensibilité à l'eau et à l'affouillement des sols,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence de sols compressibles évolutifs (bois, ...),
- présence de matériaux limoneux sensibles aux phénomènes de variations hydriques et argileux potentiellement sensibles aux phénomènes de retrait gonflement.

### 3.1.3. L'HYDROGÉOLOGIE

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses dans les remblais, et à la formation possible de poches de stagnation,
- au caractère erratique et intermittent des circulations susceptibles d'affecter les sols des différentes couches,
- à la méconnaissance des niveaux de nappe sur le site.

### 3.1.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

- à la présence possible d'anciennes fouilles archéologiques non communiquées par le Maître d'Ouvrage,
- à la présence de réseaux enterrés,
- à l'existence de vestiges de fondations et d'ouvrages enterrés ou d'ouvrages creux désaffectés (conduites, réseaux, caves, ...),
- à la présence de remblais hétérogènes sur des épaisseurs variables,
- à la présence de matériaux pouvant impliquer une dépollution du site,
- à la présence de l'école de musique adjacente.

### 3.1.5. LES RISQUES NATURELS

- prise en compte du risque sismique et du risque retrait gonflement.



## 4. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE DIMENSIONNEMENT – MISSION G2 PRO

### 4.1. MODÈLE GÉOLOGIQUE RETENU

La campagne d'investigations réalisée dans le cadre de la présente étude géotechnique ont permis de mettre en évidence un contexte géologique marqué par la présence de limons argileux à graveleux de consistance médiocre à moyenne entre 0.6 et 9.0m de profondeur localement avec de très bonne propriétés mécaniques (PR1) à partir de 6m de profondeur. Les résultats des sondages mettent en évidence un contexte très hétérogène sur le site, même à l'échelle du bâtiment.

### 4.2. MODÈLE GÉOTECHNIQUE RETENU

Le tableau présenté ci-dessous donne les valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques estimés d'après la campagne de reconnaissance précédente :

couches	$p_{l^*;k}$ (MPa)	$E_{m;k}$ (MPa)	$\alpha$
0-TV	--	--	--
1	--	--	--
2	0.63	3	0.66
3	1.16	9	0.66
4	0.45	3	0.66
5	3.43	23	0.66

Avec :  $p_l$  : pression limite,

$\alpha$  : coefficient rhéologique,

$E_m$  : module pressiométrique.

### 4.3. HYPOTHÈSES HYDROGÉOLOGIQUES

D'un point de vue hydrogéologique, aucun niveau d'eau n'a été pris en compte en l'absence de nappe reconnue.



## 4.4. DESCENTES DE CHARGES ET PONDÉRATIONS DES ACTIONS

Le projet prévoit la construction d'un restaurant scolaire en RDC+1. Les descentes de charges statiques à prendre en compte pour le dimensionnement de l'ouvrage nous ont été fournies par le bureau GTD STRUCTURE.

Pour la réalisation des calculs, nous avons retenues 3 fondations (voir page suivante) avec les valeurs et les combinaisons pondérées suivantes :

### ■ Descentes de charges verticales

Fondation	1	2	3
G (permanent)	5.4 t/ml	12.5 t/ml	10 t/ml
Q (exploitation)	1.8 t/ml	2.5 t/ml	0.3 t/ml

### ■ Combinaisons

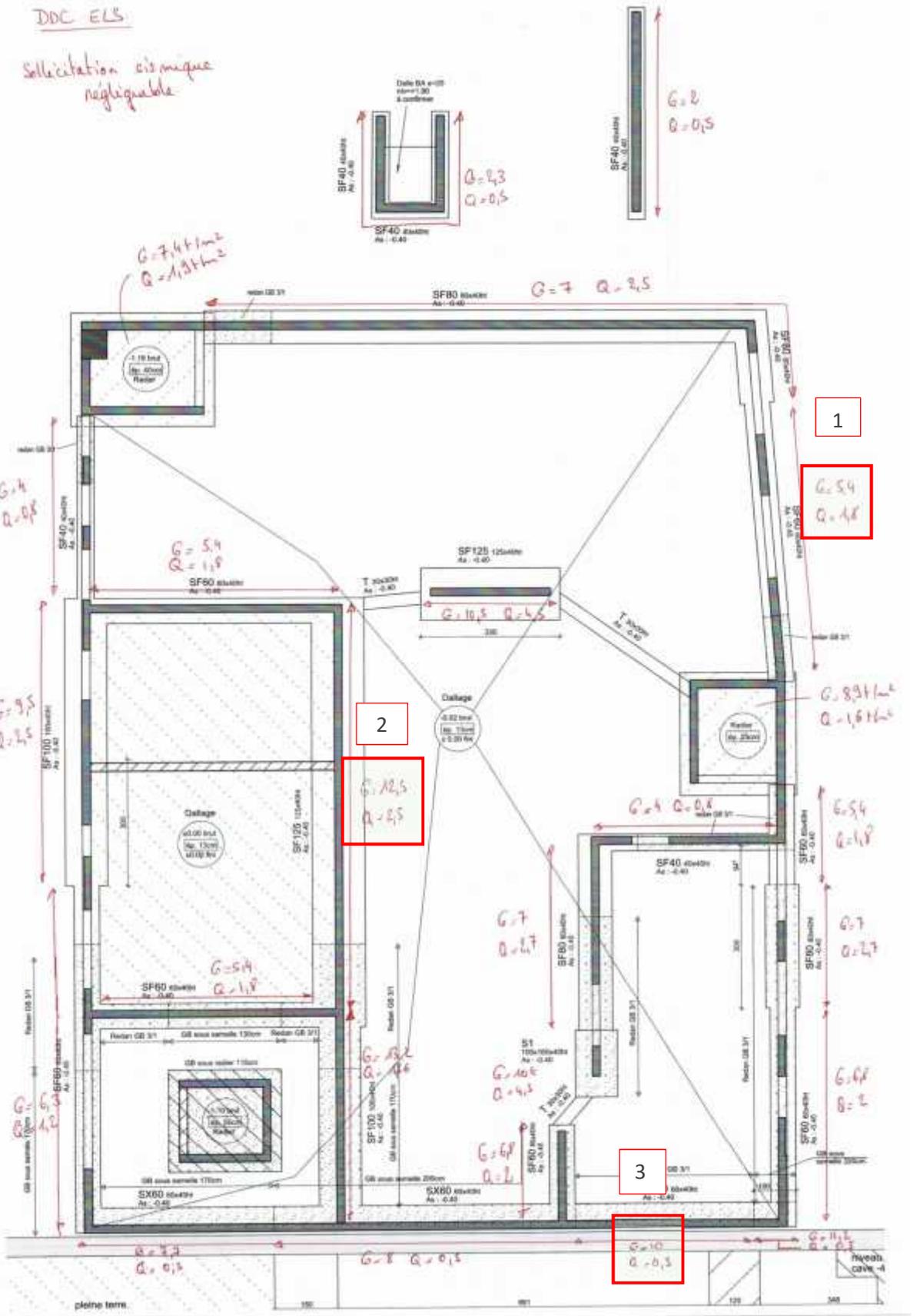
- ELS caractéristique :  $1G + 1Q$
- ELS quasi permanent :  $1G + 0.6Q$
- ELU fondamental :  $1.35G + 1.5Q$

### ■ Descentes de charges verticales combinées

Fondation	1	2	3
ELS carac	7.2 t/ml	15 t/ml	10.3 t/ml
ELS qp	6.5 t/ml	14 t/ml	10.2 t/ml
ELU fond	10 t/ml	20.7 t/ml	14 t/ml

Pour rappel, aucune sollicitation sismique ni moments ne nous ont été fournis.





Descentes de charges (GTD Structures)



## 5. ÉTUDE DES TERRASSEMENTS

### 5.1. PRINCIPE DES TERRASSEMENTS

Ils seront très limités du fait de la topographie plane du terrain et de l'absence de sous-sol.

Dans le cas où le projet nécessiterait l'amenée d'un matériel lourd impliquant la création d'une piste de chantier et d'une plate-forme de portance correcte, on vérifierait que les ouvrages existants peuvent supporter le trafic des engins prévus.

### 5.2. DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE

**En phase chantier**, les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger la plate-forme et les talus, des ruissellements et des précipitations directes.

On envisagera de modeler la fouille en toit ou en pointes de diamant inversées pour permettre l'évacuation des eaux de surface vers un exutoire.

**En phase définitive**, compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, on s'orientera vers les préconisations suivantes, conformes avec le DTU 20.1 de la protection des fondations contre les eaux de ruissellement et d'infiltration réalisation d'une protection superficielle périphérique pour éviter toute infiltration parasite.



## 6. MÉTHODE DE CALCULS DES FONDATIONS SUPERFICIELLES - MISSION G2 PRO

### 6.1. MÉTHODE DE CALCUL

Le dimensionnement des fondations superficielles a été mené aux Eurocodes 7 selon la méthodologie présentée ci-après. Les vérifications ont été effectués avec le logiciel FOXTA, module FONDSUP (fondations superficielles).

Les notes de calculs présentées en annexe donnent les résultats des calculs.

#### 6.1.1. CAPACITÉ PORTANTE

On doit vérifier la relation suivante conformément à l'approche 2 de l'Eurocode 7 et la norme NF-P94-261 :

$$V_d - R_0 < R_{v,d}$$

avec :

$V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain (ici =  $F_z$ ),

$R_0$  : valeur du poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux (négligée),

$R_{v,d}$  : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation.

La valeur de  $R_{v,d}$  est estimée par la relation suivante :

$$R_{v,d} = R_{v,k} / \chi_{R,v}$$

$$R_{v,k} = A' q_{net} / \chi_{R,d,v}$$

avec :

$R_{v,k}$  : valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation,

$q_{net}$  : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation.



$$R_{v,k} = A' \times k_p \times p_{le}^* \times i_{\alpha} \times i_{\beta} / \gamma_{R,d,v}$$

avec :

$A'$  : surface effective de la semelle (m<sup>2</sup>) ;

$\gamma_{R,v} = 1,4$  à l'ELU durable et transitoire et sismique, 2,3 à l'ELS,

$\gamma_{R,d,v} = 1,20$  coefficient complémentaire de modèle

$p_{le}^*$  : valeur de la pression limite nette équivalente de calcul,

$k_p$  : facteur de portance

$i_{\alpha}$  : coefficient minorateur permettant la prise en compte de l'inclinaison des charges,

$i_{\beta}$  : coefficient minorateur permettant la prise en compte des talus.

### 6.1.2. GLISSEMENT

On doit vérifier la relation suivante conformément à l'approche 2 de l'Eurocode 7 et la norme NF-P94-261 :

$$H_d < R_{h,d} + R_{p,d}$$

avec :

$H_d$  : valeur de calcul de la composante horizontale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain =  $V (F^2 \times x + F^2 \times y)$

$R_{h,d}$  : valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain

$R_{p,d}$  : valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de  $H_d$  (négligée)

La valeur de  $R_{h,d}$  est estimée par la relation suivante :

$$R_{h,d} = V_d \tan \delta_{a,k} / (\gamma_{R,h} \gamma_{R,d,h})$$

avec :

$V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain (=  $F_z$ )

$\delta_{a,k}$  : valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain, pris égal à  $\phi'$  pour des fondations coulées en place, avec l'angle de frottement interne de la couche

$\gamma_{R,h} = 1,1$  à l'ELU durable et transitoire

$\gamma_{R,d,h} = 1,1$  coefficient complémentaire de modèle

### 6.1.3. EXCENTREMENT DE CHARGEMENT

Cette vérification est à effectuer pour la fondation étudiée n°3 où la descente de charge est excentrée. Pour les autres fondations, elle n'est pas nécessaire car les descentes de charge sont centrées.

### 6.1.4. SOULÈVEMENT GLOBAL (UPLIFT)

En l'absence de nappe à faible profondeur et d'effort de traction, cette vérification n'est pas à effectuer.

### 6.1.5. TASSEMENTS PRÉVISIBLES

Conformément aux recommandations de la norme NF P 94-261, les calculs de tassements ont été menés sous les descentes de charges fournies et assimilées à l'ELS quasi-permanentes. Les calculs sont effectués à l'aide du logiciel FOXTA.

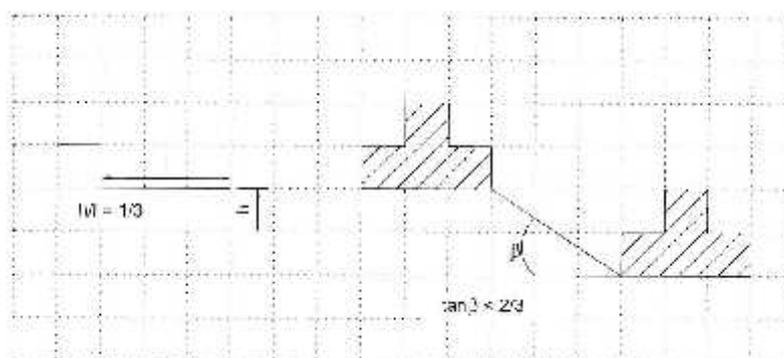
## 7. DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES – MISSION G2 PRO

### 7.1. PRINCIPES ET NIVEAUX D'ANCRAGES

Le bâtiment sera fondé sur fondations superficielles de type semelles filantes et massifs isolés.

Nous rappelons que les niveaux d'assise doivent respecter les critères suivants :

- respect de la garde au gel et garde hydrique fixée ici à 1.5 m de profondeur par rapport au niveau périphérique fini pour les fondations à créer,
- respect des règles empiriques sur les fondations à niveaux décalés, notamment avec la façade Nord de l'école, à moins de dispositions particulières.



### 7.2. CARACTÉRISTIQUES DES FONDATIONS ENVISAGÉES

Les caractéristiques géométriques des fondations et les niveaux d'assises des ouvrages sont donnés dans le tableau suivant à partir des données de conception fournies par le BE Structure :

Ouvrage	SF60 (fondation 1)
type de fondation	Semelle filante
dimension de la fondation	0.6 x 0.4 m
Profondeur d'ancrage	1.5 m
couche d'assise	limons argileux à graveleux (couche 2 ou 3)

Ouvrage	SF125 (fondation 2)
type de fondation	Semelle filante
dimension de la fondation	1.25 x 0.4 m
Profondeur d'ancrage	1.5 m
couche d'assise	limons argileux à graveleux (couche 2 ou 3)

Ouvrage	SX60 (fondation 3)
type de fondation	Semelle filante
dimension de la fondation	0.6 x 0.4 m
Profondeur d'ancrage	3 m
couche d'assise	limons argileux à graveleux (couche 2 ou 3)

### 7.3. STABILITÉ AU POINCONNEMENT, GLISSEMENT, RENVERSEMENT

Les valeurs seuils de contrainte admissibles ELS pour les fondations des ouvrages sont les suivantes :

Fondations	SF60	SF125	SX60
Taux de travail ELS caract (kPa)	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>172</b>

Ces valeurs sont calculées sur la base des descentes de charges et de la géométrie des fondations indiquées par le plan de fondation à l'indice A.

Dans les configurations présentées précédemment, l'ensemble des résultats de calculs de stabilité au poinçonnement, glissement et renversement sont fournis ci-dessous :

- **capacité portante** : Les capacités portantes obtenues **sont vérifiées** pour les descentes de charges transmises ( $Vd-R0 < Rv ; d$ ),
- **glissement** : Le glissement est sans objet en l'absence de descentes de charges horizontales,
- **renversement et excentrement** : Sans objet pour SF60 et SF125, où les charges sont centrées vis-à-vis de la semelle filante. Pour SX60, du fait de la charge fortement excentrée, ce critère n'est **pas vérifié en ELS QP avec une charge appliquée à 10cm du bord de la semelle**. Une vérification supplémentaire a été effectuée avec une charge appliquée à 20cm du bord de la semelle, ce qui réduit l'excentrement. Pour ce cas, tous les critères sont vérifiés. Le dimensionnement des fondations proposées est donc acceptable sous les descentes de charge transmises à condition que la descente de charge s'applique à **20cm du bord de la semelle**. Le détail des calculs FOXTA est donné en annexe.



## 7.4. TASSEMENTS

Les tassements sous fondations superficielles ont été calculés à l'aide du module Fondsup de FOXTA 4.

Les calculs conduisent aux valeurs ci-après :

Ouvrage	Tassement de l'ouvrage
SF60	1.14 cm
SF125	1.61 cm
SX60	0.42 cm

Ces valeurs doivent être validées par le bureau d'étude structure, en particulier à proximité de l'école de musique adjacente au bâtiment. Nous attirons l'attention sur la présence d'un terrain très hétérogène. Le recours à des joints de dilatation permettra d'absorber les tassements différentiels qui pourraient survenir sur l'ouvrage.

## 7.5. ALÉAS SUBSISTANT Á L'ISSU DE CETTE ÉTUDE

- Absence des DDC complètes (y compris séisme) faisant que les vérifications de portance n'ont été que partiellement réalisées. Des vérifications plus complètes devront être réalisées dans une mise à jour de ce rapport G2 PRO ou en phase G3 par l'Entreprise.
- Absence de reconnaissance des fondations de l'école de musique adjacente.
- Absence d'information sur les niveaux de nappe, une étude hydrogéologique est recommandée.



Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

Nous restons à la disposition de la **MAIRIE DES COTES D'AREY** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés,

Ingénieur

en charge de l'opération

**Alexandre BELUGOU**



Ingénieur

en charge du contrôle interne

**Jonas VERSCHUERE**

# ANNEXES



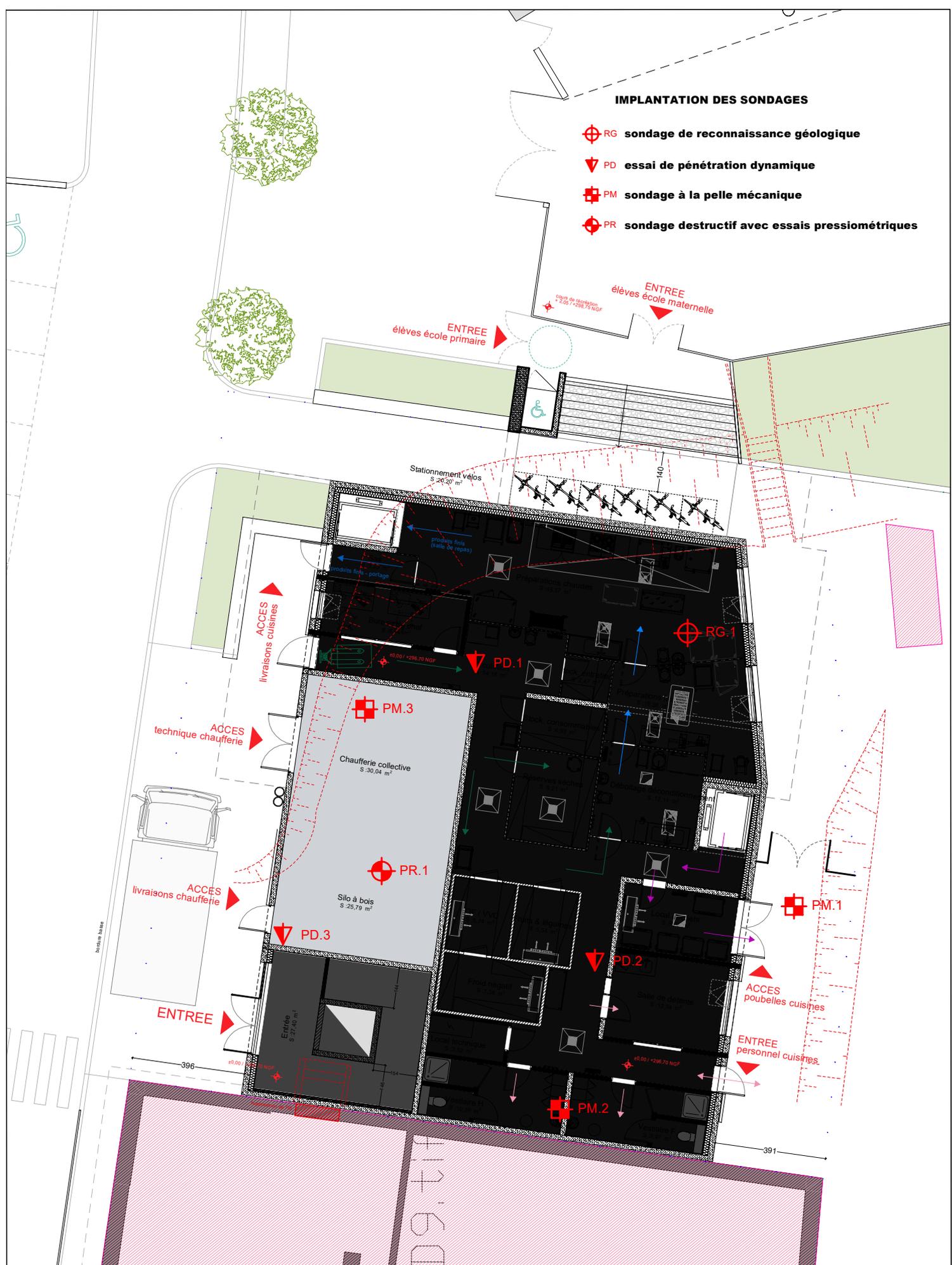
# ANNEXE 1

## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



### IMPLANTATION DES SONDAGES

-  **RG sondage de reconnaissance géologique**
-  **PD essai de pénétration dynamique**
-  **PM sondage à la pelle mécanique**
-  **PR sondage destructif avec essais pressiométriques**



**HYDROGÉOTECHNIQUE**  
6 rue Gaspard Monge  
Z.I les grands Crêts  
38550 Saint Maurice l'exil  
Téléphone : 04.74.85.67.67 - Fax : 04.74.85.53.45  
sillonhodanien@hydrogeotechnique.com

Mairie  
Bâtiment périscolaire  
Les Côtes d'Arey (38)

Echelle : 1/200  
Dossier : C.21.51.153  
Date : le 02 Décembre 2021

# **ANNEXE 2**

## **SONDAGES DE RECONNAISSANCE ET RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ**





Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0	Limons marron-noir avec graviers	Absence d'eau	Bonne tenue des parois de la fouille. Essai d'infiltration d'eau à 2.40m
0.50 m	Limons argileux marron-beige		
1.40 m	Limons argileux marron-beige avec graviers		
2.80 m		2.80 m	
3			
4			

**PM.1**



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits



**PM.2**



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

# Les Côtes d'Arey : bâtiment périscolaire



**HYDROGÉOTECHNIQUE**

Date : 01/12/2021

Client : Mairie

Profondeur : 0.00 - 3.00 m

1/20

## Forage : PM.3

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0 0.40 m	Sables limoneux marron foncé avec cailloux millimétriques, centimétriques et décimétriques		
1 1.50 m	Limons marron clair avec débris de tuiles et de briques	Absence d'eau	Tenue moyenne des parois de la fouille
2 3.00 m	Limons argileux marron clair avec graves arrondies millimétriques et centimétriques		
3 4			

**PM.3**



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits



# ANNEXE 3

## PÉNÉTROGRAMMES





**HYDRO-GEOTECHNIQUE**  
 LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE  
 DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

**ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE**

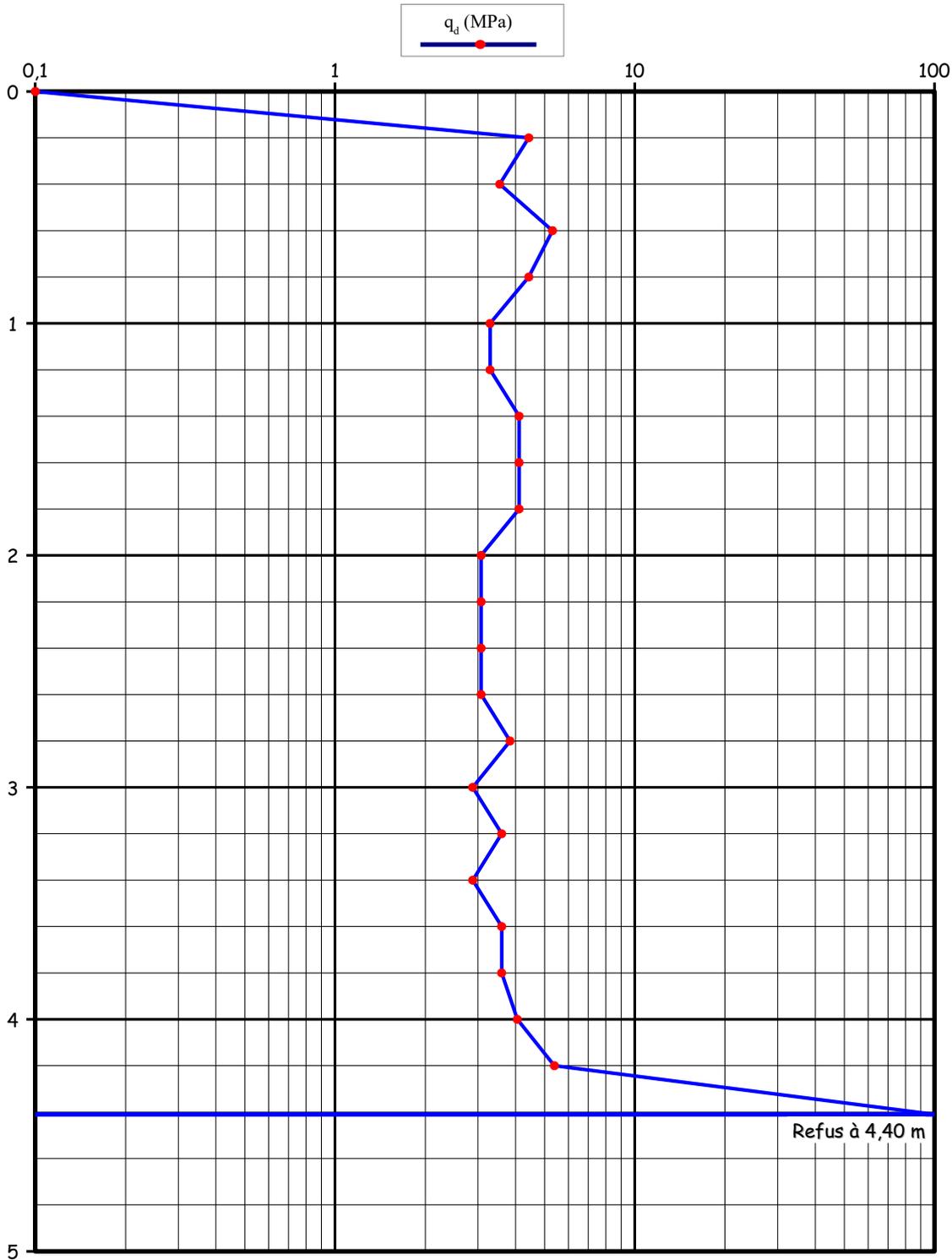
**Client** Mairie  
**Chantier** Les Côtes d'Arey : bâtiment périscolaire  
**Dossier** C.21.51.153  
**Date** 1 décembre 2021

**Sondage** PD.1

qd : Résistance de pointe  
 Formule de Redtenbacher

X :	Y :	Z :
-----	-----	-----

Couple N.m





**Client** Mairie  
**Chantier** Les Côtes d'Arey : bâtiment périscolaire  
**Dossier** C.21.51.153  
**Date** 1 décembre 2021

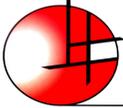
**Sondage** PD.2

qd : Résistance de pointe  
 Formule de Redtenbacher

X :	Y :	Z :
-----	-----	-----



Couple N.m



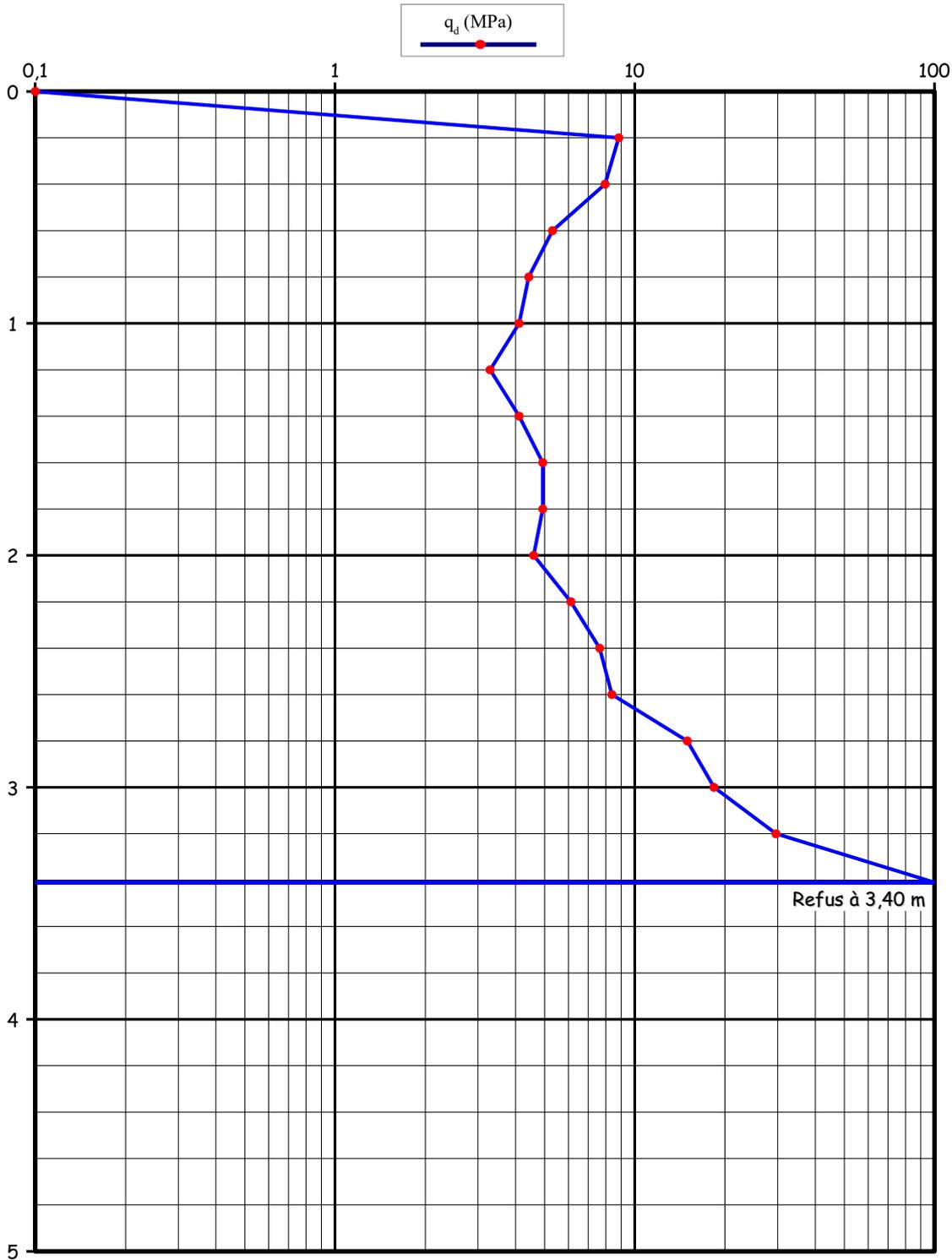
**Client** Mairie  
**Chantier** Les Côtes d'Arey : bâtiment périscolaire  
**Dossier** C.21.51.153  
**Date** 1 décembre 2021

**Sondage** PD.3

qd : Resistance de pointe  
 Formule de Redtenbacher

X :	Y :	Z :
-----	-----	-----

Couple N.m



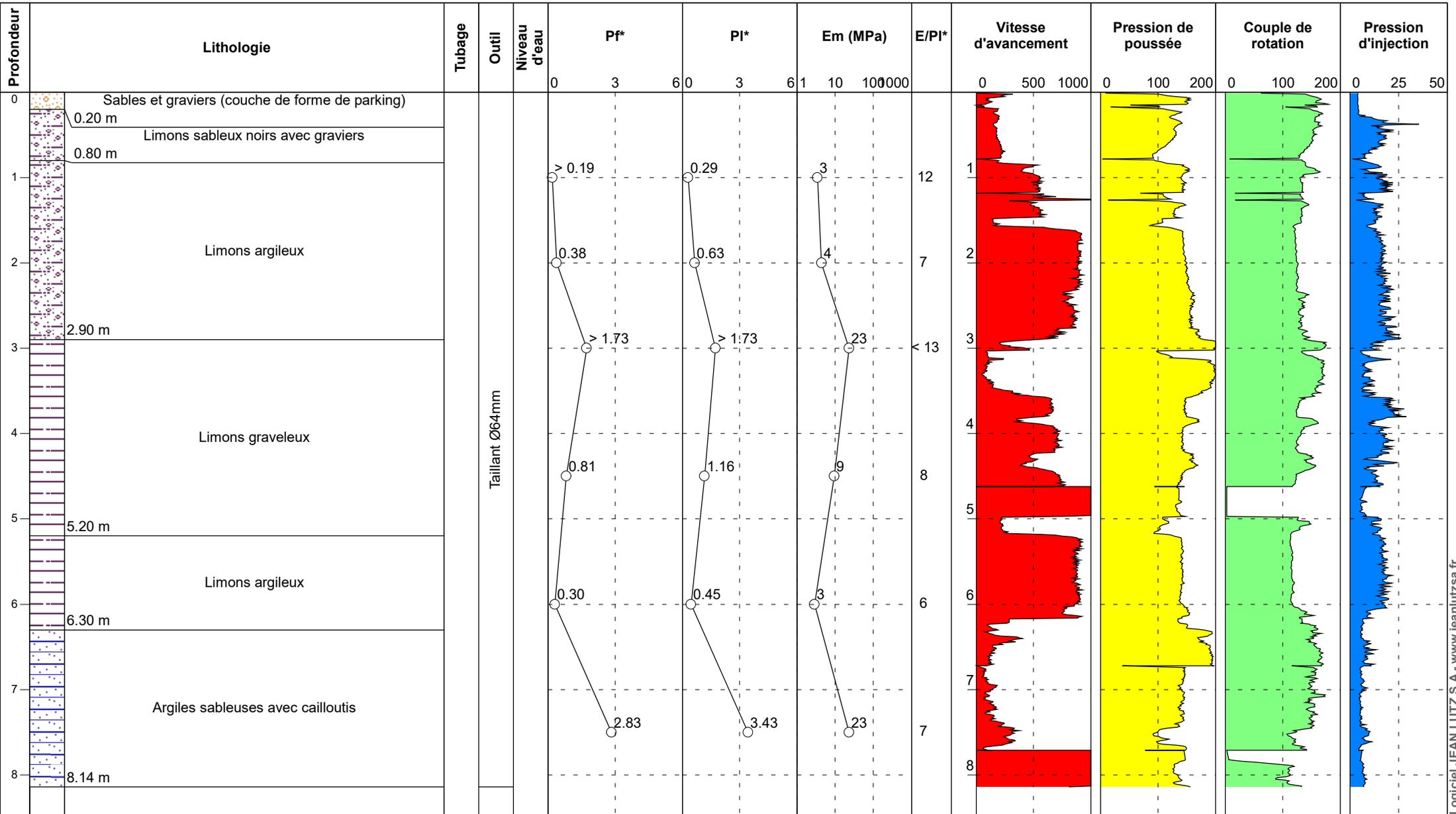
# **ANNEXE 4**

## *COUPE DU SONDAGE DESTRUCTIF ET RÉSULTATS DES ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES*



## Forage : PR1

EXGTE B3.21.2/LB2GEO107FR





### Les Côtes d'Arey : bâtiment périscolaire

Date : 23/11/2021

Cote NGF : 0

Profondeur : 0.00 - 9.08 m

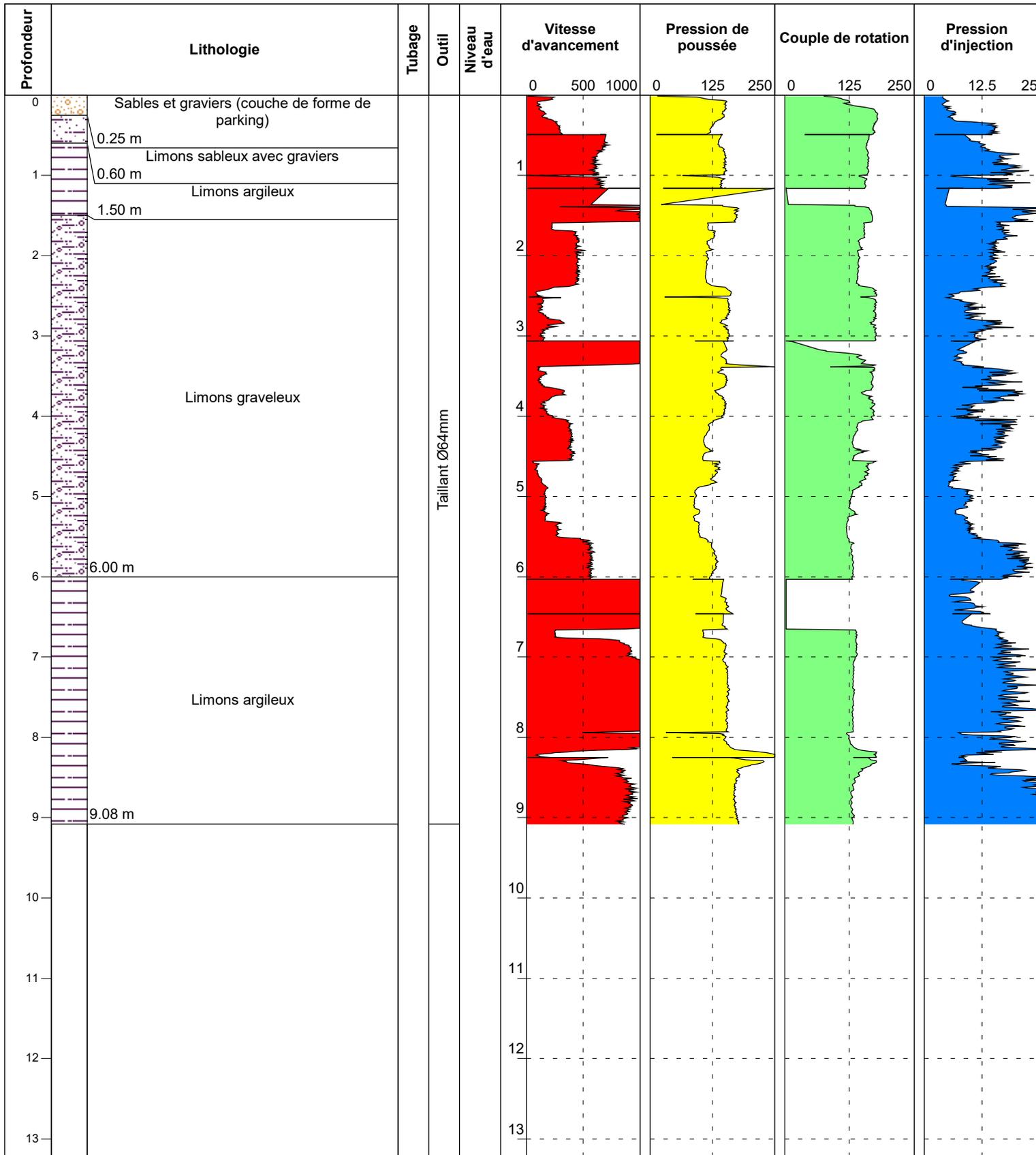
Heure début : 10:45

Machine : Hydrofore 750

1/64

#### Forage : RG.1

EXGTE R3.21.2/LB2GEO107FR



Taillant Ø64mm

**ANNEXE 5**

*DESCENTES DE CHARGES ET PLAN DE*

*FONDATION*

*CALCULS FOXTA*







# Données

**Titre du projet :** Bâtiment périscolaire

**Numéro d'affaire :** C.21.51.153

**Commentaires :** Fondation SX60 ancrée à 3.0m/TN

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF P94-261

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas de calcul (m) :** 0,20

**Forme de la base :** Fondation filante

**Largeur B (m) :** 0,60

**Cote du TN initial Zini (m) :** 0,00

**Cote du TN final Zfin (m) :** 0,00

**Cote de base fondation Zd (m) :** -3,00

**Proximité d'un talus :** Non

**Catégorie de sol :** Argiles et limons

**Type de comportement :** Comportement frottant

**Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) :** 20,0

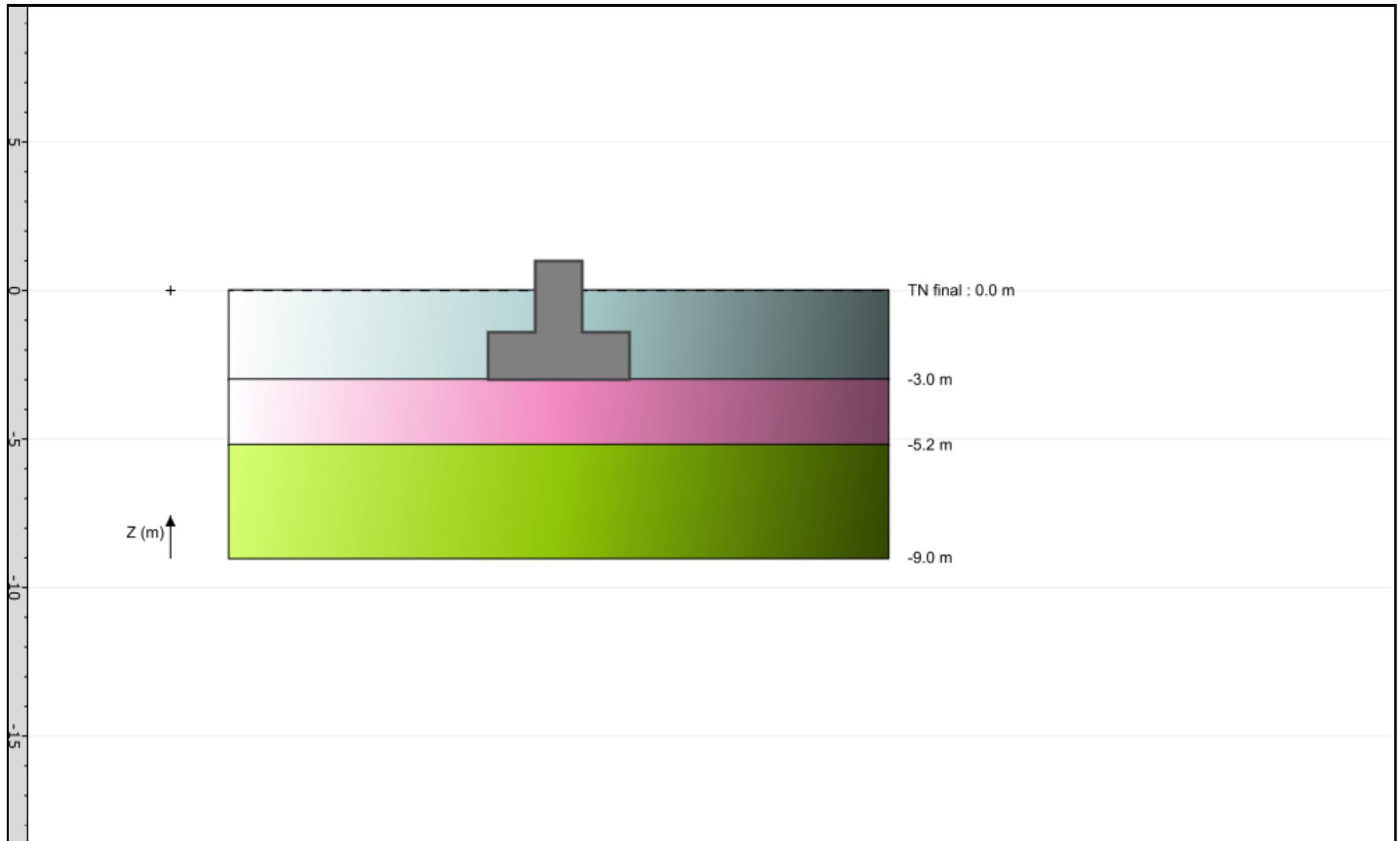
## Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	$\alpha$
1	Couche 1		-3,00	630,00	3000,00	0,66
2	Couche 2		-5,20	1160,00	9000,00	0,66
3	Couche 3		-9,00	450,00	3000,00	0,66

## Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	72,0	0,0	7,2	1,00	ELS-Caractéristiques
2	65,0	0,0	6,5	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	100,0	0,0	10,0	1,00	ELU-Fondamentales

# Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



**Profil du terrain sous la fondation**

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl\* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

**Profil du terrain sous la fondation (1/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 1	1	0,00	630,00	3000,00
Couche 1	2	-0,20	630,00	3000,00
Couche 1	3	-0,40	630,00	3000,00
Couche 1	4	-0,60	630,00	3000,00
Couche 1	5	-0,80	630,00	3000,00
Couche 1	6	-1,00	630,00	3000,00
Couche 1	7	-1,20	630,00	3000,00
Couche 1	8	-1,40	630,00	3000,00
Couche 1	9	-1,60	630,00	3000,00
Couche 1	10	-1,80	630,00	3000,00
Couche 1	11	-2,00	630,00	3000,00
Couche 1	12	-2,20	630,00	3000,00
Couche 1	13	-2,40	630,00	3000,00
Couche 1	14	-2,60	630,00	3000,00
Couche 1	15	-2,80	630,00	3000,00
Couche 1	16	-3,00	630,00	3000,00
Couche 1	17	-3,00	630,00	3000,00
Couche 2	18	-3,00	1160,00	9000,00
Couche 2	19	-3,20	1160,00	9000,00
Couche 2	20	-3,40	1160,00	9000,00
Couche 2	21	-3,60	1160,00	9000,00
Couche 2	22	-3,80	1160,00	9000,00
Couche 2	23	-4,00	1160,00	9000,00
Couche 2	24	-4,20	1160,00	9000,00
Couche 2	25	-4,40	1160,00	9000,00
Couche 2	26	-4,60	1160,00	9000,00
Couche 2	27	-4,80	1160,00	9000,00
Couche 2	28	-5,00	1160,00	9000,00
Couche 2	29	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 2	30	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 3	31	-5,20	450,00	3000,00

**Profil du terrain sous la fondation (2/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 3	32	-5,40	450,00	3000,00
Couche 3	33	-5,60	450,00	3000,00
Couche 3	34	-5,80	450,00	3000,00
Couche 3	35	-6,00	450,00	3000,00
Couche 3	36	-6,20	450,00	3000,00
Couche 3	37	-6,40	450,00	3000,00
Couche 3	38	-6,60	450,00	3000,00
Couche 3	39	-6,80	450,00	3000,00
Couche 3	40	-7,00	450,00	3000,00
Couche 3	41	-7,20	450,00	3000,00
Couche 3	42	-7,40	450,00	3000,00
Couche 3	43	-7,60	450,00	3000,00
Couche 3	44	-7,80	450,00	3000,00
Couche 3	45	-8,00	450,00	3000,00
Couche 3	46	-8,20	450,00	3000,00
Couche 3	47	-8,40	450,00	3000,00
Couche 3	48	-8,60	450,00	3000,00
Couche 3	49	-8,80	450,00	3000,00
Couche 3	50	-9,00	450,00	3000,00

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	102,00	0,00	36,00	0,76	197,11	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	95,00	0,00	36,00	0,77	198,98	-	Ok	Ok	-	0,42
3	ELU-Fondamentales	130,00	0,00	36,00	0,74	314,89	39,10	Ok	Ok	Ok	-

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

**kp** : Facteur de portance pressiomérique

**ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente

**qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

**seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

**Fglobal** : Facteur de sécurité global

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	1,00	1,02	1160,00	1185,70	0,46	2,76	197,11
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,02	1160,00	1185,70	0,46	2,76	198,98
3	ELU-Fondamentales	1,00	1,02	1160,00	1185,70	0,45	1,68	314,89

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**$\lambda_c$**  : Coefficient de forme sphérique

**$\lambda_d$**  : Coefficient de forme déviatorique

**$\alpha$**  : Coefficient rhéologique moyen

**Ec [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

**Ed [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

**q0 [kPa]** : Contrainte initiale avant travaux

**qref [kPa]** : Contrainte de référence

**sc [cm]** : Tassement sphérique

**sd [cm]** : Tassement déviatorique

**stot [cm]** : Tassement total

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$\alpha$	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
2	1,50	2,65	0,66	9000,00	7232,10	60,00	158,33	0,07	0,34	0,42

**Raideurs équivalentes de la fondation****Type** : Type de raideur**Kv [kN/m]** : Raideur verticale**KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B**KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L**KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B**KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L**Raideurs équivalentes de la fondation**

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	1,415E04	1,396E04	0,000E00	2,296E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	2,830E04	2,792E04	0,000E00	4,592E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	4,244E04	4,188E04	0,000E00	6,888E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	8,489E04	8,376E04	0,000E00	1,378E04	0,000E00

# Données

**Titre du projet :** Bâtiment périscolaire

**Numéro d'affaire :** C.21.51.153

**Commentaires :** Fondation SF60 ancrée à 1.5m/TN

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF P94-261

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas de calcul (m) :** 0,20

**Forme de la base :** Fondation filante

**Largeur B (m) :** 0,60

**Cote du TN initial Zini (m) :** 0,00

**Cote du TN final Zfin (m) :** 0,00

**Cote de base fondation Zd (m) :** -1,50

**Proximité d'un talus :** Non

**Catégorie de sol :** Argiles et limons

**Type de comportement :** Comportement frottant

**Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) :** 20,0

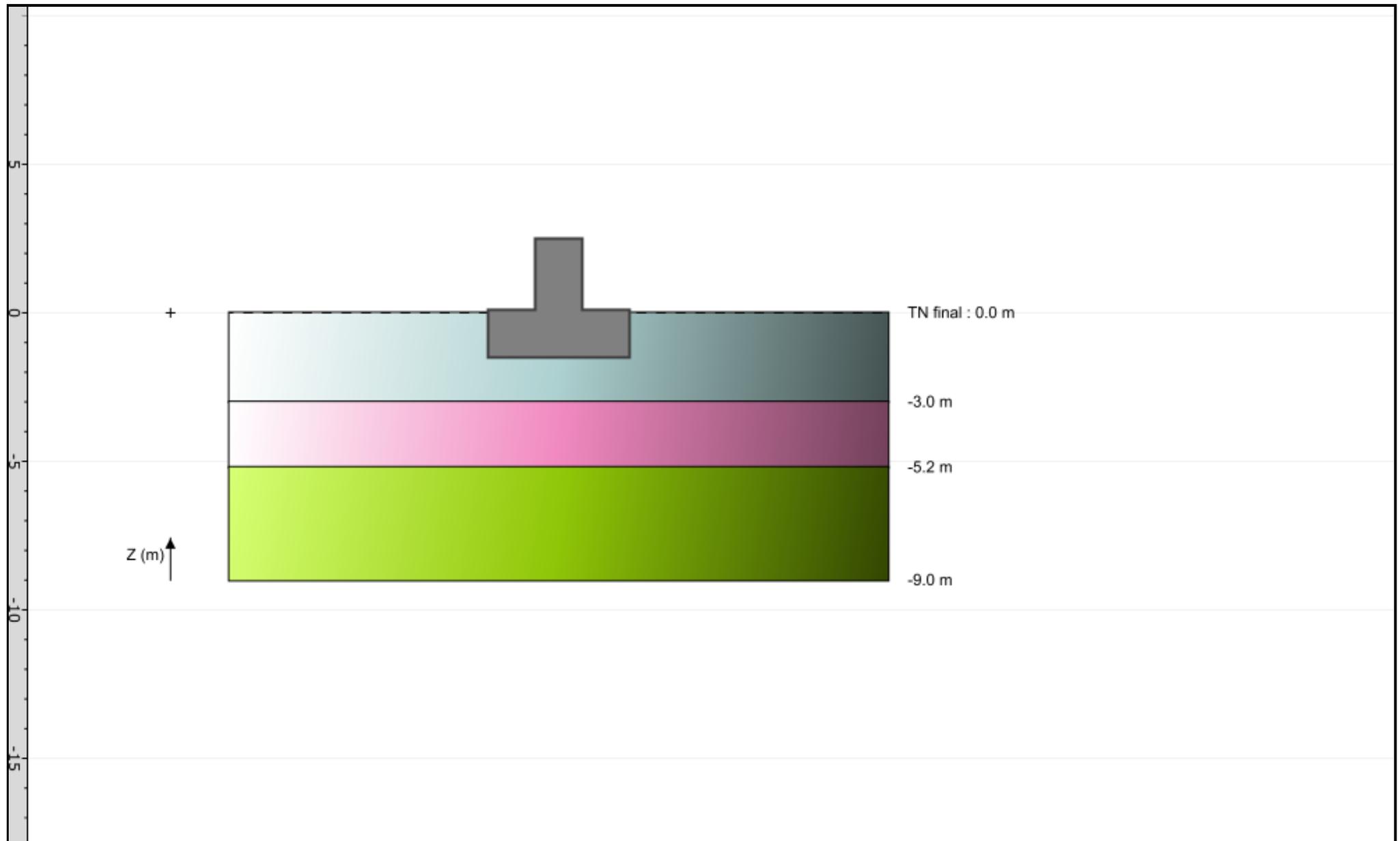
## Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	$\alpha$
1	Couche 1		-3,00	630,00	3000,00	0,66
2	Couche 2		-5,20	1160,00	9000,00	0,66
3	Couche 3		-9,00	450,00	3000,00	0,66

## Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	72,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	65,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	100,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

# Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



**Profil du terrain sous la fondation**

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl\* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

**Profil du terrain sous la fondation (1/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 1	1	0,00	630,00	3000,00
Couche 1	2	-0,20	630,00	3000,00
Couche 1	3	-0,40	630,00	3000,00
Couche 1	4	-0,60	630,00	3000,00
Couche 1	5	-0,80	630,00	3000,00
Couche 1	6	-1,00	630,00	3000,00
Couche 1	7	-1,20	630,00	3000,00
Couche 1	8	-1,40	630,00	3000,00
Couche 1	9	-1,60	630,00	3000,00
Couche 1	10	-1,80	630,00	3000,00
Couche 1	11	-2,00	630,00	3000,00
Couche 1	12	-2,20	630,00	3000,00
Couche 1	13	-2,40	630,00	3000,00
Couche 1	14	-2,60	630,00	3000,00
Couche 1	15	-2,80	630,00	3000,00
Couche 1	16	-3,00	630,00	3000,00
Couche 1	17	-3,00	630,00	3000,00
Couche 2	18	-3,00	1160,00	9000,00
Couche 2	19	-3,20	1160,00	9000,00
Couche 2	20	-3,40	1160,00	9000,00
Couche 2	21	-3,60	1160,00	9000,00
Couche 2	22	-3,80	1160,00	9000,00
Couche 2	23	-4,00	1160,00	9000,00
Couche 2	24	-4,20	1160,00	9000,00
Couche 2	25	-4,40	1160,00	9000,00
Couche 2	26	-4,60	1160,00	9000,00
Couche 2	27	-4,80	1160,00	9000,00
Couche 2	28	-5,00	1160,00	9000,00
Couche 2	29	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 2	30	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 3	31	-5,20	450,00	3000,00

**Profil du terrain sous la fondation (2/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 3	32	-5,40	450,00	3000,00
Couche 3	33	-5,60	450,00	3000,00
Couche 3	34	-5,80	450,00	3000,00
Couche 3	35	-6,00	450,00	3000,00
Couche 3	36	-6,20	450,00	3000,00
Couche 3	37	-6,40	450,00	3000,00
Couche 3	38	-6,60	450,00	3000,00
Couche 3	39	-6,80	450,00	3000,00
Couche 3	40	-7,00	450,00	3000,00
Couche 3	41	-7,20	450,00	3000,00
Couche 3	42	-7,40	450,00	3000,00
Couche 3	43	-7,60	450,00	3000,00
Couche 3	44	-7,80	450,00	3000,00
Couche 3	45	-8,00	450,00	3000,00
Couche 3	46	-8,20	450,00	3000,00
Couche 3	47	-8,40	450,00	3000,00
Couche 3	48	-8,60	450,00	3000,00
Couche 3	49	-8,80	450,00	3000,00
Couche 3	50	-9,00	450,00	3000,00

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	95,00	0,00	18,00	1,00	139,99	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	88,00	0,00	18,00	1,00	139,99	-	Ok	Ok	-	1,14
3	ELU-Fondamentales	123,00	0,00	18,00	1,00	229,99	37,00	Ok	Ok	Ok	-

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

**kp** : Facteur de portance pressiomérique

**ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente

**qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

**seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

**Fglobal** : Facteur de sécurité global

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	1,00	1,02	630,00	643,97	0,60	2,76	139,99
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,02	630,00	643,97	0,60	2,76	139,99
3	ELU-Fondamentales	1,00	1,02	630,00	643,97	0,60	1,68	229,99

**Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement**

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**$\lambda_c$**  : Coefficient de forme sphérique

**$\lambda_d$**  : Coefficient de forme déviatorique

**$\alpha$**  : Coefficient rhéologique moyen

**Ec [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

**Ed [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

**q0 [kPa]** : Contrainte initiale avant travaux

**qref [kPa]** : Contrainte de référence

**sc [cm]** : Tassement sphérique

**sd [cm]** : Tassement déviatorique

**stot [cm]** : Tassement total

**Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement**

N° cas de charge	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$\alpha$	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
2	1,50	2,65	0,66	3000,00	3343,70	30,00	146,67	0,26	0,89	1,14

**Raideurs équivalentes de la fondation****Type** : Type de raideur**Kv [kN/m]** : Raideur verticale**KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B**KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L**KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B**KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L**Raideurs équivalentes de la fondation**

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	6,131E03	6,049E03	0,000E00	9,950E02	0,000E00
Raideurs statiques CT	1,226E04	1,210E04	0,000E00	1,990E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	1,839E04	1,815E04	0,000E00	2,985E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	3,678E04	3,630E04	0,000E00	5,970E03	0,000E00

# Données

**Titre du projet :** Bâtiment périscolaire

**Numéro d'affaire :** C.21.51.153

**Commentaires :** Fondation SF125 ancrée à 1.5m/TN

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF P94-261

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas de calcul (m) :** 0,20

**Forme de la base :** Fondation filante

**Largeur B (m) :** 1,25

**Cote du TN initial Zini (m) :** 0,00

**Cote du TN final Zfin (m) :** 0,00

**Cote de base fondation Zd (m) :** -1,50

**Proximité d'un talus :** Non

**Catégorie de sol :** Argiles et limons

**Type de comportement :** Comportement frottant

**Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) :** 20,0

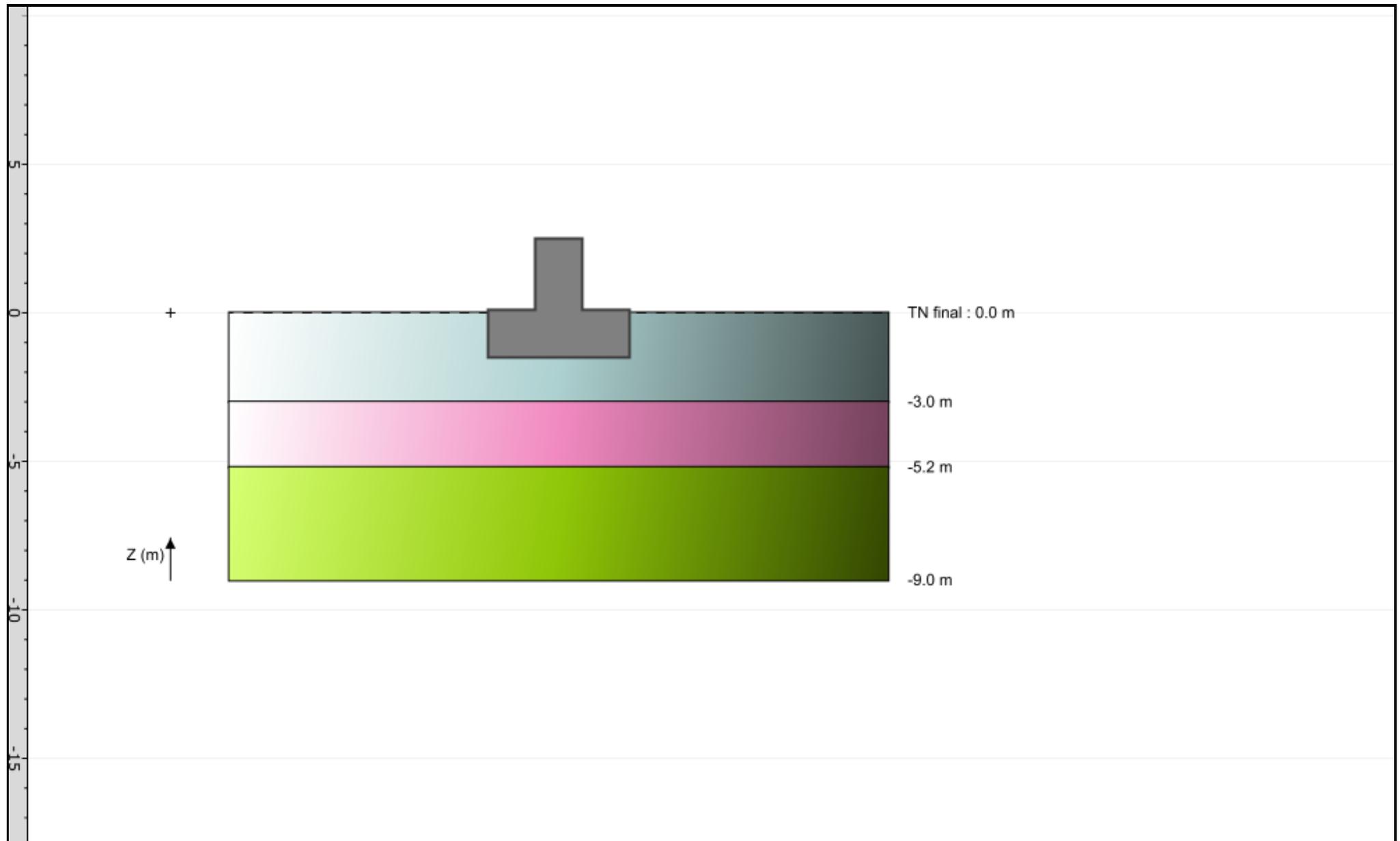
## Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	$\alpha$
1	Couche 1		-3,00	630,00	3000,00	0,66
2	Couche 2		-5,20	1160,00	9000,00	0,66
3	Couche 3		-9,00	450,00	3000,00	0,66

## Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	150,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
2	140,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	207,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

# Onglet "Paramètres généraux"



**Profil du terrain sous la fondation**

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl\* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

**Profil du terrain sous la fondation (1/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 1	1	0,00	630,00	3000,00
Couche 1	2	-0,20	630,00	3000,00
Couche 1	3	-0,40	630,00	3000,00
Couche 1	4	-0,60	630,00	3000,00
Couche 1	5	-0,80	630,00	3000,00
Couche 1	6	-1,00	630,00	3000,00
Couche 1	7	-1,20	630,00	3000,00
Couche 1	8	-1,40	630,00	3000,00
Couche 1	9	-1,60	630,00	3000,00
Couche 1	10	-1,80	630,00	3000,00
Couche 1	11	-2,00	630,00	3000,00
Couche 1	12	-2,20	630,00	3000,00
Couche 1	13	-2,40	630,00	3000,00
Couche 1	14	-2,60	630,00	3000,00
Couche 1	15	-2,80	630,00	3000,00
Couche 1	16	-3,00	630,00	3000,00
Couche 1	17	-3,00	630,00	3000,00
Couche 2	18	-3,00	1160,00	9000,00
Couche 2	19	-3,20	1160,00	9000,00
Couche 2	20	-3,40	1160,00	9000,00
Couche 2	21	-3,60	1160,00	9000,00
Couche 2	22	-3,80	1160,00	9000,00
Couche 2	23	-4,00	1160,00	9000,00
Couche 2	24	-4,20	1160,00	9000,00
Couche 2	25	-4,40	1160,00	9000,00
Couche 2	26	-4,60	1160,00	9000,00
Couche 2	27	-4,80	1160,00	9000,00
Couche 2	28	-5,00	1160,00	9000,00
Couche 2	29	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 2	30	-5,20	1160,00	9000,00
Couche 3	31	-5,20	450,00	3000,00

**Profil du terrain sous la fondation (2/2)**

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
Couche 3	32	-5,40	450,00	3000,00
Couche 3	33	-5,60	450,00	3000,00
Couche 3	34	-5,80	450,00	3000,00
Couche 3	35	-6,00	450,00	3000,00
Couche 3	36	-6,20	450,00	3000,00
Couche 3	37	-6,40	450,00	3000,00
Couche 3	38	-6,60	450,00	3000,00
Couche 3	39	-6,80	450,00	3000,00
Couche 3	40	-7,00	450,00	3000,00
Couche 3	41	-7,20	450,00	3000,00
Couche 3	42	-7,40	450,00	3000,00
Couche 3	43	-7,60	450,00	3000,00
Couche 3	44	-7,80	450,00	3000,00
Couche 3	45	-8,00	450,00	3000,00
Couche 3	46	-8,20	450,00	3000,00
Couche 3	47	-8,40	450,00	3000,00
Couche 3	48	-8,60	450,00	3000,00
Couche 3	49	-8,80	450,00	3000,00
Couche 3	50	-9,00	450,00	3000,00

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	173,00	0,00	37,50	1,00	311,29	-	Ok	Ok	-	-
2	ELS-Quasi-permanentes	163,00	0,00	37,50	1,00	311,29	-	Ok	Ok	-	1,61
3	ELU-Fondamentales	230,00	0,00	37,50	1,00	511,41	69,18	Ok	Ok	Ok	-

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

**kp** : Facteur de portance pressiomérique

**ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente

**qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

**seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

**Fglobal** : Facteur de sécurité global

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

### Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Caractéristiques	1,00	0,97	711,81	687,34	1,25	2,76	311,29
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,97	711,81	687,34	1,25	2,76	311,29
3	ELU-Fondamentales	1,00	0,97	711,81	687,34	1,25	1,68	511,41

**Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement**

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**$\lambda_c$**  : Coefficient de forme sphérique

**$\lambda_d$**  : Coefficient de forme déviatorique

**$\alpha$**  : Coefficient rhéologique moyen

**Ec [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

**Ed [kPa]** : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

**q0 [kPa]** : Contrainte initiale avant travaux

**qref [kPa]** : Contrainte de référence

**sc [cm]** : Tassement sphérique

**sd [cm]** : Tassement déviatorique

**stot [cm]** : Tassement total

**Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement**

N° cas de charge	$\lambda_c$	$\lambda_d$	$\alpha$	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
2	1,50	2,65	0,66	3000,00	3592,30	30,00	130,40	0,46	1,15	1,61

**Raideurs équivalentes de la fondation****Type** : Type de raideur**Kv [kN/m]** : Raideur verticale**KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B**KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L**KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B**KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L**Raideurs équivalentes de la fondation**

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	7,790E03	7,687E03	0,000E00	5,487E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	1,558E04	1,537E04	0,000E00	1,098E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	2,337E04	2,306E04	0,000E00	1,646E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	4,674E04	4,612E04	0,000E00	3,292E04	0,000E00

# ANNEXE 6

## *MISSIONS GÉOTECHNIQUES*



## CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (extraite 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'avoisnants 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,
- Dourner 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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 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 G4, distinctes et simultanées)****→ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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).
- Elaborer 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).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

**→ SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (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 par le DIUO.

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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



## SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

(extrait de la norme NFP 94-500 - Novembre 2013)

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisses, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-Projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**HYDROGEOTECHNIQUE**

