

COMMUNE DE CRÊTS-EN-BELLEDONNE

Dépôt de bois – Lieu-dit « Coudrai »

CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

Dossier n°AF.16690

Etude géotechnique de conception - Phase Avant-Projet (G2 AVP)

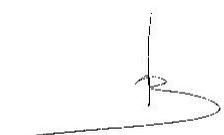


COMMUNE DE CRÊTS-EN-BELLEDONNE

Dépôt de bois – Lieu-dit « Coudrai »

CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

Dossier n°AF.16690

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Contrôle externe	Objet de la version - Modification
03/03/2023	1	C.POMMERUEL c.pommeruel@kaena.fr ☎ 07 81 65 57 72 	L. BELORGEY l.belorgey@kaena.fr 	Version initiale

Présentation	1
1. Intervenants, missions, documents communiqués	1
2. Investigations géotechniques.....	2
Description du site et du contexte	3
3. État des lieux	3
4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire	7
Synthèse géotechnique.....	8
5. Les sols	8
6. L'eau souterraine	10
7. Caractéristiques géomécaniques	10
8. Risques sismiques – Données réglementaires.....	11
9. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site	12
Description du projet et de son environnement.....	13
10. Caractéristiques du projet	13
11. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet	14
12. Sensibilité générale du projet.....	14
Adaptation de l'ouvrage au site	15
13. Principales applications pratiques.....	15
Préparation du site -	16
Terrassements	16
14. Préparation du site.....	16
15. Terrassements.....	16
Reprofilage des talus définitifs	18
17. Principe de talutage.....	18
18. Hypothèses de calcul – Coupe 1.....	18
19. Justification à la rupture - Etude de stabilité au grand glissement	19
20. Remblaiement périphérique.....	21
Gestion de l'eau en phases provisoire et définitive	22
21. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier	22
Voirie / Pistye forestière	24
22. Rappel de la structure de chaussée.....	24
23. Arase de terrassement.....	24
24. Caractéristiques de la couche de forme sous voirie	25
Missions complémentaires – Enjeux du projet - Risques résiduels.....	27
Annexes	29

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre
Commune de CRÊTS-EN-BELLEDONNE	ACA

1.2. Mission du B.E. de géotechnique KAENA

Contrat de prestation géotechnique entre KAENA et la Commune de CRÊTS-EN-BELLEDONNE : contrat référencé D.16690 en date du 14/11/2022 et accepté le 22/11/2022.

➤ Investigations géotechniques

- Procéder à l'exécution de sondages, d'essais et de mesures géotechniques selon un programme défini par Kaëna.
- Fournir la coupe des sondages, les résultats des essais et des mesures ainsi que le plan d'implantation.

Études géotechniques de conception (G2)

➤ Phase Avant-projet (AVP)

- Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables, une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

Plans et documents graphiques			
Désignation	Origine / Référence / Indice	Format	Date
Plan topographique	ACA / 2110-065-MO / TOPO-1 / ind. A	DWG	04/05/2022
Plan avant-projet	ACA / 2110-065-MO / AVP n°2 / ind. C	DWG	28/10/2022
Coupe 1 du projet	ACA / 2110-065-MO	DWG	-

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

➤ Implantation des sondages

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain, qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan d'implantation joint en annexe.

➤ Altimétrie de la tête des sondages

Le système altimétrique de référence est le NGF normal (IGN 69 approché).

L'altimétrie des sondages a été mesurée par nos soins à partir de points connus du plan topographique, et rattaché au système du plan topographique. La précision de la mesure est de l'ordre de ± 10 cm.

L'intitulé TN correspond au Terrain Naturel, soit la surface topographique du terrain non remanié.

2.2. Reconnaissances in-situ

➤ Sondages de reconnaissance géologique par :

- 3 puits à la pelle hydraulique descendus entre 1.5 m et 4.2 m de profondeur / TN et référencés P1 à P3.

➤ Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 3 sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2 descendus entre 4.0 m et 5.8 m de profondeur / TN (refus) et référencés SD1 à SD3.

2.3. Essais en laboratoire :

➤ Identification des échantillons :

Identification Echantillon	Remanié	Sondage	Profondeur (m/TA)
AF.16690.001	X	P1	1.0 – 1.3 m
AF.16690.002	X	P2	1.5 – 1.7 m

➤ Essais d'identification des sols par :

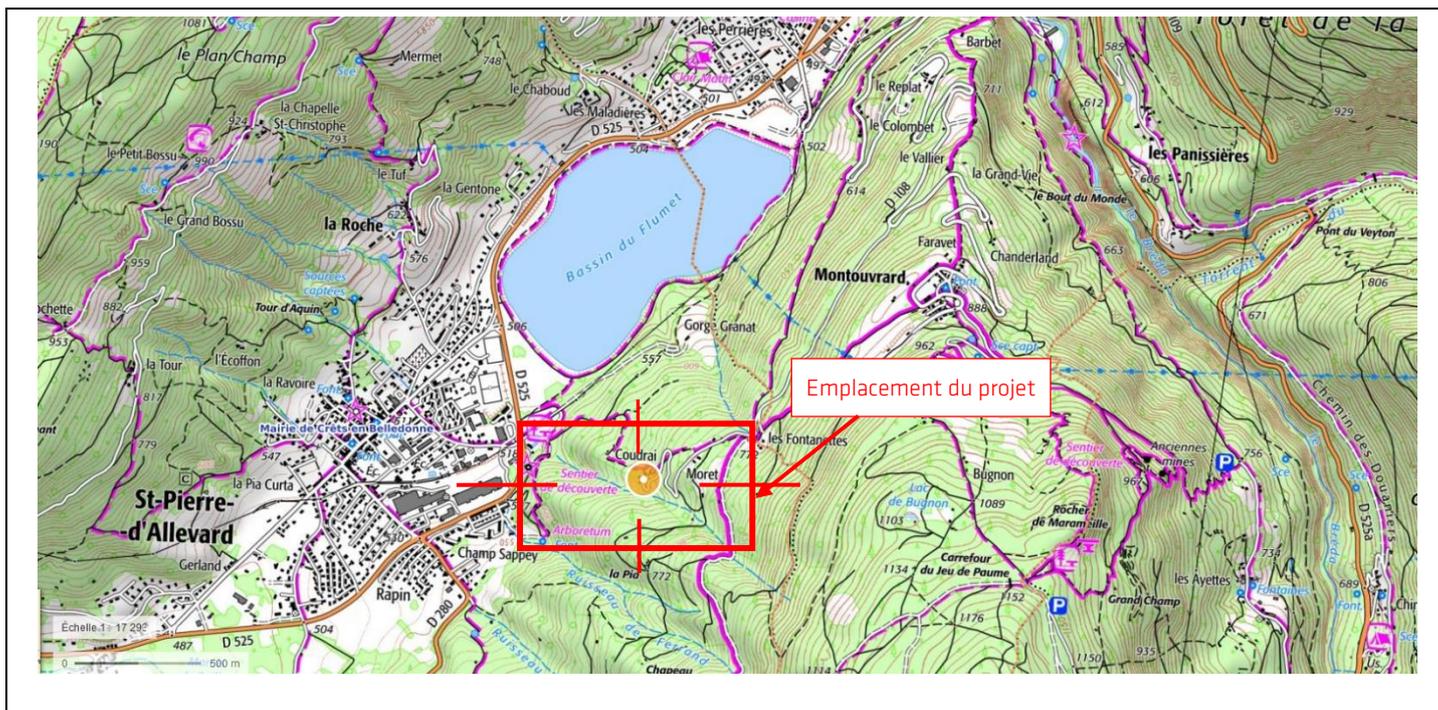
- 2 Teneurs en eau pondérale (NF P94-050).
- 2 Valeurs au bleu de méthylène (NF P94-068).
- 2 Analyses granulométriques des matériaux - Méthode par tamisage (NF P 94-056).
- 2 Mesures de l'Indice Portant Immédiat (NF P 94-078).

Le détail des résultats des différentes reconnaissances et essais obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.

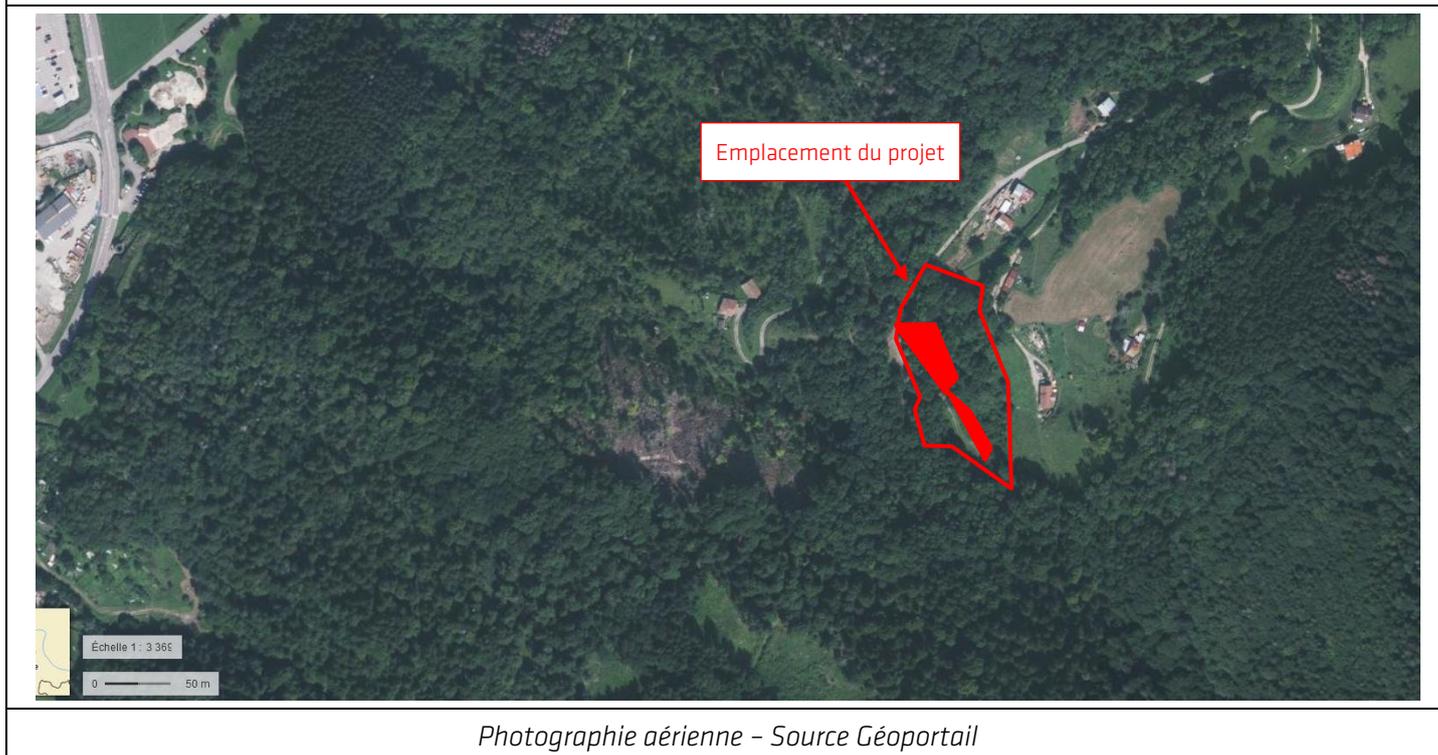
3. État des lieux

3.1. Localisation

Commune : CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38) - Lieu-dit « Coudrai » - Hameau de Moret - Parcelles G141 et G292.



Extrait Carte IGN 1/25000 – Source Géoportail



Photographie aérienne – Source Géoportail

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- Altimétrie du terrain :
 - o Future Zone de dépôt (au Nord-Ouest) : Comprise entre les cotes 735 à 738 m NGF côté amont et 720 à 724 m NGF côté aval.
 - o Piste à créer côté amont (au Sud-Est) : Comprise entre les cotes 730 à 735 m NGF amont et 728 à 731 m NGF côté aval.
- Contexte général : Terrain situé dans un versant orienté vers l'Ouest.
- Végétation : Terrain boisé par des arbres à hautes tiges.
- Occupation du site : Terrain traversé par une piste forestière en partie aval du projet.



Vue sur le site en direction du Sud (vue sur le talweg en partie amont de la piste d'accès à créer
- Source : Kaëna le 17/02/2023)



Vue sur le site en direction du Nord (vue sur la future zone de dépôt de bois)- Source : Kaëna le 17/02/2023

➤ **Géomorphologie :**

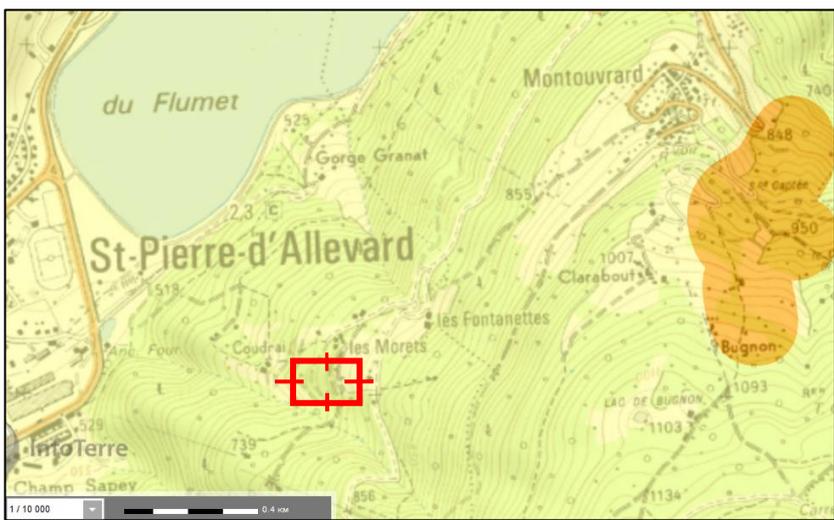
- Terrain a priori naturel.
- Terrain en pente régulière de l'ordre de 40 % orientée vers l'Ouest/Sud-Ouest.
- Pas d'indice d'instabilité visible.
- À proximité du terrain, versant entaillé par un talweg en limite Sud du projet.

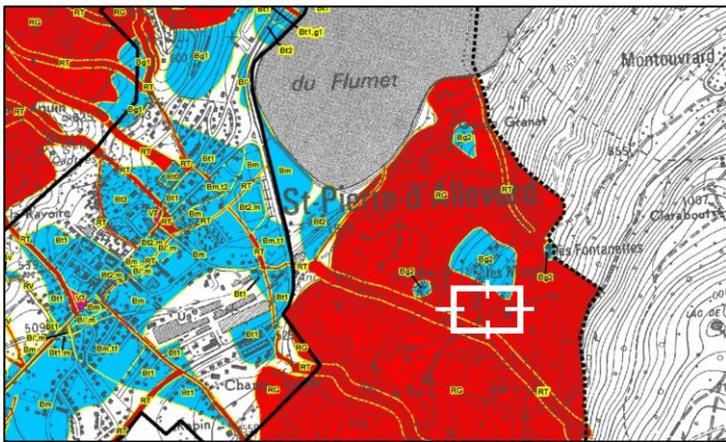
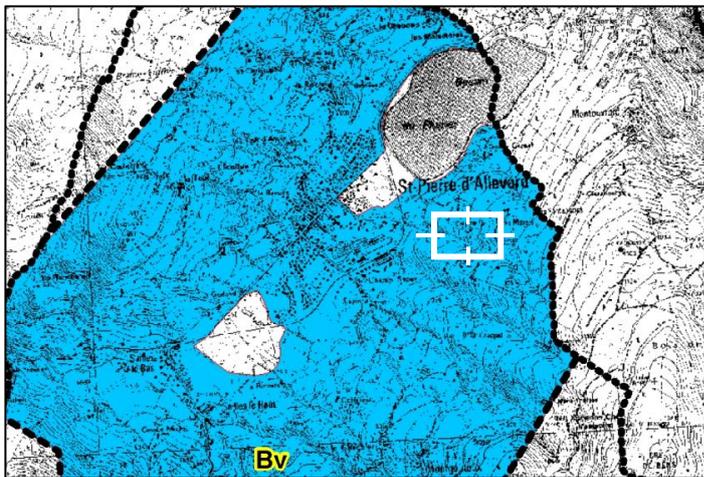
➤ **Eau :**

- Indices de ruissellement superficiels provenant du versant se caractérisant par des talwegs entaillant plus ou moins profondément le sol en partie Sud.
- Indices de résurgences d'eau dans les talus côté Sud.
- Réseau hydrographique superficiel : Ruisseau de Chante Louise s'écoulant en limite Sud du projet.

3.3. Risques Naturels

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

Risque	Carte / source	Aléa / niveau de risque
<u>Retrait-gonflement des sols argileux</u>	 <p><i>Extrait de la carte d'aléa de phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux (BRGM)</i></p>	<u>Degré d'aléa :</u> <input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort
	<p>http://www.georisques.gouv.fr/</p>	
<u>Géologique</u>	<p>Commune réglementée par un PPRn multirisques approuvé le 31/07/2003 et un document R111-3 (valant PPR) approuvé le 21/03/1973.</p>	

	 <p>Extrait de la carte de zonage du PPRN (Mai 2003 - Modifié en Décembre 2010)</p>  <p>Extrait de la carte d'aléa ruissellement de versant (Phénomène généralisé) (Mai 2003 - Modifié en Décembre 2010)</p>	<p>Type de zone :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Zone rouge RG : Glissements de terrain <input checked="" type="checkbox"/> Terrain en bordure de zone rouge RT : Débordement torrentiel du ruisseau <p>Degré d'aléa :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Fort - Zones d'interdiction <p>Type de zone :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Bv : ruissellement de versant <p>Degré d'aléa :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort
	<p>https://www.cretsenbelledonne.fr Section IAL : Information Acquéreur et Locataire</p>	
<p>Sismique</p>	<p>http://www.georisques.gouv.fr/</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Zone 4 (aléa moyen)</p>

3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

D'après enquête et d'après l'examen visuel du site des photographies aériennes anciennes disponibles et accessibles depuis 1939 sur le site de l'IGN, il apparaît que le site a été occupé par des champs puis un terrain ± boisé.

La piste forestière existante semble avoir été réalisée vers la fin des années 1990.

L'enquête historique a permis de recenser les photographies aériennes suivantes :

Photographies aériennes du site – Source Géoportail

	
<p><i>Photographie de 1970</i></p>	<p><i>Photographie de 1981</i></p>
	
<p><i>Photographie de 2003</i></p>	<p><i>Photographie de 2012</i></p>

4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

<p>Topographie</p>	<p>Terrain ± boisé, en pente moyenne de l'ordre de 40 % vers l'Ouest/Sud-Ouest.</p>
<p>Géomorphologie</p>	<p>Présence d'un talweg en limite Sud du projet (côté amont de la piste à créer).</p>
<p>Hydrogéologie</p>	<p>Proximité de ruisseau : Ruisseau de Chante Louise en limite Sud Circulations d'eau de versant observées en partie Sud du terrain, à proximité du talweg.</p>
<p>Risques naturels</p>	<p>Ruissellement lié à la pente du versant : aléa faible Sensibilité des sols au retrait-gonflement : Aléa faible Zone de glissement de terrain : terrain en zone d'interdiction (RG)</p>
<p>Historique / enquête</p>	<p>Pas de risque apparent lié à l'histoire connue du site</p>

La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut de ce fait ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés si besoin par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

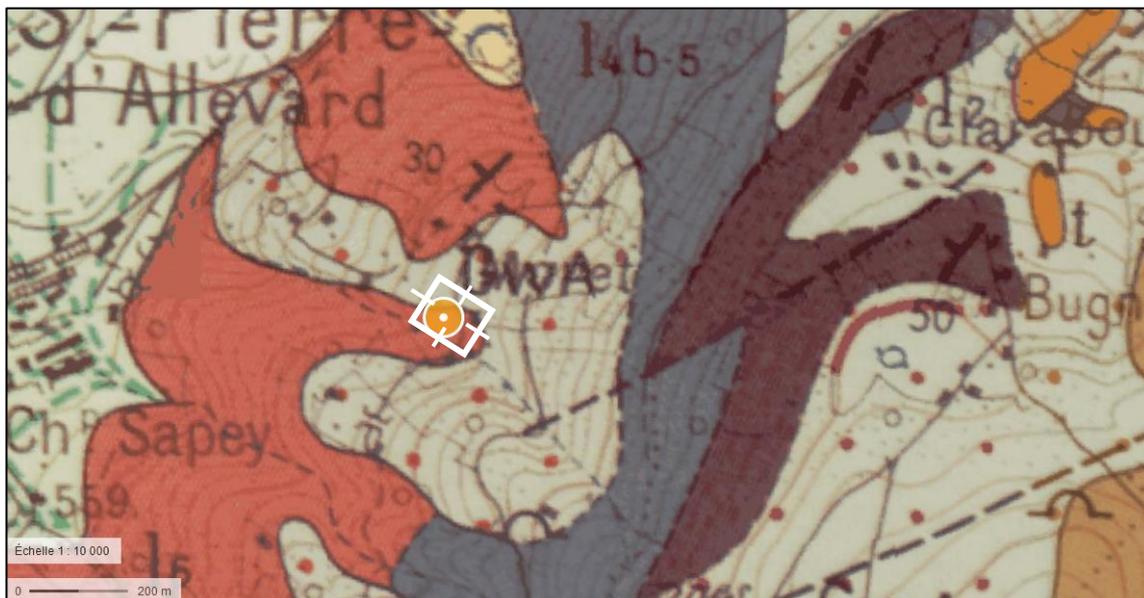
5. Les sols

➤ Carte géologique

D'après la carte géologique de MONTMELIAN (BRGM) au 1/50 000, le terrain se situe dans un contexte de type formations glaciaires locales (Gwa) recouvrant le substratum rocheux de l'Aalénien (I6 - schistes argileux noirs s'altérant en gris ou en brun roux. La base de l'Aalénien montre des marnes roussâtres à petits bancs de calcaires bleutés très durs sous le hameau de Moret).

Les particularités géotechniques caractéristiques et généralement observées de cette formation sont :

- Une hétérogénéité verticale et latérale
- Des éléments hétérométriques et polygéniques
- La présence d'éléments de taille importante (blocs...)
- Un toit irrégulier



Extrait de la carte géologique du secteur d'étude (source : BRGM)

➤ **Investigations in situ**

La lithologie des formations en place apparaît légèrement hétérogène verticalement. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

➤ **Unité 1 : Formation de couverture – Limon ± gravele-sableux brun**

Lithologie	Limon brun foncé à galets et quelques blocs polygéniques et sub-anguleux ($\varnothing_{\max}=200\text{mm}$), reconnu jusqu'à 0.8 à 1.0 m / TN dans l'ensemble des puits à la pelle. Ce faciès devient localement plus sableux et brun-clair avec quelques blocs ($\varnothing_{\max}=250\text{ mm}$) en P1 et P2 (côté Nord) jusqu'à 1.9 m à 3.3 m / TN
Résistance	Sol de résistance moyenne sur le premier mètre puis élevée.
Tenue des parois des puits	Bonne tenue des parois. Quelques chutes de blocs.
Classification / identification selon la norme NF P 11-300	C₁A₁ selon les analyses réalisées en P1 entre 1.0 et 1.3 m. B₅ selon les analyses réalisées en P2 entre 1.5 et 1.7 m. Il s'agit de matériaux graveleux-limoneux et dont la fraction fine est très sensible aux variations de teneur en eau.
Profondeur de la base de l'unité	- Au droit des puits de reconnaissance : entre 0.8 m et 3.3 m de profondeur/TN. - Au droit des sondages au pénétromètre (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de sondages « aveugles ») : entre 3.0 m et 4.8 m de profondeur/TA.

➤ **Unité 2 : Formation d'altération du substratum rocheux**

Lithologie	Galets, blocs schisteux et argile noire ($\varnothing_{\max}=200\text{ mm}$)
Résistance	Sol de résistance élevée
Tenue des parois des puits	Bonne tenue des parois. Quelques chutes de blocs.
Profondeur de la base de l'unité	- Au droit des puits de reconnaissance : entre 1.1 et 4.2 m de profondeur / TN. - Au droit des sondages au pénétromètre (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de sondages « aveugles ») : estimée entre 3.8 m et 5.6 m de profondeur/TA (soit sur une épaisseur de l'ordre du mètre).

➤ **Unité 3 : Substratum rocheux de type schiste noir**

Lithologie	Rocher de type schiste noir reconnu dans l'ensemble des puits à la pelle jusqu'à leur profondeur de refus atteinte entre 1.5 m (partie amont de la piste à créer) et 3.4 à 4.2 m (partie aval au droit de la future zone de dépôt). Plans de Schistosité de type amont-pendage (pendage a priori orienté de 30-35° vers le Nord-Est).
Résistance	Sol de résistance élevée.
Tenue des parois des puits	Bonne tenue des parois.
Profondeur de la base de l'unité	- Au droit des puits de reconnaissance : entre 1.5 m et 4.2 m de profondeur/TN (refus) - Au droit des sondages au pénétromètre (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de sondages « aveugles ») : entre 4.0 m et 5.8 m de profondeur/TA (refus).

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation de substratum rocheux au droit des sondages						
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	P1 (730.2)	P2 (734.7)	P3 (731.5)	SD1 (729.5)	SD2 (734.5)	SD3 (728.3)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	4.2	3.0	1.1	4.4*	4.8*	3.8*
Cote correspondante (en m NGF normal)	726.0	731.7	730.4	725.1*	729.7*	724.5*

* : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des travaux de terrassement.

6. L'eau souterraine

6.1. Résultat des mesures et enquête

Absence de venue d'eau dans les sondages à la pelle lors de l'intervention le 19/12/2022 jusqu' à 1.5 m à 4.2 m de profondeur / TN.

Notons toutefois que lors de la réalisation de la piste d'accès amont, des circulations d'eau de versant ont été observées en partie Sud du projet (au Nord du sondage P3) à 0.4 m de profondeur / TN. L'intensité des arrivées d'eau était moyenne à forte.

Dans ce secteur, il est observé :

- Une végétation hydrophile représentative de présence probable de circulation d'eau intermittente ou permanente.
- Des formes de talweg qui favorisent les ruissellements provenant du versant.

6.2. Synthèse hydrogéologique

➤ Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Des circulations d'eau provenant du versant à profondeurs variables. Ces circulations sont susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux, aux interfaces de faciès ou au toit du substratum), et de façon intermittente dans le temps (par exemple en période pluvieuse continue ou à la fonte des neiges).
- Le débit et le niveau d'apparition peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques.
- Les circulations d'eau de versant ont été observées particulièrement en partie Nord au droit des zones de talweg (circulations d'eau préférentielles).

7. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages. En phase projet (mission G2 PRO), et en fonction des ouvrages à dimensionner, les caractéristiques à retenir pourront être sensiblement revues.

Synthèse des valeurs des essais in situ proposées au stade Avant-Projet	
Faciès	Pénétrromètre dynamique
	Résistance de pointe q_d (MPa)
Unité 1 - Formation de couverture - Limon ± gravelo-sableux brun	[2 à 15] 3 sur le premier mètre 8 au-delà
Unité 2 : Formation d'altération du substratum rocheux	[10 à 20] 12
Unité 3 : Substratum rocheux de type schiste noir	[20 à >50] >20

- [] : Fourchette de valeurs mesurées
- **xx** : Valeur représentative proposée en phase avant-projet (à préciser en phase projet)

8. Risques sismiques – Données règlementaires

Les normes et documents règlementaires utilisables sont les suivants :

- NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 - « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechnique ».
- La zone de sismicité (selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

Les principales données parasismiques déduites des éléments précédents, permettent de retenir :

- **Zone de sismicité : Zone 4 (aléa moyen).**
- **Paramètres géotechniques - Application des règles de l'Eurocode 8.**
 - **Classe de sols - Application des règles de l'Eurocode 8**

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coefficient d'amplification S
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériaux moins résistant	1,0

- **Accélération nominale ; a_g (m/s²) – Application des règles de l'Eurocode 8**

a_g est définie par la relation : $a_g = \gamma_1 \cdot S_T \cdot a_{gr}$

Zone sismique	Pic d'accélération de référence a_{gr} (m/s ²) pour un sol de classe A	Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_1			
		Catégorie d'importance de l'ouvrage			
		I	II	III	IV
Zone 4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4
S_T : coefficient topographique		1.0 quelle que soit la topographie		1,2 (pente entre 15 et 30°)	

➤ **Risque de liquéfaction :**

Les reconnaissances réalisées ne permettent pas de statuer précisément sur le risque de liquéfaction. Cependant en première approche, il est possible de retenir que les **sols sont a priori non suspects de liquéfaction, pour les raisons suivantes :**

- Absence de nappe phréatique.
- Sol résistant et hétérométrique.

9. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les tendances générales et les principaux aléas liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- Structure géotechnique apparaissant hétérogène verticalement.
 - o Limon ± gravelo-sableux brun puis formation d'altération gravelo-argileuse de résistance moyenne sur le premier mètre puis élevée jusqu'à 1.1 m à 5.6 m de profondeur / TN,
 - o Au-delà, horizon très résistant (substratum rocheux de type schiste).
- Remarques :
- Notons que les plans de schistosité présentent un pendage de l'ordre de 30-35° orienté vers le Nord-Est d'après le sondage P3 effectué.
 - Le toit du substratum rocheux semble plonger vers le Nord-Ouest.
- L'anomalie géotechnique principale du site est la variation du toit du substratum rocheux. Son toit est susceptible de varier brutalement en quelques mètres de distance pouvant induire des difficultés lors des travaux de terrassements en déblais. La frange altérée du substratum rocheux peut également varier brutalement en épaisseurs et en caractéristiques géomécaniques.
 - Les formations en place sont constituées en partie de formations glaciaires / d'éboulis. La présence de blocs de grande taille est possible, même si les sondages n'ont détecté que des blocs de taille modérée.
 - Notons que les formations limoneuses ± gravelo-sableuses ou argileuses sont très sensibles aux variations de teneur en eau (classe C₁A₁ et B₅ selon les analyses en laboratoire).
 - Contexte hydrogéologique marqué par des circulations d'eau provenant du versant à profondeurs variables.

DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

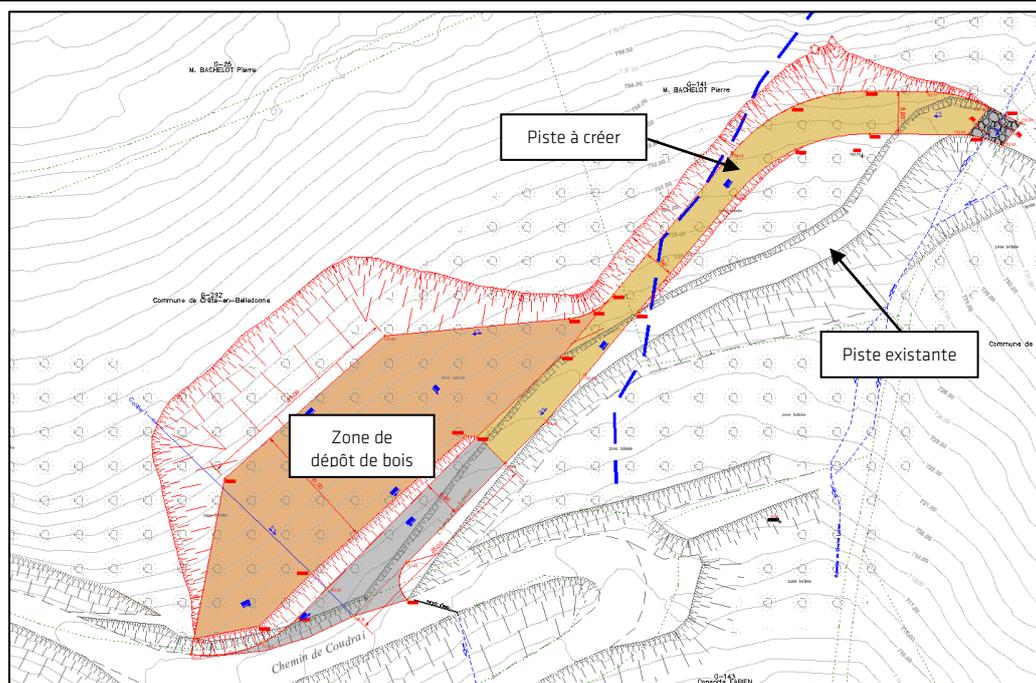
10. Caractéristiques du projet

10.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

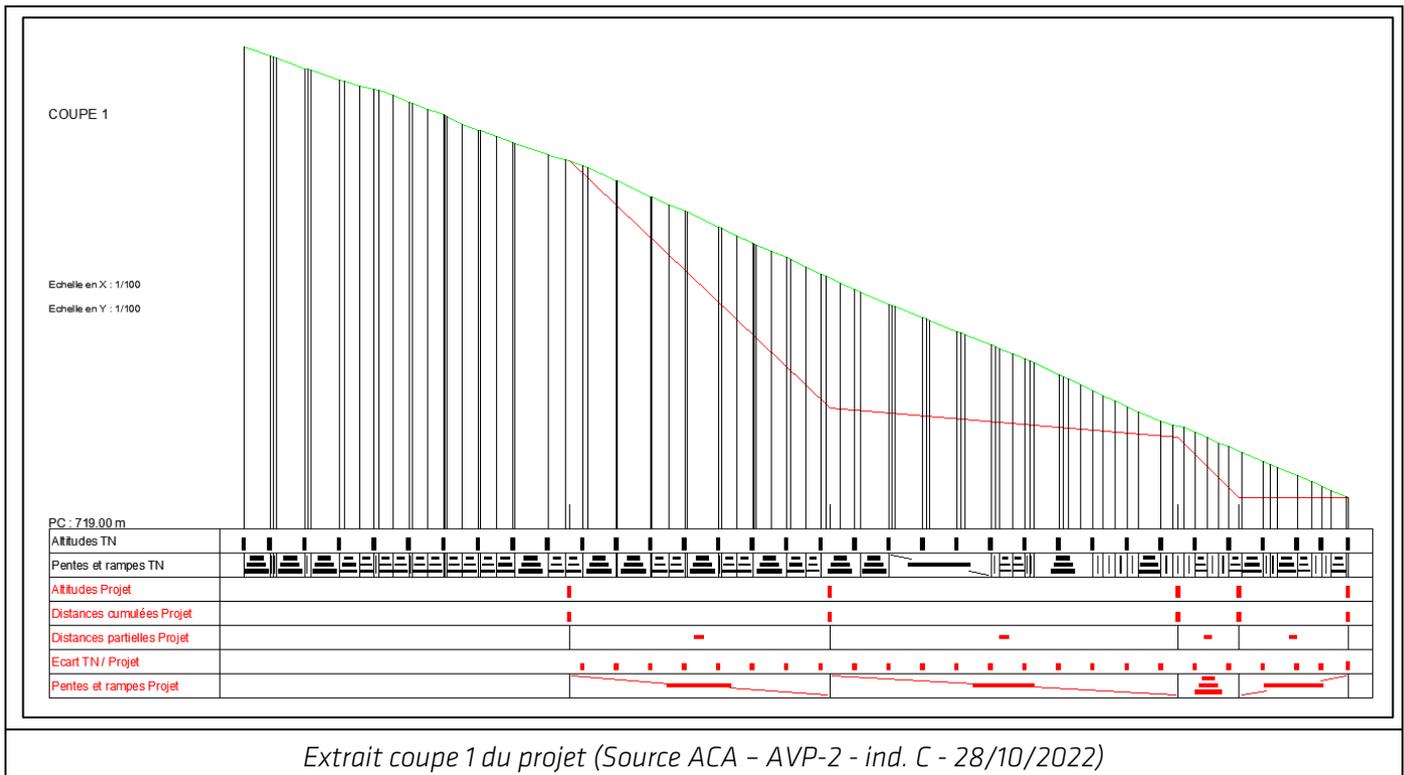
Projet prévoyant la réalisation d'une plage de dépôt pour l'exploitation de bois (stock de grumes).

- La création d'une nouvelle piste d'accès (en amont de la piste existante).
- Un terrassement en déblai pouvant atteindre 10.0 à 10.3 m de hauteur au droit de la zone de dépôt et éventuellement des remblais en partie aval.

Désignation	Dépôt de bois + piste forestière
Type d'ouvrages	Voirie - terrassements - talus
Type de chaussée envisagée	Voirie lourde
Largeur voirie	3.5 m à 5.0 m
Linéaire approximatif de la voirie	Création piste forestière sur environ 100 ml
Surface approximative de la plateforme de dépôt à créer	Environ 670 m ²
Altimétrie finie (selon plan et coupe transmise)	Voirie : Environ 720 m NGF côté aval à 733 m NGF côté amont Plateforme de dépôt : Environ 723 m NGF à 725 m NGF
Arase de terrassement	Limon ± gravelo-sableux ou argileux. Ponctuellement, présence du substratum rocheux.



Extrait plan masse du projet (Source : ACA - AVP-2 - Ind. C - 28/10/2022)



➤ Terrassements définitifs :

- Hauteur des terrassements en déblai définitifs estimés :
 - o Environ 10 à 10.3 m en partie amont de la zone de dépôt
 - o Environ 3 à 5 m en partie amont de la piste forestière

Ces travaux de grande hauteur représentent le risque principal du projet.

11. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),
- et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- la parcelle où est placé le futur projet,
- la piste forestière existante.
- La limite de propriété Est à plus de 20 m de la zone de dépôt.

12. Sensibilité générale du projet

La sensibilité générale du projet vis-à-vis de sa destination et de la ZIG va être fortement conditionnée par les aspects suivants :

- Travaux de terrassements importants dans un terrain de pente modérée.
- Présence de formation de couverture limono-graveleuse ± sableuse ou argileuse, sensibles aux variations de teneur en eau.
- Modification importante des conditions d'écoulement des eaux de surfaces.

13. Principales applications pratiques

Les principales applications pratiques pour l'adaptation du projet au sol sont les suivantes :

Ouvrages géotechniques ou travaux nécessaires à l'adaptation au sol du projet	Recommandations pour la conception des principaux ouvrages géotechniques
Préparations préalables	<ul style="list-style-type: none"> - Décapage de la végétation, dessouchage.
Terrassements provisoires	<ul style="list-style-type: none"> - Terrassements en retro sans remanier les sols supports - Protection immédiate des arases de terrassements contre le remaniement et les variations de teneur en eau - Moyen d'excavation à prévoir pour les terrassements dans des sols très résistants (brise-roche, riper, déroctage) - Terrassements délicats en présence de venues d'eau (essentiellement côté Sud) à exécuter en mettant en œuvre des dispositifs de drainage.
Talus	<ul style="list-style-type: none"> - Talutages provisoires et définitifs envisageables moyennant la mise en place de mesures de protection vis-à-vis des eaux souterraines et des eaux de ruissellement. Des hors profils sont à prévoir lors des travaux.
Gestion de l'eau dans le sol	<ul style="list-style-type: none"> - Phase provisoire : drainage de chantier. - Phase définitive : mise en place d'une cunette en pied de talus raccordée à un exutoire pérenne + éperons ou masques drainants à prévoir au droit des résurgences d'eau.

Tableau récapitulatif des recommandations pour la conception des principaux ouvrages géotechniques

14. Préparation du site

Préambule : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement, et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

14.1. Décapage – Préparation du sol

Ce point est primordial pour permettre une exécution des travaux dans des conditions satisfaisantes. Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- Décapage de la végétation, de la terre végétale et dessouchage.

15. Terrassements

Données prises en compte :

- Hauteur des terrassements en déblai définitifs estimés (phase AVP) :
 - o Environ 10.0 à 10.3 m en partie amont de la zone de dépôt,
 - o Environ 3.0 à 5.0 m en partie amont de la piste forestière.

Ces travaux de grande hauteur représentent le risque principal du projet.

Ce chapitre devra bien être pris en compte par l'ensemble des intervenants (Maître d'œuvre, Architecte, Ingénieurs structure, BE VRD, Contrôleur, Entreprises).

15.1. Traficabilité – Terrassabilité – Valorisation des déblais

15.1.1. *Traficabilité*

Les plates-formes au niveau de l'arase de terrassement seront constituées au droit de la voirie et des plates-formes par :

- des matériaux limono-graveleux ± sableux ou argileux très sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité médiocre en présence d'eau.
- Localement par le substratum rocheux ± altéré de bonne portance.

Les travaux de terrassement seront alors préférentiellement réalisés par temps sec persistant.

Des résurgences d'eau seront interceptées ponctuellement au niveau prévu des terrassements, ce qui induira des difficultés de traficabilité des plates-formes.

15.1.2. *Terrassabilité*

La présence de matériaux limoneux et/ou argileux nécessite de réaliser les travaux par temps sec, et de protéger les arases de terrassement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Le projet comporte des déblais dans des matériaux très résistants : il est nécessaire de prévoir l'emploi d'engins ou de procédés spéciaux (éclateur, dérocteur, pelle puissante, brise-roche hydraulique par exemple).

15.1.3. Valorisation des déblais issus du site en remblais techniques

Pour l'utilisation des matériaux du site :

- Matériaux limoneux ± gravelo-sableux ou argileux : Compte tenu de leur nature à dominante limoneuse (matériaux de classe C₁A₁ à B₅ selon les analyses en laboratoire), ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur grande sensibilité aux conditions atmosphériques qui peuvent rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un sol trop sec difficile à compacter.
- **Ces matériaux paraissent donc inaptes au réemploi en couche de forme.**
- Une revalorisation des matériaux du site pourra toutefois être envisagée en remblai périphérique sous réserve du respect des points suivants :
 - o Tri et évacuation des matériaux très limoneux ou argileux
 - o Criblage des matériaux en Ø 0-100 mm (avec concassage éventuel),
 - o Mise en œuvre dans des conditions météorologiques adéquates (temps sec) avec compactage par couche.
 - o Il pourra être nécessaire de laisser sécher le matériau avant utilisation, s'il présente une teneur en eau trop élevée.
 - o Remarques :
 - Une réduction du volume des matériaux est à prévoir après criblage (proportion à évaluer en fonction de la quantité scalpée par le crible lors des planches d'essais).
 - Les matériaux grossiers peuvent éventuellement être valorisés par concassage.
 - Pour un réemploi en remblai technique, il convient de réaliser une étude spécifique dans le cadre d'une mission de type G2 PRO pour en préciser la faisabilité technique et économique et les précautions d'exécution. La granulométrie des matériaux ne devra pas dépasser un diamètre de 100 mm.

17. Principe de talutage

Le projet de voirie et dépôt de bois nécessite des terrassements définitifs :

- En déblais d'environ 10.0 à 10.3 m en partie amont de la zone de dépôt,
- En déblais d'environ 3.0 à 5.0 m en partie amont de la piste forestière.

En phase définitive, nous recommandons :

- De mettre en œuvre un drainage avec collecte et rejet à un exutoire adapté (Cf. chapitre 22 « Gestion de l'eau en phase provisoire et définitive »).
- De régler les talus définitifs selon une pente maximale de :
 - o 38° / horizontale dans les formations meubles de couverture (unité 1) et la frange d'altération argilo-graveleuse (unité 2),
 - o 45° / horizontale (1H/1V) dans le substratum rocheux peu altéré/fracturé sous-jacent (unité 3).
- De recouvrir rapidement les talus par une toile adaptée afin de les protéger des eaux de pluie et des intempéries et favoriser le démarrage de la végétation.
- De végétaliser rapidement les talus afin de limiter l'érosion et le ravinement.
De surveiller et entretenir régulièrement les talus : environ 1 fois/an du fait de la régression possible des talus amont avec intervention rapide en cas d'instabilité constatée en cours de vie de l'ouvrage.

18. Hypothèses de calcul – Coupe 1

18.1. Hypothèses géométriques

Un profil a été modélisé selon la coupe 1 transmise.

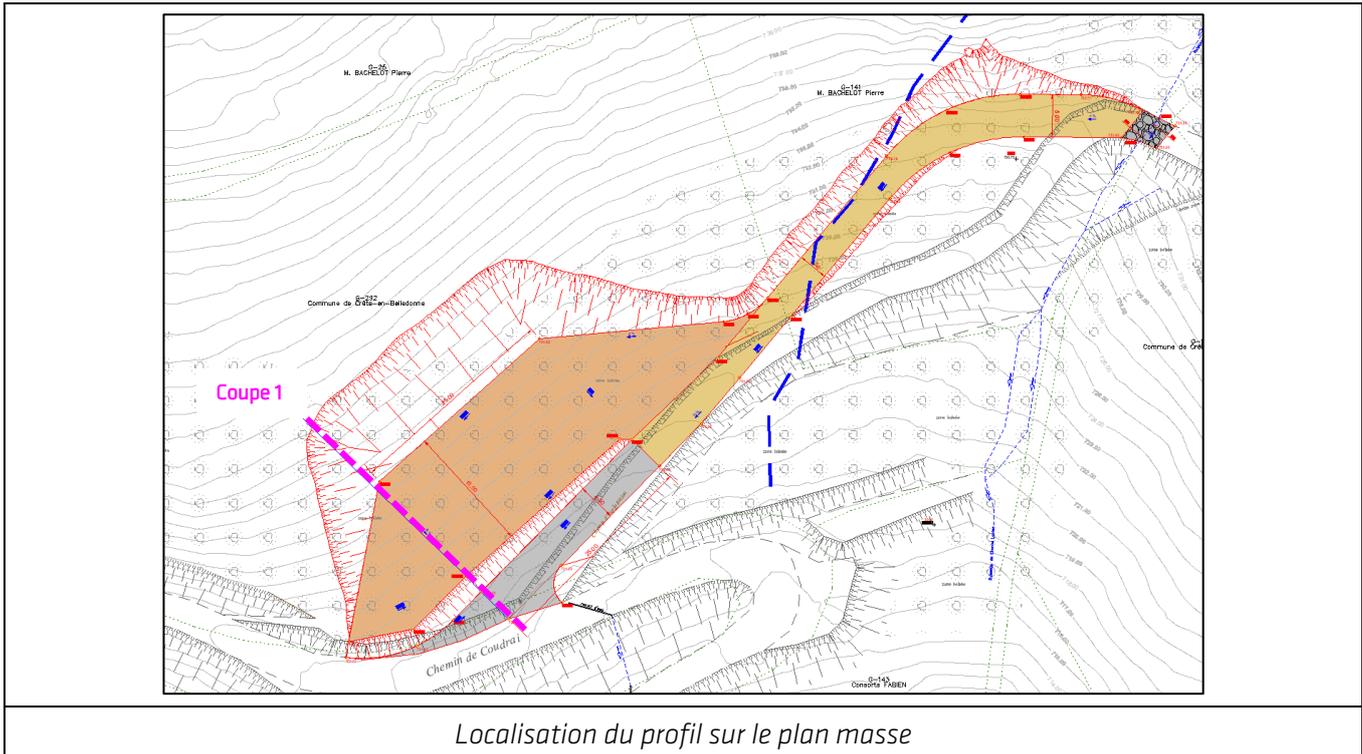
18.2. Méthode de calcul

La stabilité au grand glissement est vérifiée à l'aide du logiciel GEOSTAB.

18.3. Hypothèses géotechniques

- **Coupe 1 : altimétrie du terrain au droit de la coupe : 735 m NGF**

Couche	Alt. base de la formation (m NGF)	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Unité 1 - Formation de couverture - Limon ± graveleux brun	727.5	20	6	33
Unité 2 : Formation d'altération du substratum rocheux	726.2	20	6	35
Unité 3 : Substratum rocheux de type schiste noir	< 724	21	10	38



18.4. Hypothèses hydrogéologiques

Aucun niveau d'eau n'a été considéré dans les calculs.

La mise en place d'un dispositif de drainage (éperons drainants/masques drainants en cas de venues d'eau/cunette de collecte) permet de prendre en compte un niveau d'eau relativement maîtrisé.

18.5. Conditions sismiques

Aucune sollicitation sismique n'a été prise en compte.

18.6. Surcharge

Compte tenu de la configuration du site (espace boisé en amont), aucune surcharge n'a été prise en compte.

19. Justification à la rupture - Etude de stabilité au grand glissement

Le logiciel de calcul GEOSTAB permet de vérifier les talus au grand glissement.

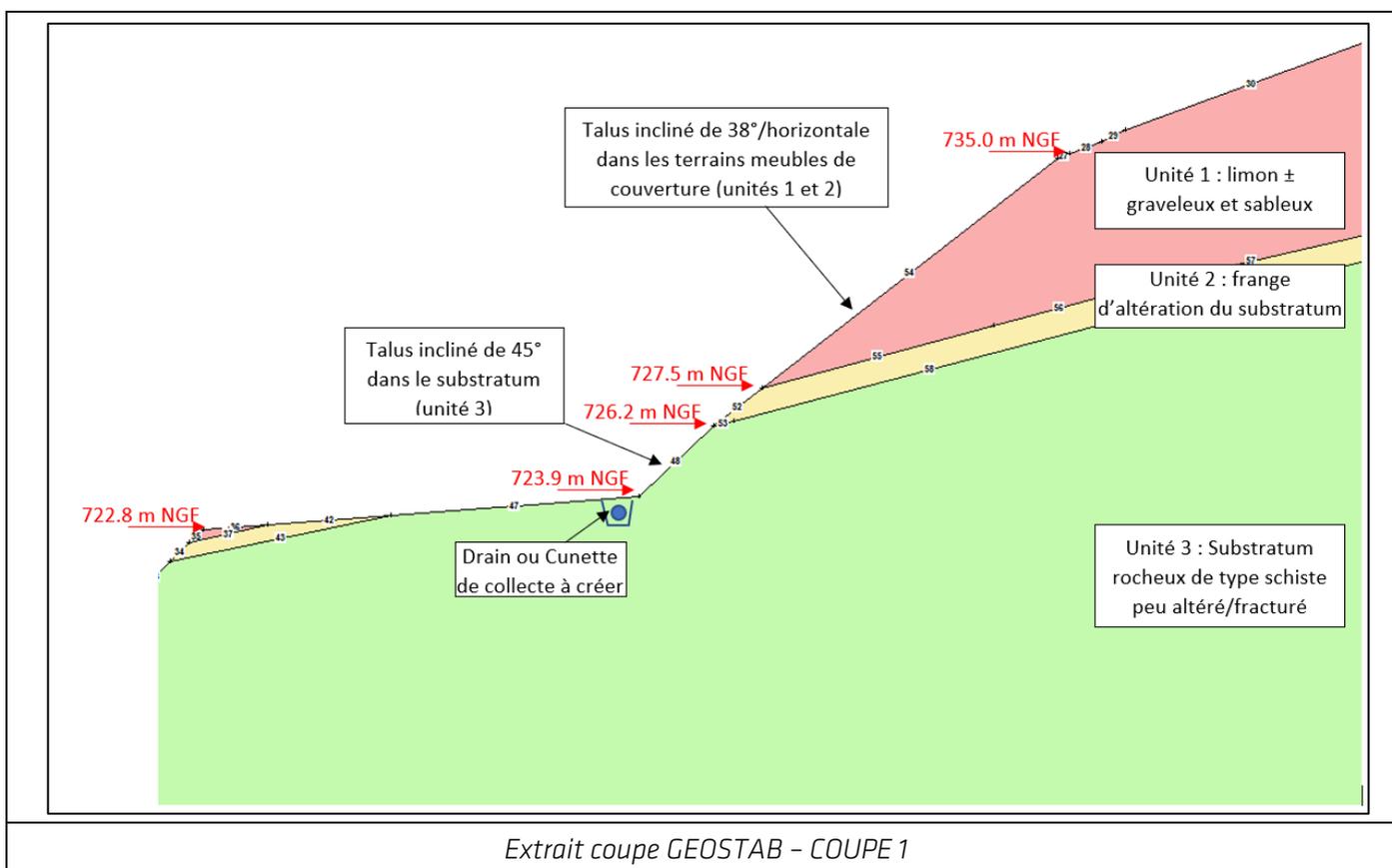
Les résultats de cette vérification sont fournis en annexe.

Les ouvrages proposés sont des ouvrages définitifs.

Remarque préalable : le modèle géotechnique de la coupe n°1 a été établi par calcul à la rupture en considérant le terrain initial stable (stabilité > 1.5 sous Geostab, pour un calcul en coefficients de sécurité unitaires).

Pour la stabilité des talus à créer en phase définitive, les coefficients de sécurité appliqués sont ceux définis par l'Eurocode 7 (en approche 3 - GEO). Le coefficient de sécurité global recherché en approche 3 - GEO est $\Gamma > 1,0$ compatible avec la stabilité recherchée pour la phase durable.

Coupe 1 - Nom de la phase	Phase	Coefficient sécurité calculé (Γ)	Observations
INI	Phase initiale - Etat actuel - Stabilité générale	2.0	Stabilité vérifiée
TER1	Terrassements selon une pente de 38° dans les formations meubles - Stabilité générale - Phase durable	1.1	Stabilité vérifiée
TER2	Terrassements selon une pente de 38° dans les formations meubles - stabilité talus amont - Phase durable	1.0	Stabilité vérifiée - Toutefois Régressions possibles du talus amont à prendre en compte



Ce calcul considère que :

- Les venues d'eau qui résurgeront au sein des talus seront correctement gérées (éperons drainants et/ou masques drainants là où cela est nécessaire).
- Une protection efficace des talus vis-à-vis des eaux de ruissellement sera mise en œuvre (fossé ou drain définitif en pied de talus amont, végétalisation rapide).

20. Remblaiement périphérique

Les zones devant recevoir un remblai périphérique seront préparées selon la méthodologie suivante :

- Terrassement des arases en redans successifs séparant des plates-formes réglées avec une contre-pente orientée vers l'amont.
- Mise en œuvre, sur géotextile anticontaminant d'une première couche de matériaux d'apport drainants avec drain collecteur en pied de redans et connectés à un exutoire pérenne.
- Fermeture de la couche drainante par un second géotextile anticontaminant.
- élévation progressive et compactage des remblais paysagés dans le respect des directives du GTR92, avec profilage des talus à 3H/2V et si besoin, blocage en pied par mur poids.

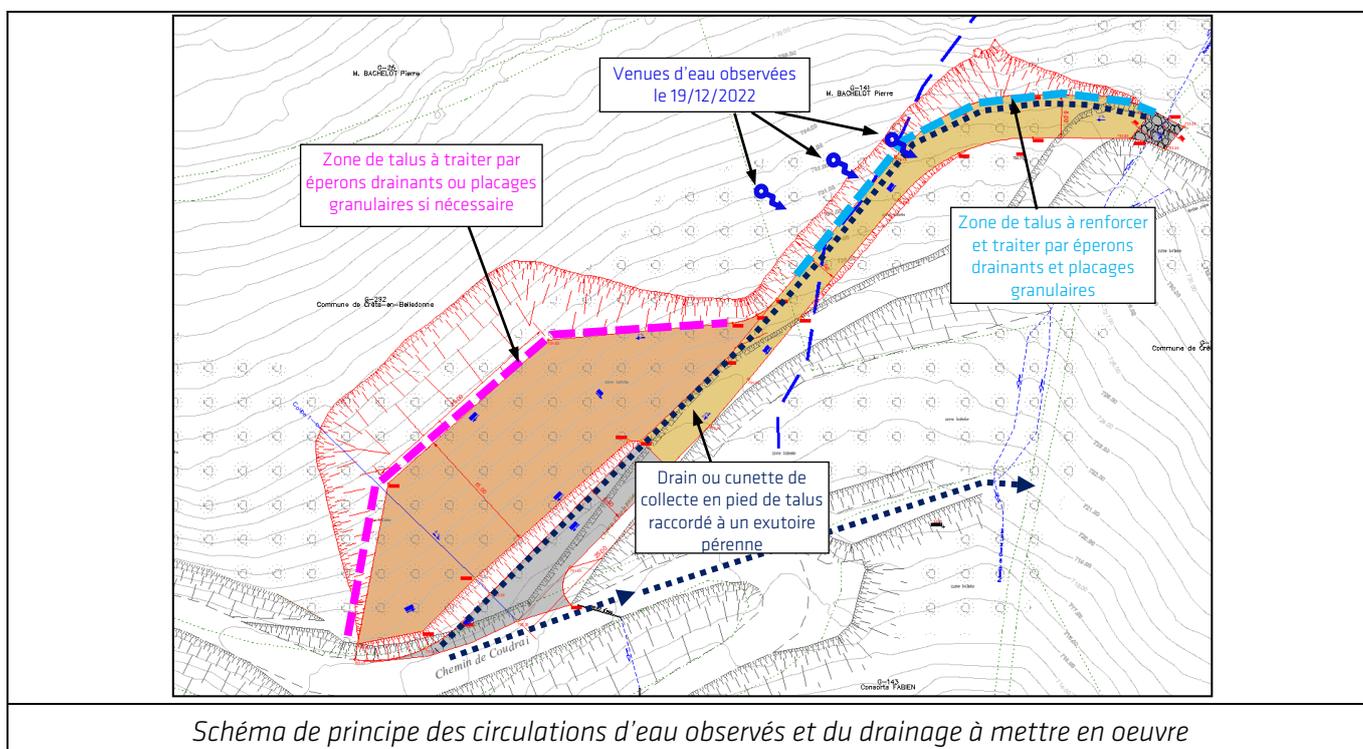
21. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier

➤ Protection contre les circulations souterraines de versant préalablement au démarrage des travaux :

Les terrassements en déblai intercepteront des circulations de versant, notamment en partie Sud de la voirie (zone de talweg côté amont) qui se manifesteront par des résurgences d'eau ou des sources de débit variable dans les talus exposés côté amont. Ces venues d'eau devront être captées et évacuées, afin de limiter le risque de ravinement et d'altération des talus par (Cf. schéma de principe ci-après):

- Un renforcement et drainage des talus en partie amont de la piste d'accès (côté Sud) par :
 - o Des éperons drainants positionnés préférentiellement au droit des venues d'eau principales. Les éperons seront réalisés jusqu'à 2,0 à 3,0 m à l'intérieur des talus. Ils seront espacés horizontalement chaque 3 - 4 m au droit de la zone de talweg.
 - o Mise en œuvre de placages granulaires (masque poids stabilisateur sur 0,5 m d'épaisseur minimum).
- Si des venues d'eau sont rencontrées en partie aval (zone de dépôt de bois), prévoir des éperons drainants ou masques drainants également - à adapter en phase chantier.
- Récupération des eaux captées en pied des talus amont par un fossé étanche réalisé sur l'ensemble du linéaire de la voirie.
- Evacuation des venues d'eau collectées vers un exutoire pérenne.

Ces ouvrages devront être conservés en phase définitive afin de participer à la stabilité définitive des talus.



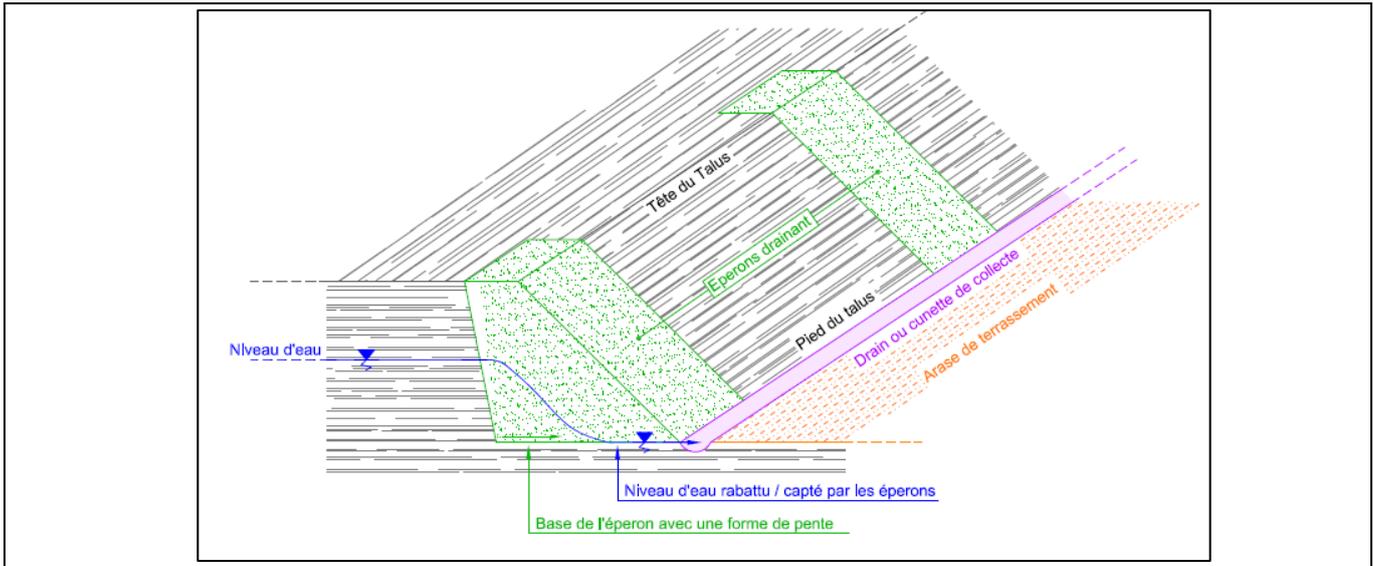


Schéma de principe d'éperons drainants

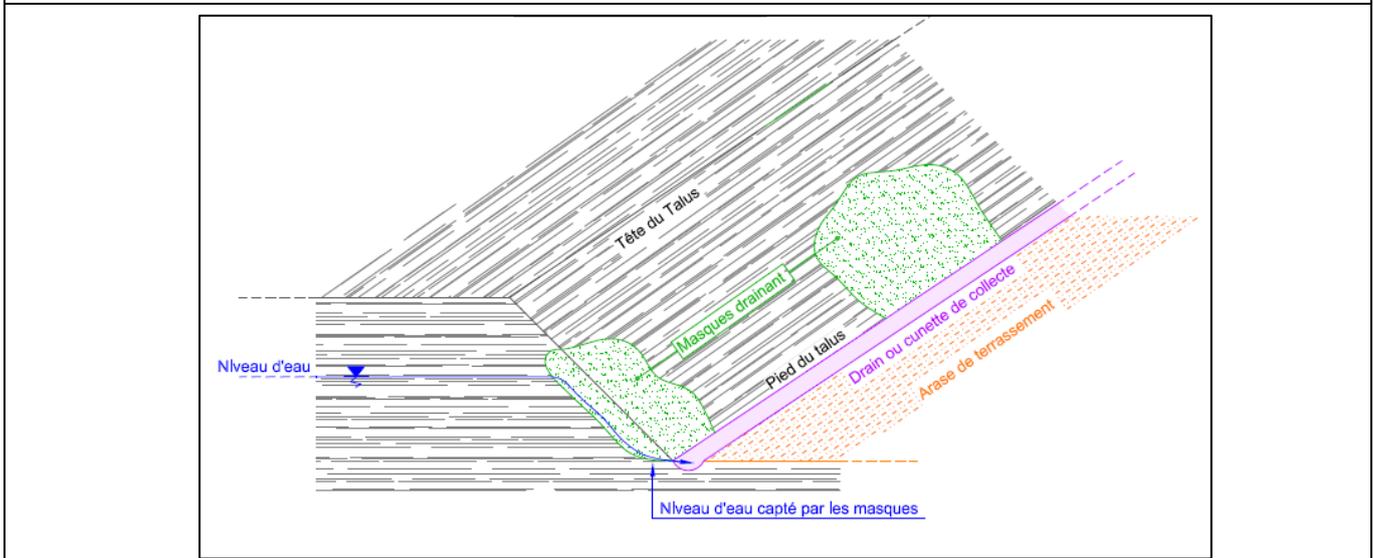


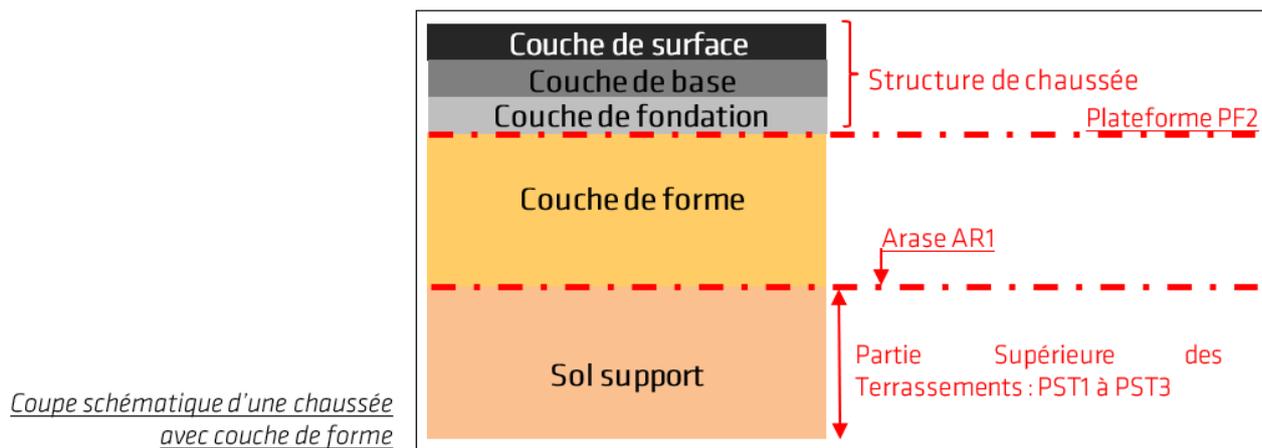
Schéma de principe de placages ou masques granulaires drainants

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

22. Rappel de la structure de chaussée

Une piste forestière pour le stock de grumes est prévue au projet.

Le schéma ci-après synthétise les différentes couches de ce type de structure.



Le paragraphe suivant traite uniquement de la partie « couche de forme » et n'intègre pas le dimensionnement de la structure de chaussée (mission G2 PRO).

23. Arase de terrassement

➤ Données prise en compte :

- Altimétrie du projet :
 - Voirie : Environ 720 m NGF côté aval à 733 m NGF côté amont
 - Plateforme de dépôt : Environ 723 m NGF à 725 m NGF
- Terrassement : déblai sur 10 à 10.3 m de hauteur au niveau de la plateforme et 3 à 5 m de hauteur au niveau de la voirie côté amont.
- Sensibilité aux variations de teneur en eau des matériaux de la PST : très sensible.
- Traficabilité de l'arase : Traficabilité pouvant devenir difficile en présence d'eau.
- Portance de l'arase : Portance pouvant chuter rapidement en présence d'eau.
- Partie supérieur des terrassements (PST) : Formation limoneuse ± gravelo-sableuse ou argileuse de classe C₇A₁ à B₅ selon les analyses en laboratoire.
- Classification de la PST et de l'arase : selon les éléments précédents, on aboutit à la classification suivante : PST 1 à 3 et AR 1 pouvant chuter rapidement à une PST0/ARO en présence d'eau.

Compte tenu des éléments précédents, il est nécessaire de mettre en œuvre une couche de forme sous la structure de chaussée de la voirie du projet.

24. Caractéristiques de la couche de forme sous voirie

Les structures de chaussées des voiries lourdes reposeront sur une couche de forme dont les caractéristiques qui peuvent être retenues à ce stade de l'étude, sont résumé dans le schéma ci-après :

24.1. Caractéristiques de la couche de forme support de structure de chaussée

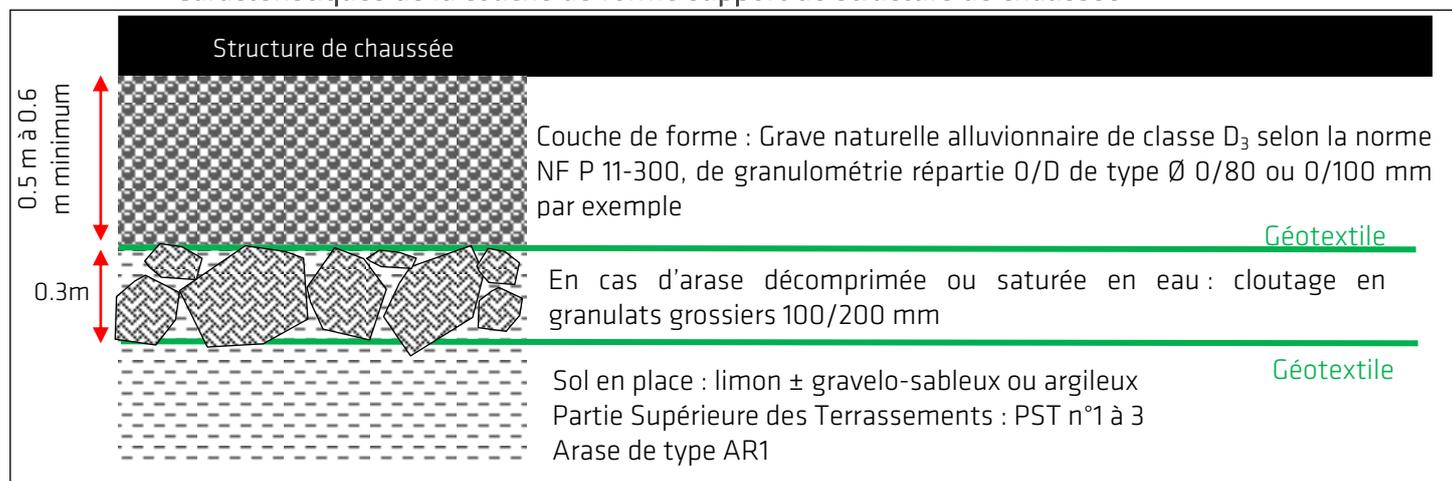


Schéma de principe de la couche de forme sous structure de chaussée avec renforcement d'arase par cloutage

Remarque :

- Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.
- Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conformes à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :
 - o de la qualité des travaux préparatoire réalisés,
 - o des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,
 - o de la qualité des matériaux mis en œuvre,
 - o du matériel de compactage.
- Compte tenu de l'enjeu important que représente l'exécution de la forme support de dallages, sa conception et sa mise en œuvre devront faire l'objet d'une attention particulière de la part des Concepteurs. Il conviendra de prévoir :
 - o une étude spécifique avant le démarrage des travaux,
 - o la réalisation d'une ou plusieurs planches d'essais afin de préciser si la structure prévue permet d'obtenir les résultats escomptés.

24.2. Dispositions constructives

Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.

Cette épaisseur devra être précisée en concertation avec le BET en fonction des sollicitations du dallage et des critères de portance requis pour le support).

Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conformes à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- de la qualité des travaux préparatoire réalisés,
- des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,

- de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- du matériel de compactage.

Compte tenu de l'enjeu important que représente l'exécution de la forme support de dallages, sa conception et sa mise en œuvre devront faire l'objet d'une attention particulière de la part des Concepteurs. Il conviendra de prévoir :

- une étude spécifique avant le démarrage des travaux,
- la réalisation d'une ou plusieurs planches d'essais afin de préciser si la structure prévue permet d'obtenir les résultats escomptés.

24.3. Critères de réception de la forme support

Les critères de réception devront être précisés impérativement par les documents de consultation ou par l'étude d'exécution de l'Entreprise.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

Critères de réception de la forme support de structure de chaussée	
Ouvrage	Module de déformation E_{v2} , 2 ^{ème} cycle
Voirie / Parking PL	70 MPa minimum

MISSIONS COMPLEMENTAIRES – ENJEUX DU PROJET - RISQUES RESIDUELS

ENJEUX PRINCIPAUX DU PROJET ET RISQUES RESIDUELS :

Classement des enjeux lié aux enjeux et aux aléas en fonction de chaque ouvrage géotechnique envisagé

Enjeux	Description	Aléa / niveau de risque
Enjeux liés aux terrassements provisoires et à la gestion des eaux souterraines, aux conditions météorologiques	<ul style="list-style-type: none"> - Talus définitifs de grande hauteur. - Risque de devoir terrasser au sein de sols très résistants, rocheux. - Risque de défaut d'obtention des critères de portance des plates-formes. - Valorisation incertaine des matériaux de déblai. 	<p>Degré d'aléa :</p> <p><input type="checkbox"/> Faible</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Moyen</p> <p><input type="checkbox"/> Fort</p>
Enjeux liés aux Talutages définitifs	<ul style="list-style-type: none"> - Talutage délicat lié à la présence d'eau, présence de blocs. - Risque de régression des talus : mise en place de placage granulaire si besoin, entretien et curage annuel, surveillance à long terme. 	<p>Degré d'aléa :</p> <p><input type="checkbox"/> Faible</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Moyen</p> <p><input type="checkbox"/> Fort</p>
Enjeux liés à la protection définitive vis-à-vis de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Aléa sur l'estimation des eaux à drainer et à rejeter vers un exutoire, sur les autorisations à obtenir pour le rejet. 	<p>Degré d'aléa :</p> <p><input type="checkbox"/> Faible</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Moyen</p> <p><input type="checkbox"/> Fort</p>

MISSIONS COMPLEMENTAIRES :

Cette étude correspond à la mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception – phase Avant-Projet selon les termes de la norme NF P 94-500 relative aux missions géotechniques (extraits joints en annexe).

Pour que la mission de Conception soit complète, la norme des missions géotechniques recommande un enchaînement des missions géotechniques en synchronisation avec les phases de conception du projet de l'équipe d'ingénierie.

De ce fait, les **études géotechniques de conception G2 PRO** sont nécessaires.

De plus des aléas géotechniques peuvent apparaître en cours des travaux. Il est rappelé que les études de conception G2, doivent être complétées par les missions G3 et G4 (études géotechniques de réalisation) :

- **Mission G3** : Etude EXE (Phase étude et phase Suivi) de la part de l'Entreprise.
- **Mission G4** : Supervision géotechnique des travaux par la Maitrise d'œuvre et du Géotechnicien (visa des études d'exécution et avis sur les travaux exécutés, sur le DOE et le DIUO).

ALEAS GEOTECHNIQUES :

- Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie «*Présentation*» du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaéna afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Extrait norme sur les missions d'ingénierie géotechniques

Documents graphiques et résultats d'investigations

Plan d'implantation des sondages

Diagrammes des sondages au pénétromètre

Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance

Listing des calculs Geostab

PV des analyses en laboratoire

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

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'oeuvre 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'oeuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des 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'oeuvre 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 d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

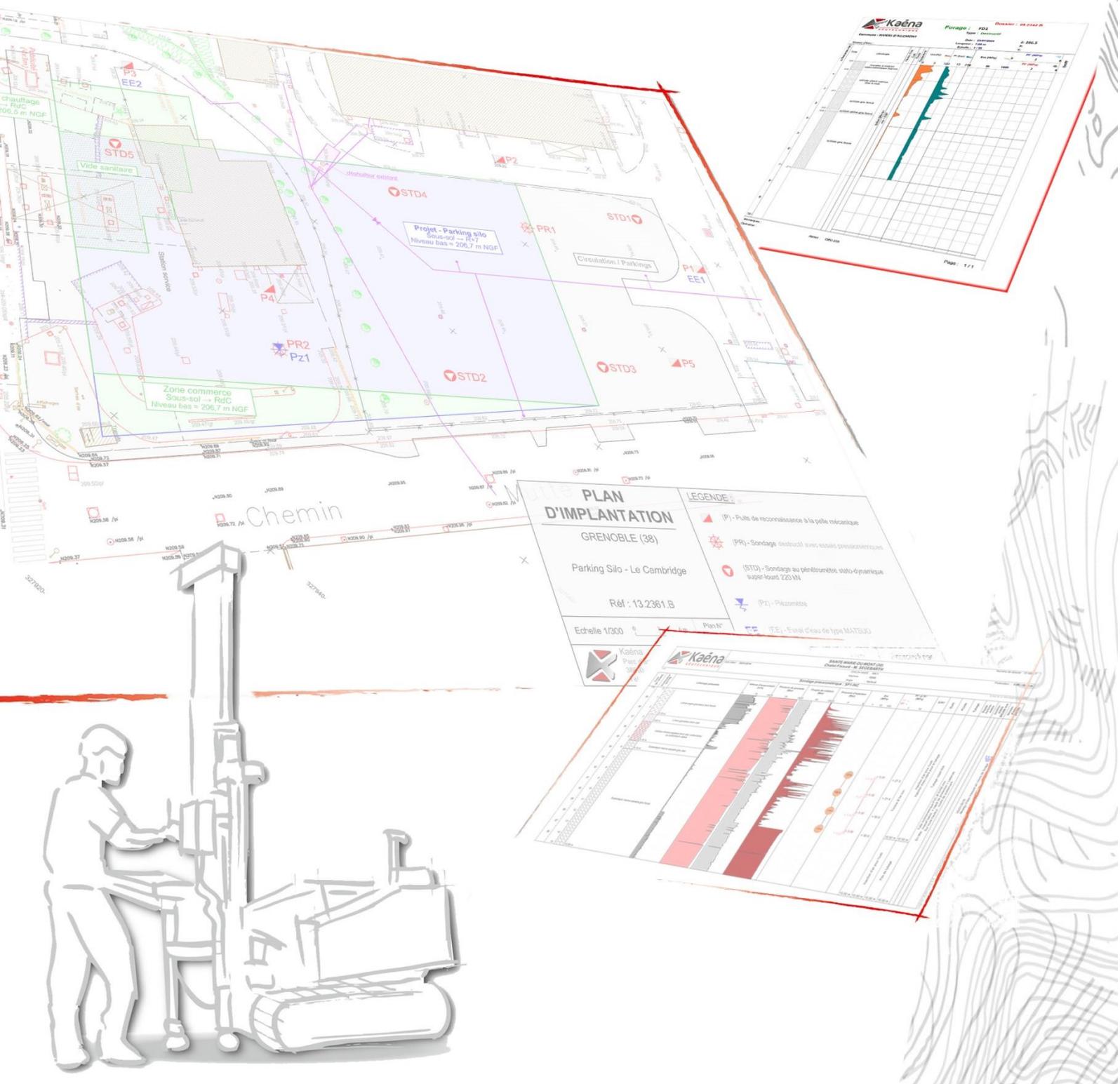
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

DOCUMENTS GRAPHIQUES ET
RESULTATS DES INVESTIGATIONS



PLAN D'IMPLANTATION

CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

Dépôt de bois - Lieu-dit Coudrai

Dossier n° AF.16690

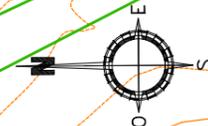
Echelle 1/300
Format A3
Plan N° 1

Date 17/02/2023
Dessiné par CPO
Approuvé par LBE



LEGENDE :

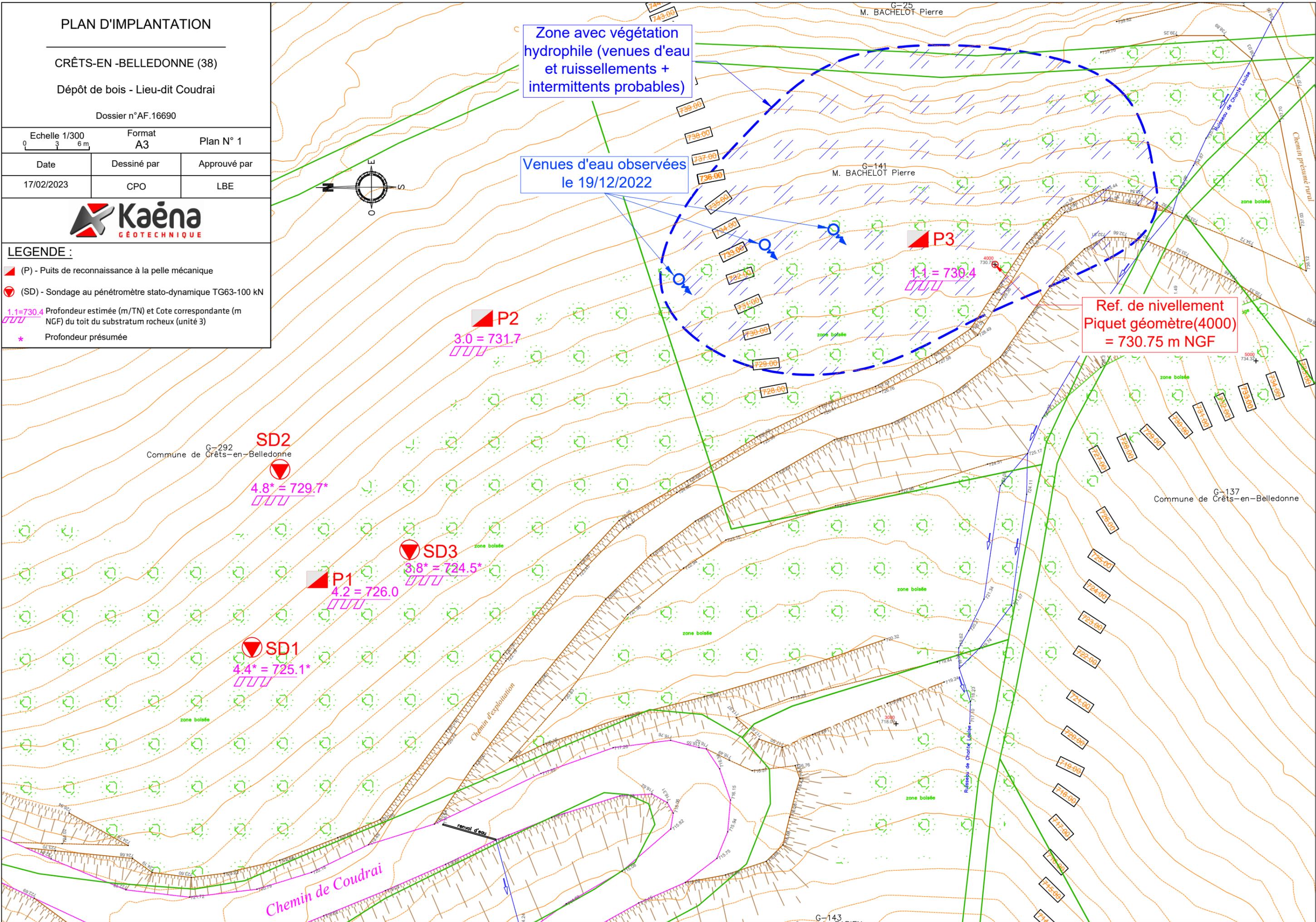
- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
- (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN
- 1.1=730.4 Profondeur estimée (m/TN) et Cote correspondante (m NGF) du toit du substratum rocheux (unité 3)
- * Profondeur présumée



Zone avec végétation hydrophile (venues d'eau et ruissellements + intermittents probables)

Venues d'eau observées le 19/12/2022

Ref. de nivellement Piquet géomètre(4000) = 730.75 m NGF



PLAN D'IMPLANTATION

CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

Dépôt de bois - Lieu-dit Coudrai

Dossier n°AF.16690

Echelle 1/300
Format A3
Plan N° 2

Date	Dessiné par	Approuvé par
17/02/2023	CPO	LBE



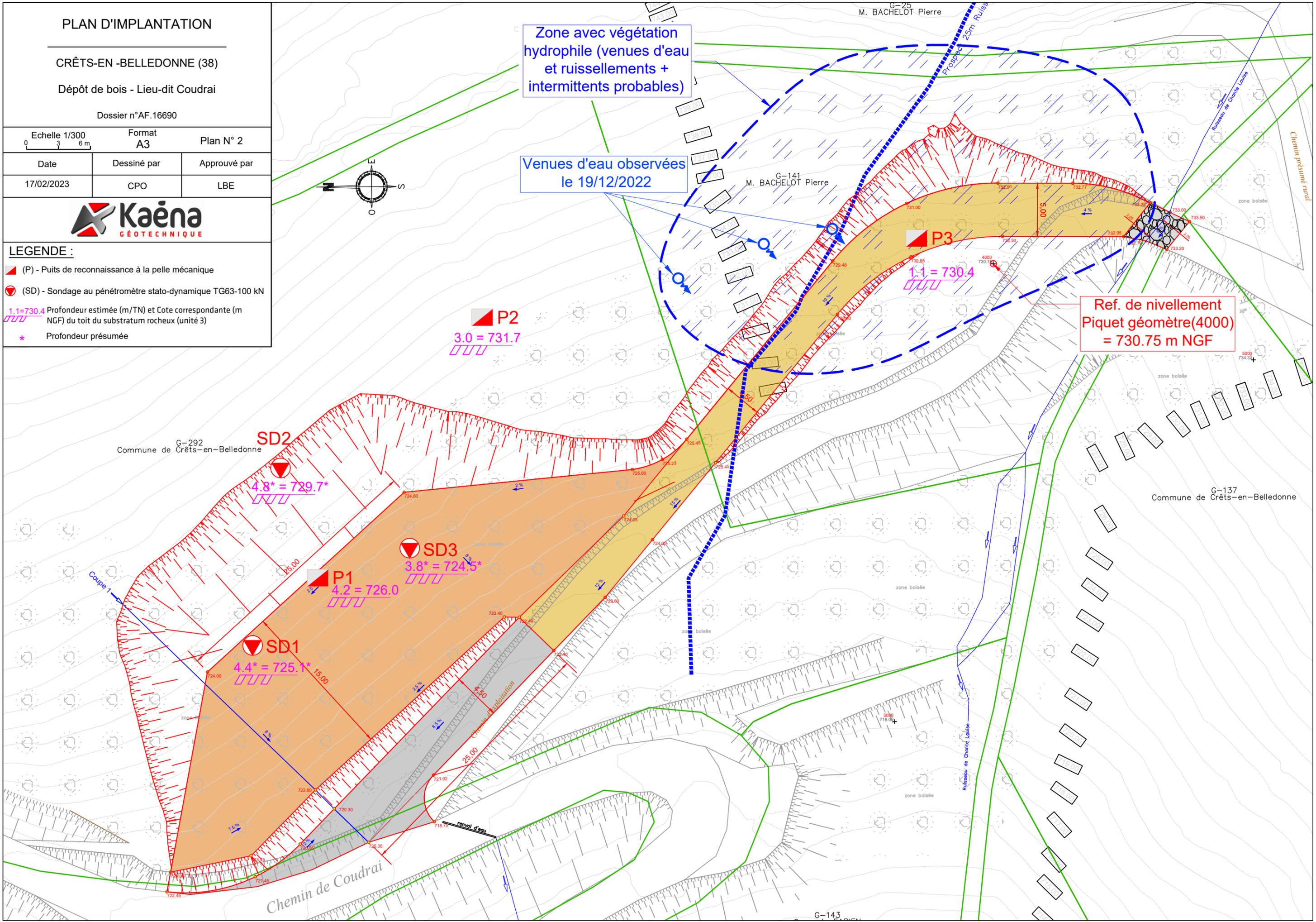
LEGENDE :

- (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
- (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN
- 1.1=730.4 Profondeur estimée (m/TN) et Cote correspondante (m NGF) du toit du substratum rocheux (unité 3)
- * Profondeur présumée

Zone avec végétation hydrophile (venues d'eau et ruissellements + intermittents probables)

Venues d'eau observées le 19/12/2022

Ref. de nivellement Piquet géomètre(4000) = 730.75 m NGF



DESIGNATION : Dépôt de bois - Coudrai
 COMMUNE : CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

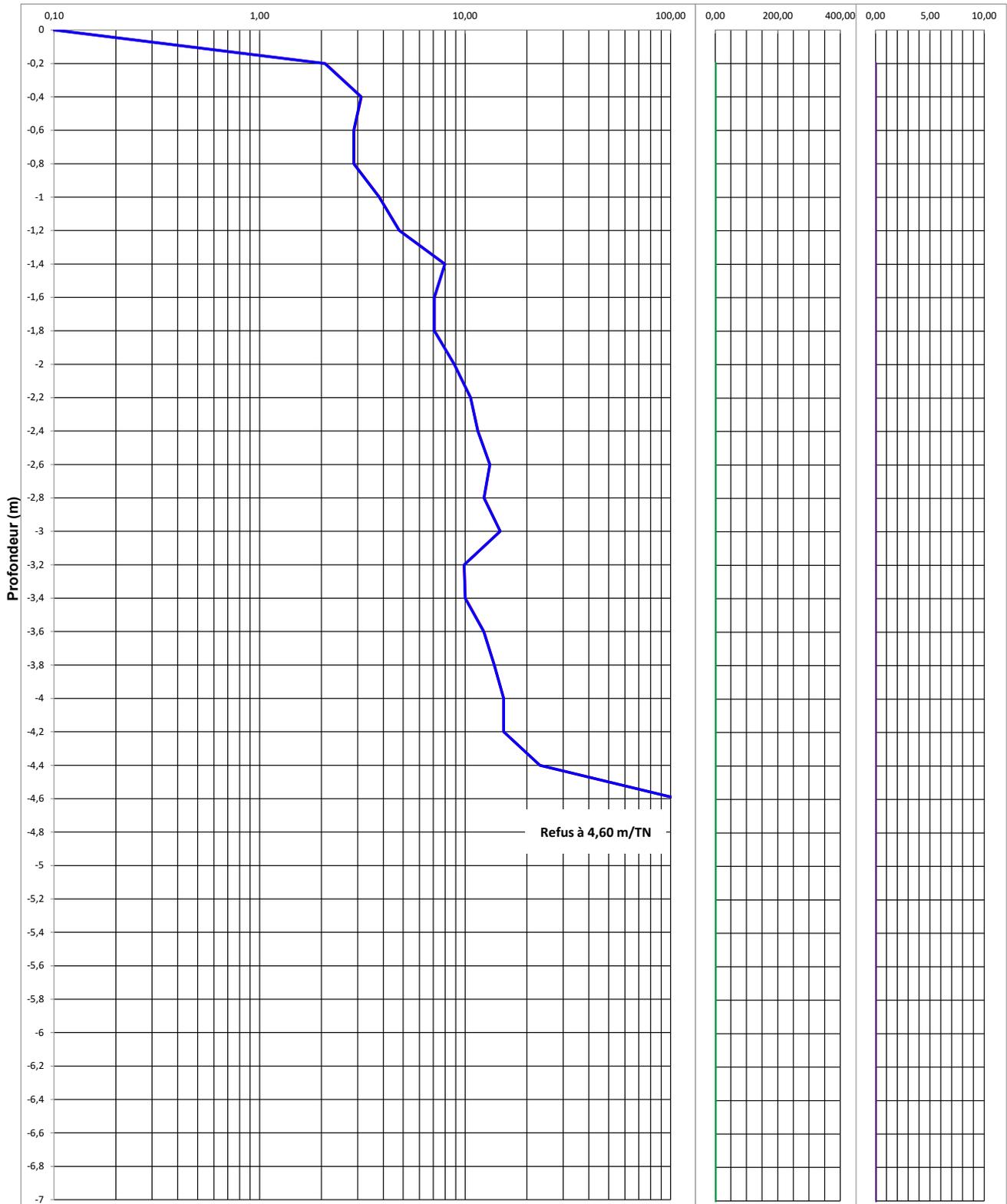
Date : 24/01/23
 Réf. Etude : **AF.16690**
 Opérateur : BSI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	729,5	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Dépôt de bois - Coudrai
 COMMUNE : CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

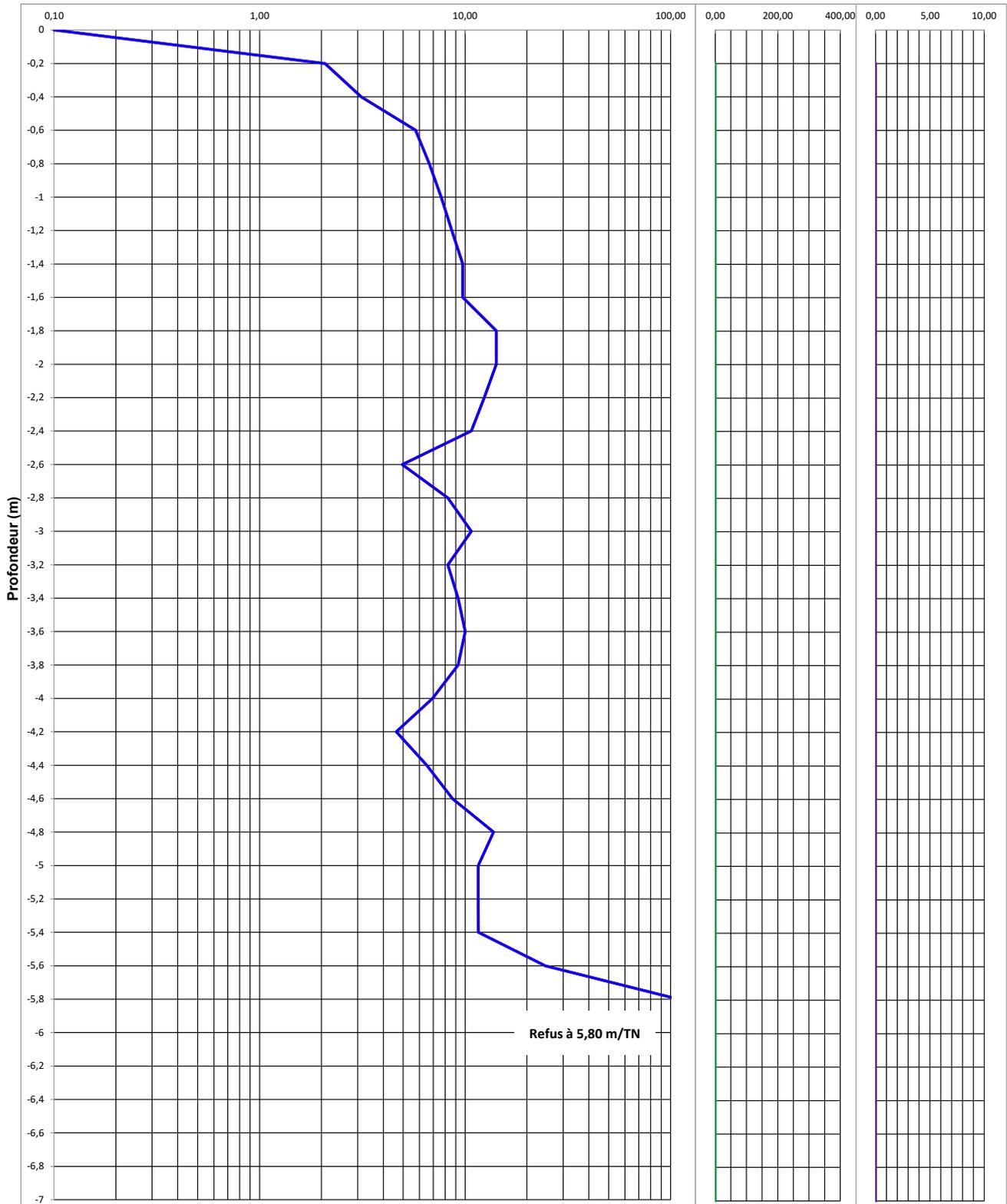
Date : 24/01/23
 Réf. Etude : **AF.16690**
 Opérateur : BSI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	734,5	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %





SONDAGE AU PENETROMETRE STATO-DYNAMIQUE

SD3

DESIGNATION : Dépôt de bois - Coudrai
COMMUNE : CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38)

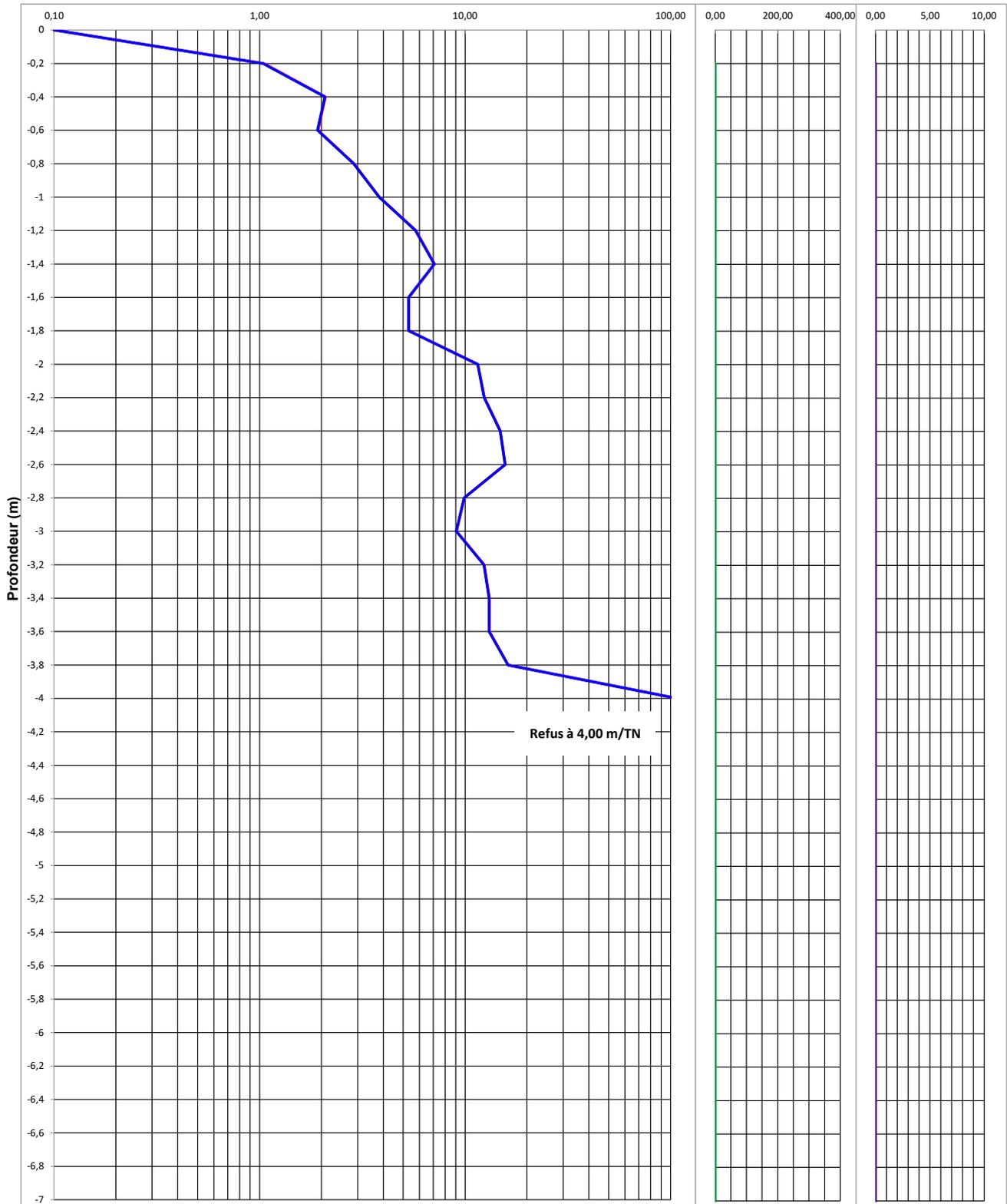
Date : 24/01/23
Réf. Etude : AF.16690
Opérateur : BSI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	728,3	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Facies géologique	Date d'intervention : 19/12/2022		
	P1 (730.2)	P2 (734.7)	P3 (731.5)
	Profondeur en m/TN de la base de chaque faciès géologique		
Terre végétale	0.15	0.15	0.15
Limon brun foncé à galets et quelques blocs polygéniques et sub-anguleux Dmax = 200 mm	1.00	0.80	Dmax = 60 mm Pas de blocs 0.80
Limon graveleux légèrement sableux brun clair, à galets et qq blocs polygéniques et sub-anguleux à faces planes et striés (type moraines) Dmax = 250 mm	Humide Ech à 1.30 m 2.27	Humide Ech à 1.70 m 1.90	-
Limon sableux à galets polygéniques et anguleux Dmax = 120 mm sec	3.30	-	-
Altération du rocher schisteux constituée de galets et blocs schisteux et d'argile noire Dmax = 200 mm	4.20	Gris clair 3.00	Gris clair 1.10
Rocher de type Schistes noir	>4.20	>3.40	144N - 34°NE 150N - 31°NE 170N - 33°NE >1.50
EAU SOUTERRAINE (à court terme)	Aucune venue d'eau		
TENUE DES PAROIS (à court terme et hors d'eau)	Bonne tenue des parois dans son ensemble, sauf chute de blocs		
NOTA : présence de venues d'eau importante sur la piste d'accès entre P2 et P4 à 0.40 m/TN			

PHOTOGRAPHIES DES PUIITS DE RECONNAISSANCE



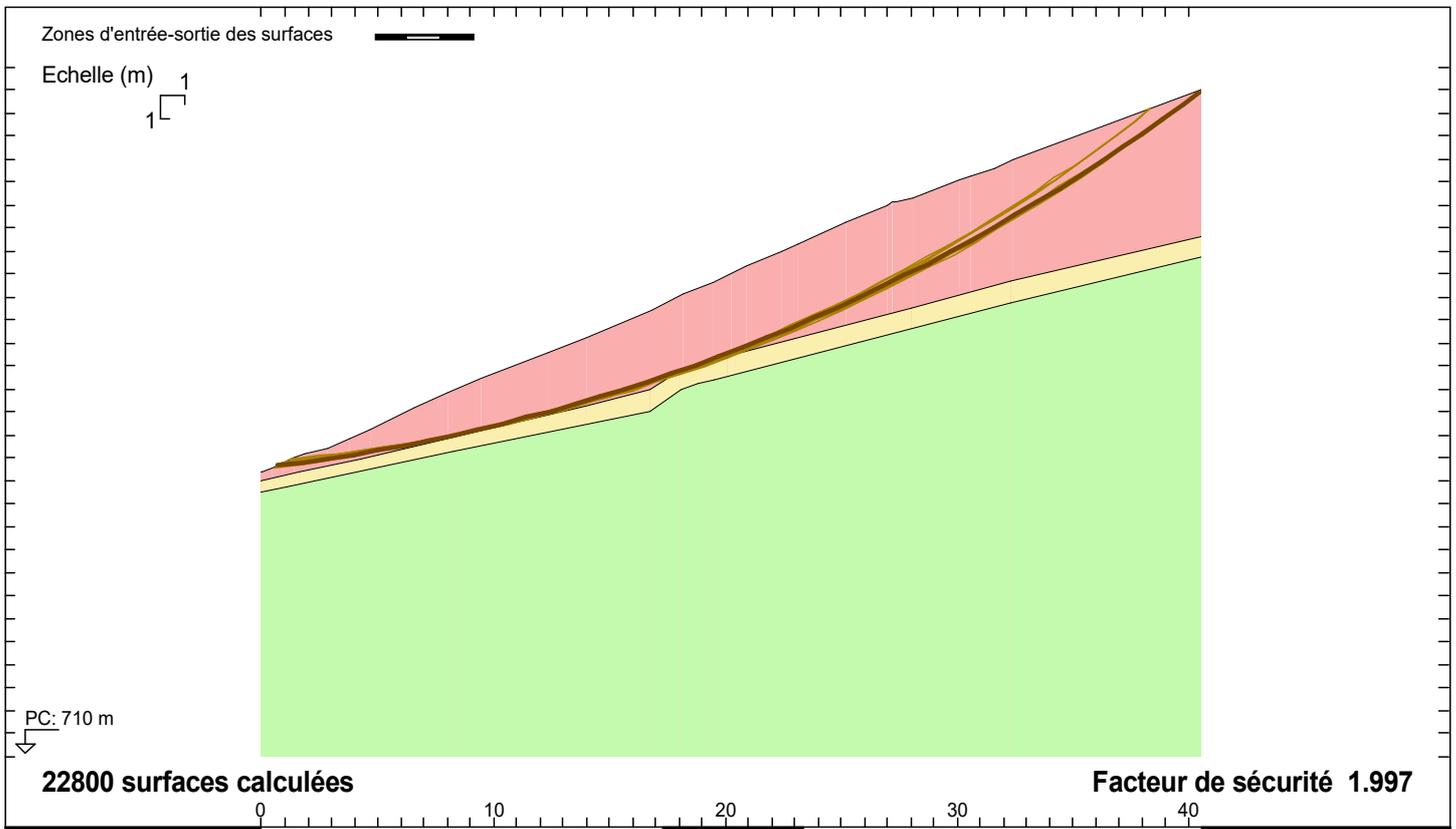
Fouille P1 et déblais de la fouille



Fouille P2 et déblais de la fouille

PHOTOGRAPHIES DES Puits DE RECONNAISSANCE





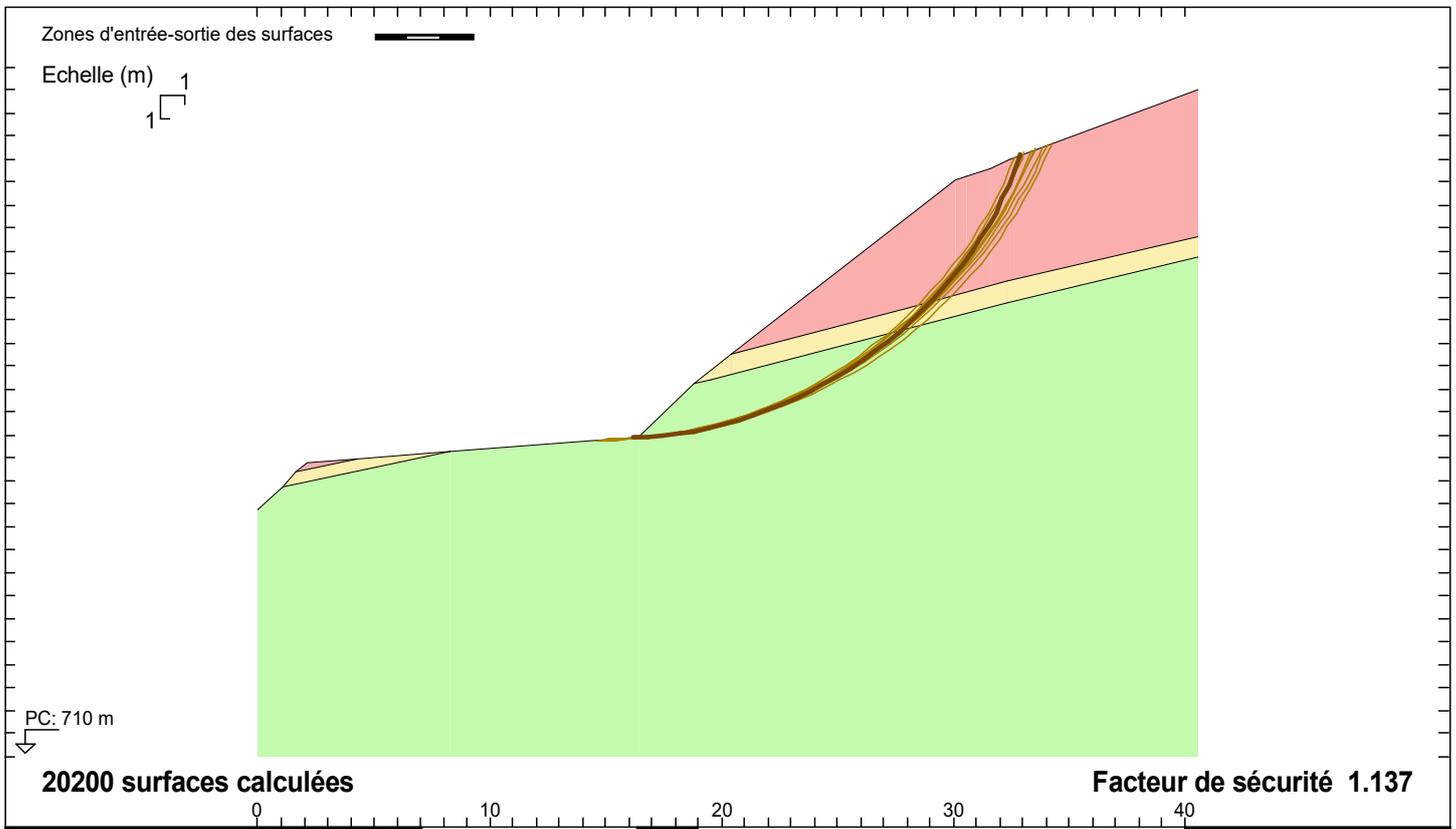

 GEOSTAB® v4.8.4 du 20/01/2023 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
<http://www.geos.fr> E-mail: logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
	1 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.00	33.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	2 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	3 (21.00; 21.00) * 1.00	10.00 / 1.00	38.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "Calcul Gesostab - Coupe 1"
 Méthode de BISHOP modifiée
 Classique
 Action des terres γ_e : 1
 Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
 Coefficient de Méthode 1
 Unités : kN, m

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	-9.5200	804.33	82.300	1.997
2	-8.0900	801.26	79.010	1.998
3	-7.9100	800.87	78.600	1.998
4	-6.7600	794.84	72.430	1.999
5	-7.2800	799.59	77.210	1.999
6	-5.9700	793.16	70.620	1.999
7	-10.850	807.16	85.350	1.999
8	-7.3900	796.15	73.850	2.000
9	-6.4800	797.95	75.430	2.000
10	-5.0700	791.21	68.530	2.000

AF.16690_CPO	03/03/23 11:23	CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38) - Lieu-dit Coudrai	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
Dépôt de Bois Stabilité - Etat initial				INI



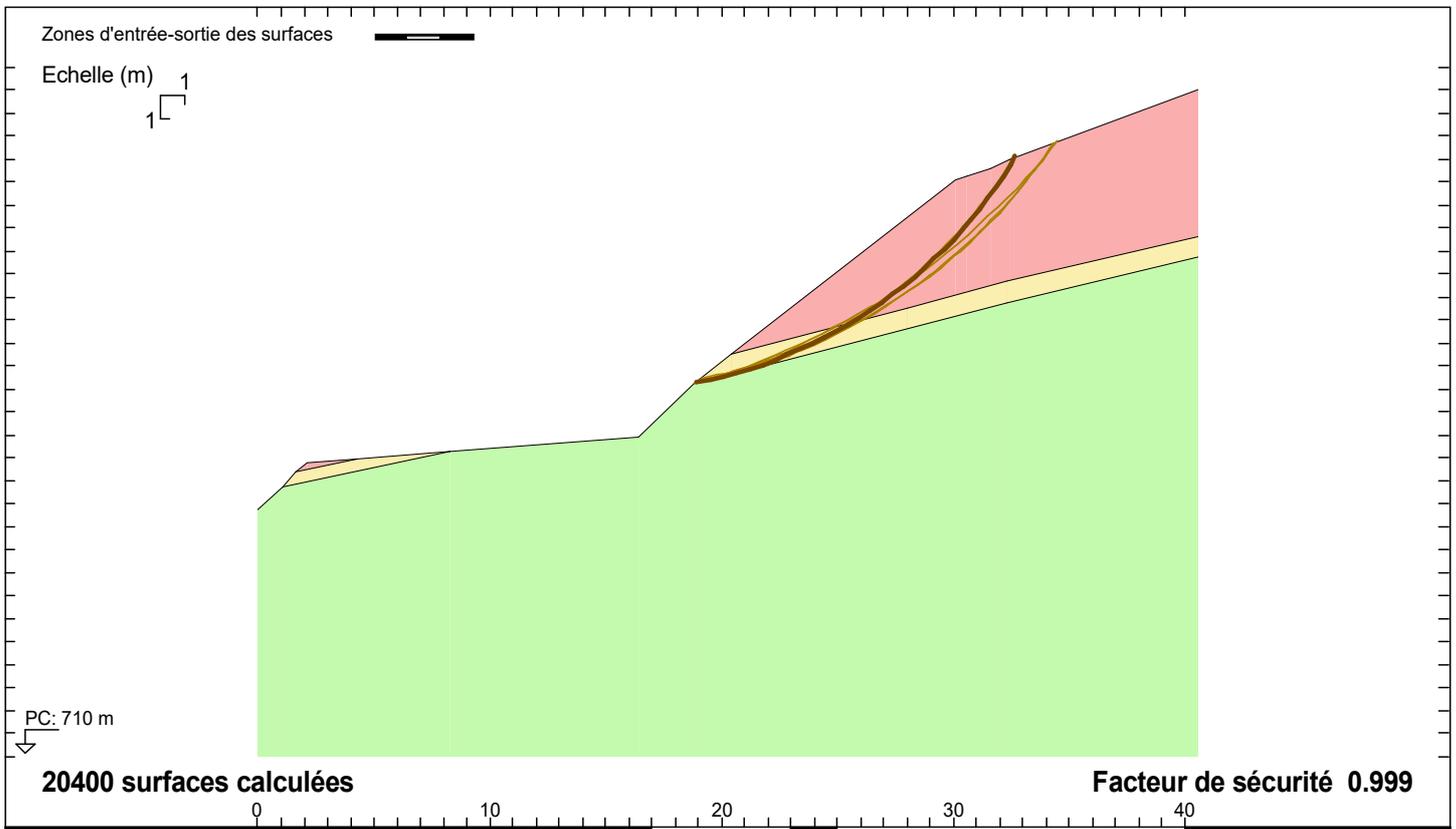

 GEOSTAB® v4.8.4 du 20/01/2023 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
<http://www.geos.fr> E-mail: logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
	1 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.25	33.00 / 1.25	0.000 / 1.84
	2 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
	3 (21.00; 21.00) * 1.00	10.00 / 1.25	38.00 / 1.25	0.000 / 1.84

Fichier "Calcul Gesostab - Coupe 1"
 Méthode de BISHOP modifiée
 EC7 Approche 3
 Action des terres γ_e : 1
 Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
 Coefficient de Méthode 1.1
 Unités : kN, m

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	15.430	742.45	18.590	1.137
2	15.000	743.52	19.710	1.139
3	14.830	743.14	19.350	1.139
4	14.740	744.08	20.300	1.139
5	14.560	743.74	19.980	1.139
6	14.480	744.36	20.600	1.140
7	15.330	744.23	20.380	1.140
8	14.410	744.90	21.150	1.140
9	14.640	743.06	19.290	1.140
10	14.650	744.88	21.100	1.141

AF.16690_CPO	03/03/23 11:23	CRÊTS-EN-BELLEDONNE (38) - Lieu-dit Couc Phase Terrassement 38° - Stabilité générale	FIGURE
		Dépôt de Bois Stabilité générale	TER1




 GEOSTAB® v4.8.4 du 20/01/2023 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
<http://www.geos.fr> E-mail: logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
	1 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.25	33.00 / 1.25	0.000 / 1.84
	2 (20.00; 20.00) * 1.00	6.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
	3 (21.00; 21.00) * 1.00	10.00 / 1.25	38.00 / 1.25	0.000 / 1.84

Fichier "Calcul Gesostab - Coupe 1"
 Méthode de BISHOP modifiée
 EC7 Approche 3
 Action des terres γ_e : 1
 Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
 Coefficient de Méthode 1.1
 Unités : kN, m

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	14.780	746.61	20.760	0.999
2	14.880	746.50	20.600	1.000
3	14.980	746.40	20.440	1.001
4	13.980	750.23	24.470	1.002
5	15.080	746.29	20.280	1.002
6	14.090	750.12	24.310	1.003
7	10.330	755.68	30.680	1.003
8	15.180	746.18	20.120	1.003
9	10.370	755.63	30.610	1.003
10	14.190	750.01	24.140	1.003

AF.16690_CPO	03/03/23 11:23	CRÈTS-EN-BELLEDONNE (38) - Lieu-dit Phase Terrassement 38° - Stabilité talus amont - 38°	FIGURE
		Dépôt de Bois Stabilité talus amont - Pente à 38°	TER2

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.001**

N° DOSSIER : **AF.16690**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

ECHANTILLON

Référence Labo : **544**
Sondage : **P1**

Conditionnement :

Sac

Echantillon intact

Echantillon remanié

X

Prof.(m) : **1.0 à 1.3m**

Opérateur prélèvement : **IBI**

Date de prélèvement : **19/12/22**

Date de réception : **20/12/22**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Couleur : **Marron**

ESSAI

Essai(s) demandé(s) :

Teneur en eau (NF P 94-050)

Valeur au bleu VBS (NF P 94-068)

Granulométrie (NF P 94-056)

IPI (NF P94-093 & NF P 94-078)

Date de début d'essai : **09/01/2023**

Date de fin d'essai : **10/01/2023**

CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.001**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **544**

Sondage : **P1**

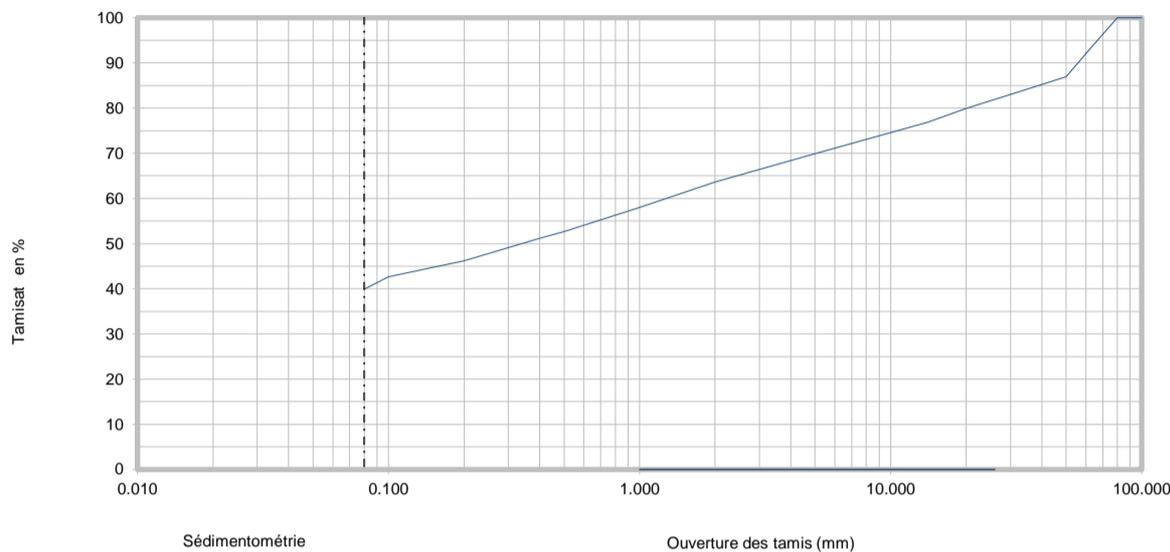
Prof.(m) : **1.0 à 1.3m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Courbe Granulométrique



100.0	100.0
80.0	100.0
63.0	93.5
50.0	86.9
31.5	83.4
20.0	80.0
14.0	76.8
10.0	74.6
5.0	69.9
2.0	63.6
1.0	58.0
0.50	52.7
0.40	51.2
0.20	46.2
0.10	42.7
0.08	39.9

Dimension maximale des plus gros éléments	Dmax	(mm)	67.0
Limite de liquidité W_L		(%)	
Limite de plasticité W_P		(%)	
Indice de plasticité I_p		(%)	
Valeur au bleu de méthylène VBS		(g/100g)	0.35
Teneur en eau pondérale W		(%)	9.9
Limite de retrait linéaire W_{RE}		(%)	
Facteur de retrait effectif RI			
Teneur pondérale en matières organiques C_{MOC}		(%)	
Masse volumique sèche à l'optimum ρ_d OPN		(t/m ³)	
Teneur en eau à l'optimum W OPN		(%)	
Masse volumique sèche à l'optimum corrigée ρ_d' OPN		(t/m ³)	
Teneur en eau à l'optimum corrigée W' OPN		(%)	
IPI immédiat / IPI immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)		(%)	32.6
CBR immédiat / CBR immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)		(%)	
I. CBR immersion à OPN / Gonflement (moyenne) %:		(%)	
Equivalent de sable ES		(%)	
Coefficient de fragmentabilité FR	(Fraction mm)	-	
Coefficient de dégradabilité DG	(Fraction mm)	-	
Coefficient Micro-Deval (M_{DE})		-	
Coefficient Los Angeles (LA)		-	
Sulfates solubles dans l'eau		%	
Teneur en carbonates CaCo3		%	
Masse volumique absolue / Masse volumique sèche / Coefficient d'absorption		T/m ³	
Coefficient de perméabilité à saturation (essai au perméamètre à paroi rigide)		(m/s)	

Classification des matériaux (Norme NF P11-300)

C1A1

Observations:

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU
PONDERALE
NF P94-050**

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.001**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **544**

Sondage : **P1**

Prof.(m) : **1.0 à 1.3m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Date début d'essai : **09/01/2023**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

Masse tare	129.3	0,1 g
Masse humide avec tare	1342.5	0,1 g
Masse sèche avec tare	1233.4	0,1 g
Masse sèche	1104.1	0,1 g
Masse de l'eau	109.1	0,1 g
Teneur en eau	9.9	0.10%

Teneur en eau pondérale : W = 9.9 %

Observations :

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR
TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE**

NF P 94 - 056

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.001**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **544**

Sondage : **P1**

Prof.(m) : **1.0 à 1.3m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Date d'essai : **09/01/23**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

Masse sèche totale $m_s =$ **15475.3** g

Partage au Tamis $d_c =$ 20 mm

Masse sèche du refus au tamis $d_c =$ **3102.0** g

Masse sèche du passant au tamis $d_c =$ **12373.3** g

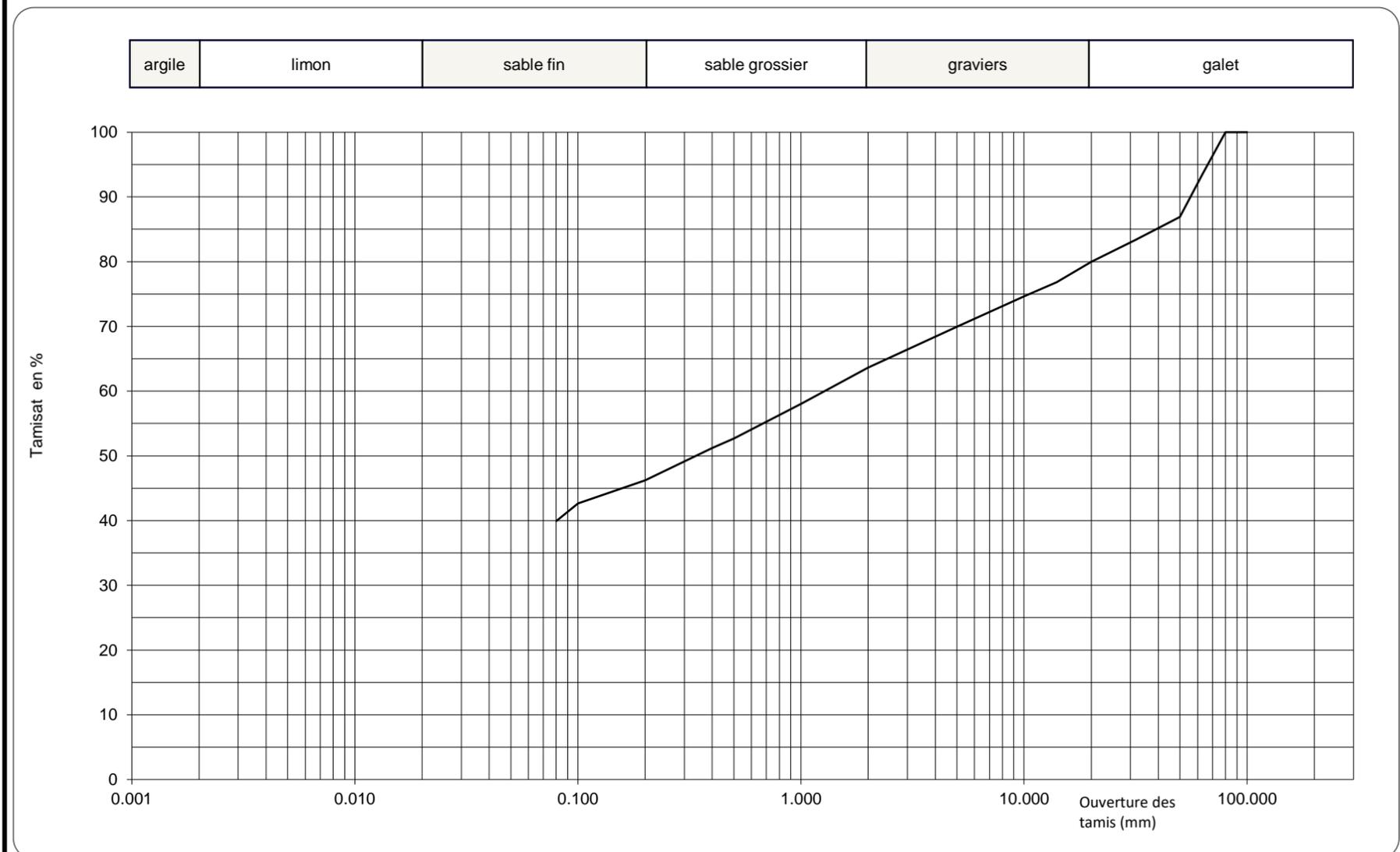
Part sur tamisat au tamis d_c :

Masse humide $m_{h2} =$ **1501.5** g

Masse Sèche $m_{s2} =$ **1353.8** g

Masse Passant à 80μ $m_{s3} =$ **676.5** g

ANALYSE GRANULOMETRIQUE avec échantillonnage intermédiaire																		
		Tamis																
		100.0	80.0	63.0	50.0	31.5	20.0	14.0	10.0	5.0	2.0	1.00	0.50	0.40	0.200	0.100	0.080	<0,080
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Refus	Masse (g.)			1 010	1 017	550	526	485	341	725	974	867	827	228	772	551	423	6 178.5
	%			6.5	6.6	3.6	3.4	3.1	2.2	4.7	6.3	5.6	5.3	1.5	5.0	3.6	2.7	39.9
Cumulée	% Refus			6.5	13.1	16.6	20.0	23.2	25.4	30.1	36.4	42.0	47.3	48.8	53.8	57.3	60.1	
	% Passant	100.0	100.0	93.5	86.9	83.4	80.0	76.8	74.6	69.9	63.6	58.0	52.7	51.2	46.2	42.7	39.9	



Dmax : 67.0 mm

Cc :

Cu :

**Mesure de la capacité d'adsorption de
bleu de méthylène d'un sol ou d'un
matériau rocheux**
NF P94-068

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.001**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **544**

Sondage : **P1**

Prof.(m) : **1.0 à 1.3m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Date début d'essai : **09/01/2023**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

Teneur en eau fraction 0/5 mm			
Masse tare	t	105.7	g
Masse humide avec tare	mh2	1043.0	g
Masse sèche prise d'essai avec tare	ms2	946.7	g
Masse de l'eau	m _w	96.3	g
Masse sèche prise d'essai	Ms2	841.0	g
Teneur en eau (0/5 mm)	w	11.5	%

Proportion pondérale de la fraction 0/5 mm	C	0.80	
Dimension maximale des plus gros éléments	D _{max}	67.0	mm

Détermination de la valeur de bleu			
Masse humide prise d'essai	mh1	51.5	g
Masse sèche prise d'essai	m _o	46.2	g
Volume de la solution de bleu utilisée	V	20.0	cm ³
Masse de bleu introduit	B	0.2	g
Valeur au Bleu	VBS	0.43	g/100g
Valeur au Bleu	VBS 0/D	0.35	g/100g

Valeur au Bleu :

VBS 0/5mm = 0.43 g/100g

VBS 0/D = 0.35 g/100g

Observations :

INDICE PORTANT IMMEDIAT
NF P 94-078

REF. ECHANTILLON : AF.16690.001
 COMMUNE : CRET EN BELLEDONNE
 DESIGNATION : Dépôt de bois - Coudrai
 Date de prélèvement: 19/12/2022
 Opérateur/Entreprise: IBI
 Référence Labo: 544

Sondage : P1
 Prof.(m) : 1.0 à 1.3m
 Description visuelle : Grave limoneuse

Echantillon: Remanié
 Couleur : Marron

Masse volumique sèche : 1.791 g/cm³

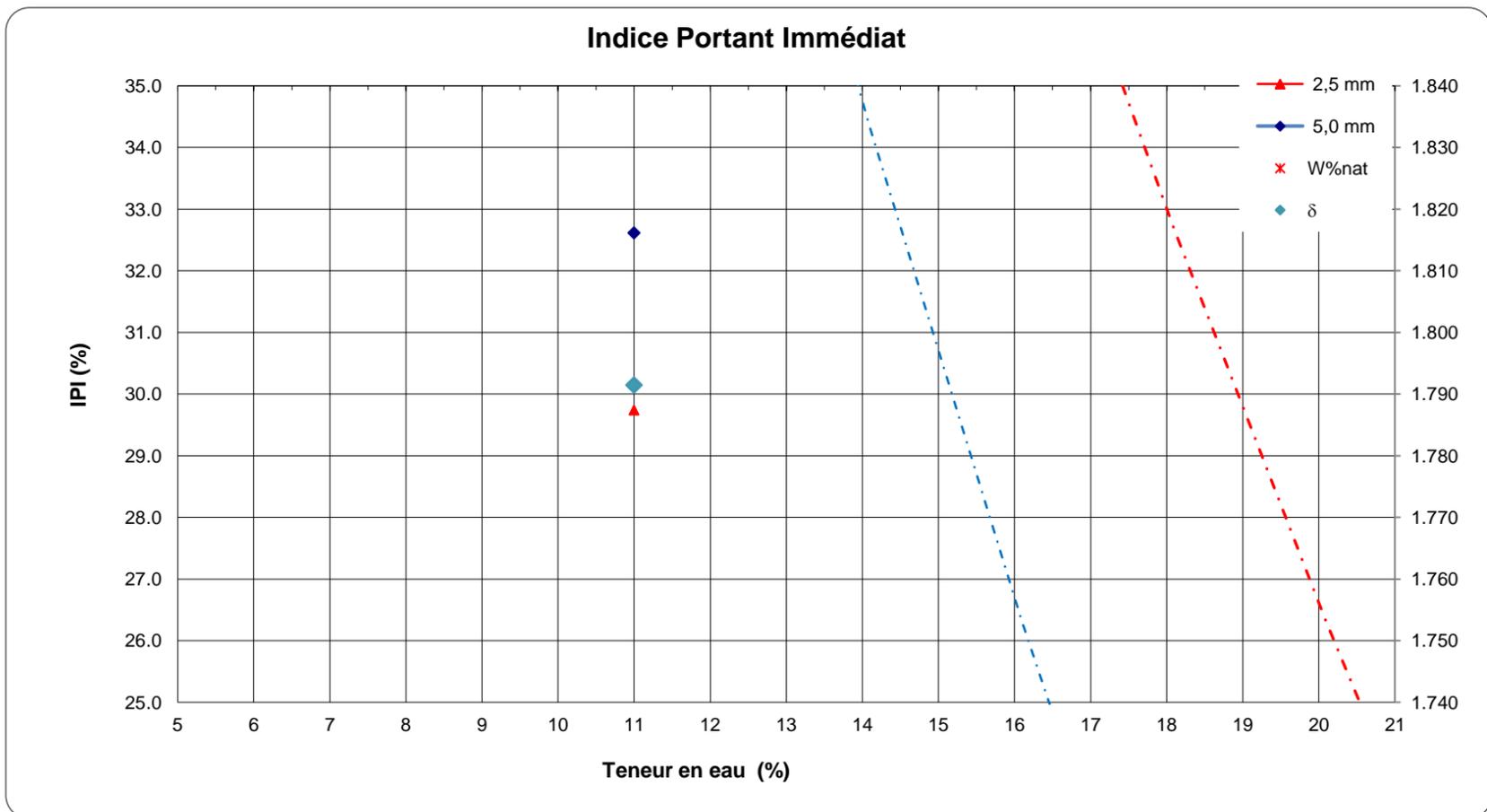
Teneur en eau 10.91 %

N° de anneau Dynamométrique: 12

Capacité : 50 KN

Constante de l'anneau : 0.1875

Proctor Modifié			1	2	3	4	5
m ₃	Masse humide éprouvette	g	4494.4				
W %	Teneur en eau	%	10.91				
δ	Masse Vol. Sèche	g/cm ³	1.791				
e	Enfoncement	mm	2.5	5.0			
F	Effort	kN	4.0	6.5			
(F / 13.35) * 100	I _{pi} - 2,5 mm	%	29.7				
(F / 19.93) * 100	I _{pi} - 5,0 mm	%	32.6				



Indice Portant Immédiat (W%_{nat}) : 32.6 %
Indice Portant Immédiat W%_{OPN} : Non Mesuré % (optimum corrigé)

Observations:

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.002**

N° DOSSIER : **AF.16690**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

ECHANTILLON

Référence Labo : **545**

Sondage : **P2**

Prof.(m) : **1.5 à 1.7m**

Opérateur prélèvement : **IBI**

Date de prélèvement : **19/12/22**

Date de réception : **20/12/22**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Conditionnement :

Sac

Echantillon intact

Echantillon remanié

X

Couleur : **Marron**

ESSAI

Essai(s) demandé(s) :

Teneur en eau (NF P 94-050)

Valeur au bleu VBS (NF P 94-068)

Granulométrie (NF P 94-056)

IPI (NF P94-093 & NF P 94-078)

Date de début d'essai : **09/01/2023**

Date de fin d'essai : **10/01/2023**

CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.002**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **545**

Sondage : **P2**

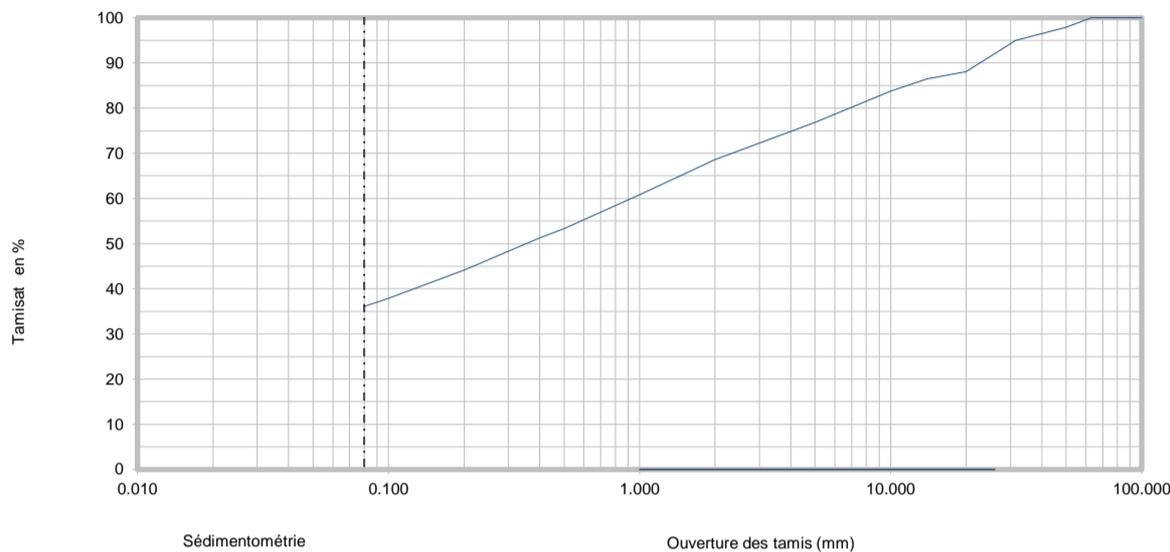
Prof.(m) : **1.5 à 1.7m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Courbe Granulométrique



100.0	100.0
80.0	100.0
63.0	100.0
50.0	97.9
31.5	95.0
20.0	88.1
14.0	86.5
10.0	83.8
5.0	76.8
2.0	68.6
1.0	60.8
0.50	53.3
0.40	51.3
0.20	44.1
0.10	37.8
0.08	36.1

Dimension maximale des plus gros éléments	Dmax	(mm)	31.5
Limite de liquidité W_L		(%)	
Limite de plasticité W_P		(%)	
Indice de plasticité I_p		(%)	
Valeur au bleu de méthylène VBS		(g/100g)	0.34
Teneur en eau pondérale W		(%)	12.0
Limite de retrait linéaire W_{RE}		(%)	
Facteur de retrait effectif RI			
Teneur pondérale en matières organiques C_{MOC}		(%)	
Masse volumique sèche à l'optimum ρ_d OPN		(t/m ³)	
Teneur en eau à l'optimum W OPN		(%)	
Masse volumique sèche à l'optimum corrigée ρ_d' OPN		(t/m ³)	
Teneur en eau à l'optimum corrigée W' OPN		(%)	
IPI immédiat / IPI immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)		(%)	0.9
CBR immédiat / CBR immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)		(%)	
I. CBR immersion à OPN / Gonflement (moyenne) %:		(%)	
Equivalent de sable ES		(%)	
Coefficient de fragmentabilité FR	(Fraction mm)	-	
Coefficient de dégradabilité DG	(Fraction mm)	-	
Coefficient Micro-Deval (M_{DE})		-	
Coefficient Los Angeles (LA)		-	
Sulfates solubles dans l'eau		%	
Teneur en carbonates CaCo3		%	
Masse volumique absolue / Masse volumique sèche / Coefficient d'absorption		T/m ³	
Coefficient de perméabilité à saturation (essai au perméamètre à paroi rigide)		(m/s)	

Classification des matériaux (Norme NF P11-300)

B5

Observations:

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU
PONDERALE
NF P94-050**

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.002**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **545**

Sondage : **P2**

Prof.(m) : **1.5 à 1.7m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Date début d'essai : **09/01/2023**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

Masse tare	163.7	0,1 g
Masse humide avec tare	1925.6	0,1 g
Masse sèche avec tare	1736.4	0,1 g
Masse sèche	1572.7	0,1 g
Masse de l'eau	189.2	0,1 g
Teneur en eau	12.0	0.10%

Teneur en eau pondérale : W = 12.0 %

Observations :

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR
TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE**

NF P 94 - 056

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.002**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **545**

Sondage : **P2**

Prof.(m) : **1.5 à 1.7m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Date d'essai : **09/01/23**

Masse sèche totale $m_s =$ **11934.4** g

Partage au Tamis $d_c =$ **20** mm

Masse sèche du refus au tamis $d_c =$ **1425.2** g

Masse sèche du passant au tamis $d_c =$ **10509.2** g

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

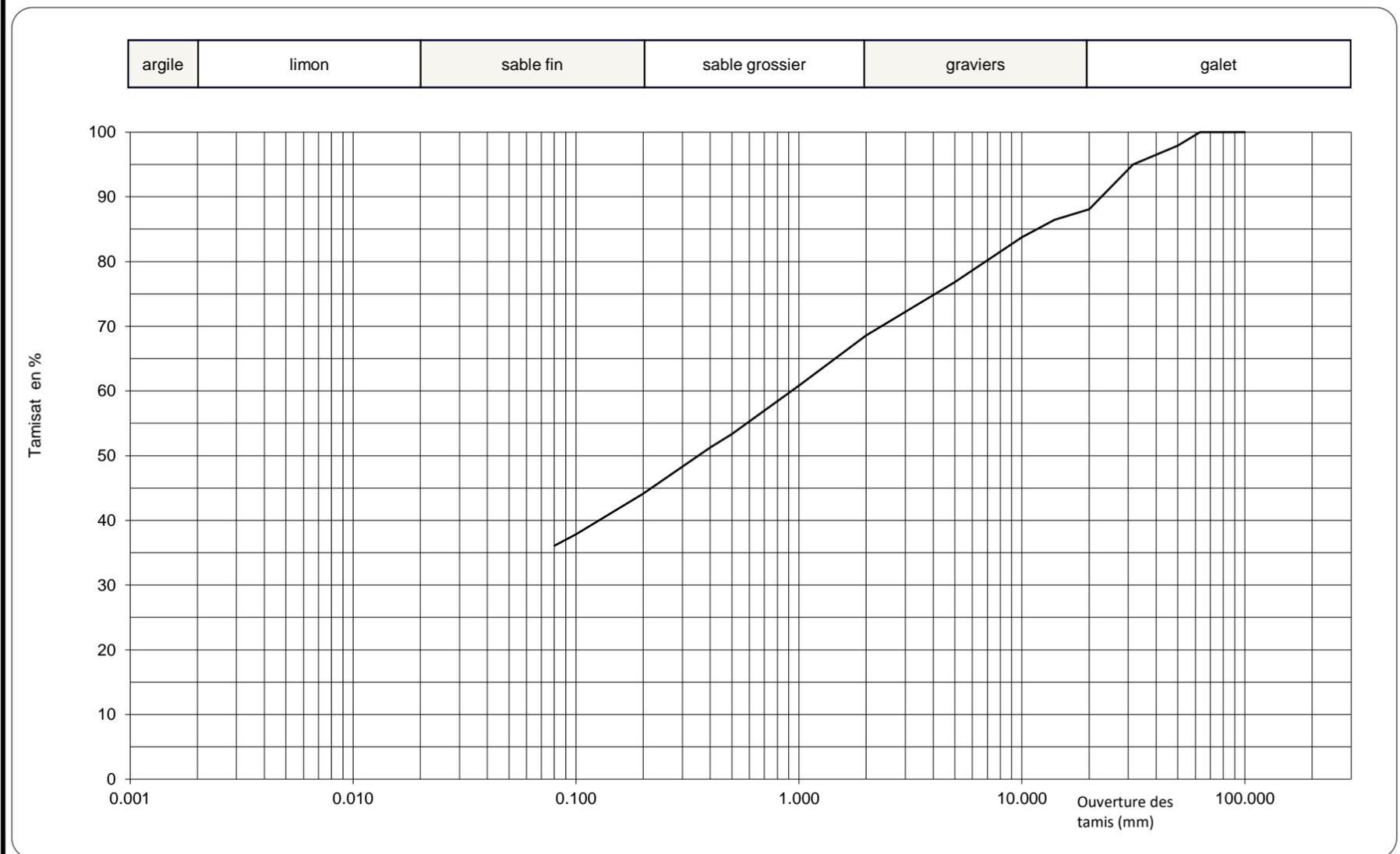
Part sur tamisat au tamis d_c :

Masse humide $m_{h2} =$ **1454.6** g

Masse Sèche $m_{s2} =$ **1282.0** g

Masse Passant à 80μ $m_{s3} =$ **525.9** g

ANALYSE GRANULOMETRIQUE avec échantillonnage intermédiaire																	
Tamis																	
	100.0	80.0	63.0	50.0	31.5	20.0	14.0	10.0	5.0	2.0	1.00	0.50	0.40	0.200	0.100	0.080	<0,080
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Refus	Masse (g.)			250	345	830	191	323	825	989	921	898	244	855	748	209	4 307.1
	%			2.1	2.9	7.0	1.6	2.7	6.9	8.3	7.7	7.5	2.0	7.2	6.3	1.8	36.1
Cumulée	% Refus			2.1	5.0	11.9	13.5	16.2	23.2	31.4	39.2	46.7	48.7	55.9	62.2	63.9	
	% Passant			100.0	100.0	100.0	97.9	95.0	88.1	86.5	83.8	76.8	68.6	60.8	53.3	44.1	37.8



Dmax : 31.5 mm

Cc :

Cu :

**Mesure de la capacité d'adsorption de
bleu de méthylène d'un sol ou d'un
matériau rocheux**
NF P94-068

REF. ECHANTILLON : **AF.16690.002**

COMMUNE : **CRET EN BELLEDONNE**

DESIGNATION : **Dépôt de bois - Coudrai**

Date de prélèvement: **19/12/2022**

Opérateur/Entreprise: **IBI**

Référence Labo: **545**

Sondage : **P2**

Prof.(m) : **1.5 à 1.7m**

Description visuelle : **Grave limoneuse**

Echantillon: **Remanié**

Couleur : **Marron**

Date début d'essai : **09/01/2023**

Température d'étuvage: **50 à 105 °c**

Teneur en eau fraction 0/5 mm			
Masse tare	t	121.7	g
Masse humide avec tare	mh2	660.4	g
Masse sèche prise d'essai avec tare	ms2	594.9	g
Masse de l'eau	m _w	65.5	g
Masse sèche prise d'essai	Ms2	473.2	g
Teneur en eau (0/5 mm)	w	13.8	%

Proportion pondérale de la fraction 0/5 mm	C	0.78	
Dimension maximale des plus gros éléments	D _{max}	31.5	mm

Détermination de la valeur de bleu			
Masse humide prise d'essai	mh1	52.0	g
Masse sèche prise d'essai	mo	45.7	g
Volume de la solution de bleu utilisée	V	20.0	cm ³
Masse de bleu introduit	B	0.2	g
Valeur au Bleu	VBS	0.44	g/100g
Valeur au Bleu	VBS 0/D	0.34	g/100g

Valeur au Bleu :

VBS 0/5mm = 0.44 g/100g

VBS 0/D = 0.34 g/100g

Observations :

INDICE PORTANT IMMEDIAT
NF P 94-078

REF. ECHANTILLON : AF.16690.002
 COMMUNE : CRET EN BELLEDONNE
 DESIGNATION : Dépôt de bois - Coudrai
 Date de prélèvement: 19/12/2022
 Opérateur/Entreprise: IBI
 Référence Labo: 545

Sondage : P2
 Prof.(m) : 1.5 à 1.7m
 Description visuelle : Grave limoneuse

Echantillon: Remanié
 Couleur : Marron

Masse volumique sèche : 1.844 g/cm³

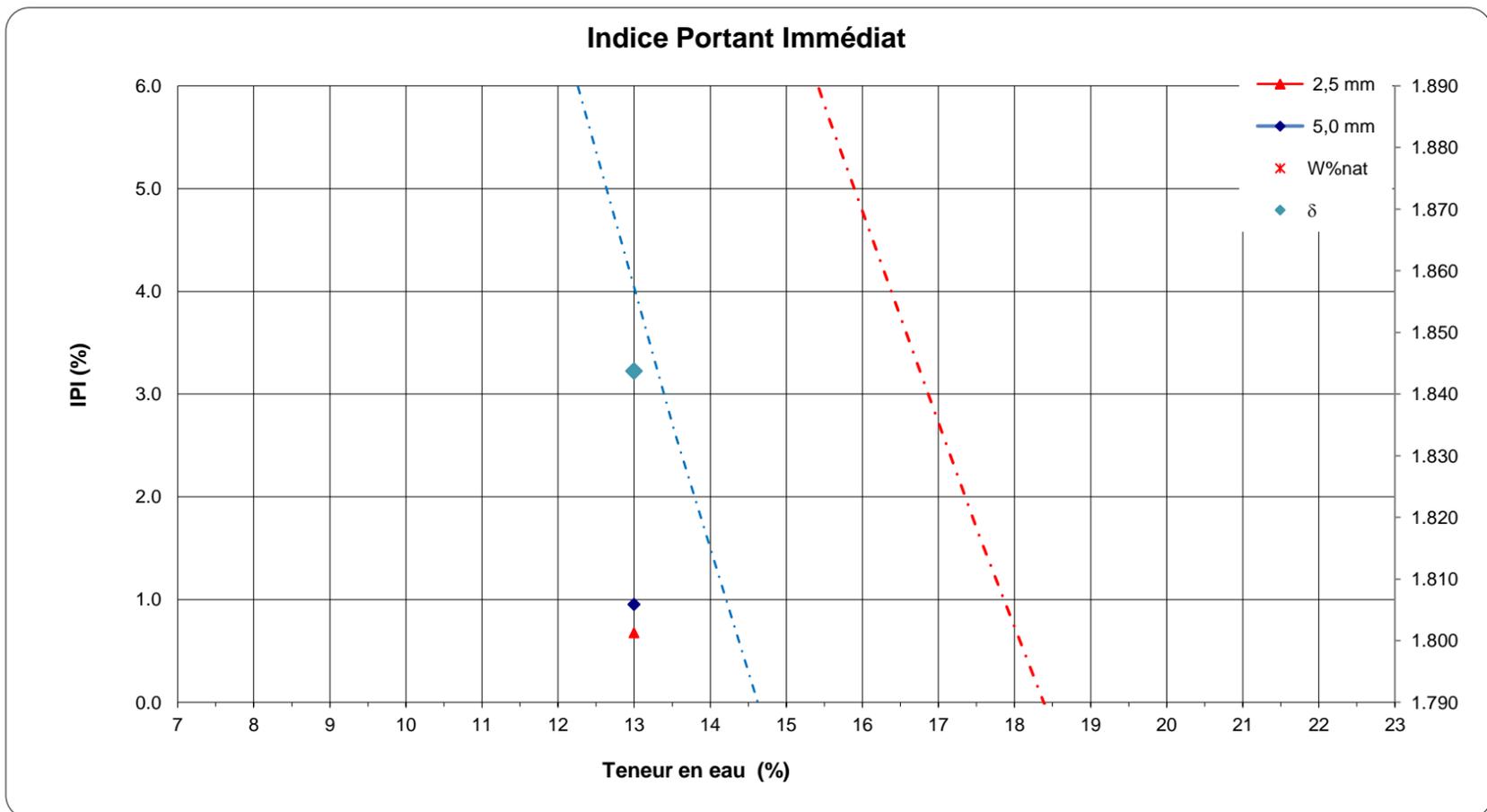
Teneur en eau 13.46 %

N° de anneau Dynamométrique: 12

Capacité : 50 KN

Constante de l'anneau : 0.1875

Proctor Modifié			1	2	3	4	5
m ₃	Masse humide éprouvette	g	4732.0				
W %	Teneur en eau	%	13.46				
δ	Masse Vol. Sèche	g/cm ³	1.844				
e	Enfoncement	mm	2.5	5.0			
F	Effort	kN	0.1	0.2			
(F / 13.35) * 100	I _{pi} - 2,5 mm	%	0.7				
(F / 19.93) * 100	I _{pi} - 5,0 mm	%	1.0				



Indice Portant Immédiat (W%_{nat}) : 0.9 %
Indice Portant Immédiat W%_{OPN} : Non Mesuré % (optimum corrigé)

Observations:



www.kaena.fr

Kaéna - Siège social - Parc d'Activités Eurékalp
L'Épicentre-38660 Saint Vincent de Mercuze
Tel 04 76 97 94 64 - Fax 04 76 97 94 65
contact@kaena.fr - www.kaena.fr

Kaéna - Pays de Savoie
12 avenue du Pont de Tasset
Meythet - 74960 Annecy
Tel 04 58 10 05 74 - paysdesavoie@kaena.fr

SAS au capital de 98 350,00 € - N° SIREN 510 277 478 - Code NAF 7112B RCS Grenoble - TVA FR 77510 277 478

