



Toulouse 2 – L'Union tél. 05 61 12 02 49



ETH.I4.0014 - Pièce n° 001

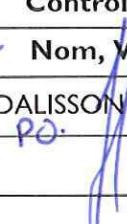
ISDND de Berbiac (09)

Projet d'extension

**Missions d'étude géotechnique de conception
(G2-PRO)**

Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rev.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	06/10/14	298		G. MARTINEZ 	J.L. DALISSON  PO.
A					
B					
C					

REV		A	B	C	REV		A	B	C
PAGE					PAGE				
1	X				41	X			
2	X				42	X			
3	X				43	X			
4	X				44	X			
5	X				45	X			
6	X				46	X			
7	X				47	X			
8	X				48	X			
9	X				49	X			
10	X				50	X			
11	X				51	X			
12	X				52	X			
13	X				53	X			
14	X				54	X			
15	X				55	X			
16	X				56	X			
17	X				57	X			
18	X				58	X			
19	X				59	X			
20	X				60	X			
21	X				61	X			
22	X				62	X			
23	X				63	X			
24	X				64	X			
25	X				65	X			
26	X				66	X			
27	X				67	X			
28	X				68	X			
29	X				69	X			
30	X				70	X			
31	X				71	X			
32	X				72	X			
33	X				73	X			
34	X				74	X			
35	X				75	X			
36	X				76	X			
37	X				77	X			
38	X				78	X			
39	X				79	X			
40	X				80	X			

PAGE	REV		A	B	C		PAGE	REV		A	B	C	
81	X						131	X					
82	X						132	X					
83	X						133	X					
84	X						134	X					
85	X						135	X					
86	X						136	X					
87	X						137	X					
88	X						138	X					
89	X						139	X					
90	X						140	X					
91	X						141	X					
92	X						142	X					
93	X						143	X					
94	X						144	X					
95	X						145	X					
96	X						146	X					
97	X						147	X					
98	X						148	X					
99	X						149	X					
100	X						150	X					
101	X						151	X					
102	X						152	X					
103	X						153	X					
104	X						154	X					
105	X						155	X					
106	X						156	X					
107	X						157	X					
108	X						158	X					
109	X						159	X					
110	X						160	X					
111	X						161	X					
112	X						162	X					
113	X						163	X					
114	X						164	X					
115	X						165	X					
116	X						166	X					
117	X						167	X					
118	X						168	X					
119	X						169	X					
120	X						170	X					
121	X						171	X					
122	X						172	X					
123	X						173	X					
124	X						174	X					
125	X						175	X					
126	X						176	X					
127	X						177	X					
128	X						178	X					
129	X						179	X					
130	X						180	X					

PAGE	REV		A	B	C		PAGE	REV		A	B	C	
181	X						231	X					
182	X						232	X					
183	X						233	X					
184	X						234	X					
185	X						235	X					
186	X						236	X					
187	X						237	X					
188	X						238	X					
189	X						239	X					
190	X						240	X					
191	X						241	X					
192	X						242	X					
193	X						243	X					
194	X						244	X					
195	X						245	X					
196	X						246	X					
197	X						247	X					
198	X						248	X					
199	X						249	X					
200	X						250	X					
201	X						251	X					
202	X						252	X					
203	X						253	X					
204	X						254	X					
205	X						255	X					
206	X						256	X					
207	X						257	X					
208	X						258	X					
209	X						259	X					
210	X						260	X					
211	X						261	X					
212	X						262	X					
213	X						263	X					
214	X						264	X					
215	X						265	X					
216	X						266	X					
217	X						267	X					
218	X						268	X					
219	X						269	X					
220	X						270	X					
221	X						271	X					
222	X						272	X					
223	X						273	X					
224	X						274	X					
225	X						275	X					
226	X						276	X					
227	X						277	X					
228	X						278	X					
229	X						279	X					
230	X						280	X					

PAGE	REV		A	B	C		PAGE	REV		A	B	C	
281	X						331						
282	X						332						
283	X						333						
284	X						334						
284	X						335						
285	X						336						
286	X						337						
287	X						338						
288	X						339						
289	X						340						
290	X						341						
291	X						342						
292	X						343						
293	X						344						
294	X						345						
295	X						346						
296	X						347						
297	X						348						
298	X						349						
299							350						
300							351						
301							352						
302							353						
303							354						
304							355						
305							356						
306							357						
307							358						
308							359						
309							360						
310							361						
311							362						
312							363						
313							364						
314							365						
315							366						
316							367						
317							368						
318							369						
319							370						
320							371						
321							372						
322							373						
323							374						
324							375						
325							376						
326							377						
327							378						
328							379						
329							380						
330													

Sommaire

Sommaire	6
Présentation de notre mission	9
1. Description sommaire du projet et du contexte	9
2. Mission de FONDASOL	10
3. Intervenants	13
4. Documents remis	13
5. Documents de référence	13
Descriptif général du site et approche documentaire	15
1. Topographie, occupation du site et avoisinants	15
2. Contexte géologique et sismiques	19
3. Enquête documentaire sur les risques connus sur la commune de Manses	20
4. Contexte hydrogéologique	21
5. Contexte hydrologique	23
6. Présentation des principales contraintes liées au site	23
Résultats bruts des sondages et essais in situ	24
1. Sondages et essais in-situ	24
2. Essais de laboratoire	27
Adaptation au projet : Casiers de stockage des déchets 1 à 3	28
1. Description sommaire de l'ouvrage	28
2. Lithologie	28
3. Hydrogéologie	32
4. Résultats des essais en laboratoire	33
5. Nature des sols supports	35
6. Terrassements	35
Adaptation au projet : Zone de stockage des matériaux de déblai	46
1. Description sommaire de l'ouvrage	46
2. Lithologie	46
3. Hydrogéologie	49

4. Résultats des essais en laboratoire	50
5. Nature des sols supports	51
6. Terrassements	52
Adaptation au projet : Bassin pluvial – Zone de stockage des matériaux de déblais	55
1. Description sommaire de l’ouvrage	55
2. Lithologie.....	55
3. Hydrogéologie	56
4. Résultats des essais en laboratoire	57
5. Nature des sols supports	57
6. Terrassements	58
Adaptation au projet : Piste d’accès à la zone de stockage des matériaux de déblai.....	62
1. Description sommaire de l’ouvrage	62
2. Lithologie.....	62
3. Hydrogéologie	63
4. Résultats des essais en laboratoire	64
5. Nature des sols supports	64
6. Mise en œuvre des remblais de la piste	65
7. Recommandations particulières à la réalisation des pistes d’exploitation du site	65
Adaptation au projet : Bassins à lixiviats et eaux internes.....	66
1. Description sommaire de l’ouvrage	66
2. Lithologie.....	67
3. Hydrogéologie	70
4. Résultats des essais en laboratoire	71
5. Réalisation des bassins.....	72
Adaptation au projet : Zone technique.....	73
1. Description sommaire de l’ouvrage	73
2. Lithologie.....	73
3. Hydrogéologie	74
4. Résultats des essais en laboratoire	74
5. Réalisation de la zone technique	75

Compléments de mission.....	76
Conditions Générales	77
Conditions générales	78
Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500).....	79
Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	80
Annexes.....	81
Annexe 1 : - Plan de situation.....	82
Annexe 2 : Plans Projet – EODD – Phase PRO.....	84
Annexe 3 : - Implantation des sondages réalisés (1/2000).....	98
Annexe 4 : Note de calculs de stabilité du 26/07/14 modifiée selon remarques du 08/08/2014	100
Annexe 5 : - Casiers de stockage des déchets 1 à 3	126
Coupes des sondages.....	126
Annexe 6 : - Rapport d'investigations géophysiques	140
Annexe 7 : - Zone de stockage des matériaux extraits	165
Coupes des sondages.....	165
Annexe 8 : - Bassin de stockage des eaux pluviales	175
Coupes des sondages.....	175
Annexe 9 : - Piste d'accès à la zone de stockage des matériaux	183
Coupes des sondages.....	183
Annexe 10 : - Bassins à lixiviats et eaux internes.....	189
Coupes des sondages.....	189
Annexe 11 : - Résultats des essais en laboratoire	216
Annexe 12 : - Profils de modélisations modifiés	255

Dans le cadre du projet d'extension de l'ISDND de Berbiac à Manses (09), le SMECTOM du PLANTAUREL, maître d'ouvrage, a confié à Fondasol la réalisation des études géotechniques, géologiques et hydrogéologiques.

En référence à la classification des missions d'ingénierie géotechnique types issue de la norme NFP 94 500 (nouvelle édition de Novembre 2013), il s'agit d'une mission d'étude géotechnique de conception (G2-PRO et G2 DCE/ACT) et d'une mission de supervision géotechnique d'exécution (G4), conformément aux devis DE.ETH.14.04.006 et DE.ETH.14.05.005 ayant fait l'objet du bon de commande et de l'avenant n°1 référencés n°09/324/014/007.

Le présent rapport correspond à la mission G2-PRO. Dans l'attente des relevés topographique, il s'agit d'un rapport provisoire.

I. Description sommaire du projet et du contexte

Le projet d'extension s'étend sur une surface de 11,7 hectares localisée dans un thalweg secondaire à l'est d'un vallon similaire en cours d'exploitation.

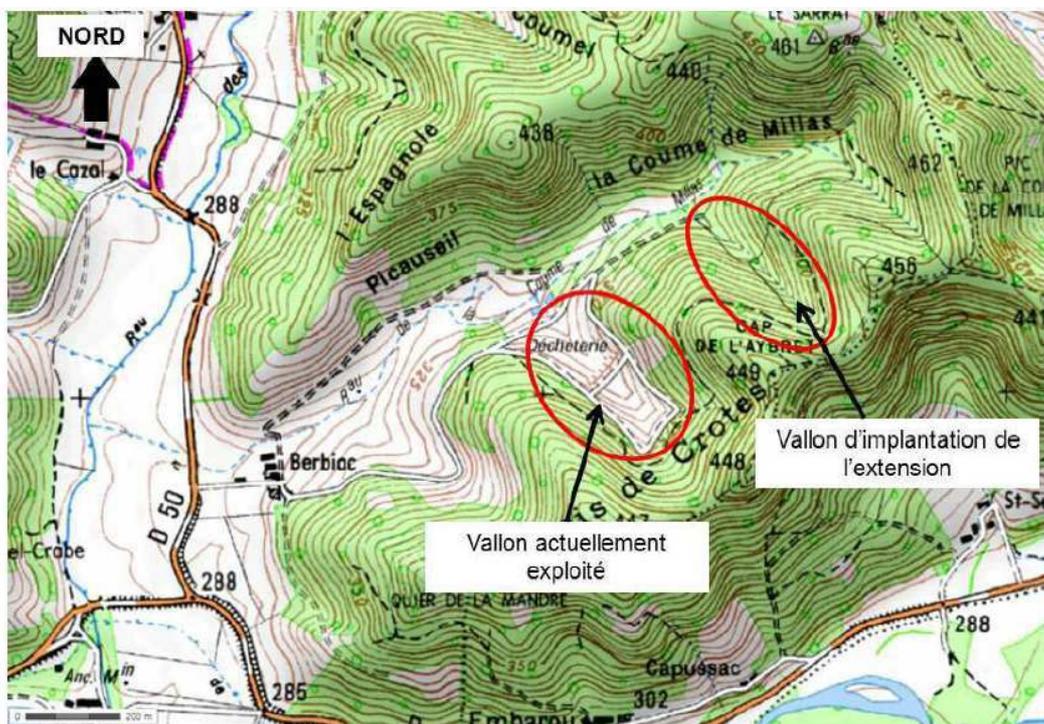


Figure 1 : Plan de situation du projet (donnée extraite du dossier de consultation)

L'objet de la mission porte sur la phase I du projet qui comprend :

- La construction d'une zone de stockage de déchets en mode bioréacteur d'une durée de vie prévisionnelle de 3 ans, comportant 6 casiers indépendants hydrauliquement et superposés sur 3 niveaux,
- L'aménagement d'une zone de stockage de matériaux de déblais,
- L'aménagement d'une zone technique avec mise en place de locaux modulaires,
- La réalisation d'un bassin de stockage des lixiviats,
- La réalisation d'un bassin de stockage des eaux pluviales internes,
- La construction de pistes provisoires et définitives,
- La construction d'un bassin de rétention supplémentaire pour les eaux pluviales issues du stock de matériaux.

Le site a fait l'objet d'une étude géotechnique de niveau G12 en 2013.

Les voiries, les bassins et la zone de stockage des matériaux de déblais n'ont pas été étudiés mais ont fait l'objet de quelques sondages.

Aucun niveau de nappe stabilisé n'a été relevé et aucune analyse hydrogéologique n'a été effectuée.

Les calculs de stabilité ont été réalisés sur la base d'un modèle géotechnique a priori pas assez précis pour être représentatif.

2. Mission de FONDASOL

Il s'agit d'une mission géotechnique de conception (G2-PRO) au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013).

Cette mission est constituée de trois phases, à savoir :

- **Phase I : Synthèse des données existantes.** Dans cette phase, l'ensemble des données géologiques, hydrogéologiques et géotechniques du site est analysé. Cette analyse est complétée par une visite de la future zone de travaux et du site actuellement exploité par un géologue-hydrogéologue et un géotechnicien, comprenant :
 - Le recueil des témoignages des exploitants sur leur retour d'expérience,
 - Une visualisation des talus actuels,
 - Une analyse géomorphologique et l'observation des éventuelles zones humides et sources,
 - L'inspection des caisses de carottes,
 - Des relevés piézométriques, etc...

Cette phase s'achève par l'établissement d'un modèle géotechnique de terrain, conformément à la note remise le 26/07/2014.

- **Phase 2 : Investigations et essais complémentaires.** Afin de confirmer et/ou d'adapter les hypothèses prises dans la phase I pour l'établissement du modèle géotechnique, des investigations complémentaires ont été réalisées sur la base de l'avenant n° I.

Ces investigations ont principalement été réalisées :

- Sur les flancs du futur casier, avec la réalisation de sondages à la pelle mécaniques selon 4 profils et l'établissement de profils géophysiques,
- Au droit de la future zone de stockage des déblais excédentaires, avec la réalisation d'essais de pénétration dynamique complémentaires aux sondages à la pelle réalisés dans le cadre de la mission G12 établie en 2013,
- Au droit de la piste devant être réalisée en fond de thalweg, avec la réalisation d'essais de pénétration dynamique et de sondages à la pelle,
- Au droit des bassins de stockage des lixiviats et des eaux pluviales, avec la réalisation de sondages à la pelle, sondages pressiométriques et carottés et équipements piézométriques,
- Des essais en laboratoire complémentaires pour identifications GTR, essais de compactage de type Proctor Normal, et essais de traitement à la chaux.

- **Phase 3 : Etude et rapport.** L'analyse des dernières investigations et essais en laboratoire doit aboutir sur la confirmation et/ou l'adaptation du modèle géotechnique établi dans notre première note remise le 26/07/2014.

Cette analyse porte essentiellement sur :

- Pour la zone de stockage de déchets :
 - Les talus de déblais (selon 3 profils transversaux et un profil longitudinal),
 - La stabilité des remblais à chaque phase d'exploitation (casier I à 3.3) en prenant en compte les surcharges locales d'exploitation.
- L'utilité de la purge partielle ou totale des colluvions sous la diguette
- Pour la zone de stockage des matériaux de déblais excédentaires, l'analyse des sols supports et de la stabilité du stock,
- Pour les bassins : la description de la pente des talus, les modalités de terrassements et les éventuelles précautions de drainages,
- Pour les voiries : les modalités de terrassements et les structures de chaussées à mettre en oeuvre,
- Pour la plateforme technique des bâtiments modulaires : la description des modalités de terrassements et de fondations des ouvrages.

Cette étude est basée sur les différentes investigations géotechniques réalisées in-situ et en laboratoire dans le cadre de ce dossier. Elle se conclut par la fourniture d'un rapport d'étude géotechnique comprenant pour ces ouvrages :

- **Etude préliminaire du site**
Enquête bibliographique et visite du terrain
- **Résultats des investigations** (éventuelle nouvelle campagne) (plans d'implantation, coupes géologiques et diagrammes des essais in-situ et en laboratoire)
- **Etude hydrogéologique** : elle comprendra la description des principaux aquifères potentiellement présents au droit du projet (géométrie, profondeur, type d'aquifère), les niveaux de nappes mesurés dans les ouvrages accessibles et/ou réalisés spécifiquement (plans d'implantation, coupes géologiques et diagrammes des essais in-situ et en laboratoire) ou les niveaux de nappe les plus probables
- **Analyse et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et de son influence sur le projet :**
 - Description de la géologie et établissement du modèle géologique du site
 - Définition de la zone d'influence géotechnique (ZIG)
 - Analyse de la compacité des terrains
 - Niveaux de nappe à retenir
 - Analyse du contexte sismique du site (ordre de grandeur des vitesses sismiques, détermination de la classe de sol selon les règles parasismiques (EC8), accélération maximale à retenir selon la sismicité, la classe de sol et l'ouvrage)
 - Caractérisation des instabilités de versants identifiées
- **Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages :**
 - Types de fondations (bâtiments modulaires)
 - Pente des talus de déblais et de remblais à adopter
 - Dispositifs de gestion des eaux souterraines et de ruissellement à prévoir (phase chantier et définitive)
 - Estimation des tassements sous digue et stocks
 - Définition du programme de contrôle avec seuils associés
 - Définition d'un éventuel programme d'auscultation et d'instrumentation avec seuils associés
 - Etude de l'assise des voiries et parkings (épaisseur, constitution et critères de réception de la couche de forme) pour un profil type
- **Recommandations particulières pour la réalisation des travaux**
Préparation du terrain et phasage des travaux (terrassements, amélioration de sol, avoisinants, soutènements, etc.).

3. Intervenants

Maître d'ouvrage : SMECTOM DU PLANTAUREL

Maître d'œuvre : EODD Ingénieurs Conseils

Bureau d'études Géotechnique et Hydrogéologique : FONDASOL

4. Documents remis

Il nous a été fourni dans le cadre de l'étude :

- Le rapport d'étude géotechnique d'avant projet (G12) établi par GEOTEC (référéncé 2012/2661/TOULS et daté du 25 Mars 2013,
- Le compte rendu des investigations géotechniques et de la pose de tubes PVC à MANSES, réalisées par GINGER (contrat STL2.8.0869 daté du 20/04/2009),
- Le compte rendu d'intervention pour la pose de piézomètres mis en œuvre par GESTER (document n°315.02.0100.I.E.A du 02/12/02),
- Le rapport d'étude géologique et hydrogéologique établi par SAFEGE référencé Tii/OD/U216 et daté de Septembre 1992 pour la création du centre d'enfouissement technique de déchets ultimes,
- L'étude d'impact – Présentation du site actuel et du projet, établi par le cabinet ECTARE (référence 94034 de Juillet 2013), pour la demande d'autorisation d'extension de l'ISDND de Manses (09).
- Un plan d'ensemble des installations (N° plan 06 au 1/1000°),
- Les plans du projet (stade APD), datés de Février 2014, avec :
 - Plan phase I des travaux (APD-2013-02)
 - Plans Phase I Casiers 1, 2 et 3 (APD-2013-04 à 06)
 - Plan Phase I Coupes (APD-2013-07)
 - Coupes de détail de l'aménagement de la partie amont (Sud) du bioréacteur (APD-2013-08),
 - Plan Phase I Réseaux lixiviats (APD-2013-09)
- Un cahier de photographies du site datant de juin-août 1998,
- Des profils non référencés avec la disposition des casiers projetés,
- Un plan des carottages au 1/2500° sur fond topographique (Dossier 214 001 de Janvier 2014)
- Le CCTP et plans du DCE établi par EODD Ingénieurs Conseils pour la conception du casier I en date de juillet 2014.

5. Documents de référence

Normes :

- NF P 94-500 : Classification des missions d'ingénierie géotechnique
- NF P 11-300 : Classification des sols

Guide Technique :

- GTR 92 version 2000 : Fascicules I et II.
- Guide technique : remblayage de tranchées et réfection de chaussées, du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et du SETRA.
- Guide du traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques.
- Fascicule 70.

Eurocode 7.

Au stade des études, pour effectuer une ébauche dimensionnelle de ces ouvrages, nous avons donc retenu les approches préconisées par les règles générales de l'Eurocode 7 (NF P94-251-1) son annexe nationale (NF P94-251-1/NA), ainsi que les normes françaises de l'Eurocode, le cas échéant.

Eurocode 8. Sismique

Descriptif général du site et approche documentaire

I. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site étudié se situe sur le territoire de la commune de Manses en amont des bâtiments de la ferme de Berbiac. Le site comprend l'intégralité du bassin versant, les limites de propriétés étant constituées par les lignes de crêtes.

D'un point de vue morphologique, le site est constitué d'une vallée principale orientée Nord Est – Sud Ouest, sans écoulement pérenne, et de thalwegs adjacents plus ou moins développés. L'altitude varie de 482 m (point culminant au Nord Est : Pic de la Coume de Millas) à 320 m environ en fond de vallée, soit une dénivellation extrême de 162 m.

Le site est en grande partie recouvert de bois et taillis.

La zone étudiée pour la future exploitation est dans un thalweg secondaire à l'est d'un vallon similaire en cours d'exploitation.

En particulier, les zones concernées par les futurs travaux sont :

- 1 / La zone technique avec mise en place de locaux modulaires sera située entre la future zone de stockage des déchets et le bassin de stockage des eaux pluviales. Cette zone n'a pas fait l'objet d'investigations complémentaires. Des déblais seront nécessaires pour créer cette plateforme.

NB : des reconnaissances complémentaires seront nécessaires en phase travaux après réalisation des déblais, avec notamment des sondages à la pelle mécanique.

- 2 / Le bassin à lixiviats, en partie basse du site, repose sur une zone remaniée. Celui-ci sera réalisé sur une zone ayant fait l'objet de remblaiement sur des hauteurs importantes. Les remblais ont été disposés ou enlevés au gré des besoins de l'exploitation des casiers actuels. Le bassin devrait donc reposer en grande partie sur ces remblais. Suivant son calage altimétrique, celui-ci pourra être partiellement en déblai.
- 3 / Le bassin pluvial, adjacent au bassin à lixiviats, est lui aussi situé sur ces remblais. De la même manière, suivant son calage altimétrique, celui-ci pourra être partiellement en déblai. Le thalweg principal du vallon borde ces deux zones.



Photo 2 : Vue de la zone du bassin pluvial et du bassin à lixiviats

- 4 / La piste d'accès à la zone de stockage des matériaux extraits des déblais traversera le thalweg principal. Elle sera constituée essentiellement de remblai compte tenu de la pente importante des flancs du thalweg. Les remblais seront de l'ordre de 10 m d'épaisseur, à première vue.



Photo 2 : Vue de la future piste d'accès

- 5 / Le bassin pluvial adjacent à la zone de stockage des matériaux extraits. Cette zone repose vraisemblablement sur des colluvions dont l'épaisseur semble être irrégulière.



Photo 3 : Vue de la zone concernée par le futur bassin pluvial

- 6 / La zone de stockage des matériaux extraits des déblais est située quant à elle dans un vallon adjacent au thalweg principal. Dans cette zone, on retrouvera aussi bien des colluvions pouvant être recoupées sur des épaisseurs très importantes que des marnes ou des poudingues, à l'image des affleurements qui ont pu être observés au droit de la piste d'accès créée en déblai. On devra donc s'attendre à une forte hétérogénéité des sols dans cette zone.



Photo 4 : Vue de la zone de stockage des matériaux de déblai

- 7 / Le vallon concerné par la future exploitation et qui servira de zone de stockage de déchets en mode bioréacteur, avec la création de 6 casiers superposés. Cette zone n'a fait l'objet d'aucune exploitation antérieure. Les flancs du thalweg secondaire présentent une pente moyenne de 30 à 35°. Elle est entièrement occupée par des bois.



Photo 5 : Vue du vallon concerné par la future exploitation

- 8 / La zone de la digue aval délimitant la zone de stockage des déchets de la phase I. Cette zone n'a pas fait l'objet de reconnaissances complémentaires. Dans cette zone, des colluvions seront vraisemblablement recoupées.

2. Contexte géologique et sismiques

D'après la carte géologique au 1/50 000 (Edition BRGM) de Mirepoix, le projet se situe sur les Molasses marneuses du Stampien inférieur (g1-2a) et du Stampien moyen (g2b).

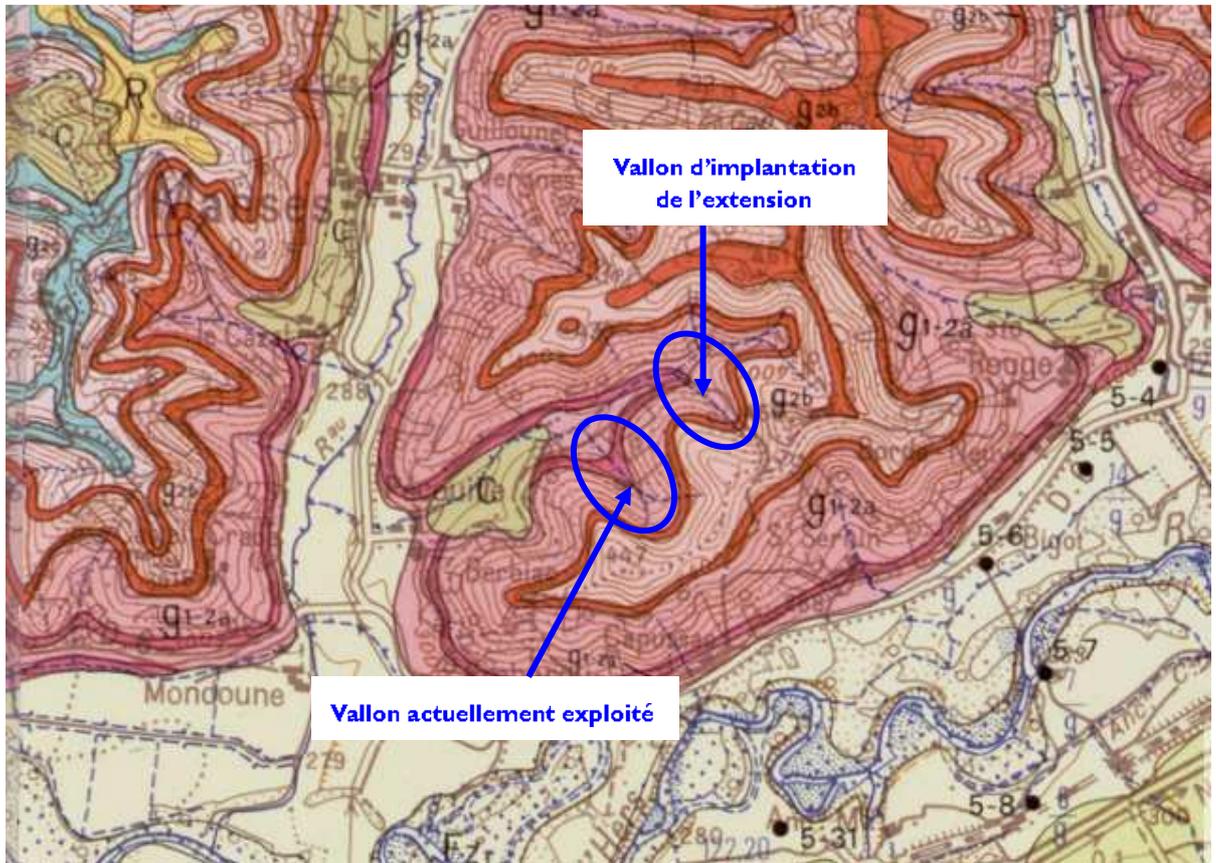


Figure 2 : Extrait de la carte géologique (donnée extraite du site du BRGM)

Les molasses sont des épandages de produits de démantèlement des Pyrénées durant la phase d'orogénèse alpine. La sédimentation est de type continentale, détritique alternant les phases de sédimentation fine argileuse et les phases de sédimentation grossière au gré des variations de régime des cours d'eau. Les Molasses et marnes du Stampien sont donc caractérisées par une succession de bancs irréguliers constitués principalement de poudingues, de marnes et d'argile. Les poudingues peuvent constituer des bancs très durs et compacts. Ces bancs n'excèdent pas, en règle générale, 2 à 3 m d'épaisseur.

On notera par ailleurs en fond de vallée principale, dans sa partie aval, un recouvrement de colluvions constituées d'argiles plus ou moins sableuses ou caillouteuses, mises en place vraisemblablement, compte tenu de la morphologie, par des glissements gravitaires ou par des solifluxions en milieu humide.

D'un point de vue structural, la carte géologique met en évidence deux principales informations :

- une structure monoclinale et subtabulaire de la molasse au droit du projet,
- la présence de bancs de calcaires et de poudingues suivant les courbes de niveaux au droit du thalweg concerné par le nouveau casier et la zone de stockage des matériaux

D'un point de vue tectonique, les mouvements tardifs, post-sédimentaires entraînent des mouvements des Molasses se traduisant par des accidents de faible amplitude. Compte tenu du caractère essentiellement argilo-marneux et discontinu des Molasses et de leur puissance, ces accidents s'amortissent très rapidement.

Depuis le 1^{er} Mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) est applicable. Le site étudié est classé en zone de sismicité 2 (faible). Les éléments sismiques à prendre en compte sont définis dans la note de calculs de stabilité jointe en annexes 4.

3. Enquête documentaire sur les risques connus sur la commune de Manses

D'après les dernières mises à jour du site internet PRIM.NET, la commune de MANSES n'est pas concernée par l'existence de plans de prévention des risques naturels.

Cependant, on dénombre l'existence de 4 arrêtés de catastrophe naturelle concernant des inondations et un arrêté concernant une tempête.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
Inondations, coulées de boue et effets exceptionnels dus aux précipitations	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992
Inondations et coulées de boue	21/09/1993	25/09/1993	29/11/1993	15/12/1993
Inondations et coulées de boue	02/08/1999	02/08/1999	29/11/1999	04/12/1999
Inondations et coulées de boue	16/04/2007	16/04/2007	03/07/2007	10/07/2007

Figure 3 : Tableau récapitulatif des arrêtés de catastrophe existants (Source : Site PRIM.NET)

La zone d'étude est classée en zone d'aléa moyen, concernant le risque de phénomène de retrait / gonflement des argiles d'après le site « Argiles ».

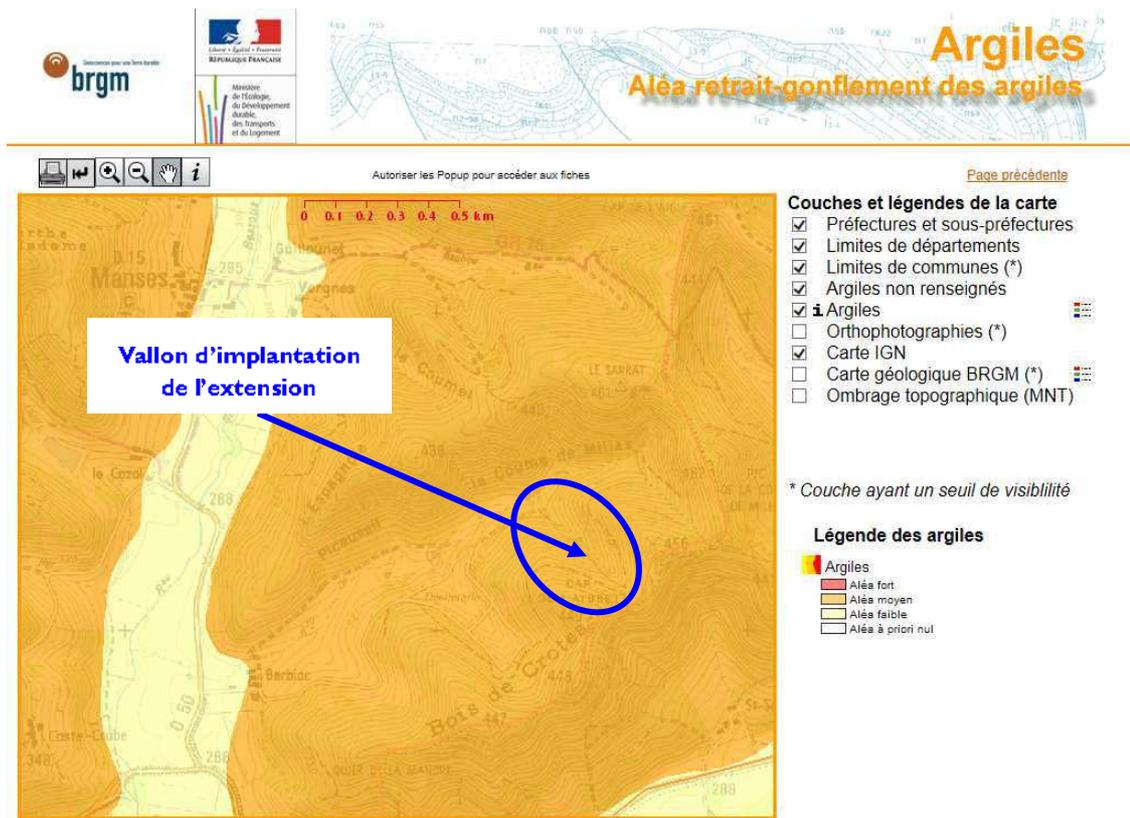


Figure 4 : Extrait de la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (Source : Site Argiles)

4. Contexte hydrogéologique

4.1 Aquifères en présence au droit du projet

- Les colluvions

Les colluvions de fond de thalweg et de pentes sont constituées de matériaux argilo-sableux et graveleux peu perméables mais dans lesquels se développent une nappe plus ou moins pérennes principalement à la faveur des périodes pluvieuses.

La géométrie de cette nappe est intimement liée à la topographie. Elle est alimentée par l'impluvium mais aussi par les quelques écoulements souterrains qui peuvent s'observer au sein du substratum molassique.

On peut donc s'attendre à ce qu'en période hivernale, une nappe se développe en fond de thalweg primaire et secondaire et remonte temporairement à faible profondeur.

- Le substratum molassique

Le substratum molassique du stampien de plusieurs centaines de mètre d'épaisseur ne constitue pas un aquifère remarquable. La nature des formations à prédominance argileuse et marneuse fait que cet horizon ne constitue pas un réservoir de qualité. Néanmoins, les faciès localement sableux, gréseux, calcaires et conglomératiques peuvent constituer des niveaux aquifères, généralement d'extension limitée et peu productifs. Les puits qui exploitent cette ressource ne produisent généralement pas plus que quelques mètre-cubes par heure.

Les formations de Molasses et marnes du Stampien ne constituent pas un aquifère, compte tenu de la très faible perméabilité de ces faciès. Seuls quelques niveaux de poudingues peuvent, dans la mesure où ils sont fissurés, constituer des niveaux de drainage des eaux de rétention au sein des marnes.

Seul le puits existant à proximité immédiate des bâtiments de la ferme de Berbiac ainsi que l'émergence captée utilisée pour l'alimentation du bétail sont répertoriés dans le secteur comme point d'eau. Ces points d'eau se développent au sein des colluvions. Le mur est constitué par les formations du Stampien inférieur et moyen.

Seuls quelques écoulements généralement localisés s'observent donc au sein de ces matériaux à la faveur des faciès les plus perméables : sables grès, calcaires. Ils génèreront des venues d'eau le plus souvent ponctuelles en phase de terrassement qu'il conviendra de canaliser afin de garantir la stabilité des talus de déblai. En période pluvieuse de réalimentation, le débit de ces venues d'eau pourra être plus soutenu. En période sèche, par contre ces écoulements pourront disparaître.

L'absence de continuité entre les différents faciès détritiques interdit l'existence d'un aquifère continu au sein des Molasses.

4.2 Inondations par remontée de nappes

D'après la carte de remontées de nappes (source : BRGM), la zone d'étude est classée comme ayant une sensibilité très faible vis-à-vis du risque de remontée de nappe.

La carte ci-dessous présente ce risque d'inondation par remontée de nappe :

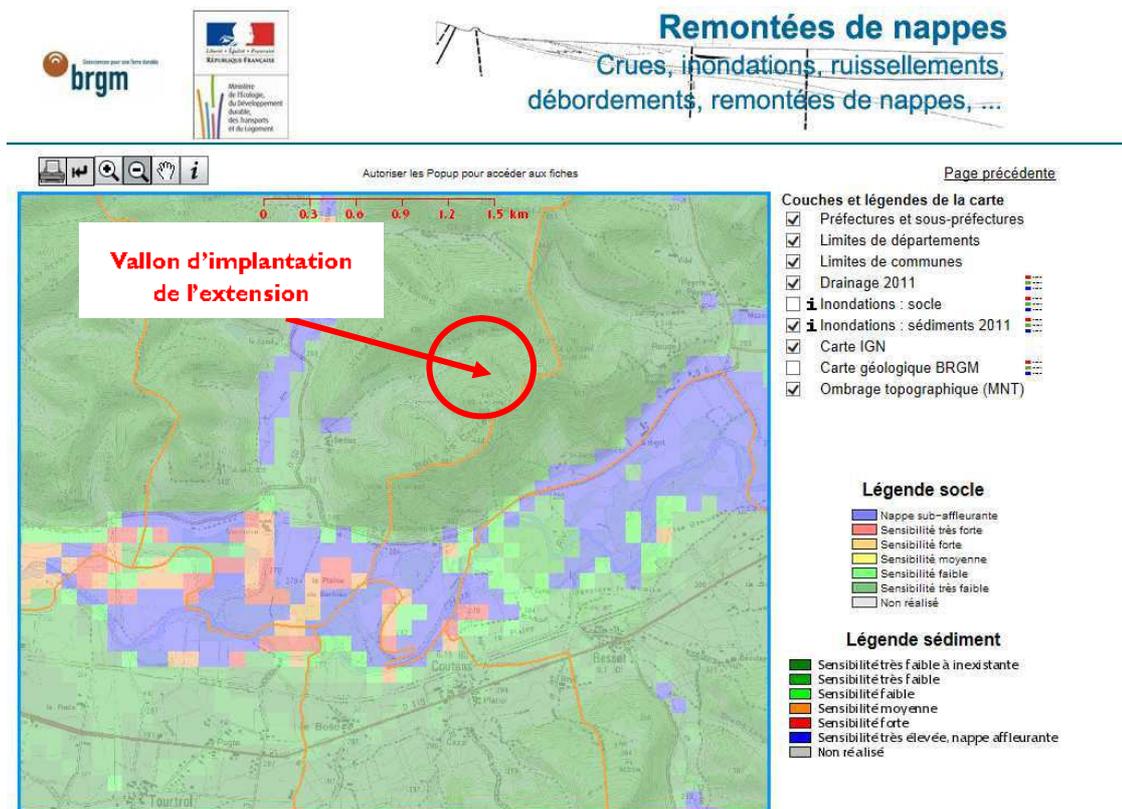


Figure 5 : Carte de remontée de nappes (donnée extraite du site web www.inondationsnappes.fr, développé par le BRGM)

5. Contexte hydrologique

Le vallon concerné par l'étude est situé à la confluence de l'Hers (environ 600 m à 1 km au Sud) et du ruisseau des Bessous (environ 1 km à l'Ouest).

Un ruisseau à écoulement non pérenne s'écoule dans le fond du thalweg principal (ruisseau de la Coume de Millas). Des rus à écoulement non pérenne sont aussi indiqués sur la carte IGN au 1/25 000 au droit des axes des thalwegs secondaires où vont être réalisé le nouveau casier et le stock de matériaux.

Ces axes d'écoulement temporaires vont donc être recoupés par le projet et devront être intégrés en phase travaux et définitive.

6. Présentation des principales contraintes liées au site

Les principales contraintes liées au site sont :

1 / Concernant son exploitation :

- Le respect de l'arrêté préfectoral et les principes du DDAE,
- Le respect de la géométrie du casier décrit dans le DDAE avec l'objectif d'optimisation des pentes de talus de 3H/2V à 1H/1V,
- Le maintien des cotes altimétriques définies dans l'arrêté,
- Cette première phase de travaux doit intégrer les contraintes techniques de la deuxième phase de travaux, principalement pour les futurs déblais à créer en aval des casiers C1 à C3.

2 / Concernant les limites foncières :

- Le maintien de la position du chemin forestier en partie haute du casier avec une emprise foncière limitée à une distance de 15 m par rapport à la limite extérieure de cette voie.

3 / Concernant les contraintes paysagères :

- Le maintien d'une zone boisée, en amont du bassin eaux internes afin de constituer une barrière végétale vis-à-vis des avoisinants.
- La présence d'un thalweg avec un écoulement non pérenne profond localement, notamment dans la zone de stock des matériaux de déblai, limitant l'exploitation de cette zone de stockage.

Résultats bruts des sondages et essais in situ

I. Sondages et essais in-situ

Le programme de sondages suivant proposé par Fondasol en accord avec le SMECTOM du PLANTAUREL a pu être réalisé :

- Zone du bassin de lixiviat :
 - 1 sondage carotté noté SCI04 et équipé d'un tube piézométrique constitué d'un tube PVC 51/60 mm de diamètre, crépiné de 5 à 11 m à la base des remblais et au sein des argiles marneuses et marnes calcaires,
 - 1 sondage pressiométrique noté PRI01 et poursuivi jusqu'à 15 m de profondeur,
 - 4 sondages à la pelle mécanique, poussés jusqu'aux refus ou arrêtés en fin de course, notés PM201 à PM204,
 - 4 essais de pénétration dynamique, poursuivis jusqu'aux refus et notés PDI01, PDI02, PDI07 et PDI08.

- Zone du bassin de stockage des eaux pluviales internes :
 - 1 sondage carotté noté SCI05 et équipé d'un tube piézométrique constitué d'un tube PVC 51/60 mm de diamètre, crépiné de 6 à 15 m au sein des argiles marneuses et marnes calcaires,
 - 1 sondage pressiométrique noté PRI02 et poursuivi jusqu'à 15 m de profondeur,
 - 3 sondages à la pelle mécanique, poussés jusqu'aux refus ou arrêtés en fin de course, notés PM205 à PM207,
 - 4 essais de pénétration dynamique, poursuivis jusqu'aux refus et notés PDI03 et PDI06.

- Zone du remblai de la piste d'accès à la zone de stockage de matériaux de déblais :
 - 3 sondages à la pelle mécanique, poussés jusqu'aux refus ou arrêtés en fin de course, notés PM208 à PM210,
 - 2 essais de pénétration dynamique, poursuivis jusqu'aux refus et notés PDI09 et PDI10.

- Zone du bassin pluvial de la zone de stockage des matériaux de déblai :
 - 1 sondage destructif de reconnaissance géologique, noté SDI03, équipé d'un tube piézométrique constitué d'un tube PVC 42/50 mm de diamètre, crépiné de 2,2 m à 6,2 m de profondeur au sein des argiles faiblement sableuses à marno-calcaires entrecoupées de passages graveleux.
 - 4 sondages à la pelle mécanique, poussés jusqu'aux refus ou arrêtés en fin de course, notés PM211 à PM214,
 - 2 essais de pénétration dynamique, poursuivis jusqu'aux refus et notés PDI11 et PDI12.

- Zone de stockage des matériaux de déblai extraits des déblais du vallon :
 - 9 essais de pénétration dynamique, poursuivis jusqu'aux refus et répartis selon 3 profils transversaux, à savoir :
 - Profil 1 : Essais PD113 à PD115,
 - Profil 2 : Essais PD116 à PD118,
 - Profil 3 : Essais PD119 à PD121.

- Zone des casiers de stockage de déchets 1 à 3
 - 13 sondages à la pelle mécanique, poussés jusqu'aux refus ou arrêtés en fin de course, répartis selon 3 profils transversaux et 1 profil longitudinal, à savoir :
 - Profil 1 : Sondages PM215 à PM217,
 - Profil 2 : Sondages PM218 à PM220,
 - Profil 3 : Sondages PM224 à PM227,
 - Profil 4 : Sondages PM221 à PM223.
 - 4 dispositifs de sismique réfraction de 48 m.

L'implantation des points de sondages a été réalisée en fonction des réseaux en présence et des contraintes d'accès et de travail en sécurité. Elle est fournie en annexe 3 avec les coupes de sondages et des équipements.

Les points de sondages doivent faire l'objet d'un relevé topographique par un géomètre missionné par la maîtrise d'ouvrage. Ces relevés seront faits dans le courant du mois d'Octobre, selon les renseignements communiqués.

A titre indicatif, nous présentons ci-après le tableau récapitulatif des coordonnées GPS des points de sondages implantés par nos soins :

	coordonnées lambert 3		Coordonnées en UTM 31	
	x	y	x	y
Pénétromètres				
PD101	558130	88316	404155,8	4771872,4
PD102	558164	88341	404190,0	4771897,2
PD103	558191	88354	404217,1	4771910,0
PD104	558224	88370	404250,2	4771925,7
PD105	558251	88373	404277,2	4771928,5
PD106	558240	88353	404266,1	4771908,6
PD107	558193	88314	404218,8	4771870,0
PD108	558154	88288	404179,6	4771844,3
PD109	558263	88387	404289,3	4771942,4
PD110	558273	88369	404299,2	4771924,3
PD111	558297	88416	404323,5	4771971,1
PD112	558327	88441	404353,7	4771995,9
PD113	558390	88499	404417,2	4772053,4
PD114	558397	88486	404424,1	4772040,3
PD115	558398	88473	404425,0	4772027,3
PD116	558431	88505	404458,2	4772059,0
PD117	558435	88497	404462,1	4772051,0
PD118	558437	88490	404464,1	4772044,0

PD119	558472	88512	404499,2	4772065,7
PD120	558475	88501	404502,1	4772054,7
PD121	558476	88488	404503,0	4772041,7
Pressiomètres				
PR101	558164	88304	404189,7	4771860,2
PR102	558209	88340	404235,0	4771895,8
Carottés / destructifs				
SD103	558312	88430	404338,6	4771985,0
SCI04	558185	88321	404210,8	4771877,0
SCI05	558238	88356	404264,1	4771911,6
Sismique				
PS1 aval	558540	88327	404565,8	4771880,3
PS2 aval	558467	88252	404492,2	4771805,8
PS3 aval	558448	88188	404472,7	4771742,0
PS4 aval	558595	88234	404620,0	4771786,9
Pelles				
PM 201	558140	88324	404165,9	4771880,4
PM 202	558170	88347	404196,1	4771903,1
PM 203	558172	88322	404197,9	4771878,1
PM 204	558178	88301	404203,7	4771857,1
PM 205	558214	88364	404240,2	4771919,8
PM 206	558225	88351	404251,1	4771906,7
PM 207	558234	88344	404260,0	4771899,6
PM 208	558254	88394	404280,4	4771949,5
PM 209	558270	88377	404296,2	4771932,3
PM 210	558275	88362	404301,1	4771917,3
PM 211	558292	88430	404318,7	4771985,1
PM 212	558314	88420	404340,6	4771975,0
PM 213	558309	88438	404335,7	4771993,0
PM 214	558333	88430	404359,6	4771984,8
PM 215	558418	88204	404442,9	4771758,2
PM 216	558421	88217	404446,0	4771771,2
PM 217	558425	88234	404450,1	4771788,2
PM 218	558557	88296	404582,5	4771849,1
PM 219	558548	88290	404573,5	4771843,2
PM 220	558533	88279	404558,4	4771832,3
PM 221	558470	88186	404494,7	4771739,8
PM 222	558478	88198	404502,8	4771751,8
PM 223	558484	88209	404508,9	4771762,7
PM 224	558611	88135	404635,2	4771687,8
PM 225	558602	88146	404626,3	4771698,8
PM 226	558586	88163	404610,5	4771716,0
PM 227	558563	88188	404587,7	4771741,1

Tableau I : Coordonnées théoriques des points de sondages

NB : Toutes les profondeurs sont reportées par rapport à la cote du Terrain Actuel (TA) au droit des sondages.

2. Essais de laboratoire

Les essais de laboratoire avaient pour but l'identification et la classification des matériaux rencontrés ainsi que leur aptitude au traitement la chaux (réutilisation en remblai ou en couche de forme).

Les analyses menées sont les suivantes :

- Granulométrie
- valeur au bleu (VBS) ou limite d'Atterberg
- teneur en eau
- essai Proctor Normal
- test d'aptitude au traitement à la chaux selon la norme NFP 94-100

Les résultats bruts de ces essais sont donnés en annexe II, avec un tableau de synthèse.

Compte tenu de la topographie variée du site et des différentes problématiques géotechniques à traiter pour ce projet, la synthèse des données lithologiques recueillies au droit des reconnaissances sera détaillée par secteur d'études.

Adaptation au projet : Casiers de stockage des déchets 1 à 3

I. Description sommaire de l'ouvrage

Dans le cadre du projet d'extension de l'IDND de BERBIAC (09), un terrassement va être nécessaire afin d'aménager la zone pour le futur bioréacteur. Le site étant à flanc de colline, il conviendra d'étudier la stabilité des pentes concernées par le terrassement.

Le thalweg concerné par cet aménagement est orienté nord-ouest et son altimétrie varie de 420mNGF à 348mNGF, sachant que le fond des casiers sera aménagé à partir de 380mNGF. Une digue remblayée de hauteur de 2 m et largeur en tête de 3 m délimitera la base des casiers.

Des talus seront aménagés et permettront aux véhicules de circuler sur les bermes d'une largeur de 7 m pour la berme supérieure, et de 5 m pour les autres. Les talus sont initialement prévus à 3H/2V, mais l'étude permettra d'optimiser le raidissement de ces talus.

Les plans projets élaborés par EODD sont fournis en annexe 2.

2. Lithologie

2.1. Observations de terrain

Les principales observations de terrain suivantes ont pu être faites lors de notre visite de site du 01/07/2014 :

Tout d'abord, à proximité du casier en cours d'exploitation :

- Les talus de déblai vierges permettent d'observer des faciès molassiques argileux, marneux, conglomératiques localement recouverts principalement par des colluvions argilo-graveleux.
- Les bancs indurés du substratum (0.2 à plus de 1.5 m d'épaisseur à l'affleurement) se présentent sous la forme de structures monoclinales avec un pendage moyen de quelques degrés vers le Sud Est sur chaque flanc du thalweg (confirmation de la structure déduite de la carte géologique).
- Les colluvions peuvent atteindre localement au moins 4 m d'épaisseur.
- Présence de quelques zones humides et ponctuelles sur les talus.
- Des talus non humides sont stables à 50° pour des hauteurs de 3.5 à 6 m.
- Des instabilités affectent des talus de 3.50m de haut environ dans des colluvions présentant une pente de 50° environ.

Au droit du casier (très protégée par la végétation) :

- On note de nombreux affleurements de bancs de poudingues d'épaisseur variable sur le flanc est du thalweg, le long du chemin forestier.
- Les épaisseurs de colluvions varient de quelques dizaines de centimètre à plus de 2 m.

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les zones prospectées.

2.2. Sondages réalisés par GEOTEC dans le cadre de la mission G12

Selon le rapport établi par GEOTEC, les sondages réalisés pour cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages en partie amont : SC1, SC3, SC4, P41, P3, P2 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,20 m à 0,50 m de profondeur selon les sondages ou localement des sols remaniés superficiels reconnus en SC3 jusqu'à 0,3 m ;
- Des argiles marron, limons et des argiles graveleuses reconnues jusqu'à 0,5 à 7,8 m de profondeur,
- Des argiles marneuses à marnes argileuses avec rares petits graviers observées à partir de 0,6 à 7,8 m suivant les reconnaissances. Ces formations sont recoupées par des poudingues, avec notamment les passages suivants :
 - En SC1 :
 - Entre 21,3 m et 21,6 m,
 - Entre 29,5 m et 30,7 m,
 - Entre 33,75 m et 33,95 m,
 - Entre 42,2 m et 42,6 m,
 - Entre 46,5 m et 49,5 m
 - En SC3 :
 - Entre 14,5 m et 18,5 m,
 - Entre 34,4 m et 40,15 m.

Ponctuellement, des passages graveleux ont été notés, notamment en SC3 :

- Entre 6,3 et 6,5 m,
- Entre 18,5 et 19 m,
- Entre 40,15 et 41,0 m.

➤ Sondages en partie basse du vallon : SC2, PM5, PM6, PM23, PM24 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,20 m à 0,30 m de profondeur selon les sondages,
- Des argiles marron, limons et des argiles graveleuses reconnues jusqu'à 0,8 à 5,8 m de profondeur,
- Des argiles marneuses à marnes argileuses avec rares petits graviers observées à partir de 0,8 à 5,8 m suivant les reconnaissances. Ces formations sont recoupées par des poudingues, avec notamment les passages suivants :
 - En SC2 :
 - Entre 9,5 et 10,2 m,
 - Entre 10,5 et 11,5 m,
 - Entre 12,5 et 18,0 m,
 - Entre 23,7 et 24,7 m.

NB : Les descriptions et les profondeurs des différents horizons sont issues des coupes communiquées dans le rapport G12 de GEOTEC. Comme évoqué ci-après, il est peu probable que les colluvions atteignent une épaisseur de 7,8 m. De même, il existe très probablement des passages de grès ou de poudingues au sein des marnes, non détaillés par GEOTEC.

2.3. Sondages complémentaires – Phase G2

Selon les relevés des affleurements réalisés dans le cadre de notre visite de site, ainsi que l'analyse de certaines caisses de carotte, il semble que les épaisseurs de colluvions définies par GEOTEC soient sur ou mal estimées.

Au vu de ces observations, des sondages complémentaires ont été réalisés dans cette phase d'étude afin d'adapter les modélisations de calculs, selon les 4 profils, établies dans le cadre de notre note du 26/07/2014.

Ces coupes de sondages sont présentées en annexe 5. Le rapport d'analyse des mesures géophysiques est donné en annexe 6.

On rappelle que les essais en laboratoire sont présentés en annexe II.

Ces sondages complémentaires ont intéressé uniquement les sols de couverture et ont permis d'observer les éléments suivants :

Profils	Profil 1 PM215 à PM217	Profil 2 PM218 à PM220	Profil 3 PM224 à PM227	Profil 4 PM221 à PM223
Terre végétale	Jusqu'à 0,1 à 0,3 m	Jusqu'à 0,3 à 0,5 m	Jusqu'à 0,25 à 0,4 m	Jusqu'à 0,3 à 0,7 m
Limons silteux à argile ocre beige + qqs graves + rares blocs calcaires à marno-calcaires	Jusqu'à 0,8 à 2,2 m	Jusqu'à 1,8 et 1,7 m (sauf en PM220)	Jusqu'à 0,9 à 1,7 m (sauf en PM225)	Jusqu'à 1,9 à 2,1 m (sauf en PM223)
Blocs calcaires à marno-calcaires + matrice argileuse	Jusqu'à 1,8 m à 2,6 m	Jusqu'à 0,9 à 1,9 m	Jusqu'à 1,3 à 2,0 m (sauf en PM227)	Jusqu'à 1,4 à 1,5 m (sauf en PM)
Localement des poudingues	En PM217 de 2 à 2,1 m	En PM220 entre 0,9 et 1,2 m		
Localement, galets subarrondis à matrice argileuse et sableuse			En PM227 entre 1,7 et 2,2 m	
Localement, des argiles limoneuses ocre consistantes pouvant correspondre à une transition ou une altération du substratum molassique				En PM221, de 1,9 m à 2,9 m (refus sur bloc) En PM222, de 2,1 m à >4 m
Motif d'arrêt de la fouille	Refus au droit des 3 sondages entre 2 et 2,6 m	Refus au droit des 3 sondages à 1,9 m	Refus au droit des 4 sondages entre 1,3 et 2,2 m	Refus sauf en PM222 (arrêt fin de course)
Eau	Absence de venues d'eau en cours de réalisation des sondages			
Tenue des fouilles	Moyennes dans les colluvions superficielles, bonne dans les argiles consistantes et les formations blocailleuses			

Tableau 2 : Synthèse des reconnaissances dans le vallon destiné au stockage des déchets

2.4. Profils sismiques

Une campagne de mesures sismiques a été réalisée par nos soins selon 4 profils répartis au droit des pistes existantes, afin de donner des indications sur les modes d'extractions des déblais (rapport joint en annexes 6).

Ces profils sismiques ont mis en évidence les éléments suivants :

Horizon	Profil PSR1	Profil PSR2	Profil PSR3	Profil PSR4
Horizon 1 : Matériaux meubles (remblais / colluvions) Vitesse sismique : entre 380 et 420 m/s	Jusqu'à # 1 à 2 m	Jusqu'à # 3 à 3,4 m	Jusqu'à # 1,5 à 2 m	Jusqu'à # 0,5 à 1 m
Horizon 2 : Marnes et argiles fermes (substratum altéré) Vitesse sismique : entre 900 et 1240 m/s	Jusqu'à # 3,5 à 5 m	Jusqu'à # 5 à 7,2 m	Jusqu'à # 6 à 7 m	Jusqu'à # 3,4 à 5 m
Horizon 3 : Substratum sain Vitesse sismique : entre 2140 et 2320 m/s	A partir de # 3,5 à 5 m	A partir de # 5 à 7,2 m	A partir de # 6 à 7 m	A partir de # 3,4 à 5 m

Tableau 3 : Synthèse des données sismiques

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne cet ouvrage, on rappelle qu'il sera réalisé dans un vallon principalement constitué de colluvions principalement argileuses sur des épaisseurs relativement faibles (de 1 à 3,4m d'épaisseur selon les reconnaissances réalisées par nos soins). Ces colluvions reposent sur le substratum molassique principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Ces formations ne constituent pas des aquifères remarquables. Néanmoins, des venues d'eau sont à prévoir à faible profondeur dans les colluvions en fond (et à proximité) des thalwegs. De plus des venues d'eau pourront être rencontrées au droit des formations molassiques à la faveur des faciès les plus perméables qui peuvent constituer de petits réservoirs alimentés en période humide. Ces venues d'eau resteront vraisemblablement isolées ou indépendantes.

Des relevés des niveaux d'eau stabilisés, mais dans des ouvrages non ou mal isolés des eaux de ruissellement, ont été effectués par nos soins au droit des piézomètres déjà installés. Ces niveaux sont donc purement indicatifs et doivent être considérés comme tel.

Ils ont donné les indications suivantes :

- Profil 4 : nappe relevée le 01/07/2014, en SC4, vers 12 m de profondeur, soit à 394mNGF,
- Profil 2 : nappe relevée le 01/07/2014, en SC3, vers 14 m de profondeur, soit à 389mNGF,
- Profil 3 : nappe relevée le 01/07/2014, en SC1, vers 20 m de profondeur, soit à 401mNGF.

Malgré l'absence de nappe véritable au sein des matériaux concernés par les terrassements, il est nécessaire de prendre en compte l'impact des éventuelles venues d'eau pouvant être interceptées. Pour en tenir compte dans les calculs de stabilité détaillés par la suite, nous avons considéré, en première approche, les hypothèses suivantes :

- Profil 4 : nappe relevée le 01/07/2014 à 394 mNGF, remontée possible en EE vers 399mNGF.
- Profil 2 : nappe relevée le 01/07/2014 à 389 mNGF, remontée possible en EE vers 394mNGF,
- Profil 3 : nappe relevée le 01/07/2014 à 401 mNGF, remontée possible en EE vers 406mNGF

Remarque : nous conseillons au maître d'ouvrage de faire réaliser un suivi piézométrique à minima de fréquence mensuelle pendant une année hydrologique complète afin de vérifier ces hypothèses.

4. Résultats des essais en laboratoire

Remarque importante :

Les identifications n'ont porté que sur les sols de couverture et ne caractérisent pas le substratum qui se classera en R31 à R34 pour les faciès à dominante marseuse, R2 voire R4 pour les poudingues et les grès.

Les essais de laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages PM215 à PM227, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type AI :
 - au droit de PM221 (1,2 à 1,4 m/TA), dans un état hydrique « m » ;
- des sols de type A2 :
 - au droit de PM216 (2,0 à 2,2 m/TA) et PM224 (0,5 m/TA) dans un état hydrique « m ».
- des sols de type CIAI :
 - au droit de PM218 (1,0 à 1,1 m/TA) et PM222 (4,0 m/TA) dans un état hydrique « s » pour PM218 ;
- des sols de type CIB5 :
 - au droit de PM227 (2 m/TA).

Les tableaux de synthèse et les résultats des essais figurent en annexe II.

Commentaires selon le Guide GTR 2000 :

- Sols fins classés en A1 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols fins classés en A2 : ces sols sont plastiques et difficiles à mettre en œuvre par temps humide.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols comportant des fines et des gros éléments classés en CIA1 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau. Leur comportement se rapproche des sols A1
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques.
- Sols comportant des fines et des gros éléments classés en CIB5 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau. Leur comportement se rapproche des sols A1
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques.

Tous ces matériaux sont sensibles à l'eau. Lors de notre intervention, les matériaux présentaient un état hydrique « m » à « s », permettant leur réutilisation pour la mise en œuvre de remblais. Ces matériaux, changeant brutalement de consistance pour de faibles variations de teneurs en eau, deviennent cependant inutilisables dans un état « ts » ou « th ».

3 essais de traitement selon la norme NFP 94-100 ont été effectués :

- Sur un échantillon d'argiles limoneuses prélevé en PM221 entre 1,2 et 1,4 m de profondeur,
- Sur un échantillon d'argiles à blocs prélevé en PM222 vers 2,1 m de profondeur,
- Sur un échantillon d'argiles avec quelques graves prélevé en PM224 vers 0,5 m de profondeur.

Les résultats indiquent que les deux premiers matériaux sont adaptés au traitement à la chaux seule (1,5 % de CaO utilisé pour les tests). Les valeurs d'IPI sont améliorées après traitement (IPI > 20) et les caractéristiques sont conservées après immersion (ICBR > IPI).

Seuls les résultats du troisième matériau indiquent que les matériaux les plus argileux ne sont pas adaptés au traitement à la chaux seule, pour un dosage de 1,5 % et à la teneur en eau testée (21,6% après traitement, proche d'un état hydrique « h » à « th ») ; les caractéristiques de portance n'étant pas conservées après immersion. Une étude spécifique devrait permettre d'adapter le dosage en chaux à ces matériaux pour leur réutilisation.

5. Nature des sols supports

Pour cette partie du projet, on rappelle que les terrassements seront réalisés jusqu'à la cote de 380m NGF (cote de fond de casier).

L'arase de terrassement sera donc constituée de marnes, poudingues, grès et de niveaux plus ou moins graveleux. Les matériaux marneux de classification GTR R31 à R34 évolueront vers des matériaux plus ou moins fins de classification AI, A2, voire CIA1 ou CIA2.

On attire l'attention sur le caractère évolutif des molasses de classe R31 à R4 qui, dans un moindre confinement se dégraderont en matériaux plus fins de type CIAi et Ai, principalement sous l'action d'efforts mécaniques ainsi que, de manière plus pondérée, au contact des agents météorologiques ou sous l'action de circulation d'eau.

Ces matériaux seront sensibles à l'eau. Etant donné leur caractère sensible, on attire l'attention sur les difficultés de traficabilité en période défavorable. Une attention particulière devra être portée sur les moyens de drainage à mettre en œuvre pour assurer la protection de cette arase.

On attire l'attention sur le fait que les matériaux les moins dégradables resteront des points durs en arase.

Compte tenu du caractère sensibles des marnes, on considèrera une arase de classe AR2, si des dispositions de drainage sont prises, pouvant évoluer vers une arase de classe AR0, sous l'effet des intempéries notamment.

6. Terrassements

6.1. Réalisation des déblais

Les terrassements intéresseront les principales formations suivantes, après décapage de la terre végétale :

- Les colluvions argileuses et blocailleuses de classification GTR AI, A2, CIA1, CIA2, CIB5, sur une épaisseur moyenne de 0,4 à 3,4 m suivant les reconnaissances réalisées,
- Les marnes argileuses, marnes sableuses, marnes calcaires présentant un faciès d'altération jusqu'à 3,4 à 7,2 m de profondeur par rapport au terrain actuel, suivant les reconnaissances et mesures géophysiques réalisées,
- Les poudingues et bancs de grès pouvant présenter des épaisseurs de 1 à 3 m au droit des reconnaissances réalisées sur site, notamment au niveau des sondages carottés réalisés dans la mission G12 menée par GEOTEC.

La synthèse des données géophysiques est communiquée en annexes 6.

Ces terrassements pourront être réalisés :

1 / Pour les colluvions constituées principalement de matériaux meubles :

Les mesures de géophysiques réalisées donnent des valeurs de vitesses comprises entre 380 et 420 m/s, sur une épaisseur de 0,4 à 3,4 m. Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens de type pelle mécanique, buteur, ripper, et ponctuellement du BRH, en présence de blocs de dimensions importantes au sein de ces formations.

2 / Pour les faciès d'altération des marnes et poudingues :

Les mesures de géophysiques réalisées donnent des valeurs de vitesses comprises entre 900 et 1240 m/s, jusqu'à 3,4 à 7,2 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel. Les vitesses très variables traduisent des constitutions très variables pour cet horizon. Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens de type pelle mécanique, buteur, ripper, BRH, en présence de blocs de dimensions importantes au sein de ces formations.

3 / Pour les marnes et poudingues peu altérés :

Les mesures de géophysiques réalisées donnent des valeurs de vitesses comprises entre 2140 et 2320 m/s, à partir de 3,4 à 7,2 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel. Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de BRH et de rippers puissants munis d'une dent, et localement de pelles hydrauliques puissantes.

Localement, il sera nécessaire de recourir à des tirs d'ébranlement préalables aux terrassements pour les niveaux les plus indurés à l'image du profil de mesures géophysiques PSR2 (vitesse sismique moyenne de 3130 m/s au droit de ce profil). **On attire l'attention sur le fait que la mise en œuvre des opérations de minage devra respecter l'intégrité des formations sous-jacentes au casier et son critère de perméabilité.**

L'hétérogénéité de ces formations et les variations rapides verticales et latérales de faciès rendront difficiles les opérations de terrassements et de tri des matériaux.

6.2. Stabilité des déblais

Les terrassements devront permettre l'aménagement d'un fond de casier à la cote 380 mNGF, avec une cote amont située à 420 mNGF. Etant donné les contraintes à respecter, avec notamment le maintien du chemin forestier, il a été étudié la possibilité de raidir les talus à une pente de IH/IV afin de réduire les épaisseurs résiduelles de colluvions et de substratum altéré et a fortiori de supprimer la mise en œuvre de remblais sur les versants.

Pour cette étude de stabilité, il a été considéré 4 profils de modélisation, dont un dans le sens du thalweg recoupant la zone étudiée. Le détail de ces calculs est donné en annexe dans la note établie en juillet 2014.

Les analyses des reconnaissances complémentaires réalisées (sondages à la pelle mécanique et mesures géophysiques) ont conduit à adapter la modélisation établie dans la note du 26/07/2014.

En synthèse, les modifications suivantes ont été apportées :

Profil	Modélisation initiale	Modélisation finale
Profil transversal 1	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5m de profondeur	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5 m de profondeur
Profil transversal 2	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5m de profondeur	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 à 4 m Marnes raides : toit à 5 à 6 m de profondeur
Profil longitudinal 3	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5m de profondeur	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5 m de profondeur
Profil transversal 4	Colluvions : épaisseur de 2 m Marne altérée : épaisseur de 3 m Marnes raides : toit à 5m de profondeur	Colluvions : épaisseur de 3,4 m Marne altérée : épaisseur de 3,8 m Marnes raides : toit à 7,2 m de profondeur

Tableau 4 : Détails des modélisations

Le détail des modèles est communiqué en annexes I2.

Les conclusions sur les stabilités de ces profils, à l'EUROCODE 8 sismique, sont :

- Pour le profil I : Les sondages réalisés dans cette phase d'études n'ont pas amené à modifier la modélisation initiale. La stabilité des talus de ce profil est assurée, sous réserve de mettre en place des masques ou éperons localisés dans les zones où les colluvions présenteront une compacité plus faible, et / ou au droit des venues d'eau qui pourraient apparaître.

Les résultats finaux des calculs de stabilité sont :

Profil 1 avec surcharges		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité ah/g= 0.035 et av/g=0.012
Hypothèses	objectif	>1
	cercle étudiée	coefficients sismiques eurocode + sismique
	premier talus	1.14
	deux premiers talus	1.44
	trois premiers talus	1.11
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	ensemble des talus	1.03
	2ème talus seul	1.90
	3ème talus seul	1.46
	4ème talus seul	1.73

Tableau 5 : Résultats des calculs de stabilité – PROFIL I

- Pour le profil 2 : Les reconnaissances réalisées ont conduit à considérer une surépaisseur locale des argiles marneuses altérées et un approfondissement du toit du substratum peu altéré. Pour ce profil, la stabilité n'est pas assurée pour le talus supérieur, recoupant les colluvions et les argiles marneuses altérées. Un masque en enrochement est nécessaire, avec une épaisseur à la base et en tête de 1,5 m. Ce masque sera ancré au minimum de 0,5m dans le substratum altéré.

Profil 2		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$
Hypothèses	objectif	>1
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	cercle étudiée	coefficients sismiques eurocode + sismique
La nappe en bas de talus a été prise à 373.7m NGF, en haut EE à 394m NGF	premier talus avec enrochement	1.29
	deux premiers talus	1.6
	trois premiers talus	1.15
	ensemble des talus	1.31
	2ème talus seul	1.09

Tableau 6 : Résultats des calculs de stabilité – PROFIL 2

- Pour le profil 3 : Les reconnaissances réalisées n'ont pas amené à modifier la modélisation initiale. La stabilité des talus de ce profil est assurée. Pour ce profil, la stabilité de la digue aval a été étudiée, notamment après remblaiement et après talutage des casiers de la phase 2. La stabilité de cette digue est assurée dans le cas où elle présente une largeur en tête de 3 m, une pente à 3H/2V et une hauteur de l'ordre de 8 m.

Profil 3 avec surcharges			tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité ah/g=0.035 et av/g=0.012
Hypothèses		objectif	>1
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	Phases	cercle étudiée	coefficients sismiques eurocode + sismique
	1 : excavation fond de fouille seul	premier talus , colluvions et substratum altéré	1.68
		2 premiers talus	1.32
		3 premiers talus	1.28
		ensemble des talus en amont de la digue	1.25
La nappe en bas de talus a été prise à 355m NGF, en haut EE à 406m NGF	2 : premier casier de déchets	stabilité de la digue	1.07
	3 : 2 casiers de déchets	stabilité de la digue	1.68
	4 : tous les casiers de déchets	stabilité de la digue	1.12
		stabilité du talus de marnes en aval de la digue	1.00
		plan de glissement quelconque dans les déchets	1.05*

Tableau 7 : Résultats des calculs de stabilité – PROFIL 3

- Pour le profil 4 : Les différentes reconnaissances réalisées ont conduit à considérer une surépaisseur des colluvions ainsi qu'une surprofondeur du toit des marnes peu altérées. Une instabilité est avérée au niveau du premier talus recoupant les colluvions et les marnes altérées. Etant donné les contraintes du projet, notamment vis-à-vis du chemin forestier, il n'est pas envisageable de coucher le premier talus à 3H/2V car cela imposerait de mettre en œuvre des remblais pour la création de la berme de 7 m de large, et impliquerait une instabilité du talus aval. La seule solution restante est de mettre en œuvre un masque en enrochement bétonné dont le dimensionnement est estimé à 3 m de large. Un simple enrochement ne garantirait pas la stabilité.

Profil 4 surcharges		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$
Hypothèses	objectif	>1
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	cercle étudiée	coefficients sismiques eurocode + sismique
La nappe en bas de talus a été prise à 373.7m NGF, en haut EE à 394m NGF	premier talus avec enrochement	1.16
	deux premiers talus	1.04
	trois premiers talus	1.15
	ensemble des talus	1.00
	2ème talus seul	1.02
	4 ^{ème} talus seul	1.48

Tableau 8 : Résultats des calculs de stabilité – PROFIL 4

On veillera par ailleurs à respecter les recommandations suivantes :

- Les enrochements devront être constitués de matériaux blocailleux (non roulés) issus de roches non évolutives et insensibles à l'eau (de classe R2I, par exemple, pour une roche calcaire et R6I pour une roche métamorphique ou granitique). La blocométrie des enrochements devra être supérieure à 600 mm pour apporter une ossature suffisante à l'ouvrage de soutènement, et les blocs ne devront pas présenter de fissuration ou de microfissuration pouvant les rendre fragiles aux chocs lors de la mise en place, ou au gel à moyen et long terme ; la mise en place de ces enrochements devra conduire à un indice des vides minimum entre blocs, et devra garantir la stabilité de chaque bloc en parement (base des blocs horizontale ou inclinée vers l'amont).
- Un géotextile devra être interposé entre les talus et les enrochements qui seront drainés.

- Un drainage particulier devra être mis en place, au niveau des risbermes, afin de récolter les eaux provenant d'éventuels passages sableux et de les évacuer vers un exutoire pérenne.
- On rappelle que des venues d'eau importantes peuvent être recoupées à la base des bancs de poudingues. Les transitions entre les calcaires et les marnes devront faire l'objet d'un traitement spécifique afin de pouvoir drainer ces venues d'eau et les évacuer vers un exutoire pérenne (relayé par les risbermes inférieures).
- Un réseau de barbacanes devra être disposé au niveau des enrochements bétonnés. Les eaux ainsi recueillies seront dirigées vers un exutoire pérenne.

6.3. Réutilisation des matériaux extraits en remblais

On rappelle que les matériaux extraits seront de type :

- Les colluvions argileuses et blocailleuses de classification GTR A1, A2, CIA1, CIA2, CIB5, sur une épaisseur moyenne de 0,4 à 3,4 m suivant les reconnaissances réalisées,
- Les marnes argileuses, marnes sableuses, marnes calcaires présentant un faciès d'altération jusqu'à 3,4 à 7,2 m de profondeur par rapport au terrain actuel, suivant les reconnaissances et mesures géophysiques réalisées,
- Les marnes non altérées de classe R31 à R34 à partir de 3,4 à 7,2 m suivant les reconnaissances,
- Les poudingues et bancs de grés (roche de classe R4) pouvant présenter des épaisseurs de 1 à 3 m au droit des reconnaissances réalisées sur site, notamment au niveau des sondages carottés réalisés dans la mission G12 menée par GEOTEC.

6.3.1. Réutilisation des colluvions

Il sera possible de réemployer ces matériaux en remblais courant sous réserve que leur état hydrique ne soit pas trop humide (Indice Portant Immédiat IPI > 5), de l'absence de matières organiques et dans des conditions météorologiques favorables.

NB : Si des horizons très plastiques sont rencontrés, ceux-ci ne pourront être réutilisés en remblais qu'avec un traitement à la chaux et après vérification de la possibilité de malaxer et d'homogénéiser les matériaux de manière correcte. Des planches d'essais seront à prévoir pour vérifier cette possibilité.

Pour les matériaux à l'état hydrique très humide, ceux-ci devront être mis en dépôt.

Pour les matériaux à l'état hydrique humide, un traitement à la chaux sera nécessaire pour les mettre en œuvre en remblais courant par couches successives soigneusement compactées. Les remblais ne devront pas excéder une hauteur de 10 m.

Pour les matériaux à l'état hydrique moyen à sec, on pourra envisager de les mettre en œuvre en remblais sans traitement spécifique pour des hauteurs limitées à 5 m, en recourant à un compactage intense pour les sols à l'état hydrique « s ».

Pour des remblais de hauteur comprise entre 5 et 10 m, si les matériaux sont à l'état hydrique moyen, ceux-ci pourront être mis en remblai sans traitement spécifique. Les matériaux secs nécessiteront un arrosage pour leur mise en œuvre en remblai pour les ramener à l'état hydrique « m ».

Pour un objectif de classification q2

Aucun sol naturel du site n'est réutilisable dans l'état pour un objectif de densification q2.

Il pourra s'agir de matériaux d'apports insensibles à l'eau, de type GNT 0/20 mm.

Pour un objectif de classification q3

Il s'agira de matériaux à apport insensibles à l'eau de type D3 (GNT 0/80 mm) ou de matériaux du site traités à la chaux (A1, A2, C1B5 ou B5), après avoir validé la faisabilité du traitement par la mise en œuvre de planches d'essais au démarrage du chantier. Les tests d'aptitude réalisés dans le cadre de la présente étude indiquent que les colluvions sont aptes au traitement à la chaux.

Pour un état hydrique « h » à « th » de ces matériaux, les objectifs de performance ne sont pas garantis avec un traitement à 1,5 % à la chaux vive.

Pour un état hydrique « m » / « h » des matériaux naturels, les objectifs de performance pour une couche de forme devraient être atteints avec un traitement à 2% avec de la chaux vive.

Pour un objectif de classification q4

Selon le guide de remblayage des tranchées (SETRA), les matériaux du site reconnus dans un état hydrique « th » ne sont pas réutilisables en l'état pour un objectif q4.

Ils pourront être réutilisés dans un état hydrique « m » ou bien dans un état « h », après traitement à la chaux préalable (un dosage à 2% de CaO devrait être suffisant) et mise en dépôt provisoire préalable.

Ils pourront être réutilisés à l'état naturel (A1, A2, CIA1, CIA2 ou CIB5) en remblais courants.

6.3.2. Réutilisation des formations molassiques

La réutilisation de ces matériaux est rendue difficile, d'une part, vis-à-vis de la contrainte de devoir faire évoluer les matériaux vers des sols fins et, d'autre part, du fait de l'hétérogénéité en terme de nature de matériaux et d'état hydrique.

Les principaux risques spécifiques de pathologie de remblais réalisés avec de tels matériaux sont dus à leur évolution résiduelle au sein des ouvrages qu'il sera nécessaire de limiter efficacement en les faisant suffisamment évoluer lors de leur mise en œuvre. Les phases d'extraction, de tri, de transport et de mise en œuvre de ces matériaux dans les remblais devront ainsi permettre de faire évoluer leur blocométrie et granulométrie de manière à créer une matrice argileuse suffisante pour réduire l'indice des vides et enrober les blocs dont le diamètre maximum ne devra pas excéder 80 à 100 mm.

Des planches d'essai seront nécessaires pour s'assurer que les moins fragmentables des matériaux marneux ou marno-calcaires évolutifs (R31 et R32) pourront bien être suffisamment transformés sur le plan mécanique, et pour définir les moyens nécessaires.

L'autre risque de ces matériaux est lié à leur état hydrique sec voire très sec que l'on ne peut compenser que très partiellement par un compactage intense. Il sera donc nécessaire le plus souvent de les faire évoluer pour tendre vers un état hydrique moyen grâce à des opérations d'arrosage et d'humidification.

Le réemploi de ces matériaux selon les conditions définies ci-dessus pourra se faire, pour des hauteurs de remblai faibles, en l'état dans le cas de conditions météorologiques favorables, et avec traitement à la chaux pour des remblais de hauteurs élevées, et le cas échéant, pour des remblais de hauteur moyenne selon l'état hydrique ou le choix des pentes à adopter.

Etant donné les contraintes d'exécution à mettre en œuvre pour la réutilisation de ces matériaux, nous recommandons de les mettre en dépôt pour les réutiliser en couverture des stocks de déchets.

En ce qui concerne les niveaux de poudingues, de classe GTR R2 et R4, on rappelle que ces matériaux sont retrouvés sur de faibles épaisseurs et localement, en couches lenticulaires et subhorizontales. Les matériaux de cette classe peuvent être assimilés à des conglomérats de sables et de galets liés entre eux par un ciment naturel de silice ou de calcite. La résistance plus ou moins grande de cette cimentation confère à ces matériaux des comportements variables (risques de réarrangement après mise en œuvre lorsqu'ils ne sont pas suffisamment compactés). Si le tri de ces matériaux est possible et si ceux-ci ne sont pas pollués par une fraction argileuse, on pourra les

réutiliser en remblais courants, à l'image des matériaux CIB5, sous réserve de vérifier l'absence de matériaux dégradables. Leur granulométrie ne devra pas excéder 0/250 mm.

On attire l'attention sur le fait que ces matériaux pourront développer un comportement sensible à l'eau pour les plus friables, les rendant impropres à leur réutilisation en couche de forme.

6.4. Réalisation de la digue de fermeture du casier

Au droit du projet de digues, les sondages géotechniques de l'étude de 2013 ont identifié des colluvions jusqu'à 0,8 à plus de 3 m de profondeur. Cette profondeur correspondant approximativement au fond de terrassement du casier, les sols d'assise devraient plus ou moins correspondre au substratum molassique. Dans le cas contraire, les colluvions résiduelles devront être purgées afin de garantir la stabilité de la digue.

Cette digue sera constituée de matériaux compactés soigneusement par couches successives. On veillera à réaliser une surlargeur afin de garantir le bon compactage de l'ensemble du corps de la digue (mise en œuvre par méthode excédentaire). Les matériaux devront être mis en œuvre à un état hydrique « m ».

L'objectif de compactage recherché est q4, soit une densité supérieure ou égale à 95% de la densité OPN.

Le compactage des matériaux devra être mené de façon à obtenir en tout point au moins, les résultats suivants à l'essai de plaque de 60 cm (mode opératoire LCPC) :

- EV2 supérieur à 35 MPa ($EV2 > 35 \text{ MPa}$)
- EV2/EV1 inférieur à 2 ($EV2/EV1 < 2$)

On rappelle que la digue doit respecter un objectif de perméabilité $k < 1.10^{-9} \text{ m/s}$.

La tranchée drainante prévue sous les casiers de stockage des déchets devra traverser cette digue. Pour éviter tout risque de mise en charge et de surpression interstitielle, on recommandera de compléter le système de drainage latéralement.

Adaptation au projet : Zone de stockage des matériaux de déblai

1. Description sommaire de l'ouvrage

Avant même la phase d'excavation des matériaux, une **zone de stockage** sera créée en face de la vallée, au niveau du thalweg orienté sud-sud-est et permettra de recevoir provisoirement les matériaux enlevés. Une purge de la plus grande partie des colluvions de cette zone de stockage est envisagée. Les talus sont prévus à 3H/2V, avec banquettes intermédiaires à définir et la hauteur du stock pourra dépasser 15 m.

Il est prévu la création d'une diguette en aval pour délimiter la zone de stockage.

2. Lithologie

2.1. Observations de terrain

Les principales observations de terrain suivantes ont pu être faites lors de notre visite de site du 01/07/2014 :

- Le substratum rocheux (poudingue) affleure sur les flancs nord-est et sud-ouest du thalweg secondaire, au sein duquel les matériaux de déblai vont être stockés.
- D'autres affleurements de conglomérat (bloc ou banc en place ?) sont observés dans le lit du ru encaissé de 2.00m environ, dans le même alignement.
- En aval immédiat, vers le thalweg principal, l'épaisseur de colluvions semble plus importante.
- Le lit du ruisseau de la Coume de Millas est à cet endroit-là très encaissé avec un fond à plus de 5 m de profondeur par rapport aux berges, et ce à faible distance des affleurements rocheux.

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les zones prospectées.

2.2. Sondages réalisés par GEOTEC dans le cadre de la mission G12

Les sondages réalisés pour cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages à la pelle : PMI6 et PMI7, PM31 à PM40 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,20 m à 0,40 m de profondeur selon les sondages ;
- Des argiles beige à bariolées de rouge plus ou moins sableuses et graveleuses et des argiles graveleuses reconnues jusqu'à l'arrêt des sondages PMI6, PM31 à PM34, PM38, PM40 m (entre 3,5 et 4,5 m),
- Localement, des graves argileuses plus ou moins sableuses observées au droit des sondages suivants :
 - En PM38 : entre 0,25 et 3,1 m de profondeur,
 - En PM39 : entre 0,2 et 1,9 m,
 - En PM40 : entre 0,2 et 2,2 m.
- Localement, des argiles marneuses à marnes argileuses avec rares petits graviers rencontrées au droit des sondages suivants :
 - En PMI7 : Entre 1,2 et 3,0 m (refus de la pelle),
 - En PM35 : Entre 1,5 et 1,7 m (refus de la pelle)
 - En PM37 : Entre 0,2 et 1,5 m,
 - En PM39 : Entre 1,9 et 3,0 m.

Ponctuellement, des passages graveleux indurés (poudingues altérés ?) ont été notés, notamment :

- En PM36 : Entre 1,9 et 2,4 m (refus de la pelle),
- En PM37 : Entre 0,25 et 1,5 m (refus de la pelle).

Les coupes de sondages établies par GEOTEC ne font pas référence à d'éventuelles venues d'eau.

NB: On rappelle que les descriptions et les profondeurs des différents horizons sont issues des coupes communiquées dans le rapport G12 de GEOTEC.

2.3. Sondages complémentaires – Phase G2

En complément de ces reconnaissances et compte tenu des observations faites sur site, des essais de pénétration dynamique ont été réalisés, en vue :

- D'évaluer les épaisseurs de colluvions,
- D'analyser la portance des sols d'assise des futurs remblais.

Les diagrammes des essais de pénétration dynamique sont communiqués en annexe 7.

Ces essais complémentaires ont permis d'observer les éléments suivants :

Pénétromètres	Résistance de pointe faible à médiocre (colluvions)	Résistance de pointe médiocre à moyenne (zone de transition)	Résistance de pointe élevée (substratum plus ou moins altéré probable)	Affaiblissement (surépaisseurs de colluvions probable)	Refus (toit du substratum peu altéré probable)
PD113	0 / 0,2 m Qd < 2 MPa	0,2 / 5,4 m Qd # 9 à 15 MPa	/	/	5,4 m
PD114	0 / 0,2 m Qd < 2 MPa	0,2 / 4,3 m Qd # 6 à 12 MPa	7,2 / 8,5 m Qd # 15 à > 40 MPa	4,3 / 7,2 m Qd # 3 à 6 MPa	8,5 m
PD115	0 / 0,3 Qd < 2 MPa	0,3 / 4,8 m Qd # 6 à 12 MPa	/	4,8 / 7,8 m Qd # 3 à 6 MPa	7,8 m
PD116	0 / 0,2 m Qd < 2 MPa	/	0,2 / 0,6 m Qd > 10 MPa	/	0,6 m
PD117	0 / 2,3 m Qd # 3 à 6 MPa	/	2,3 / 3,0 m Qd # 15 à > 30 MPa	/	3,0 m
PD118	0 / 6,3 m Qd # 3 à 9 MPa	/	6,3 / 6,8 m Qd # 10 à > 40 MPa	/	6,8 m
PD119	0 / 0,2 m Qd < 2 MPa	0,2 / 2,2 m Qd # 9 à 20 MPa	2,2 / 2,9 m Qd # 20 à > 40 MPa	/	2,9 m
PD120	0 / 8,3 m Qd # 3 à 9 MPa	/	8,3 / 9,2 m Qd # 15 à > 30 MPa	/	9,2 m
PD121	0 / 2,0 m Qd # 4 à 6 MPa	2 / 5,3 m Qd # 9 à 15 MPa	7,4 / 10,2 m Qd # 15 à > 30 MPa	5,3 / 7,4 m Q # 3 à 6 MPa	10,2 m

Tableau 9 : Synthèse des données pénétrométriques

Ces reconnaissances ont mis en évidence :

- La présence probable de colluvions blocailleuses ou du substratum altéré à faible profondeur en PD113 (dès 2 m de profondeur), en PD117 (dès 2 m de profondeur), en PD119 (dès 2,2 m de profondeur),
- des affaiblissements en PD114, PD115 et PD121,
- des surépaisseurs importantes de colluvions en PD114, PD115, PD118, PD120 et PD121,
- Un refus prématuré en PD116 pouvant être significatif soit de la présence d'un bloc, soit de la remontée ponctuelle du substratum ou d'un banc de poudingues, à l'image des affleurements observés dans le secteur.

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne cet ouvrage, on rappelle qu'il sera réalisé dans un vallon similaire à celui destiné au stockage des déchets. Ces colluvions sont principalement constituées de formations argilo-graveleuses à localement blocailleuses, sur des épaisseurs très variables, allant de 2,2 m à 5,4 m en moyenne, voire localement jusqu'à 7,2 à 8,3 m. Elles reposent sur le substratum molassique principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Ces formations ne constituent pas des aquifères remarquables. Néanmoins, des venues d'eau sont à prévoir à faible profondeur dans les colluvions en fond (et à proximité) des thalwegs. De plus des venues d'eau pourront être rencontrées au droit des formations molassiques à la faveur des faciès les plus perméables qui peuvent constituer de petits réservoirs alimentés en période humide. Ces venues d'eau resteront vraisemblablement isolées ou indépendantes.

Les reconnaissances effectuées n'ont pas permis de repérer des niveaux d'eau, celles-ci ayant été réalisées en période estivale.

Malgré l'absence de nappe véritable au sein des matériaux concernés par les terrassements, il est nécessaire de prendre en compte l'impact des éventuelles venues d'eau pouvant être interceptées. Pour en tenir compte dans les calculs de stabilité détaillés par la suite, nous avons considéré, en première approche, une nappe au sein des colluvions, à une profondeur moyenne de 3 m environ.

4. Résultats des essais en laboratoire

Pour cette zone, il n'a pas été réalisé de sondages complémentaires avec prélèvements d'échantillons.

Les identifications détaillées ci-après sont issues des données de la mission G12 de GEOTEC. Les essais d'identification ont été réalisés sur la frange de colluvions pour cette zone.

Les essais de laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages réalisés dans la mission G12, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type A1 :
 - au droit de PM31 (0,2 à 14 m/TA), PM40 (2,7 à 3,9 m/TA) ;
- des sols de type A2 :
 - au droit de PMI7 (0,9 à 3,5 m/TA) dans un état hydrique « s ».

On rappelle par ailleurs que des matériaux de type CIA1 et CIB5 ont été reconnus au droit des sondages réalisés dans le vallon destiné au stockage des déchets. Ces classes de matériaux seront vraisemblablement rencontrées pour les matériaux les plus grossiers.

Remarque importante :

Les identifications n'ont porté que sur les sols de couverture et ne caractérisent pas le substratum qui se classera en R31 à R34 pour les faciès à dominante mameuse, R2 voire R4 pour les poudingues et les grés.

Commentaires selon le Guide GTR 2000 :

- Sols fins classés en A1 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols fins classés en A2 : ces sols sont très plastiques et difficiles à mettre en œuvre par temps humide.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols comportant des fines et des gros éléments classés en CIB5 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau. Leur comportement se rapproche des sols A1
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques.

Tous ces matériaux sont sensibles à l'eau. Ces matériaux, changeant brutalement de consistance pour de faibles variations de teneurs en eau, deviennent cependant inutilisables dans un état « ts » ou « th ».

5. Nature des sols supports

Pour cette partie du projet, on rappelle que les reconnaissances réalisées ont mis en évidence la présence de colluvions sur des épaisseurs très variables.

Si ces colluvions sont conservées, l'arase de terrassement sera constituée d'argiles plus ou moins sableuses et graveleuses après décapage de la terre végétale, avec ponctuellement des remontées du toit du substratum marneux ou de bancs de poudingues, à l'image des affleurements observés ainsi que, très probablement, du refus prématuré obtenu en PD116.

Dans ce cas, on considèrera une arase de classe AR1, voire AR2, si des dispositions de drainage sont prises, pouvant évoluer vers une arase de classe AR0, sous l'effet des intempéries notamment.

Pour cette partie du projet, il est envisagé de purger l'ensemble des colluvions pour faire reposer les remblais sur le substratum molassique plus ou moins altéré ; toutefois l'épaisseur de cette purge étant d'un point de vue pratique limitée à 4 m, la forte épaisseur des colluvions reconnue au pénétromètre fait que l'assise des remblais ne reposera pas partout sur le substratum.

Dans ce cas, l'arase de terrassement sera donc constituée en grande partie de marnes, poudingues, grès et de niveaux plus ou moins graveleux et localement de colluvions argilo-graveleuses à blocailleuses (à l'image des essais de pénétration dynamique PD114, PD115, PD118, PD120 et PD121). Les matériaux marneux de classification GTR R31 à R34 évolueront vers des matériaux plus ou moins fins de classification AI, A2, voire CIA1 ou CIA2.

On attire l'attention sur le caractère évolutif des molasses de classe R31 à R4 qui, dans un moindre confinement se dégraderont en matériaux plus fins de type CIAi et Ai, principalement sous l'action d'efforts mécaniques ainsi que, de manière plus pondérée, au contact des agents météorologiques ou sous l'action de circulation d'eau.

Ces matériaux seront sensibles à l'eau. Etant donné leur caractère sensible, on attire l'attention sur les difficultés de traficabilité en période défavorable. Une attention particulière devra être portée sur les moyens de drainage à mettre en œuvre pour assurer la protection de cette arase.

On attire l'attention sur le fait que les matériaux les moins dégradables resteront des points durs en arase.

Compte tenu du caractère sensibles des marnes, on considèrera une arase de classe AR2, si des dispositions de drainage sont prises, pouvant évoluer vers une arase de classe AR0, sous l'effet des intempéries notamment.

6. Terrassements

6.1. Purge éventuelle des colluvions

Dans le cas où les purges des colluvions sont maintenues jusqu'à 4 m de profondeur en moyenne, les terrassements intéresseront les principales formations suivantes, après décapage de la terre végétale :

- Les colluvions argileuses et blocailleuses de classification GTR A1, A2, CIA1, CIA2, CIB5, sur une épaisseur moyenne de 0,4 à 3,4 m suivant les reconnaissances réalisées.
- Ponctuellement, les marnes argileuses, marnes sableuses, marnes calcaires présentant un faciès d'altération et les poudingues et bancs de grés repérés au droit d'affleurements, notamment.

On devra respecter une pente maximale de 3H/2V pendant la phase travaux, pour la purge de ces colluvions. Cette purge devra se faire au fur et à mesure de l'amenée des matériaux extraits afin de limiter le délai d'ouverture de ces talus. En cas de venues d'eau pouvant déstabiliser les talus, notamment au sein de passages graveleux, on veillera à mettre en place des éperons drainants ou des masques en enrochement s'il n'est pas possible de coucher les talus concernés par ces instabilités.

Ces terrassements pourront être réalisés :

1 / Pour les colluvions constituées principalement de matériaux meubles :

Les reconnaissances ont mis en évidence la présence des colluvions argileuses et graveleuses sur une épaisseur variant de 2,2 m à 5,4 m, voire jusqu'à 7,2 m à 8,3 m. Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens de type pelle mécanique, buteur, ripper, et ponctuellement du BRH, en présence de blocs de dimensions importantes au sein de ces formations.

2 / Localement pour les faciès d'altération des marnes et poudingues :

Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens de type pelle mécanique, buteur, ripper, BRH, en présence de blocs de dimensions importantes au sein de ces formations.

6.2. Préconisation sur la mise en œuvre des remblais et de la diguette

On rappelle que la zone de stockage pourra donner lieu à la mise en œuvre de remblais sur une épaisseur pouvant être supérieure à 15 m, avec des pentes de talus prévues à 3H/2V, avec banquettes intermédiaires.

Pour assurer la stabilité de cet ouvrage, il sera nécessaire de compacter soigneusement les remblais au fur et à mesure de leur mise en œuvre. Un compacteur adapté devra être mis à disposition sur la zone de stockage (dans l'idéal un VP4 ou VP5) afin de viser un compactage q4 (densité > 95% de la densité OPN).

Il est important que les matériaux soient soigneusement fermés afin qu'ils ne soient pas pénétrés par les eaux de ruissellement préjudiciables à la stabilité d'ensemble.

Les eaux seront dirigées à l'avancement vers les bords de la zone de stockage (contact terrain naturel/stock) en récupérant celles du bassin versant amont, et évacuées vers le ruisseau de fond de thalweg par des ouvrages adaptés. Les ouvrages hydrauliques provisoires (fossés...) devront être surveillés et lorsque nécessaire entretenus en permanence.

Dans l'emprise de la zone de stock, deux tranchées drainantes sont à prévoir :

- Une tranchée drainante au droit du thalweg, qui achemine les eaux drainées vers le ru de la Coume de Millas (aménagement du point de rejet compris dans les travaux) ;
- Une tranchée drainante entourant la zone de stock des matériaux à la limite entre terrain naturel et surfaces décapées lors des terrassements préparatoires. Cette tranchée drainante acheminera les eaux ainsi drainées vers le fossé périphérique entourant la zone de stock.

Les tranchées drainantes seront comblées de matériaux drainants à fournir par l'entreprise, constitués de grave roulée d'une granulométrie comprise entre 20/40 mm et 40/60 mm. Le caractère non calcaire de la grave n'est ici pas important, s'agissant d'eaux souterraines.

Les matériaux drainants seront enrobés dans un géotextile anti-contaminant. Un drain sera posé dans la tranchée.

La zone de stockage sera limitée en aval par une diguette de 1.5 m de haut en moyenne et de 3 m de large en tête avec des pentes à 3H/2V, construite en matériaux choisis dont la nature et l'état hydrique sont compatibles avec la construction de l'ouvrage (Matériaux B5 à C1 B5 dans un état hydrique m par exemple) et selon les règles de mise en remblai décrites dans le GTR 2000.

Cette diguette, qui reposera sur les colluvions argileuses et graveleuses, sera munie d'une bêche descendue au substratum ou à 2.00m de profondeur (sauf si des sols de consistance médiocre sont rencontrés à cette profondeur, auquel cas des purges supplémentaires devront être effectuées) et de 5 m de large minimum. Le remplissage de cette bêche se fera avec un masque drainant coté amont de 2 m de large en matériaux blocailleux de type 40/80mm sans fines. Le reste de la bêche sera remblayée en matériaux identiques à ceux du corps de digue.

Cette bêche se développera de part et d'autre du fossé axial existant au thalweg. La base du masque drainant présentera une pente homogène vers un ou plusieurs exutoires (ru ou tranchée drainante axiale).

L'axe du thalweg, correspondant à un fossé d'écoulement non pérenne, sera purgé de ses colluvions de fond qui seront substitués par des matériaux drainants de type 40/80 ou 40/150mm sur une section minimale de 1m², emballés dans un géotextile de filtration/séparation adapté.

6.3. Stabilité des remblais et de la diguette en aval

Compte tenu des dispositions détaillées ci-avant, concernant la création de la diguette et la mise en œuvre des remblais, on pourra considérer que les matériaux de remblais ainsi réalisés présenteront des caractéristiques intrinsèques similaires à celles des colluvions argileuses et graveleuses.

La conception du plan de mise en œuvre des stocks devra vérifier les remblais présentent bien des caractéristiques similaires, notamment pour le stockage des matériaux marneux à marno-calcaires qui pourront être constitués de blocs de dimensions plus ou moins importantes et du caractère évolutifs de ces matériaux. Des planches d'essais pourront s'avérer nécessaires pour s'assurer des caractéristiques de ces remblais et permettront, le cas échéant, d'adapter la méthodologie de mise en œuvre de ces remblais.

Par ailleurs, on conservera une distance de sécurité de 10 m entre la berge et le pied du talus du remblai de stockage de matériaux de déblai.

Pour cette étude de stabilité, les calculs successifs, menés sur un profil type, ont amené à retenir la hauteur maximale de 7 m de remblais entre deux banquettes successives de 5m de large au minimum, avec une pente de 3H/2V et pour un objectif de sécurité d'au moins 1,3.

Le détail des calculs menés est détaillé dans la note du 26/07/14 présentée en annexes 4.

La prise en compte des surépaisseurs de colluvions par rapport aux hypothèses prises dans la note du 26/07/14 n'engendrent pas d'instabilités au niveau de ces remblais. Cependant, compte tenu des surépaisseurs rencontrées de colluvions aux caractéristiques médiocres à moyennes, on devra limiter la hauteur des remblais à 15 m, pour assurer la stabilité.

Profil 6 avec surcharges		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g= 0.035$ et $a_v/g=0.012$
Hypothèses	objectif	>1.30
$C=30kPa$ marnes avec surcharges	cercle étudiée	Coefficients globaux
L'épaisseur de colluvions a été portée à 6,5 m environ Les colluvions reposent sur le substratum altéré La nappe a été prise à +1m / base des colluvions	rupture en pied de ruisseau	1.31
	rupture en pied de talus d'arrêt	1.57
	talus supérieur	1.44
	1 talus isolé	1.32

Tableau 10 : Résultats des calculs de stabilité – Profil 6

Adaptation au projet : Bassin pluvial – Zone de stockage des matériaux de déblais

1. Description sommaire de l'ouvrage

Un bassin pluvial sera créé en vue de récolter les eaux pluviales de la zone de stockage des matériaux de déblai. Celui-ci sera vraisemblablement réalisé sur les colluvions.

Selon les éléments communiqués, ce bassin présentera les dimensions et caractéristiques suivantes :

- Volume utile : 2450 m³,
- Profondeur utile : 3 m,
- Pente des flancs internes et externes : 35°,
- Hauteur de revanche : 1 m,
- Cote de fond : 345 m NGF

Pour ce bassin, il n'est pas prévu d'étanchéité interne.

2. Lithologie

2.1. Observations de terrain

La zone concernée par la mise en place du bassin est située sur les colluvions. Cette zone présente une pente de l'ordre de 10 à 15 %, avec un dénivelé de l'ordre de 3 m sur l'emprise du futur bassin.

Cette zone n'a pas fait l'objet de reconnaissances géotechniques pendant la phase d'étude préliminaire (mission G12). On doit cependant s'attendre à une forte épaisseur de colluvions dans ce secteur.

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les zones prospectées. Cependant, la présence de venues d'eau à faible profondeur est probable, notamment en période hivernale.

2.2. Sondages – Phase G2

Les sondages réalisés pour cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages SDI03, PM211 à PM214, PD111 et PD112 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,20 m à 0,50 m de profondeur selon les sondages ;
- Des argiles légèrement sableuses et graveleuses marron ocre reconnues jusqu'à 1,2 m à 2,9 m de profondeur en moyenne et probablement jusqu'à 5,6 m de profondeur en PD111. Ces formations présentent des caractéristiques pénétrométriques médiocres avec :
 - $Q_d = 3 \text{ à } 9 \text{ MPa}$
- Des argiles limoneuses à blocs calcaires à marno-calcaires recoupées jusqu'à 4 m en SDI03 et 6,4 m en PD111. Ces formations correspondent à la base des colluvions. Les caractéristiques pénétrométriques mesurées dans ces formations sont bonnes avec :
 - $Q_d = 12 \text{ à } 25 \text{ MPa}$
- Des marnes argileuses à marnes calcaires recoupées à partir de 4 m de profondeur en SDI03 et jusqu'à l'arrêt du sondage à 6 m, et vraisemblablement à partir de 6,4 m en PD111.

Le refus obtenu à faible profondeur en PD112 à 2,1 m semble correspondre à un refus sur un bloc et non à une remontée du substratum molassique compact.

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit de ces reconnaissances.

Au droit des sondages à la pelle mécaniques, les parois des fouilles présentaient une tenue généralement moyenne au sein des colluvions et bonne en dessous.

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne cet ouvrage, on rappelle qu'il sera réalisé sur un versant présentant une pente relativement douce, constitué préférentiellement de colluvions argilo-graveleuses. Ces colluvions reposent sur le substratum molassique principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Ces formations ne constituent pas des aquifères remarquables. Néanmoins, des venues d'eau sont à prévoir à faible profondeur dans les colluvions en fond (et à proximité) des thalwegs.

De plus, des venues d'eau pourront être rencontrées au droit des formations molassiques à la faveur des faciès les plus perméables qui peuvent constituer de petits réservoirs alimentés en période humide. Ces venues d'eau resteront vraisemblablement isolées ou indépendantes.

Un équipement piézométrique a été disposé au droit du sondage SDI03, pour permettre d'estimer la position du niveau d'eau par rapport au fond du bassin. Pendant la phase de réalisation de ce sondage, aucune venue d'eau n'a été repérée.

Il est prévu la réalisation d'un relevé piézométrique des différents ouvrages réalisés dans le courant du mois d'Octobre 2014, en complément des relevés topographiques des points de sondages. Par ailleurs, nous conseillons au maître d'ouvrage de faire réaliser un suivi piézométrique à minima de fréquence mensuelle pendant une année hydrologique complète.

4. Résultats des essais en laboratoire

Dans ce secteur, il n'a pas été réalisé d'essais en laboratoire. On se rapportera aux essais d'identifications réalisés au droit de la piste traversant le thalweg principal.

Les essais de laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages PM208 et PM209, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type CIAI :
 - au droit de PM208 (1,00 m/TA),
- des sols de type CIB5 :
 - au droit de PM209 (1,2 m/TA)

Les tableaux de synthèse et les résultats des essais figurent en annexe II.

On rappelle cependant que des formations plus fines pourront être recoupées, l'image des argiles plus ou moins graveleuses caractérisant les colluvions superficielles des flancs du thalweg destiné au stockage des déchets.

Comme évoqué précédemment, tous ces matériaux sont sensibles à l'eau et verront leur portance chuter en période climatique défavorable.

5. Nature des sols supports

Pour cette partie du projet, on rappelle que le bassin sera en partie en remblai et en partie en déblai.

L'arase de terrassement sera donc principalement constituée de colluvions argilo-graveleuses de classification GTR A1, A2, CIAI ou CIA2.

Ces matériaux seront sensibles à l'eau. Etant donné leur caractère sensible, on attire l'attention sur les difficultés de traficabilité en période défavorable. Une attention particulière devra être portée sur les moyens de drainage à mettre en œuvre pour assurer la protection de cette arase.

On considèrera une arase de classe ARI pouvant évoluer vers une arase de classe AR0, sous l'effet des intempéries notamment.

Des purges des colluvions les plus lâches sont à prévoir, notamment dans les zones devant recevoir les digues en remblais, après décapage de la terre végétale et enlèvement des éventuelles souches d'arbres.

6. Terrassements

6.1. Réalisation des déblais

Les terrassements intéresseront les principales formations suivantes, après décapage de la terre végétale, les colluvions argileuses et blocailleuses de classification GTR A1, A2, CIA1, CIA2, CIB5, sur une épaisseur moyenne de 4 à 6,4 m suivant les reconnaissances réalisées.

Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens de type pelle mécanique, boteur, ripper, et ponctuellement du BRH, en présence de blocs de dimensions importantes au sein de ces formations.

6.2. Stabilité des déblais

Etant donné le calage altimétrique prévu pour cet ouvrage, les terrassements intéresseront les colluvions sur une hauteur de l'ordre de 3 m au droit du bassin.

Etant donné la nécessité de rendre étanche ce bassin et du fait de la nature argilo-graveleuse à graveleuse des colluvions, il sera nécessaire de réaliser une barrière étanche à l'aide d'argiles plastiques de type A2 sur une épaisseur minimale de 0,5 m, compactées de manière à obtenir une perméabilité inférieure à 1.10^{-8} m/s.

L'objectif de compactage recherché est q4, soit une densité supérieure ou égale à 95% de la densité OPN.

Le compactage des matériaux devra être mené de façon à obtenir en tout point au moins, les résultats suivants à l'essai de plaque de 60 cm (mode opératoire LCPC) :

- EV2 supérieur à 35 MPa ($EV2 > 35$ MPa)
- EV2/EV1 inférieur à 2 ($EV2/EV1 < 2$)

Un réseau de drainage périphérique devra être disposé au niveau de l'arase de terrassement. De même, un système de drainage devra être mis en œuvre en fond de ce bassin. Les drains devront être espacés au maximum de 5 m. Ce système de drainage devra être relié à un exutoire pérenne.

En ce qui concerne les stabilités des talus de déblais, en partie amont du projet, si des venues d'eau sont interceptées, à la faveur d'horizons graveleux perméables par exemple, on veillera soit à coucher les talus avec une pente de 3H/IV, soit à mettre en place des éperons ou masques en enrochement.

Les enrochements devront être constitués de matériaux blocailleux (non roulés) issus de roches non évolutives et insensibles à l'eau (de classe R21, par exemple, pour une roche calcaire et R61 pour une roche métamorphique ou granitique). La blocométrie des enrochements devra être supérieure à 600 mm pour apporter une ossature suffisante à l'ouvrage de soutènement.

6.3. Réutilisation des matériaux extraits en remblais

On rappelle que les matériaux extraits seront de type :

- Les colluvions argileuses et blocailleuses de classification GTR A1, A2, CIA1, CIA2, CIB5,
- Ponctuellement, les marnes argileuses, à sableuses et les bancs de poudingues ou de grès.

6.3.1. Réutilisation des colluvions

Il sera possible de réemployer ces matériaux en remblais courant sous réserve que leur état hydrique ne soit pas trop humide (Indice Portant Immédiat IPI > 5), de l'absence de matières organiques et dans des conditions météorologiques favorables.

NB : Si des horizons très plastiques sont rencontrés, ceux-ci ne pourront être réutilisés en remblais qu'avec un traitement à la chaux et après vérification de la possibilité de malaxer et d'homogénéiser les matériaux de manière correcte. Des planches d'essais seront à prévoir pour vérifier cette possibilité.

Pour les matériaux à l'état hydrique très humide, ceux-ci devront être mis en dépôt.

Pour les matériaux à l'état hydrique humide, un traitement à la chaux sera nécessaire pour les mettre en œuvre en remblais courant par couches successives soigneusement compactées. Les remblais ne devront pas excéder une hauteur de 10 m.

Pour les matériaux à l'état hydrique moyen à sec, on pourra envisager de les mettre en œuvre en remblais sans traitement spécifique pour des hauteurs limitées à 5 m, en recourant à un compactage intense pour les sols à l'état hydrique « s ».

Pour des remblais de hauteur comprise entre 5 et 10 m, si les matériaux sont à l'état hydrique moyen, ceux-ci pourront être mis en remblai sans traitement spécifique. Les matériaux secs nécessiteront un arrosage pour leur mise en œuvre en remblai pour les ramener à l'état hydrique « m ».

Pour un objectif de classification q2

Aucun sol naturel du site n'est réutilisable dans l'état pour un objectif de densification q2.

Il pourra s'agir de matériaux d'apports insensibles à l'eau, de type GNT 0/20 mm.

Pour un objectif de classification q3

Il s'agira de matériaux à apport insensibles à l'eau de type D3 (GNT 0/80 mm) ou de matériaux du site traités à la chaux (A1, A2, CIB5 ou B5), après avoir validé la faisabilité du traitement par la mise en œuvre de planches d'essais au démarrage du chantier. Les tests d'aptitude réalisés dans le cadre de la présente étude indiquent que les colluvions sont aptes au traitement à la chaux.

Pour un état hydrique « h » à « th » de ces matériaux, les objectifs de performance ne sont pas garantis avec un traitement à 1,5 % à la chaux vive.

Pour un état hydrique « m » / « h » des matériaux naturels, les objectifs de performance pour une couche de forme devraient être atteints avec un traitement à 2% avec de la chaux vive.

Pour un objectif de classification q4

Selon le guide de remblayage des tranchées (SETRA), les matériaux du site reconnus dans un état hydrique « th » ne sont pas réutilisables en l'état pour un objectif q4.

Ils pourront être réutilisés dans un état hydrique « m » ou bien dans un état « h », après traitement à la chaux préalable (un dosage à 2% de CaO devrait être suffisant) et mise en dépôt provisoire préalable.

Ils pourront être réutilisés à l'état naturel (A1, A2, CIA1, CIA2 ou CIB5) en remblais courants.

6.3.2. Réutilisation des formations molassiques

Compte tenu des difficultés qui seront rencontrées pour réutiliser les faciès molassiques (présentées précédemment), on recommande de les mettre en dépôts pour les réutiliser en couverture des stocks de déchets.

En ce qui concerne les niveaux de poudingues, de classe GTR R2 et R4, on rappelle que ces matériaux sont retrouvés sur de faibles épaisseurs et localement, en couches lenticulaires et subhorizontales. Les matériaux de cette classe peuvent être assimilés à des conglomérats de sables et de galets liés entre eux par un ciment naturel de silice ou de calcite. La résistance plus ou moins grande de cette cimentation confère à ces matériaux des comportements variables (risques de réarrangement après mise en œuvre lorsqu'ils ne sont pas suffisamment compactés). Si le tri de ces matériaux est possible et si ceux-ci ne sont pas pollués par une fraction argileuse, on pourra les réutiliser en remblais courants, à l'image des matériaux CIB5, sous réserve de vérifier l'absence de matériaux dégradables. Leur granulométrie ne devra pas excéder 0/250 mm.

On attire l'attention sur le fait que ces matériaux pourront développer un comportement sensible à l'eau pour les plus friables, les rendant impropres à leur réutilisation en couche de forme.

6.4. Réalisation des remblais du bassin

Les remblais seront constitués de matériaux compactés soigneusement par couches successives. On veillera à réaliser une surlargeur afin de garantir le bon compactage de l'ensemble du corps du remblai (mise en œuvre par méthode excédentaire). Les matériaux devront être mis en œuvre à un état hydrique « m ».

L'objectif de compactage recherché est q4, soit une densité supérieure ou égale à 95% de la densité OPN.

Le compactage des matériaux devra être mené de façon à obtenir en tout point au moins, les résultats suivants à l'essai de plaque de 60 cm (mode opératoire LCPC) :

- EV2 supérieur à 35 MPa ($EV2 > 35 \text{ MPa}$)
- EV2/EV1 inférieur à 2 ($EV2/EV1 < 2$)

La pente des talus ne devra pas excéder 3H/2V.

Adaptation au projet : Piste d'accès à la zone de stockage des matériaux de déblai

1. Description sommaire de l'ouvrage

La piste d'accès à la zone de stockage des matériaux de déblai sera principalement constituée de remblais. Elle traversera le thalweg principal. La topographie actuelle du site évolue entre 341,7 m NGF et 348,2 m NGF selon les données disponibles.

Le calage altimétrique n'est pas encore connu pour cet ouvrage.

Un ouvrage hydraulique devra être mis en place au niveau du thalweg.

2. Lithologie

2.1. Observations de terrain

Les principales observations de terrain suivantes ont pu être faites lors de notre visite de site du 01/07/2014 :

- Le thalweg présente des talus relativement raides entre 3H/2V et 1H/1V.
- Dans la zone concernée par la réalisation de la piste, le thalweg présente une profondeur estimée à 2 m environ.
- Aucune venue d'eau n'a été observée sur les zones prospectées.

Cette zone n'a pas fait l'objet d'investigations par GEOTEC.

2.2. Sondages réalisés dans la Phase G2

Les sondages réalisés pour cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages PM208 à PM210, PDI09 et PDI10 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,20 m à 0,50 m de profondeur selon les sondages ;
- Des graves subarrondies à matrice argileuse de couleur marron rousse à marron ocre reconnues en PM209 et PM210 respectivement jusqu'à 1,5 m et 1,0 m de profondeur.
- Des argiles marron rousses avec quelques graves jusqu'à 2,1 m en PM208 et 3,2 m en PM210 (sondages réalisés de part et d'autres du thalweg principal) et probablement jusqu'à 2,2 m en PDI10 et jusqu'à 4,6 m en PDI09. Les caractéristiques pénétrométriques mesurées sont faibles à médiocres, avec :
 - $Q_d = 2 \text{ à } 9 \text{ MPa}$
- Localement, en profondeur, des argiles à consistance plastique ont été reconnues, en PM208 de 2,1 à 3,9 m de profondeur.
- Des argiles consistantes marron ocre à jaunâtre devenant très compactes à la base, correspondant à la transition entre les colluvions et le substratum molassique. Ces argiles ont été repérées à partir de 1,5 m en PM209 et 3,2 m en PM210, et probablement à partir de 2,2 à 4,6 m de profondeur au droit des essais de pénétration dynamique. Les caractéristiques pénétrométriques mesurées sont bonnes à très bonnes, avec :
 - $Q_d \# 15 \text{ à } > 30 \text{ MPa}$.

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit de ces reconnaissances.

Au droit des sondages à la pelle mécaniques, les parois des fouilles présentaient une tenue généralement moyenne au sein des colluvions et bonne en dessous.

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne cet ouvrage, on rappelle que la piste traversera le thalweg principal du site. Ce thalweg sera destiné à recevoir notamment les eaux de drainage des déblais des casiers de stockage ainsi que des différents bassins. On retrouvera, en fond de ce thalweg, des colluvions qui reposent sur le substratum molassique (mur de l'aquifère) principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Des venues d'eau sont à prévoir en fond de ce thalweg. L'ouvrage hydraulique devra être dimensionné de manière à recevoir les eaux du site provenant des différents thalwegs adjacents se rejetant dans celui-ci, ainsi que les eaux de drainage.

4. Résultats des essais en laboratoire

Les essais de laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages PM208 et PM209, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type CIAI :
 - au droit de PM208 (1,00 m/TA),
- des sols de type CIB5 :
 - au droit de PM209 (1,2 m/TA)

Les tableaux de synthèse et les résultats des essais figurent en annexe II.

On rappelle cependant que des formations plus fines pourront être recoupées, l'image des argiles plus ou moins graveleuses caractérisant les colluvions superficielles des flancs du thalweg destiné au stockage des déchets.

Comme évoqué précédemment, tous ces matériaux sont sensibles à l'eau et verront leur portance chuter en période climatique défavorable.

5. Nature des sols supports

Pour cette partie du projet, on rappelle que les remblais de la piste traverseront le thalweg.

L'arase de terrassement sera donc principalement constituée de colluvions argilo-graveleuses de classification GTR A1, A2, CIAI ou CIA2.

Ces matériaux seront sensibles à l'eau. Etant donné leur caractère sensible, on attire l'attention sur les difficultés de traficabilité en période défavorable. Une attention particulière devra être portée sur les moyens de drainage à mettre en œuvre pour assurer la protection de cette arase.

On considèrera une arase de classe ARI pouvant évoluer vers une arase de classe AR0, sous l'effet des intempéries notamment.

Des purges des colluvions les plus lâches sont à prévoir, notamment dans les zones devant recevoir les digues en remblais, après décapage de la terre végétale et enlèvement des éventuelles souches d'arbres.

6. Mise en œuvre des remblais de la piste

Pour la création de la piste, après la mise en œuvre de l'ouvrage hydraulique, des remblais seront mis en œuvre de part et d'autre sur une hauteur qui ne devrait pas excéder 10 m, en première approche.

Les remblais seront constitués de matériaux compactés soigneusement par couches successives. On veillera à réaliser une sur largeur afin de garantir le bon compactage de l'ensemble du corps du remblai (mise en œuvre par méthode excédentaire). Les matériaux devront être mis en œuvre à un état hydrique « m ».

L'objectif de compactage recherché est q_4 , soit une densité supérieure ou égale à 95% de la densité OPN.

Le compactage des matériaux devra être mené de façon à obtenir en tout point au moins, les résultats suivants à l'essai de plaque de 60 cm (mode opératoire LCPC) :

- EV2 supérieur à 35 MPa ($EV2 > 35 \text{ MPa}$)
- EV2/EVI inférieur à 2 ($EV2/EVI < 2$)

Après décapage de la terre végétale et enlèvement des souches des éventuels arbres, l'ouvrage hydraulique devra reposer sur une couche de forme constituée de matériaux drainants insensibles à l'eau, d'une épaisseur minimale de 0,5 m. Des purges des sols les plus lâches devront être prévues et compensées par une sur épaisseur de la couche de forme.

Une fois le calage altimétrique de la piste connue, la conception de l'ouvrage hydraulique devra tenir compte des tassements des sols d'assise sous l'effet des remblais. Une vérification au non poinçonnement du remblai sera effectuée, en tenant compte d'une pression limite nette de l'ordre de 0,4 MPa. De même, il sera vérifier la nécessité ou non de réaliser une purge sous l'ouvrage hydraulique, en fonction des tassements attendus, dépendant de la hauteur des remblais à mettre en œuvre.

La pente des talus de remblais ne devra pas excéder 3H/2V. La condition de non poinçonnement devra être vérifiée. Des redans successifs devront être mis en œuvre lors de la pose des remblais.

7. Recommandations particulières à la réalisation des pistes d'exploitation du site

La totalité des pistes sera empierrée avec une couche de forme, posée sur un géotextile anti-contaminant. Cette couche se composera, de bas en haut de :

- 30 cm de matériaux granulaires insensibles à l'eau de granulométrie 0/80 mm,
- 20 cm de matériaux granulaires insensibles à l'eau de granulométrie 0/31,5 mm.

L'épaisseur de la couche de forme en 0/80 mm devra être augmentée (30 à 40 voire 60 cm par exemple) en cas de besoin lorsque l'arase de terrassement correspondra à des sols fins sensibles à l'eau dans un état hydrique humide à très humide, en période pluvieuse ou en point bas topographique (cas d'une PSTI ARI voire PST0 ARO).

I. Description sommaire de l'ouvrage

Un bassin à lixiviats et un bassin de stockage des eaux internes seront créés entre la zone d'exploitation actuelle et les futurs casiers. Ceux-ci seront situés sur une zone fortement remaniée et ayant fait l'objet de dépôts de matériaux. Ces bassins seront situés en bordure du thalweg principal.

A ce jour, le calage altimétrique de ces ouvrages n'est pas défini. Ce rapport provisoire présente les résultats des différentes reconnaissances réalisées et sera complété à réception des données altimétriques du projet et des points de sondages réalisés (relevés topographiques des points de sondages programmés avant fin Octobre).

Les principales caractéristiques du bassin des lixiviats sont :

- Volume utile : 4 150 m³
- Profondeur utile : 3,00 m
- Hauteur de revanche : 1,00 m
- Pentes des flancs interne et externe : 35°
- Cote de fond : 340 m NGF
- Aménagement, à proximité du point bas du bassin, d'une cuvette étanche d'une surface de 1 m² et d'une profondeur de 0,30 m, permettant la vérification d'éventuelles fuites de lixiviats à travers les étanchéités du bassin.

Les principales caractéristiques du bassin de stockage des eaux internes sont :

- Volume utile : 2 450 m³, dont 250 m³ dédiés à la lutte incendie
- Profondeur utile : 3,00 m
- Hauteur de revanche : 1,00 m
- Pentes des flancs interne et externe : 35°
- Cote de fond : 340 m NGF
- Aménagement, au droit du point bas du bassin, d'un trop-plein de type surverse bétonnée :
 - Largeur utile : 1 m
 - Hauteur utile : 0,2 m
 - Epaisseur du béton ferrailé : 0,12 m

Ces bassins seront étanchés par géosynthétiques.

2. Lithologie

2.1. Observations de terrain

Les principales observations de terrain suivantes ont pu être faites lors de notre visite de site du 01/07/2014 :

- Cette zone correspond à une verse de matériaux de déblais issus des travaux du casier en cours d'exploitation.
- Plusieurs phases de remblai avec des matériaux de nature diverse, mais a priori naturels (en grande partie – hors bois et planches de construction) d'après nos constatations, et d'enlèvement (pour recouvrement des casiers de déchets, par exemple) s'y sont succédé.
- La topographie de la zone cartographiée dans les plans projet n'est pas à jour puisque des matériaux y ont été prélevés, localement sur plusieurs mètres
- Cette zone jouxte le ruisseau du fond de thalweg principal qui est très faiblement encaissé dans ce secteur.

Aucune venue d'eau n'a été observée sur les zones prospectées.

Cette zone n'a pas fait l'objet de reconnaissances dans le cadre de la mission G12 de 2013.

2.2. Sondages complémentaires – Phase G2

Les sondages réalisés dans l'emprise du bassin à lixiviats pour cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

- Sondages SCI04, PRI01, PM201 à PM204, PDI01 à PDI03, PDI07, PDI08
 - Des remblais recoupés sur une épaisseur très variable suivant les points de reconnaissances. Ceux-ci sont constitués principalement d'argiles marron rousse à beige, à consistance plastique plus ou moins graveleuses contenant du bois, des racines, des blocs de poudingues, ponctuellement du plastique (PM204). Ces remblais ont été recoupés jusqu'à 0,8 à 1,5 m de profondeur respectivement en PDI07 et PM204 (sondages réalisés en bord de piste – profil en déblai / remblai dans cette zone) et jusqu'à 4,3 m à 9 m en moyenne sur les autres reconnaissances, voire 12,2 m en PDI08 au vu du diagramme de résistance de pointe. Les caractéristiques mécaniques mesurées dans ces remblais sont hétérogènes et en règle générale médiocres à faibles, avec :
 - P_l - p_0 (pression limite nette) = 0,47 à 1,28 MPa,
 - E_m (Module pressiométrique) = 5,8 à 14,4 MPa,
 - Q_d (résistance de pointe) = 1 à 10 MPa en moyenne.

- Ponctuellement, l'ancienne terre végétale a été recoupée en PM204, entre 1,5 et 1,8 m de profondeur (sondage en bord de piste).
- Des argiles marron jaunâtre à beige contenant quelques galets subarrondis et des passées de sables moyens à grossiers, reconnues en PM202, en bord de thalweg, entre 2,7 et 3,9 m de profondeur. Au droit de PDI02 et PDI03, les caractéristiques pénétrométriques mesurées sont médiocres à moyennes avec :
 - Qd = 6 à 10 MPa en moyenne, entre 6,3 m et 6,9 m en PDI02,
 - Qd = 10 à 20 MPa en moyenne, voire ponctuellement 30 MPa, à partir de 6m et jusqu'à 9,7 m.

NB : Le sondage PM202 a été réalisé après des travaux de décaissements, ce qui explique la différence d'épaisseur de remblais entre PM202 (2,7 m de remblais) et PDI02 (6,3 m de remblais supposés).

- Des argiles plus ou moins graveleuses beiges à la transition entre les remblais et le substratum molassique, recoupées ponctuellement :
 - en PM204, entre 1,8 et 3,2 m de profondeur,
 - probablement en PDI01, entre 4,3 et 5,2 m.

Ces formations présentent des caractéristiques mécaniques moyennes, avec :

- Qd # 10 à 15 MPa en moyenne.
- Des argiles marneuses beige jaunâtre plus ou moins altérées en tête et des marnes argileuses plus ou moins sableuses, reconnues à partir de 5,2 à 9 m en moyenne et ponctuellement à partir de 2,7 m en PDI07, et 3,2 m en PM204 Ces formations présentent des caractéristiques mécaniques bonnes à très bonnes, avec :
 - Pour la frange altérée : qd # 15 à 30 MPa en PDI02 et PDI07,
 - Pour la frange peu altérée : qd > 30 MPa,
 - Pl-po > 4,8 MPa,
 - Em = 47 à 270 MPa

Des bancs de marnes calcaires ont été recoupés au droit des sondages carotté et pressiométriques, notamment vers :

- 9,9 à 10,0 m en SCI04,
- A partir de 11,4 m en SCI04,
- Entre 10 et 12 m de profondeur, au vu des modules pressiométriques mesurés en PRI01.

Un seul niveau d'eau a été mesuré en SCI04 vers 6,1 m de profondeur le lendemain de la réalisation de ce sondage (le 5 Septembre).

Au droit des sondages à la pelle mécaniques, les parois des fouilles présentaient une tenue généralement moyenne à bonne dans les remblais (sauf dans les zones les plus plastiques ne contenant pas de bois ou blocs divers) et bonne en dessous.

Les sondages réalisés sur l'emprise du bassin de stockage des eaux internes, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages SCI05, PRI02, PM205 à PM207, PDI04 à PDI06 :

- Des remblais recoupés sur une épaisseur moyenne de l'ordre de 3,0 m à 3,5 m et ponctuellement jusqu'à :

- Probablement 1,5 m en PDI05 et PDI06,
- 0,5 m en PM207 (sondage réalisé en bord de piste).

Ceux-ci sont constitués principalement d'argiles à consistance plastique marron rousse plus ou moins graveleuses contenant localement du bois, du géotextile, des réseaux racinaires, des planches de bois, du câble... Les caractéristiques mécaniques mesurées dans ces remblais sont en règle générale médiocres à faibles, avec :

- Q_d (résistance de pointe) = 1 à 6 MPa en moyenne, voire 10 MPa.

NB : Le sondage PM205, réalisé en bordure du thalweg principal, semble avoir été réalisé sur une partie du site non remaniée, dans la zone de colluvions et de dépôts du thalweg. Ainsi, pour ce sondage, on recoupe des argiles à galets subarrondis et des graves argileuses et sableuses jusqu'à 3,1 m de profondeur. L'essai de pénétration dynamique PD104, réalisé dans ce même contexte, donne des caractéristiques faibles à médiocres avec :

- $Q_d = 3$ à 6 MPa en moyenne, voire 10 à 20 MPa entre 0,2 et 1,2 m correspondant vraisemblablement à un bloc ou un passage consolidé.

- Des argiles marron peu plastiques contenant quelques graves et/ou des argiles marneuses altérées correspondant à la frange de transition entre les remblais et le substratum molassique. Ces formations ont été recoupées jusqu'à 2,8 à 4,5 m de profondeur en moyenne. Les caractéristiques pénétrométriques mesurées sont bonnes avec :

- $Q_d = 15$ à 30 MPa.

- Des argiles marneuses plus ou moins altérées et des marnes argileuses plus ou moins sableuses, marron ocre à bariolées de gris, reconnues à partir de 2,8 à 4,5 m. Ces formations présentent des caractéristiques mécaniques bonnes à très bonnes, avec :

- $PI-po = 3,94$ à $> 4,8$ MPa,
- $E_m = 24$ à 92 MPa
- $q_d > 30$ MPa,

Une frange d'altération a été observée en PRI02, entre 9 m et 10,8 m où l'on mesure :

- $PI-po = 2,7$ et 3,71 MPa,
- $E_m = 32$ et 39 MPa

Un banc de marnes calcaires a été recoupé au droit du sondage pressiométriques PRI02, à partir de 10,8 m, avec :

- $P_i - p_o = > 5 \text{ MPa}$,
- $E_m = 150 \text{ à } > 400 \text{ MPa}$

Quelques blocs calcaires ont été observés en SCI05, à la base du sondage. Par ailleurs, des horizons plus graveleux (pouvant correspondre à de très fins passages de poudingues) ont été relevés au droit du sondage carotté vers 9,1 m et 12,1 m de profondeur.

Un seul niveau d'eau a été mesuré en SCI05 vers 5,7 m de profondeur le lendemain de la réalisation de ce sondage (le 10 Septembre).

Au droit des sondages à la pelle mécaniques, les parois des fouilles présentaient une tenue généralement moyenne dans les remblais (sauf dans les zones les plus plastiques ne contenant pas de bois ou blocs divers) et bonne en dessous.

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne ces ouvrages, on rappelle qu'ils seront réalisés en bordure du thalweg principal du site. Sous les dépôts de matériaux principalement naturels, on retrouve les colluvions principalement argileuses. Ces colluvions reposent sur le substratum molassique principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Ces formations ne constituent pas des aquifères remarquables. Néanmoins, des venues d'eau sont à prévoir à faible profondeur dans les colluvions en fond (et à proximité) des thalwegs. De plus des venues d'eau pourront être rencontrées au droit des formations molassiques à la faveur des faciès les plus perméables qui peuvent constituer de petits réservoirs alimentés en période humide. Ces venues d'eau resteront vraisemblablement isolées ou indépendantes.

Des niveaux d'eau en cours de forage ont été relevés. Ces niveaux d'eau correspondent vraisemblablement à :

- La transition entre les remblais et le substratum altéré en SCI04 (niveau d'eau relevé vers 6,1 m de profondeur)
- Un horizon plus graveleux au sein des remblais en SCI05 (niveau d'eau relevé vers 5,7m de profondeur).

Le calage altimétrique des ouvrages n'est pas encore connu. Suivant la configuration des deux bassins, on peut craindre la présence de venues d'eau qu'il faudra traiter, notamment par un système de drainage.

Remarque : nous conseillons au maître d'ouvrage de faire réaliser un suivi piézométrique à minima de fréquence mensuelle pendant une année hydrologique complète afin de vérifier ces hypothèses.

4. Résultats des essais en laboratoire

Remarque importante :

Les identifications n'ont porté que sur les sols de couverture et ne caractérisent pas le substratum qui se classera en R31 à R34 pour les faciès à dominante marneuse, R2 voire R4 pour les poudingues et les grès.

Les essais de laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages PM203, PM206 SCI04 et SCI05, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type A2 :
 - au droit de PM206 (3 m/TA dans les remblais) et probablement en SCI04 (entre 6,55 et 8,0 m) et SCI05 (entre 10,5 et 10,9 m).
- des sols de type CIA2 :
 - au droit de PM203 (0,6 à 0,8m/TA et entre 2,9 et 3,0 m/TA dans les remblais) ;
- Probablement des sols de type AI en PM206 vers 3,7 m de profondeur correspondant au terrain naturel.

Les tableaux de synthèse et les résultats des essais figurent en annexe II.

D'une manière générale, les remblais présentent une plasticité plus forte que les sols en place.

Commentaires selon le Guide GTR 2000 :

- Sols fins classés en AI : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols fins classés en A2 : ces sols sont plastiques et difficiles à mettre en œuvre par temps humide.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols comportant des fines et des gros éléments classés en CIA2 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie en fonction de leur teneur en eau. Leur comportement se rapproche des sols A2.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques.

Tous ces matériaux sont sensibles à l'eau. Ces matériaux, changeant brutalement de consistance pour de faibles variations de teneurs en eau, deviennent cependant inutilisables dans un état « ts » ou « th ».

5. Réalisation des bassins

Les recommandations liées à la réalisation des bassins seront définies une fois le calage altimétrique du projet connu, ainsi qu'après réalisation des relevés topographiques des points de sondages (programmé fin octobre).

1. Description sommaire de l'ouvrage

Les locaux du personnel du SMECTOM du Plantaurel seront à déplacer par grutage de l'entrée actuelle du site vers la plateforme située à l'entrée de la zone de stockage. Les cuves assainissement et les citernes fuel sont également à déplacer à proximité des locaux du personnel.

La zone dédiée à la mise en place des locaux est actuellement boisée. Il est prévu de réaliser une plateforme en déblai pour l'aménagement de cette zone.

2. Lithologie

2.1. Sondages réalisés par GEOTEC dans le cadre de la mission G12

Les sondages réalisés à proximité de cette partie du projet, ont permis de reconnaître de haut en bas :

➤ Sondages : PM25 à PM28 :

- De la terre végétale reconnue jusqu'à 0,25 à 0,30 m de profondeur selon les sondages ;
- Des argiles marron à beige plus ou moins graveleuses et contenant des blocs reconnues jusqu'à 3,8 m en PM27 et jusqu'à la base du sondage PM25 ;
- Localement, des graves argilo-sableuses beige à marron rouge, en PM25 entre 0,3 et 1,5 m de profondeur, et en PM26 à partir de 1,6 m
- Des argiles marneuses à marnes argileuses avec rares petits graviers observées en PM27 à partir de 3,8 m et en PM28 à partir de 0,3 m.

NB : Les descriptions et les profondeurs des différents horizons sont issues des coupes communiquées dans le rapport G12 de GEOTEC.

Aucune venue d'eau n'a été précisée sur les coupes issues des sondages réalisés dans la mission G12 de GEOTEC.

2.2. Sondages complémentaires – Phase G2

A ce stade du projet, aucun sondage complémentaire n'a été réalisé.

Une fois les opérations de déblais réalisées, des reconnaissances complémentaires devront être réalisées.

3. Hydrogéologie

En ce qui concerne cet ouvrage, on rappelle qu'il sera réalisé en bordure du vallon destiné à recevoir les casiers de stockage des déchets. On rencontrera des colluvions principalement argileuses sur des épaisseurs vraisemblablement faibles. Ces colluvions reposent sur le substratum molassique principalement caractérisé par des formations marneuses et argileuses entrecoupées de bancs de poudingues.

Ces formations ne constituent pas des aquifères remarquables. Néanmoins, des venues d'eau sont à prévoir à faible profondeur dans les colluvions en fond (et à proximité) des thalwegs. De plus des venues d'eau pourront être rencontrées au droit des formations molassiques à la faveur des faciès les plus perméables qui peuvent constituer de petits réservoirs alimentés en période humide. Ces venues d'eau resteront vraisemblablement isolées ou indépendantes.

Malgré l'absence de nappe véritable au sein des matériaux concernés par les terrassements, il est nécessaire de prendre en compte l'impact des éventuelles venues d'eau pouvant être interceptées.

4. Résultats des essais en laboratoire

Les essais de laboratoire réalisés dans le cadre de la mission G12 sur les échantillons prélevés au droit des sondages PM25 à PM28, sur les principales familles rencontrées ont permis de reconnaître :

- des sols de type B5 :
 - au droit de PM25 (0,3 à 1,5 m/TA) ;
- des sols de type A1 :
 - au droit de PM26 (0,3 à 1,6 m/TA) ;
- des sols de type A2 :
 - Mélange de PM27 et PM30 (3,8 à 4,5 m/TA) dans un état hydrique « m ».

Remarque importante :

Les identifications n'ont porté que sur les sols de couverture et ne caractérisent pas le substratum qui se classera en R31 à R34 pour les faciès à dominante marseuse, R2 voire R4 pour les poudingues et les grès.

Commentaires selon le Guide GTR 2000 :

- Sols fins classés en A1 : Ils sont sensibles à l'eau. Leur consistance varie brutalement et rapidement pour des petites variations de teneur en eau.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols fins classés en A2 : ces sols sont très plastiques et difficiles à mettre en œuvre par temps humide.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques et il nécessite souvent un traitement.
- Sols classés en B5 : La proportion de fines et la faible plasticité de ces derniers rapprochent beaucoup le comportement de ces sols à celui des sols A1.
Le réemploi de ces matériaux dépendra beaucoup des conditions climatiques.

Comme évoqué précédemment, tous ces matériaux sont sensibles à l'eau et verront leur portance chuter en période climatique défavorable.

5. Réalisation de la zone technique

Les recommandations liées à la réalisation de cette partie seront définies une fois le calage altimétrique du projet connu.

Des investigations complémentaires devront être réalisées afin de préciser la nature des sols en arase de terrassement et de donner des indications sur le mode de fondations à réaliser pour les locaux à mettre en place ainsi que les cuves et autres ouvrages annexes.

Compléments de mission

On rappelle que ce rapport est provisoire en attente des relevés topographiques des points de sondages ainsi que du calage altimétrique de certains ouvrages.

Un suivi piézométrique est conseillé pour permettre de valider les estimations de niveaux de nappe faites dans le présent document.

Ce rapport correspond à une mission G2-PRO qui nous a été confiée et devra être complété une fois les derniers éléments du projet connus.

Une mission géotechnique de suivi d'exécution G4 nous a été confiée pour ce projet et donnera lieu à des visites de chantier pour la supervision géotechnique des ouvrages.

1. Avertissement, préambule

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

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

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

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au

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

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

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

7. Implantation, nivellement des sondages

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

8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières.

Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

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

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

Juillet 2014

Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisnants 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.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

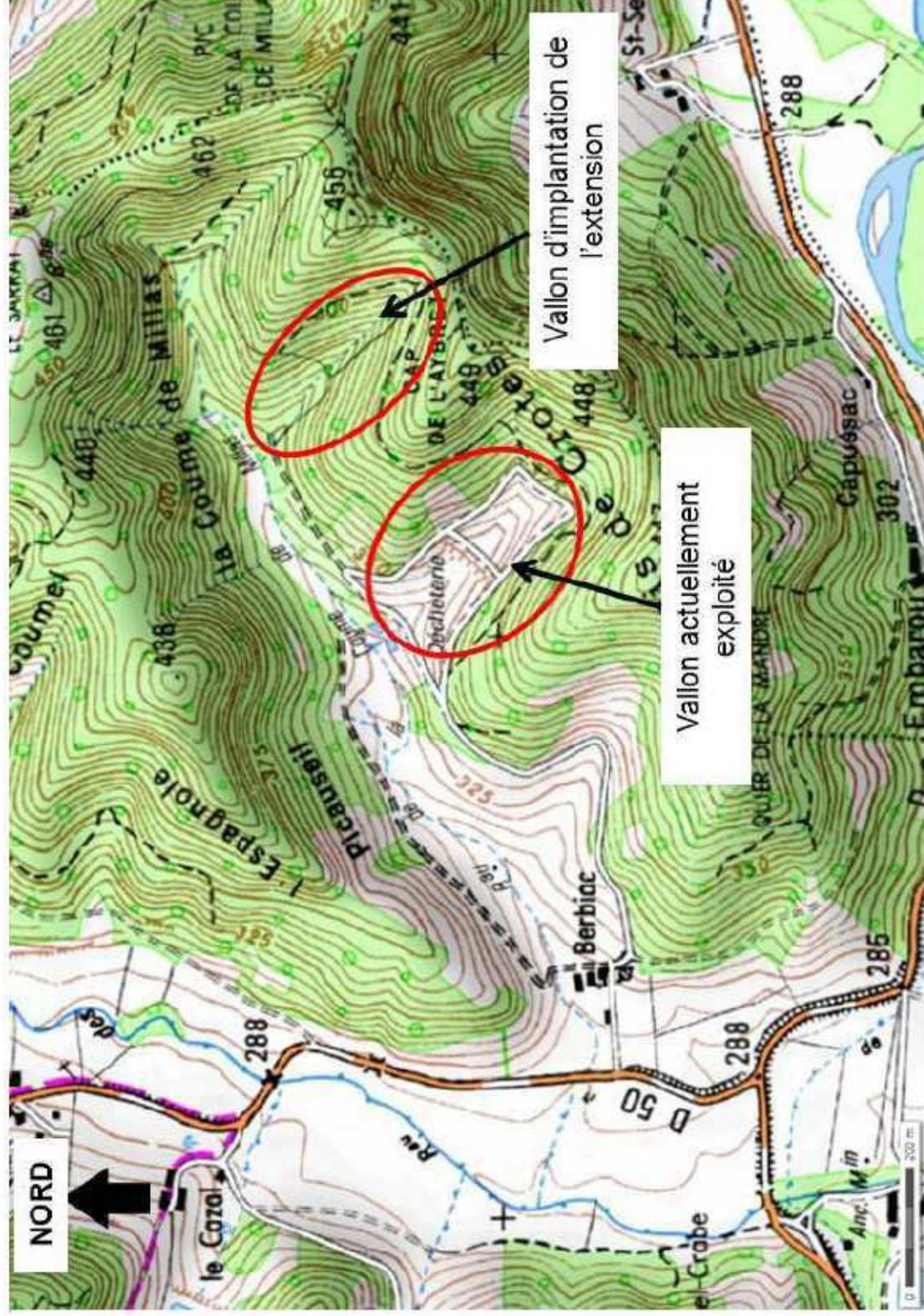
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'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). Février 2014

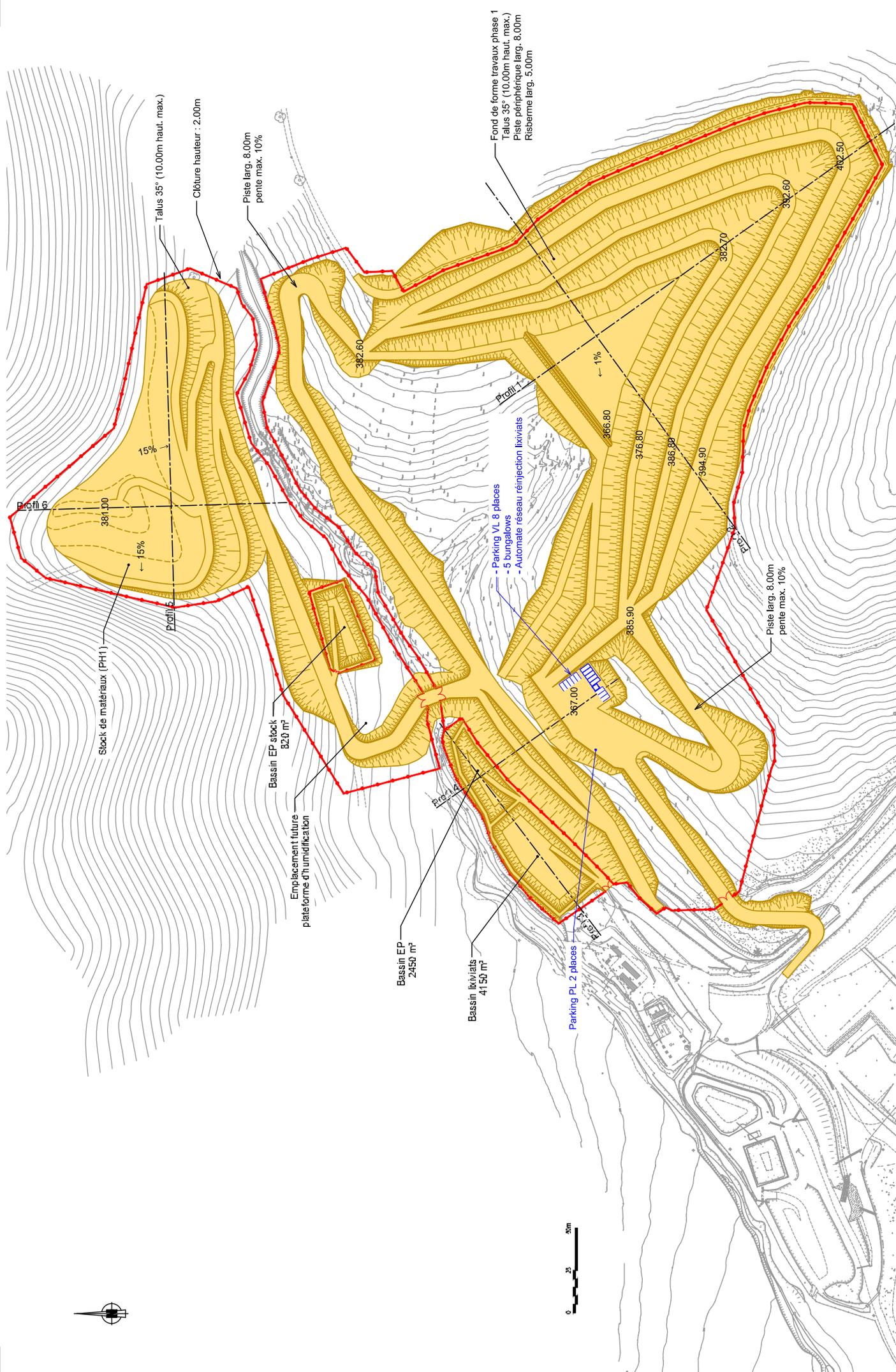
Annexes



Annexe I :
- Plan de situation



Annexe 2 :
Plans Projet – EODD – Phase PRO



Talus 35° (10,00m haut. max.)

Cloture hauteur : 2,00m

Piste larg. 8,00m
pente max. 10%

Fond de forme travaux phase 1
Talus 35° (10,00m haut. max.)
Piste périphérique larg. 8,00m
Risberme larg. 5,00m

Stock de matériaux (PH1)

Bassin EP stock
820 m³

Emplacement future
plateforme d'humidification

Bassin EP
2450 m³

Bassin liviviats
4150 m³

Parking PL 2 places

Parking VL 8 places
- 5 bungalows
- Automate réseau réinjection liviviats

Piste larg. 8,00m
pente max. 10%

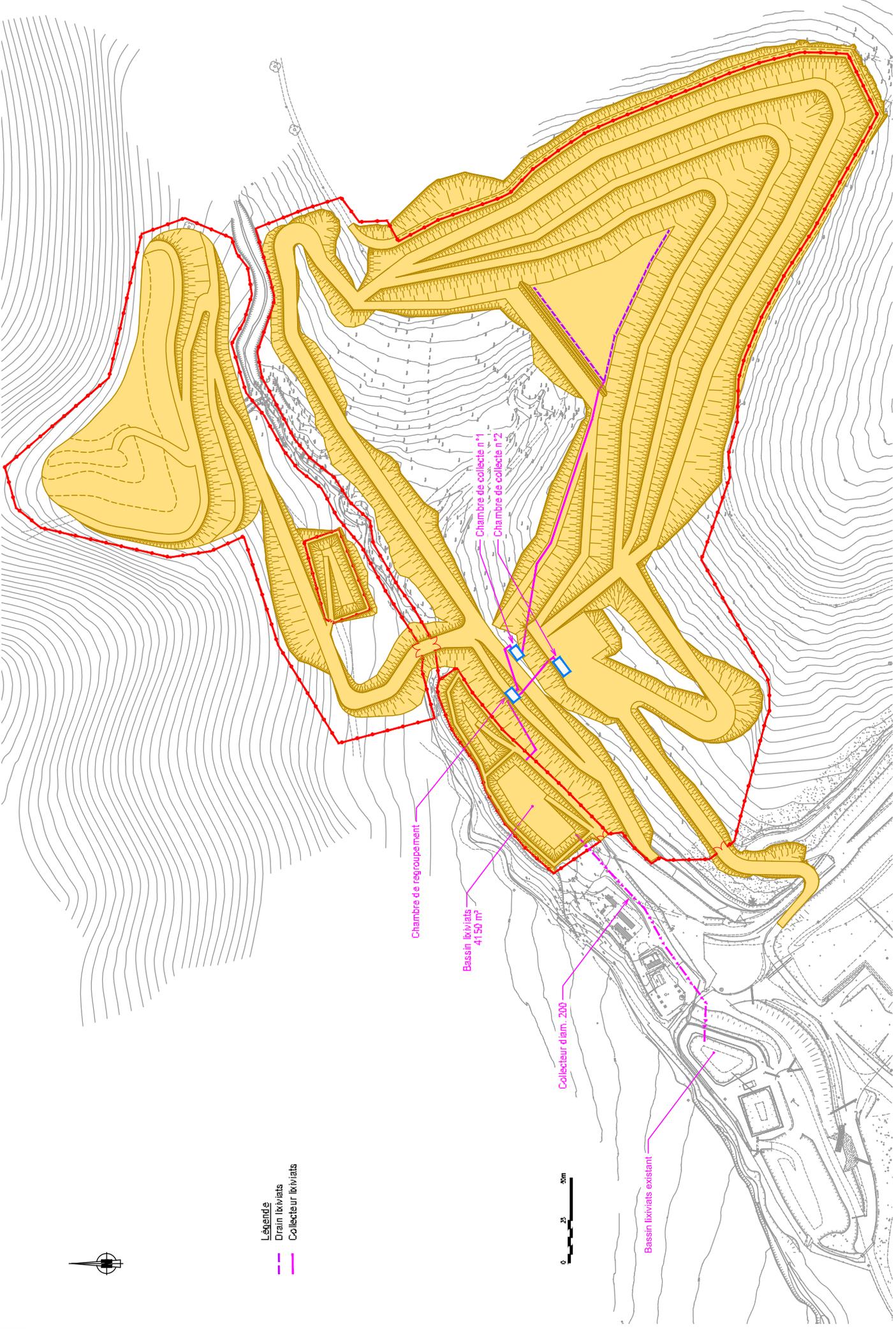


EODD
SMECTOM DU PLANTAUREL
Extension de l'ISOND de BERBIAC (09) - DCE
Câtelier 1 - Fond de forme

Mandat n° 14
Date : 07/03/14
Référence : INDICE

14 rue de la Synthe
31000 Toulouse
Tél : 05 61 22 31 00
www.eodd.com

Propriété EODD ingénieurs conseils - Réproduction interdite



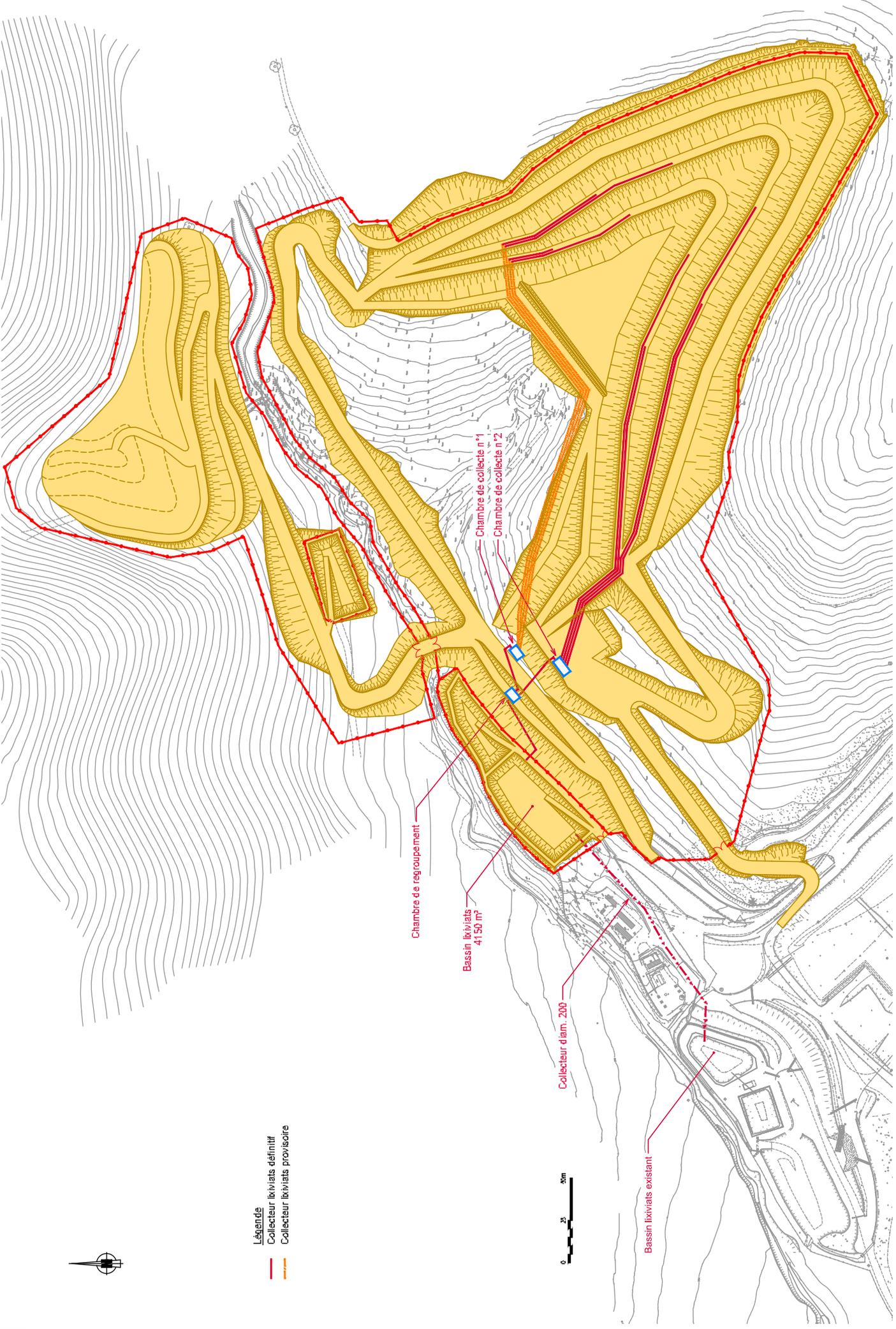
Légende
 --- Drain lixiviats
 --- Collecteur lixiviats

Chambre de regroupement
 Bassin lixiviats 4150 m³
 Collecteur diam. 2000
 Chambre de collecte n°1
 Chambre de collecte n°2

0 5 10 20m

Bassin lixiviats existant

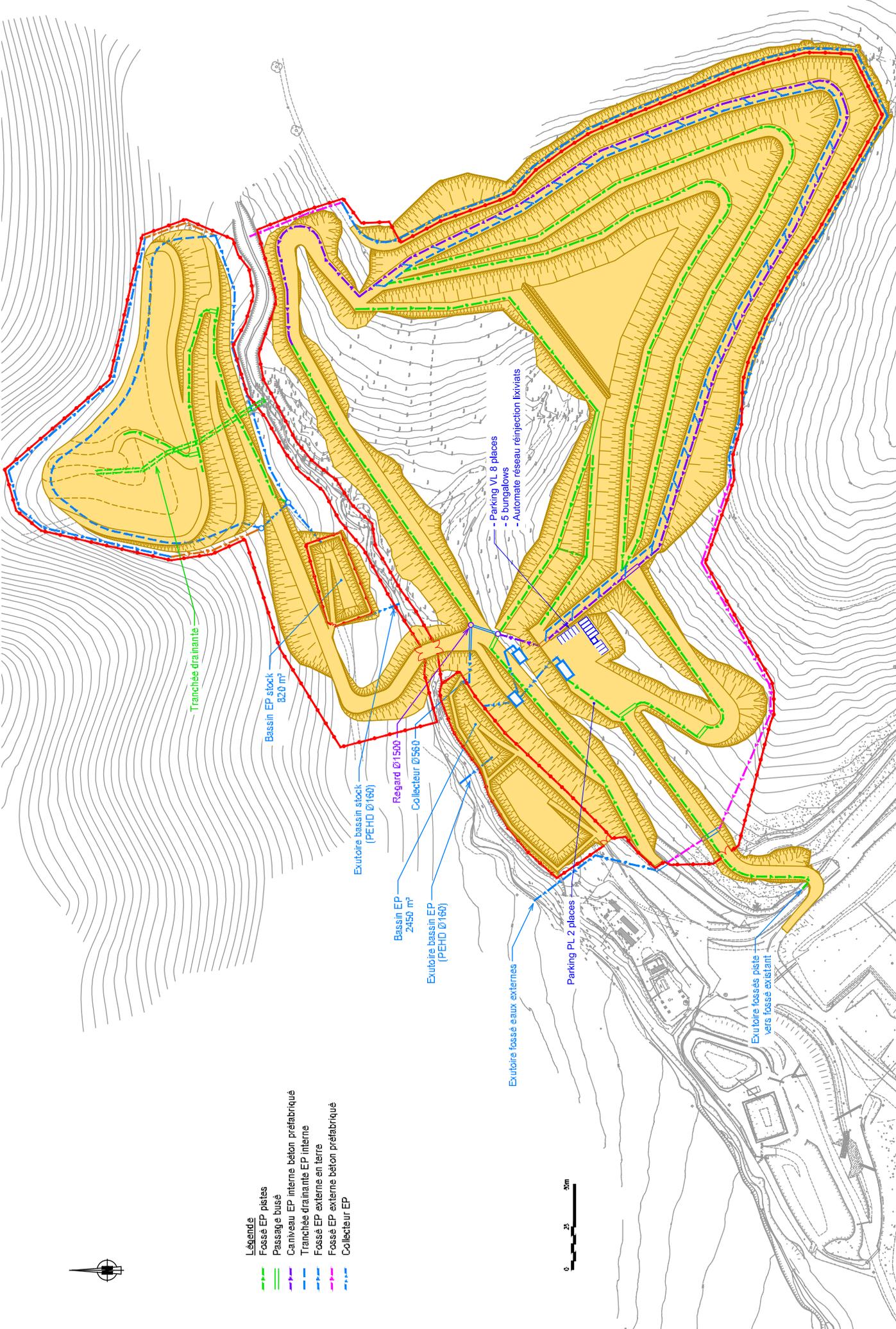
EODD ingénieurs conseils 27 rue de la Synthe 14000 Lisieux Tél. 02 31 22 32 31 www.eodd.fr	SPECTOM du PLANTAUREL Extension de l'ISDND de BERBIAC (09) - DCE Réseau lixiviats Casier 1
	MANDAT en DATE 07/03/14 RÉFÉRENCE INDDCE 02



Légende
 — Collecteur lixiviats définitif
 - - - Collecteur lixiviats provisoire

0 25 50 m

EODD Ingénierie conseils 47 Rue de la Synthe 59100 Lille Tél. 03 20 32 31 00 - Fax 03 20 32 31 01 www.eodd.fr	SECTEUR DU PLANTAIREL Extension de l'ISOND de BERBAC (09) - DCE Réseau lixiviats Caster 2 et 3, en attente	
	MANDAT 14.000.000	DATE 07/2014
	REFERENCE 14.000.000.0014	INDICE 14.000.000.0014 - 14.000.000.0014-02
	Propriété EODD ingénieurs conseils - Réproduction interdite	

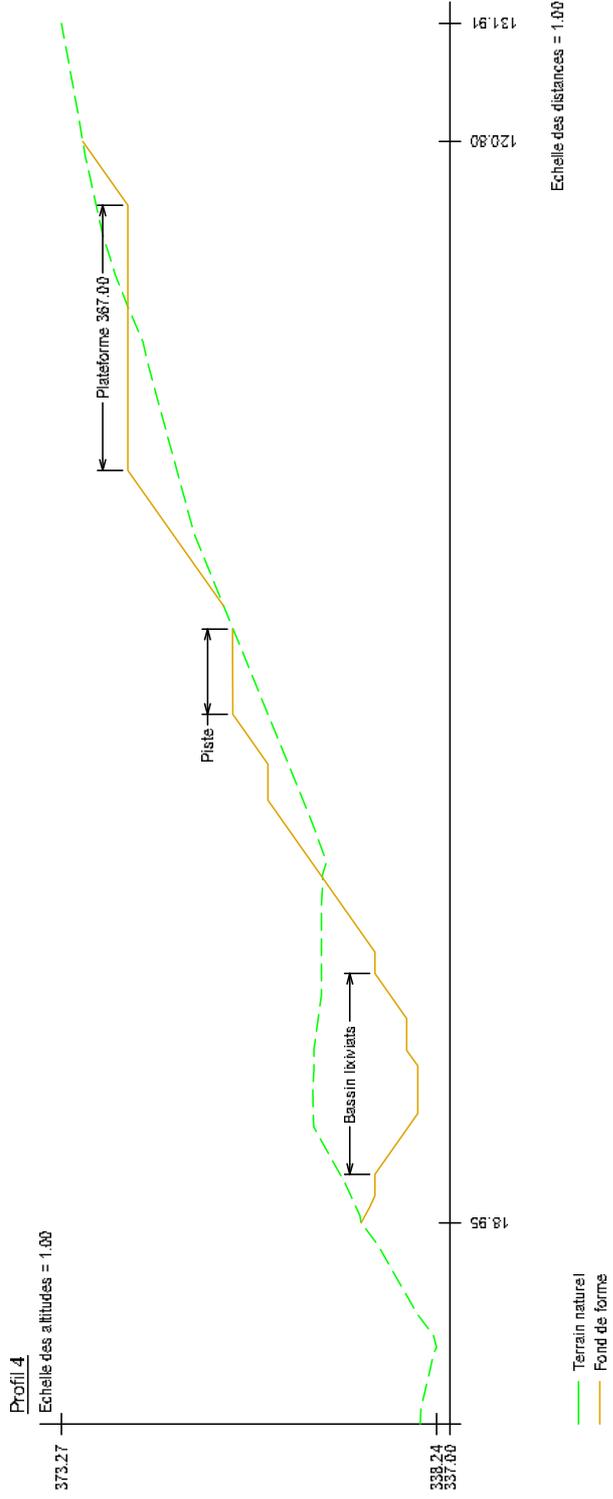
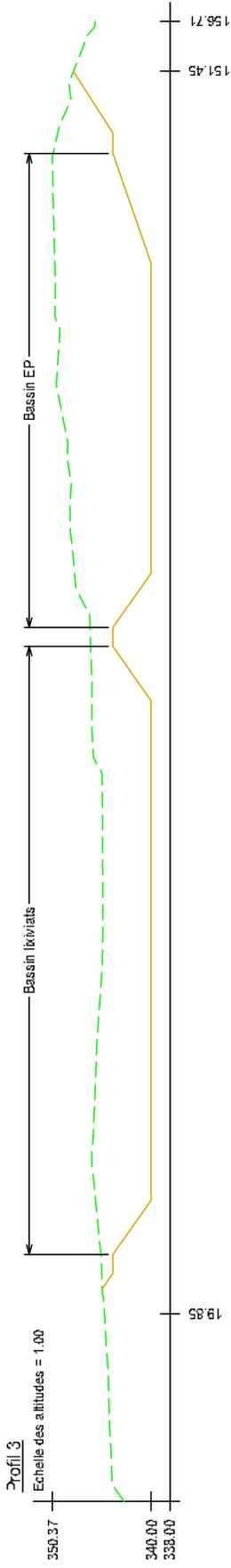


- Légende**
- Fossé EP piétons
 - - - Passage busés
 - Caniveau EP interne béton préfabriqué
 - - - Tranchée drainante EP interne
 - Fossé EP externe en terre
 - - - Fossé EP externe béton préfabriqué
 - - - Collecteur EP

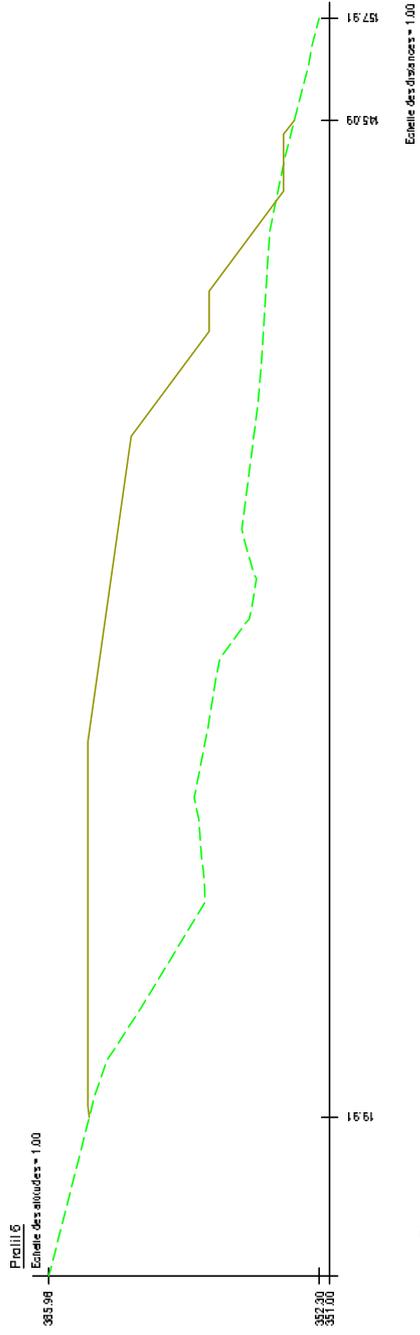
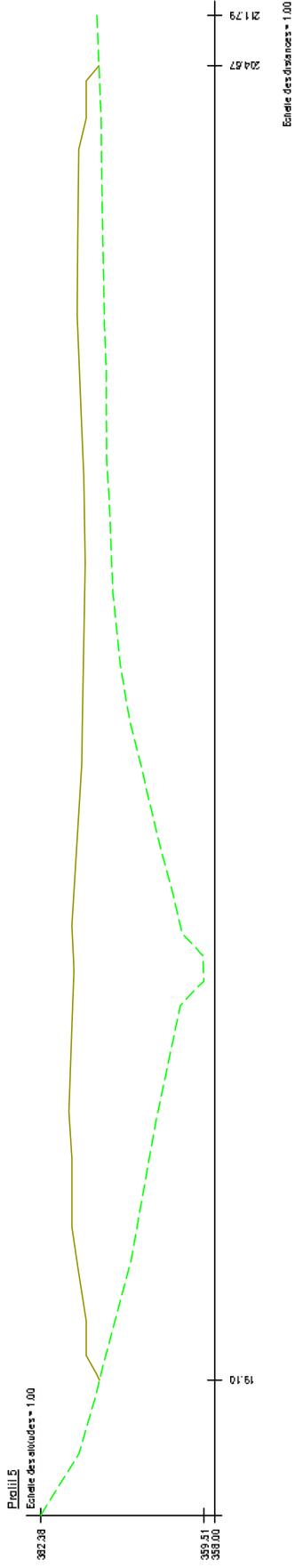
EODD
 ingénieurs conseils
 47 rue de la Synthe
 MONTREUIL
 93040
 Tél. 01 83 32 32 31 - Fax 01 83 32 32 32
 www.eodd.fr

SMECTOM du PLANTAUREL
 Extension de l'ISOND de BERBIAC (09) - DCE
 Casier 1 - Réseau EP internes et externes

MANDAT en DATE 14/04/2014
 REVISION 01
 REFERENCE INDDICE
 02



<p>EODD SMECTOM du PLANTAUREL 25 rue de la Synthe 14 000 ETHI</p>	SMECTOM du PLANTAUREL Extension de l'ISOND de BERBIAC (09) - DCE Cassier 1 - Profils (2/3)	
	MANDAT en DATE 14/07/2014	REFERENCE INDEXE 5872.006.02



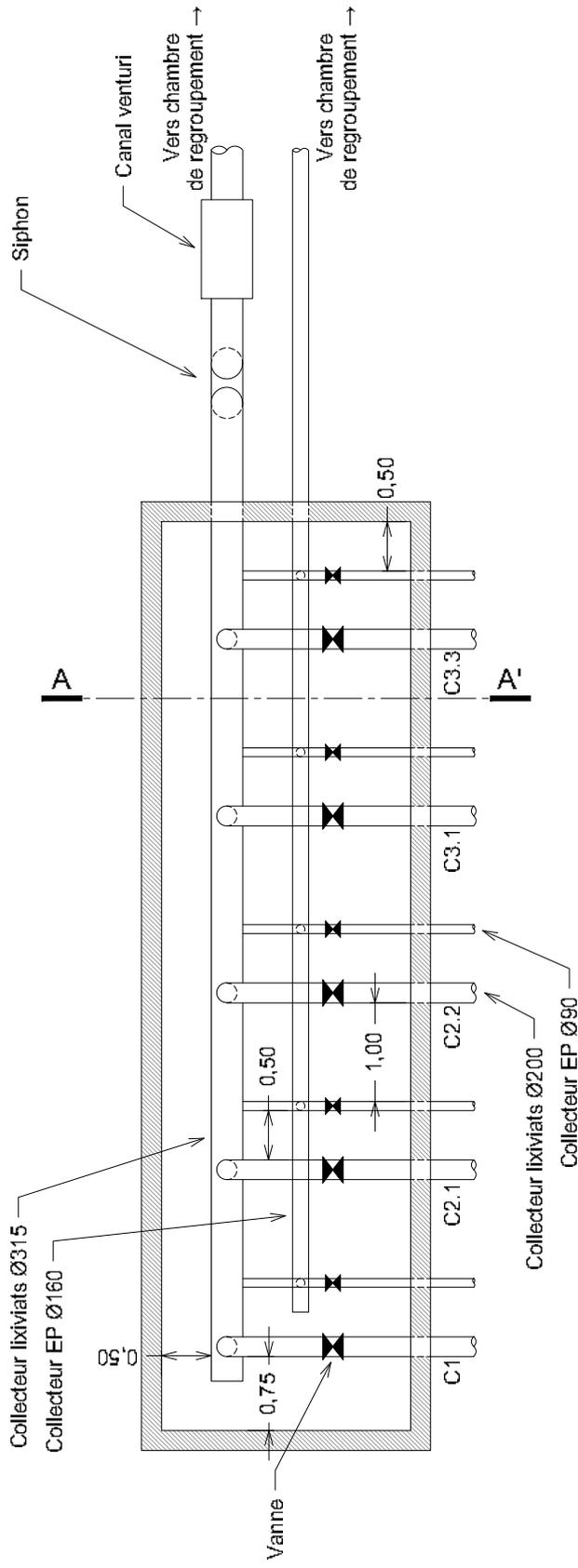
EODD
 Ingénierie conseil
 45 Parc de la Synthèse
 13610 Saint-Jean-Cap-Ferrat
 Tél. 04 92 32 31 00 Fax 04 92 32 31 01
 www.eood.fr

SECTEUR D'ACTIVITÉ : MANDAT : DATE : MISE À JOUR :
 Extension de l'ISOND de BERBAC (09) - DCE
 Casier 1 - Profils (3/3)
 07/2014 5/27/2014 07/2014-0

PROJET :
 Extension de l'ISOND de BERBAC (09) - DCE
 Casier 1 - Profils (3/3)

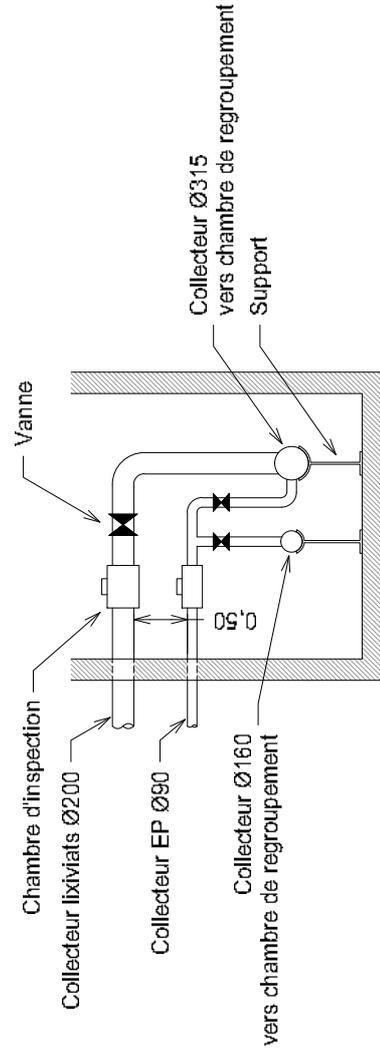
Chambre 1 - Vue en plan

Ech: 1/50e



Chambre 1 - Coupe A-A'

Ech: 1/50e



Annexe 3 :
- Implantation des sondages réalisés
(1/2000)

Annexe 4 :
Note de calculs de stabilité du 26/07/14

I - Description du contexte géologique et géotechnique général et modélisation des sols

I.1 Synthèse des reconnaissances géotechniques

Au regard des observations faites sur site et des différents essais carottés, il a été possible de répertorier les bancs de poudingues et grès présents dans le substratum en recoupant les cotes des affleurements et les observations provenant des carottes prélevées. Ci-dessous sont présentes les côtes d'affleurements de terrain et les côtes de ces bancs en carottage.

affleurements de terrain	
n° de l'observation	cote NGF
18	360
19	364
20	366
21	415
22	421
23	412-414
24	406-410
25	391-392
26	380
27	422

relevés de niveaux rocheux en carottage			
profondeur (m)		cotes NGF	
SC1	420.73		
21.3	21.6	399.43	399.13
29.5	30.7	391.23	390.03
46.5	49.5	374.23	371.23
SC2	378.77		
9.5	11.5	369.27	367.27
12.5	18	366.27	360.77
23.7	24.7	355.07	354.07
SC3	403.14		
14.5	18.5	388.64	384.64
34.4	40.15	368.74	362.99
SC4	408		
17	26	391	382
37.25	38.05	370.75	369.95
SC5	361.33		
17.2	17.4	344.13	343.93
SC6	373.84		
5.5	11.5	368.34	362.34
12.5	17	361.34	356.84
SC7	379.5		
9.4	10.4	370.1	369.1
15.7	17.9	363.8	361.6
20.6	25.9	358.9	353.6
27	28.55	352.5	350.95

En synthétisant ces informations nous pouvons recenser les différents bancs de grès et poudingues, et mettre en évidence certains bancs qui ont été observés plusieurs fois .

Synthèse des niveaux de poudingues et grès										
ordre de l'affleurement	affleurement 1		affleurement 2		affleurement 3		affleurement 4		affleurement 5	
1	422		421							
2	412-414		415							
3	406-410									
4	399,43 - 399.13									
5	391-392		391,23 - 390		391 - 382					
6	388,64 - 384.64									
7	380									
8	374,23 - 371.23									
9	369,27 - 367.27		370,75 - 370		370,1 - 369.1					
10	366		364		366,27 - 360.8		368,74 - 362.99		368,34 - 362.34	
11	360									

Ceci nous amène donc à considérer, sous la couverture de colluvions et la couche d'altération, une coupe géologique décrite ci-dessous, qui nous servira de base pour nos calculs de stabilité.

coupe synthétique du substratum	
cotes NGF	description
> 410	marnes (avec niveau d'argile marneuse plus plastique entre 410,70 et 410)
410 - 406	poudingues et grès
406 - 391/392	marnes
391/392 - 384	poudingues et grès, avec passages marneux
384 - 374	marnes
374 - 370	alternances marnes et poudingues
370 - 362	poudingues et grès, avec passages marneux
362 - 358	marnes
356 - 354	poudingues et grès, avec passages marneux
Nota : le substratum présente un léger pendage vers l'Ouest/Nord-Ouest (# 4 à 5°)	

Les sondages effectués à la pelle mécanique ont mis en évidence le fait que les couches superficielles sont constituées de colluvions et d'un horizon d'altération du substratum. L'épaisseur peut varier selon les versans, et l'on considérera une couche de 2m de colluvions de 0 à -2m/TN ainsi qu'une couche de 3m de substratum altéré de -2 à -5m/TN au niveau du bioréacteur.

Sur le versant de stockage des terres excavées, les sondages à la pelle mécanique mettent en évidence une épaisseur variable de colluvions, et nous considérerons 2m de colluvions en haut du talweg et jusqu'à 4 m en bas de talweg. L'épaisseur du substratum altéré modélisé reste de 3m, sous la base du niveau de colluvions.

1.2 Modélisation des sols

Les caractéristiques mécaniques des colluvions et du substratum altéré ont été déterminées par rétro analyse à l'aide du logiciel TALREN v5.0.5 sur des situations de glissements observées sur le terrain (casiers en cours d'exploitation).

n° couche	sols de couverture	profondeur moyenne / TN	γ (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (degré)
1	sols de couverture	1,50 à 2,50	18	5	27
2	argiles marneuses à concrétions ou graviers, altérées	3,00 à 7,00	20	15	30
3	marnes raides		22	30	30
4	poudingues et grès avec passages marneux		23	60	35

Nappe phréatique

(Après discussion téléphonique, il apparaît que l'on ne devrait pas considérer de nappe phréatique mais seulement des écoulements d'interfaces entre zones de perméabilités différentes, ou des nappes isolées). Nous conserveront cette section pour justifier les hypothèses de calcul talren, qui sont donc défavorables pour les calculs de stabilité .

Etant donné la nature des sols en présence et les relevés piézométriques faits sur site, nous avons pu déterminer un profil de toit de nappes pour chacun des profils 1, 2, 3, 4 et 6 (voir détails plus loin).

Pour les calculs de stabilité les moins profonds (calculs intéressants le premier ou les deux premiers talus de déblais), la nappe est prise en compte avec une répartition hydrostatique des pressions.

Cette approche paraît très défavorable pour l'étude des cercles de glissement les plus profonds, dans la mesure où le substratum molassique est constitué de plusieurs couches (marnes peu perméables, poudingues, grès, niveaux plus ou moins graveleux) se répétant et avec des perméabilités distinctes. On doit donc s'attendre à la présence non pas d'une mais de plusieurs nappes sans doute indépendantes les unes des autres, ou du moins ne générant pas une répartition hydrostatique des pressions.

Ainsi pour l'étude des glissements profonds, on conservera le toit de la nappe qui va être proposé ci-dessous, mais en ne prenant en compte que la moitié de son influence ; d'un point de vue pratique, ce qui précède sera simulé dans les calculs TALREN en affectant un poids volumique de 5 kN/m^3 à l'eau.

Nota : les observations de terrain n'ayant pas montré de suintements ou sources sur les pentes étudiées, nous pouvons effectivement penser que la nappe est discontinue au sein du substratum.

Les hauteurs de nappes prises en compte sont :

_Profil 1 : 394mNGF en EE en haut et 365mNGF en bas

_Profil 2 : 394mNGF en Eaux exceptionnelles en haut de talus et 373.7 en bas

_Profil 3 : 406mNGF en EE en haut de talus et 355mNGF en bas

_Profil 4 : 399mNGF en Eaux exceptionnelles en haut de talus et 373.7 en bas

_Profil 6 : nappe prise à +1m/base du niveau de colluvions

Nota : seuls les niveaux de nappe aux points hauts résultent de relevés piézométriques (juin 2014), majorés de 5.00 m pour simuler les eaux exceptionnelles. Les niveaux de nappe au point bas s'appuient sur un relevé effectué dans un piézomètre près de l'axe du talweg, en tenant compte de la position du point bas d'un profil considéré par rapport à sa position relative dans le talweg.

II - Description générale du projet

Dans le cadre du projet d'extension de l'IDnD de BERBIAC (09), un terrassement va être nécessaire afin d'aménager la zone pour le futur bioréacteur. Le site étant à flanc de colline, il conviendra d'étudier la stabilité des pentes concernées par le terrassement.

Le talweg concerné par cet aménagement est orienté nord-ouest et son altimétrie varie de 420mNGF à 348mNGF, sachant que le fond des casiers sera aménagé à partir de 380mNGF. Une digue remblayée de hauteur 2m et largeur en tête 3m délimitera la base des casiers. Des talus seront aménagés et permettront aux véhicules de circuler sur les bermes d'une largeur de 7 m pour la berge supérieure, et de 5 m pour les autres. Les talus sont initialement prévus à 3H/2V, mais l'étude permettra d'optimiser le raidissement de ces talus.

Avant même la phase d'excavation des matériaux, une **zone de stockage** sera créée en face de la vallée, au niveau du talweg orienté sud-sud-est et permettra de recevoir provisoirement les matériaux enlevés. Une purge de la plus grande partie des colluvions de cette zone de stockage est envisagée. Les talus sont prévus à 3H/2V, avec banquettes intermédiaires à définir.

Pour assurer la stabilité de cette zone de stockage dont les hauteurs de talus sont à définir, on propose de faire les aménagements suivants :

- Création d'une bèche de 2m de profondeur et de 5 m de large qui servira de drainage aux eaux venant de l'amont (matériaux uniquement disposés sur une bande de 1 à 2 m de large côté amont),
- Création d'une diguette délimitant la base de la zone de stockage (3 m en tête pour 1.50 m de haut).

Surcharges

Durant les phases de chantier, et les phases d'exploitation, des engins de chantier seront à même de circuler sur les banquettes des talus, entraînant des surcharges d'exploitations. Le scénario critique est lorsque toutes les banquettes sont occupées. Nous considérerons des surcharges réparties de 10kPa. De manière générale, les résultats en seront peu affectés, (2 % max).

III - Principes généraux de calcul de stabilité

Pour étudier la stabilité du projet nous avons utilisé le logiciel TALREN v5.0.5, configuré en méthode de calcul Bishop par défaut pour tous les calculs.

Nous avons effectué 3 calculs pour chaque situation, avec des objectifs différents :

_ Une méthode d'analyse globale traditionnelle : aucun coefficient de sécurité partiel affecté aux caractéristiques intrinsèques et aux surcharges, avec coefficient de sécurité global de 1.50 au minimum recherché en situation définitive et supérieur à 1.3 en situation provisoire,

_ Une méthode d'analyse sismique globale avec le même jeu de coefficients que la méthode précédente mais avec une contrainte sismique supplémentaire , en visant un coefficient de sécurité supérieur à 1.2,

_ Une méthode d'analyse sismique avec coefficients partiels provenant de l'Eurocode 7 et NF EN 1997-1 sur les calculs géotechniques, en visant un coefficient supérieur à 1, avec des coefficients de sécurité partiels de :

- 1.25 sur les paramètres $tg \phi$ et C' ,
- 1.40 sur C_u et p_l ,

Données sismiques

Selon le décret n° 2010-1225 du 22/10/2010, la commune est classée en zone de sismicité faible / zone de sismicité 2 (nouvelle réglementation, en vigueur depuis mai 2011).

Du fait de leur nature, les sols au droit du site ne sont pas liquéfiables.

Les éléments sismiques pour le contexte géotechnique rencontré et le projet considéré sont les suivants :

Zone de sismicité : 2 (moyenne)

Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux :

$$a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$$

Vitesse moyenne (harmonique) des ondes de cisaillement sur 30 m : comprise entre # 500 et 600 m/s

Classe de site sismique : B

Catégorie d'importance du site : II

Coefficient d'importance g_I (ou γ_I): I

Accélération horizontale : $a_g = g_I \times a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$

Paramètre de sols S (coefficient d'amplification entre sol et rocher): $S = 1.35$

Pour les calculs de stabilité TALREN, il sera pris en compte les coefficients sismiques suivants :

Accélération horizontale : $a_h = 0.7 / 2 = 0.35 \text{ m/s}^2$ et $a_h/g = 0.035$

Accélération verticale : $a_v = 0.35/0.33 \approx 0.12 \text{ m/s}^2$ et $a_v/g = 0.012$

Par homogénéité avec les études de stabilité sans prise en compte des phénomènes sismiques, les calculs sont faits à la méthode globale, en visant un coefficient de sécurité au moins égal à 1.2.

IV - Résultats des calculs de stabilité

IV.1 – Talus de déblais des casiers du bioréacteur

Profil 1 :

On étudie la possibilité de raidir les talus à une pente de 1H/1V (45°) depuis le premier talus supérieur, afin de réduire les épaisseurs résiduelles de colluvions et de substratum altéré, et a fortiori de supprimer la mise en œuvre de remblais sur les versants.

Profil 1 avec surcharges			tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$	
Hypothèses	objectif	>1.5 ou >1.3 provisoire	> 1.2	>1
	cerce étudiée	coeff globaux	coefficient globaux + sismique	coefficients sismiques eurocode + sismique
	premier talus	1.7	1.6	1.29
	deux premiers talus	1.93	1.81	1.45
	trois premiers talus	1.49	1.39	1.11
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	ensemble des talus	1.38	1.29	1.03
	2ème talus seul	2.55	2.4	1.97
	3ème talus seul	1.93	1.83	1.46
	4ème talus seul	2.3	2.17	1.74

Conclusion sur profil 1 : les calculs ne conduisent pas à la mise en œuvre systématique de masque pour le premier talus supérieur et définitif (coefficient de sécurité supérieur à 1.50) ; on devra néanmoins prévoir la mise en place de masques ou éperons localisés dans les zones où les colluvions présenteront une compacité plus faible, et/ou au droit des venues d'eau qui pourraient apparaître.

Profil 2 :

On étudie toujours la possibilité de raidir les talus à 1H/IV (45°), pour **le profil 2**, pour les mêmes raisons qu'au profil précédent.

Profil 2		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$		
Hypothèses	objectif	>1.5	> 1.2	>1
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	cerce étudiée	coeff globaux	coefficient globaux + sismique	coefficients sismiques eurocode + sismique
	premier talus sans enrochement	1.38	1.3	1.04
La nappe en bas de talus a été prise à 373.7m NGF, en haut EE à 394m NGF	premier talus avec enrochement	1.69	1.6	1.28
	deux premiers talus	2.18	2	1.6
	trois premiers talus	1.56	1.45	1.16
	ensemble des talus	1.44	1.32	1.06
	2ème talus seul	1.45	1.37	1.09

Conclusion sur le profil 2 : Les calculs démontrent une insuffisance de stabilité du talus supérieur (situation définitive) puisque son coefficient de sécurité est inférieur à l'objectif de 1.5. Pour satisfaire cet objectif de 1.5, il sera nécessaire de mettre en œuvre d'un masque d'enrochement de 1.5m de large (comptée horizontalement) qui sera ancré de 50cm dans substratum altéré avec les caractéristiques suivantes : $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $C' = 10 \text{ kPa}$, $\phi' = 45^\circ$.

Vis-à-vis de la stabilité d'ensemble les calculs ne justifient pas la mise en place de masque sur les autres talus.

Profil 3 :

On étudiera la stabilité du profil 3 selon 4 phases distinctes :

- _ Une phase 1 une fois la totalité des déblais excavées, avec surcharges d'exploitation sur les bermes
- _ Une phase 2 avec la mise en place du premier casier de déchets
- _ Une phase 3 avec 2 casiers de déchets
- _ Une dernière phase 4 avec tous les casiers de déchets et les surcharges dues à l'exploitation

Dans les phases avec casiers nous étudierons la stabilité avec les surfaces de rupture passant par le pied de la diguette.

Dans la phase 4, nous regarderons la possibilité d'une rupture par segments dans les déchets passant par la surface de caractéristiques plus faibles que constitue l'ensemble géomembrane + géocomposite drainant posé en fond de casier ; une cohésion nulle et un angle de frottement de 22 ° sont affectés à cette couche particulière.

Profil 3 avec surcharges			tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$		
Hypothèses		objectif	>1.5	>1.2	>1
	Phases	cercle étudiée	coeff globaux	coefficient globaux + sismique	coefficients sismiques eurocode + sismique
C'=60kPa poudingues et C'=30kPa marnes	1 : excavation fond de fouille seul	premier talus , colluvions et substratum altéré	2.23	2.1	1.68
		2 premiers talus	1.82	1.65	1.32
		3 premiers talus	1.8	1.6	1.28
		ensemble des talus en amont de la digue	1.8	1.59	1.27
La nappe en bas de talus a été prise à 355m NGF, en haut EE à 406m NGF	2 : premier casier de déchets	stabilité de la digue	1.93	1.77	1.42
	3 : 2 casiers de déchets	stabilité de la digue	1.65	1.52	1.22
	4 : tous les casiers de déchets	stabilité de la digue	1.52	1.4	1.12
		stabilité du talus de marnes en aval de la digue	1.49	1.35	1.08
		plan de glissement quelconque dans les déchets	1.45	1.31*	1.05*

Conclusion sur le profil 3 : Les calculs ne montrent pas de nécessité de renforcer le talus supérieur lors de la phase I (coefficient de sécurité de $2.23 > 1.50$). La stabilité de la digue semble assurée en présence de la totalité des déchets puisque l'objectif de 1.3 est atteint. Vis-à-vis de la stabilité intéressant les déchets puis se développant dans le talus en aval de la digue, le coefficient de sécurité est de 1.49, ce qui est satisfaisant.

Nota 1: Le profil 3 étudié correspond au dessin de projet avec les talus de profils 2 et 4 à 35° . Etant donné que nous avons raidi ces profils avec des talus à 45° , il sera nécessaire de refaire une analyse avec un profil 3 actualisé. On peut penser que la stabilité ne devrait pas être remise en cause puisque ce raidissement permet de purger les couches superficielles de colluvions et de substratum altéré.

Nota 2 : Les exigences sur les coefficients de sécurité sont de 1.3 puisque le projet final prévoit la mise en place progressive d'autres casiers de déchets en aval de la digue.

Profil 4 :

On étudie aussi la possibilité de raidir les talus à IH/IV (45°), pour le profil 4, pour les mêmes raisons qu'aux profils 1 et 2.

Profil 4 surcharges			tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$	
Hypothèses	objectif	>1.5	> 1.2	>1
$C'=60\text{kPa}$ poudingues et $C'=30\text{kPa}$ marnes	cercle étudiée	coeff globaux	coefficient globaux + sismique	coefficients sismiques eurocode + sismique
La nappe en bas de talus a été prise à 373.7m NGF, en haut EE à 394m NGF	premier talus	1.54	1.47	1.18
	deux premiers talus	1.55	1.5	1.22
	trois premiers talus	1.56	1.45	1.16
	ensemble des talus	1.32	1.23	0.98
	2ème talus seul	1.33	1.34	1.12

Conclusion sur le profil 4 : Les calculs de stabilité ne justifient pas la mise en place de masque puisque le coefficient de sécurité du talus supérieur (définitif) atteint l'objectif de 1.5. Les autres talus satisfont l'objectif de 1.3.

IV.2 – Talus de déblais de la zone de stockage

On étudie la possibilité de faire les talus à 3H/2V pour la zone de stockage provisoire, en prenant en compte la création de la bèche et du diguette d'arrêt dont les dimensions sont données dans la description du projet. On gardera une distance de sécurité de 10m entre la berge et le pied du talus de déchets. Comme décrit dans le projet, la couche de colluvions devra être purgée, les calculs prennent bien cette hypothèse en compte.

Des calculs successifs ont amenés à retenir la hauteur maximale de remblai à 3H/2V entre deux banquettes successives, pour un objectif de coefficient de sécurité d'au moins 1.3. Ces calculs conduisent à retenir une hauteur de 7.00 m.

Profil 6 avec surcharges		tous les calculs sismiques ont pris en compte une sismicité $a_h/g=0.035$ et $a_v/g=0.012$		
Hypothèses	objectif	>1.5 ou >1.3 provisoire	> 1.2	>1
C'=30kPa marnes avec surcharges	cercle étudiée	coeff globaux	coefficient globaux + sismique	coefficients sismiques eurocode + sismique
La nappe a été prise à +1m / base des colluvions	rupture en pied de ruisseau	1.33	1.21	0.97
	rupture en pied de talus d'arrêt	1.37	1.25	1
	talus supérieur	1.66	1.54	1.23
	1 talus isolé	1.33	1.24	0.99

Conclusion sur le profil 6 : Les calculs de stabilité sont satisfaisants puisque le coefficient de sécurité dépasse 1.30 visé dans le cas d'un ouvrage provisoire. On rappelle que ces calculs sus-donnés correspondent à des hauteurs de talus maximales de 7m et des bermes de 5m de large.

Nota : Il conviendra de vérifier que tous les colluvions ont bien été purgées.

V - Annexes

Géométrie

Profil 1

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	410,460	2	1,200	410,460	3	5,000	408,000	4	9,000	408,000	5	19,800	397,200	6	26,800	397,200	7	36,800	387,200
8	41,800	387,200	9	51,800	377,200	10	56,800	377,200	11	67,800	366,200	12	80,000	366,200	17	0,000	408,500	18	0,000	405,500
19	1,200	408,500	20	1,200	405,500	21	5,000	406,000	22	5,000	403,000	23	9,000	406,000	24	9,000	403,000	27	27,600	396,000
28	27,600	393,000	36	12,400	404,600	37	25,862	397,200	38	28,244	395,756	39	17,500	399,500	40	21,517	397,200	41	33,078	390,922
42	40,117	387,200	43	43,744	385,256	44	0,000	391,000	45	80,000	391,000	46	0,000	384,000	47	80,000	384,000	48	0,000	370,000
49	80,000	370,000	50	32,872	391,000	51	33,000	391,000	52	45,000	384,000	53	64,000	370,000	54	0,000	360,000	55	80,000	360,000

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	9	9	10	11	11	12	12	17	19	13	19	21
14	21	23	15	23	36	16	36	4	21	37	6	22	37	27	23	27	38	24	38	6
29	18	20	30	20	22	31	22	24	32	24	39	33	39	36	34	39	5	37	40	37
38	40	5	39	40	28	42	41	7	45	42	7	46	42	8	47	42	43	48	43	8
50	44	50	51	50	28	52	50	41	54	51	41	55	51	38	57	46	52	58	52	43
59	52	9	61	48	53	62	53	10	63	53	11	64	54	55						

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	5,000	408,000	10,0	7,000	408,000	10,0	90,00
2	Charge répartie 2	19,800	397,200	10,0	24,800	397,200	10,0	90,00
3	Charge répartie 3	36,800	387,200	10,0	39,800	387,200	10,0	90,00
4	Charge répartie 4	51,800	377,200	10,0	54,800	377,200	10,0	90,00

Profil 2

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	409,230	2	10,000	404,800	3	11,100	403,500	8	81,700	366,370	9	90,020	366,370	10	90,020	363,370	11	0,000	363,370
12	0,000	407,230	13	0,000	404,230	14	10,000	402,800	15	10,000	399,800	17	11,000	398,500	18	27,000	395,400	19	27,000	392,400
21	34,200	389,300	23	21,600	397,400	32	0,000	391,000	33	0,000	384,000	34	0,000	370,000	35	30,250	391,000	36	44,800	384,000
38	10,600	403,500	39	15,000	403,500	40	21,000	397,500	41	28,000	397,500	42	20,757	397,743	43	21,354	397,500	45	43,000	387,500
46	53,000	377,500	47	58,000	377,500	48	69,130	366,370	49	30,630	394,870	50	33,138	392,362	51	41,213	387,500	52	43,200	387,300
53	48,200	382,300	54	65,500	370,000	55	38,000	387,500	56	15,500	401,500	57	13,500	403,500	58	19,500	397,500	59	19,500	397,000
60	21,000	397,000																		

Segments

	Point 1	Point 2																			
1	1	2	8	8	9	9	10	11	10	12	14	19	23	18	32	13	15	33	15	17	
34	17	19	38	19	35	39	21	35	40	21	36	45	36	33	46	32	35	47	2	38	
48	38	3	53	42	39	54	42	40	56	43	40	57	43	41	58	43	23	59	41	49	
63	50	18	69	51	45	70	45	52	73	52	53	75	53	36	76	53	46	77	46	47	
78	47	54	80	54	34	81	54	48	82	48	8	83	49	50	84	50	55	85	55	51	
86	14	56	88	3	57	89	39	57	90	57	56	91	56	58	92	58	59	93	59	60	
94	60	40																			

Profil 4

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	411,570	2	5,070	411,570	10	55,000	380,000	13	0,000	409,570	14	5,070	409,570	15	14,200	406,400	16	17,250	403,600
18	0,000	404,580	19	5,070	404,570	20	14,200	401,400	21	17,250	398,600	22	20,500	397,400	23	33,000	393,100	24	42,800	386,900
25	45,000	386,400	26	46,700	385,400	27	48,300	384,700	29	60,175	379,225	33	25,000	400,000	34	33,000	396,100	36	42,200	390,000
37	45,000	389,000	39	0,000	391,000	40	0,000	384,000	41	0,000	370,000	42	36,300	391,000	43	49,300	384,000	45	0,000	363,000
46	80,000	363,000	47	80,000	366,370	48	11,200	408,200	49	14,200	408,200	50	8,800	410,000	51	22,200	400,200	52	19,431	402,969
53	29,200	400,200	55	44,200	390,200	56	23,600	400,200	57	30,800	398,600	58	33,933	395,467	59	39,200	390,200	60	54,200	380,200
61	59,200	380,200	62	73,030	366,370	63	44,400	390,000	64	45,800	388,600	65	52,769	381,631	66	54,733	380,200	69	60,856	378,544
70	69,400	370,000	71	24,800	400,200	72	41,600	390,200	73	54,726	380,200									

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	21	29	10	24	27	26	25	26	25	26	25	24	28	23	22	29	22	21
30	21	20	31	20	19	32	19	18	34	16	15	35	15	14	36	14	13	42	34	33
47	36	37	49	23	42	50	42	24	51	42	39	52	27	43	54	43	40	58	45	46
63	2	50	64	50	48	65	48	49	66	49	52	68	52	16	69	52	51	70	51	56
74	53	57	77	57	58	79	58	34	85	55	63	88	63	64	89	64	37	91	64	65
92	65	43	94	65	60	108	69	70	110	70	41	111	70	62	112	62	47	114	58	59
115	56	71	116	53	71	117	71	33	118	59	72	119	55	72	120	72	36	121	66	61
123	73	60	124	73	66	125	73	10	126	61	29	127	69	29						

Profil 6

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	380,000	2	7,000	379,000	3	27,000	367,000	4	40,000	368,000	5	58,000	365,000	6	62,500	361,000	7	67,500	360,000
8	73,500	362,000	9	111,000	358,500	10	138,000	352,000	11	0,000	378,000	12	0,000	375,000	13	7,000	377,000	14	7,000	374,000
15	27,000	365,000	16	27,000	362,000	17	40,000	366,000	18	40,000	363,000	19	58,000	362,000	20	58,000	359,000	21	62,500	358,000
22	62,500	355,000	23	67,500	357,000	24	67,500	354,000	25	73,500	358,000	26	73,500	355,000	27	111,000	354,000	28	111,000	351,000
29	138,000	348,000	30	138,000	345,000	31	142,000	348,000	32	142,000	344,000	33	142,000	341,000	34	145,000	348,000	35	150,000	353,000
36	165,000	358,000	37	145,000	344,000	38	145,000	341,000	39	150,000	349,000	40	150,000	346,000	41	165,000	354,000	42	165,000	351,000
43	0,000	335,000	44	165,000	335,000	57	117,500	361,000	58	118,251	357,000	59	112,500	361,000	60	102,000	368,000	61	97,000	368,000
62	86,500	375,000	63	81,500	375,000	64	72,500	380,000	65	65,000	381,000	66	128,000	352,500	67	128,000	354,000	68	131,000	354,000
69	126,000	352,500	70	125,000	352,500	71	124,000	352,500	72	125,330	350,500	73	126,330	350,500	74	129,000	352,500	75	127,770	350,500
76	126,750	350,500	77	125,084	350,870	78	126,257	350,609	79	130,100	354,000	80	134,000	352,000	81	131,551	353,633	82	114,000	352,900
83	116,378	352,805																		

Segments

	Point 1	Point 2																		
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8
8	8	9	10	11	13	11	13	15	12	15	17	13	17	19	14	19	21	15	21	23
16	23	25	17	25	27	19	12	14	20	14	16	21	16	18	22	18	20	23	20	22
24	22	24	25	24	26	26	26	28	27	28	30	29	31	34	30	34	35	31	35	36
32	29	32	33	32	37	34	37	39	35	39	41	36	30	33	37	33	38	38	38	40
39	40	42	40	43	44	65	58	9	68	2	65	69	65	64	70	64	63	71	63	62
72	62	61	74	60	59	75	61	60	76	59	57	83	10	31	85	71	70	86	70	69
87	69	66	88	66	74	89	74	75	90	75	76	92	76	29	93	76	73	94	73	72
95	72	77	98	77	71	99	70	78	102	78	73	103	69	67	104	67	79	107	79	68
108	80	10	109	68	81	112	81	80	113	80	74	114	57	67	116	83	77	117	83	27
118	83	71																		

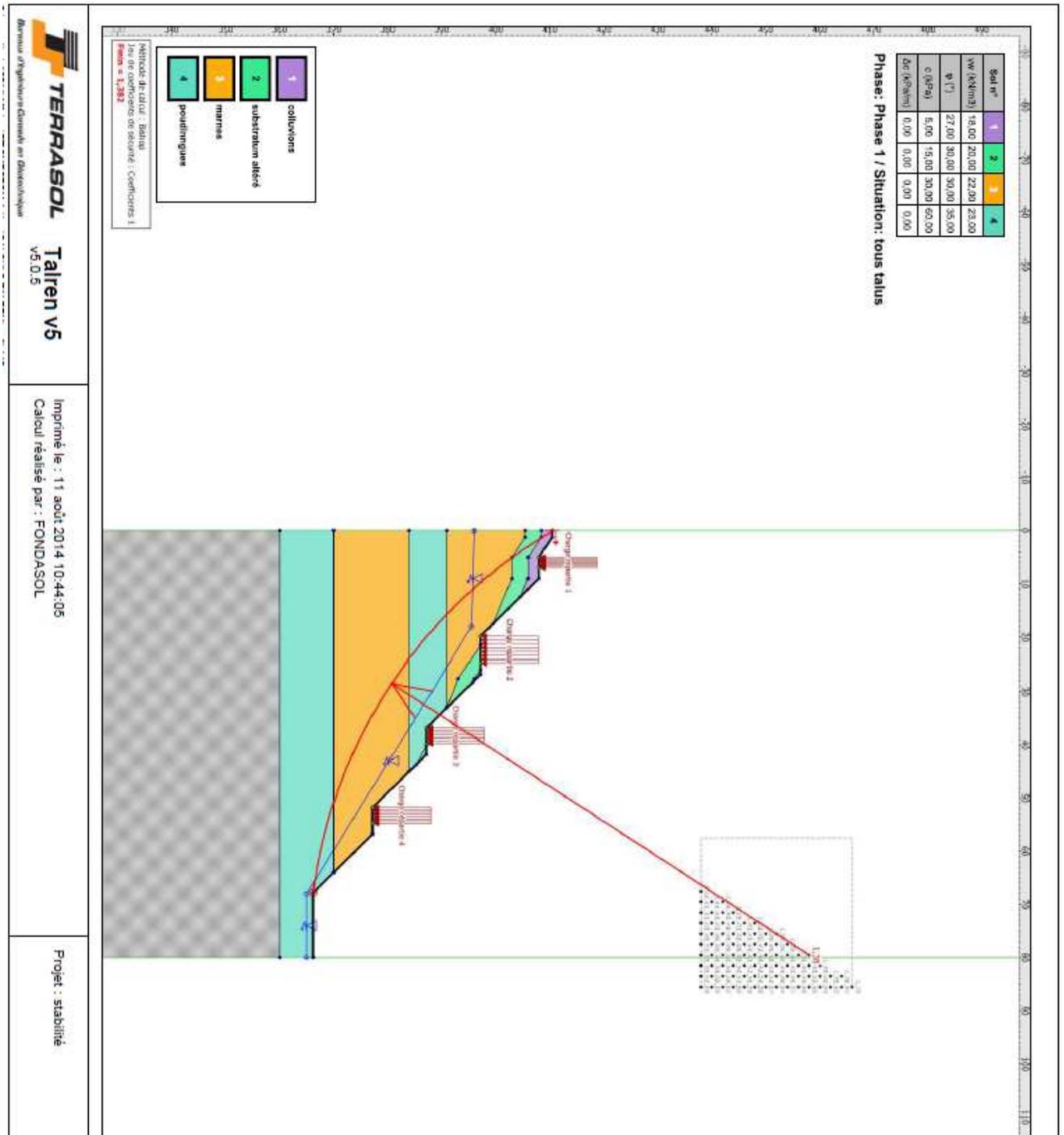
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	7,000	379,000	10,0	70,500	380,267	10,0	90,00
2	Charge répartie 2	81,500	375,000	10,0	84,500	375,000	10,0	90,00
3	Charge répartie 3	97,000	368,000	10,0	100,000	368,000	10,0	90,00
4	Charge répartie 4	112,500	361,000	10,0	115,500	361,000	10,0	90,00

Graphiques

Profil 1

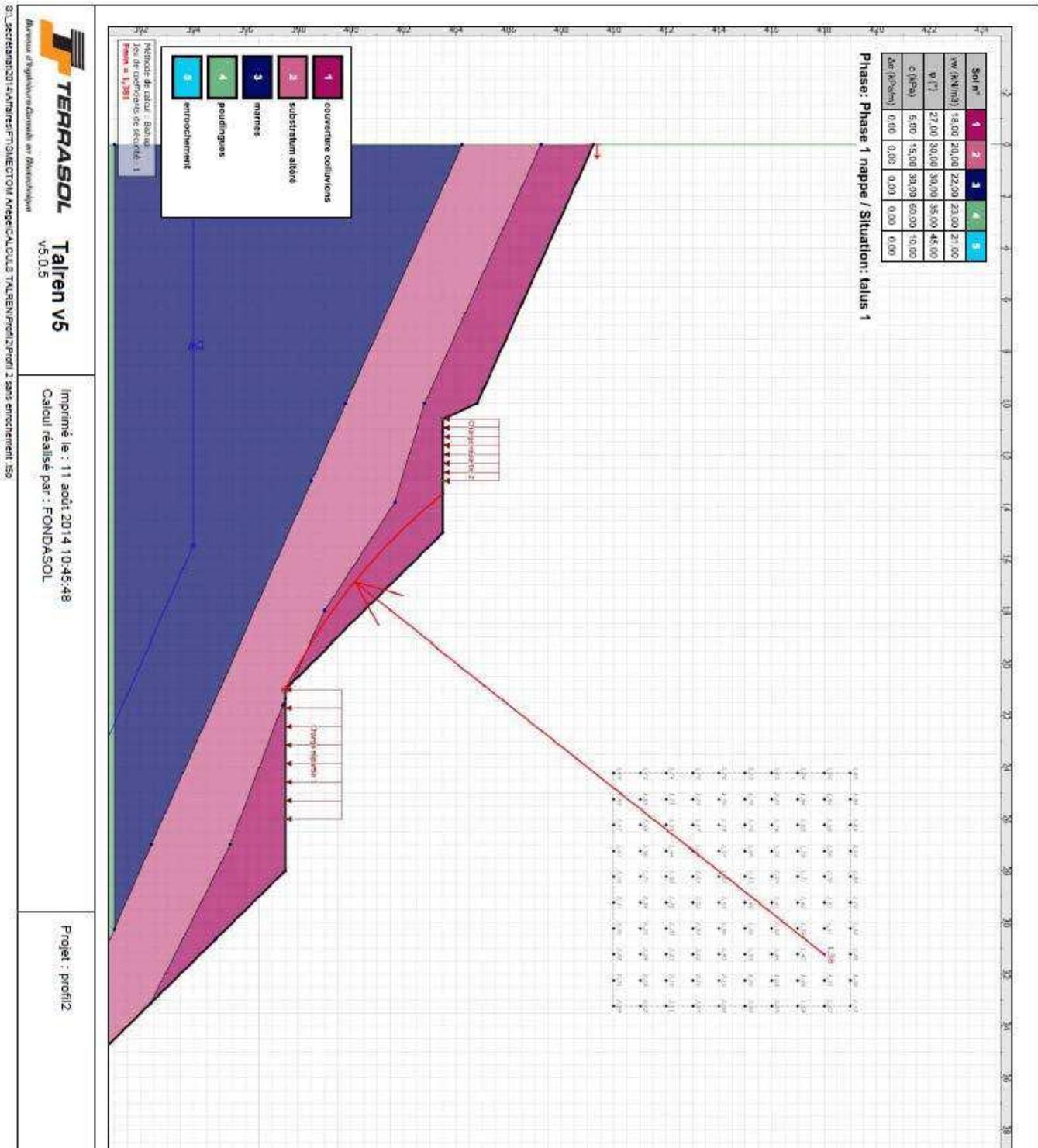
situation ensemble avec C' poudingues = 60kPa



$F_{min} = 1.38$ avec C' poudingues = 60kPa

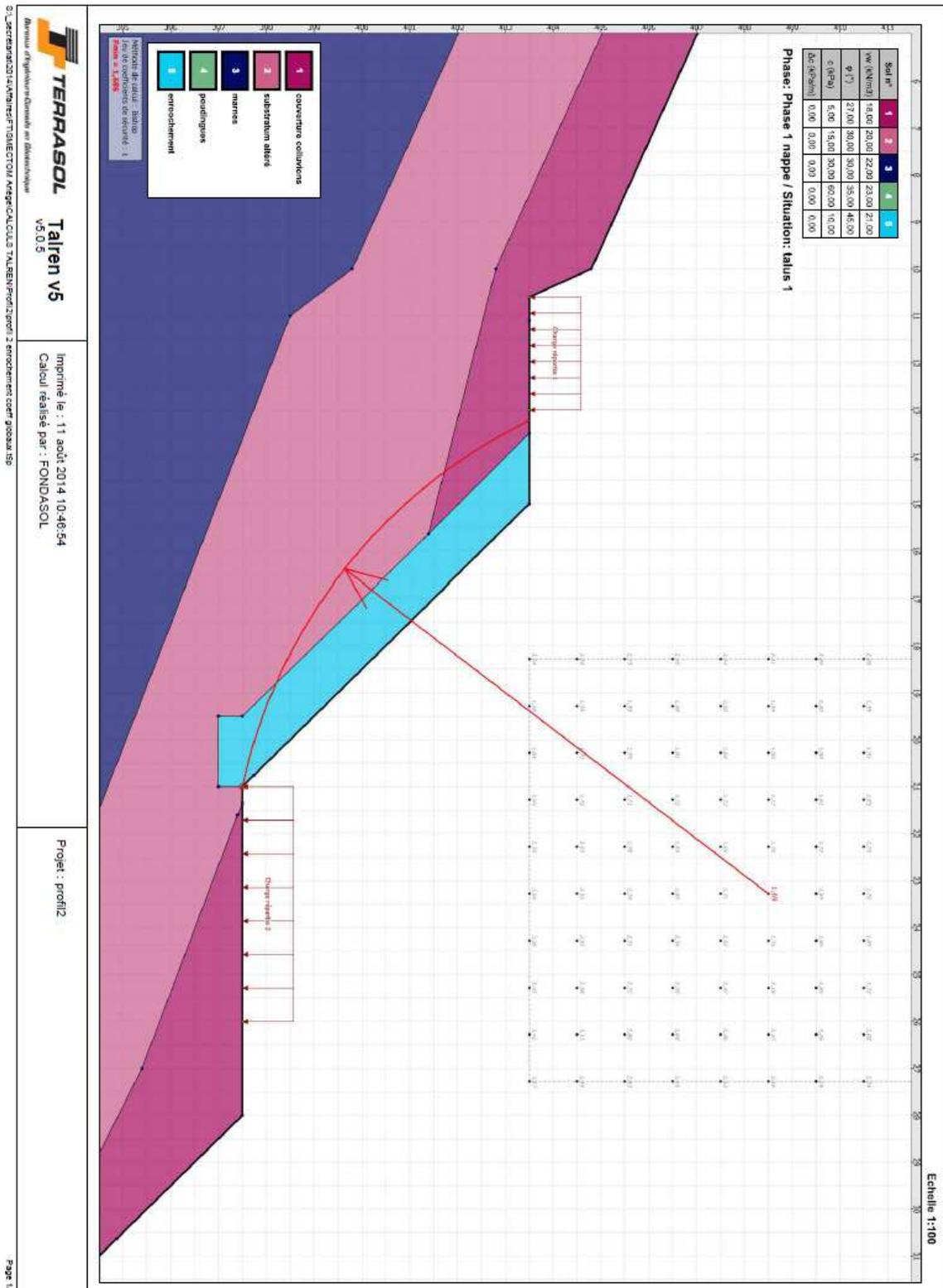
Profil 2

situation talus du haut sans enrochement



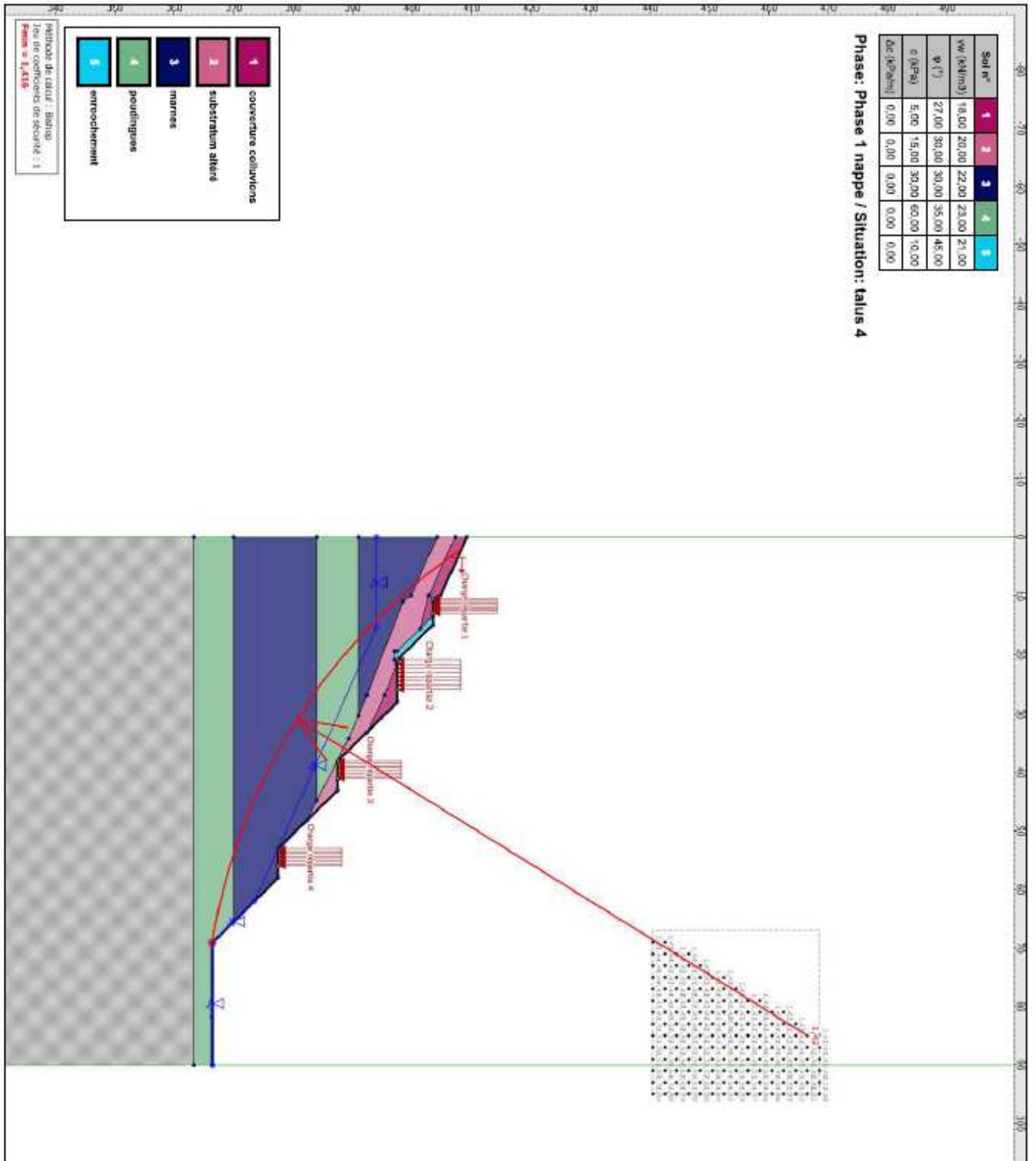
$F_{min} = 1.38$ nécessite enrochement

Situation talus du haut avec enrochement



Fmin = 1.69 avec enrochement

Situation d'ensemble avec enrochement



Talren v5
v5.0.5

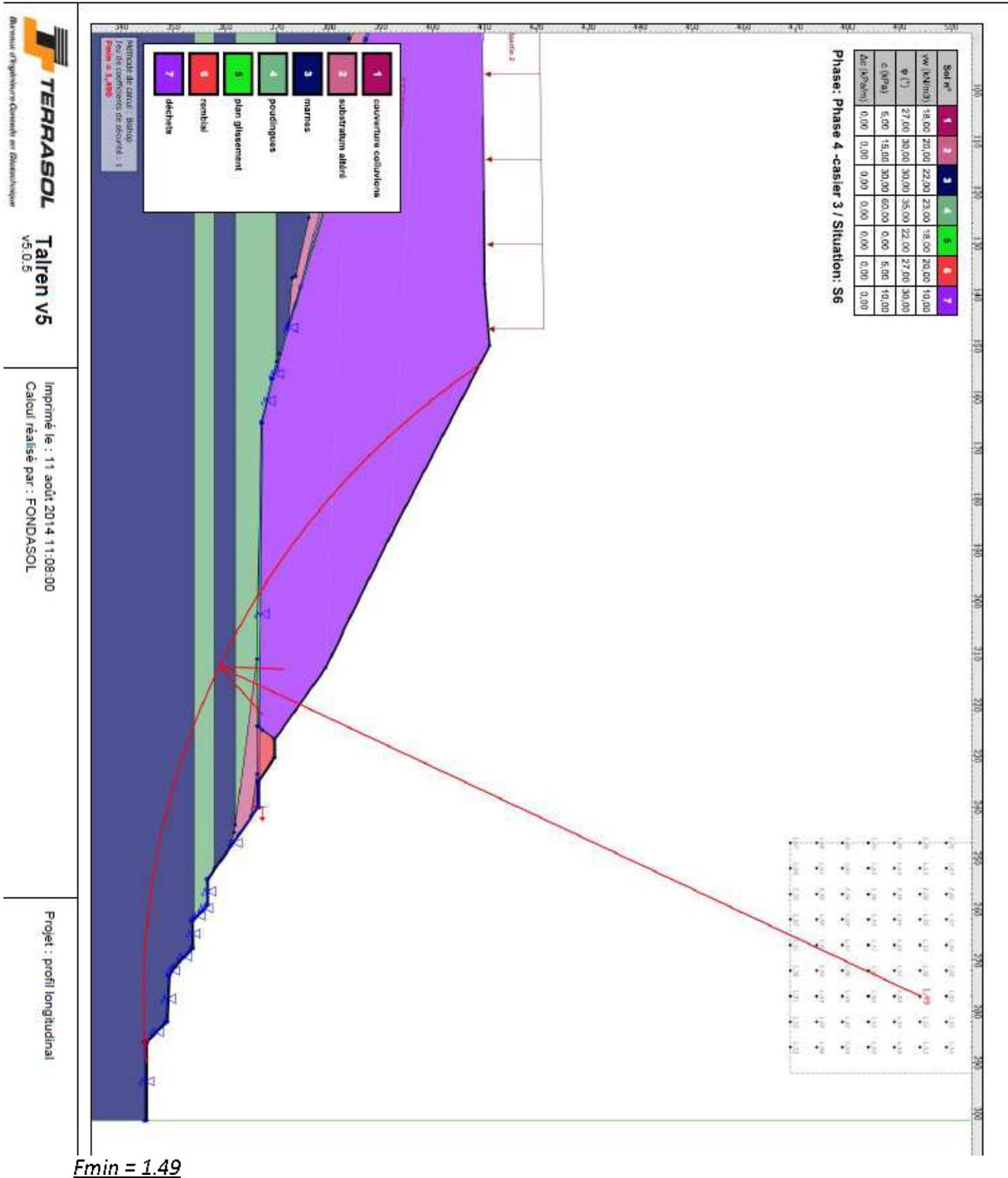
Imprimé le : 11 août 2014 10:47:56
 Calcul réalisé par : FONDASOL

Projet : profil2

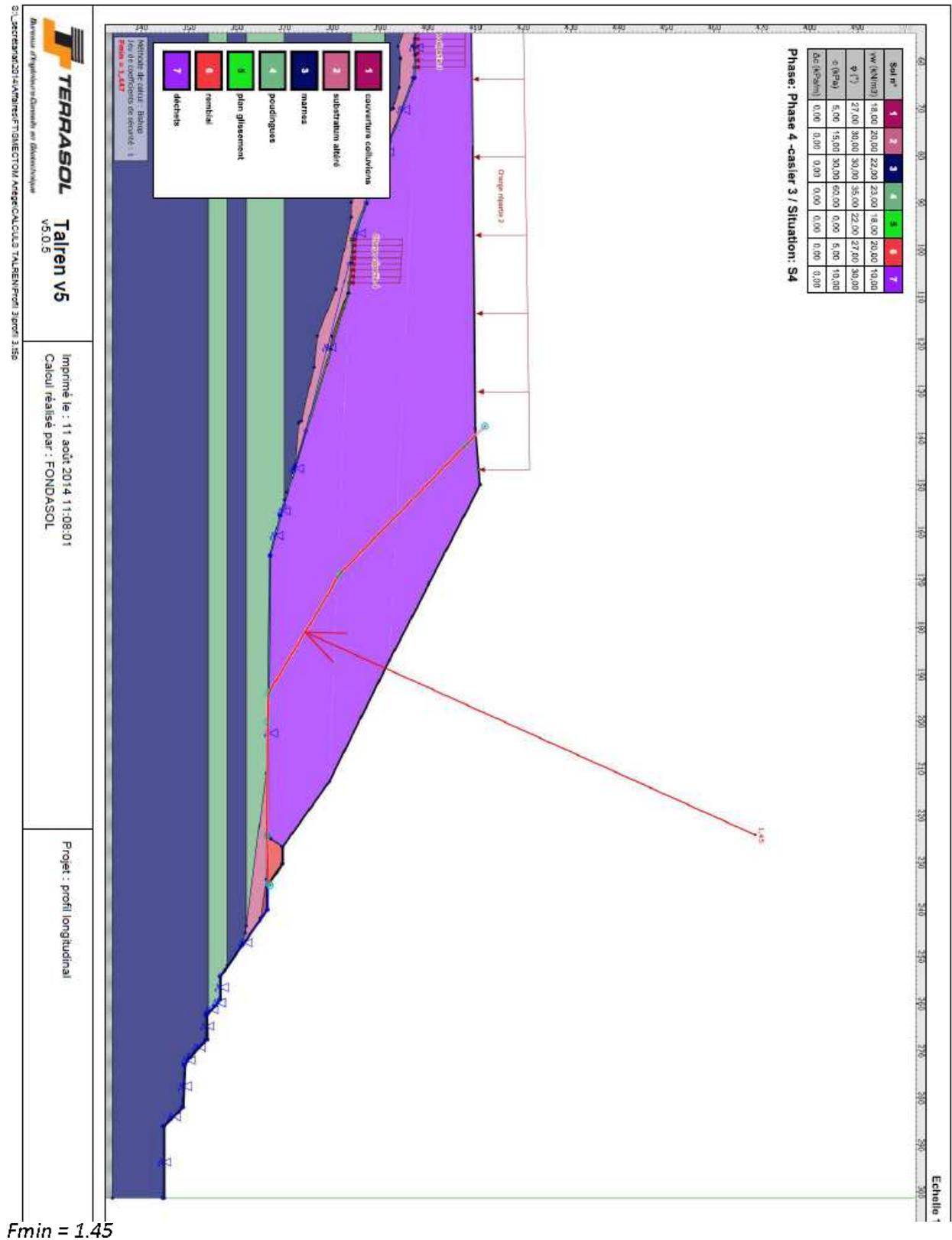
$F_{min} = 1.42$ avec enrochement

Profil 3

situation de rupture circulaire dans le déchets

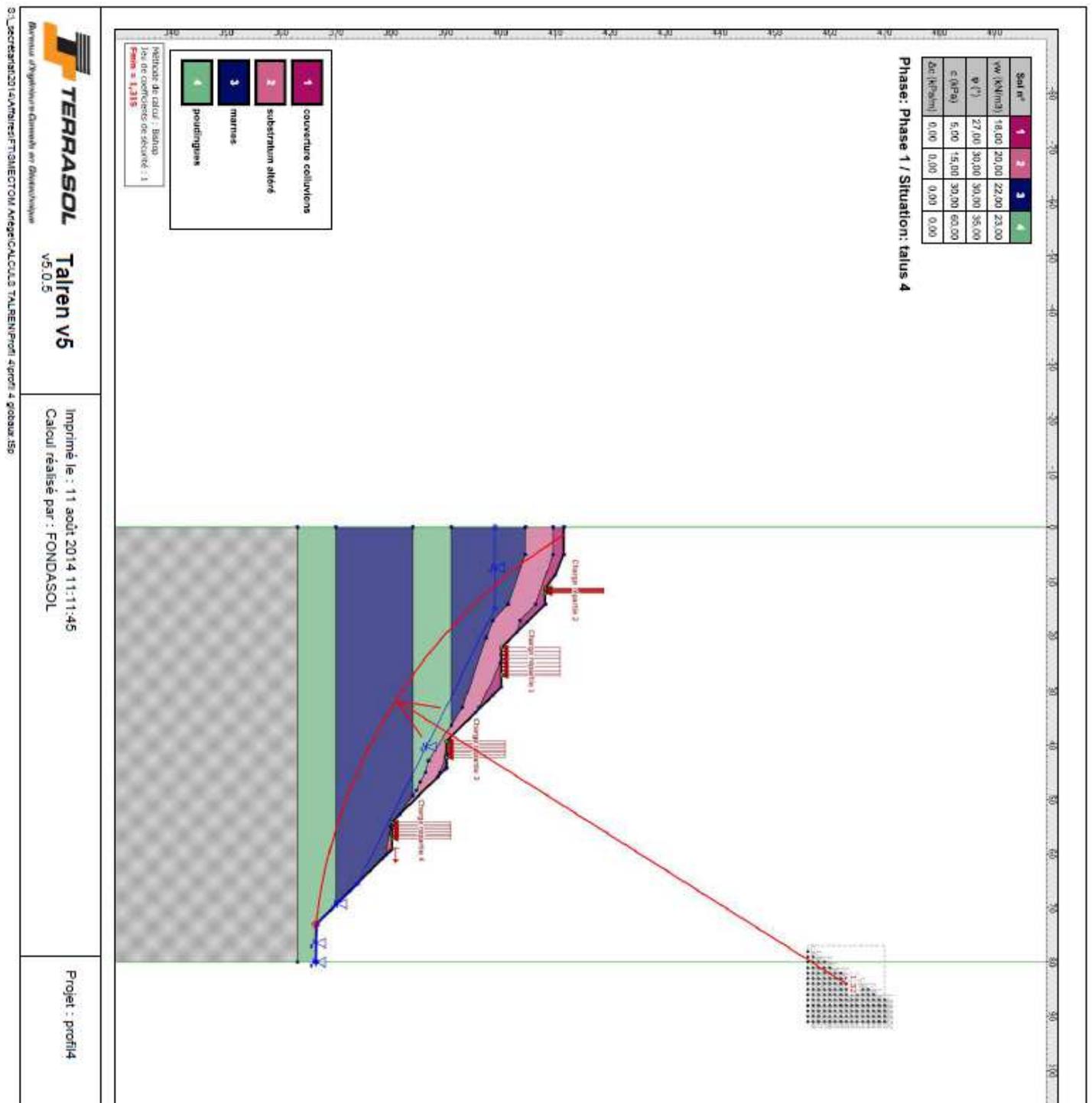


Situation de rupture par segments



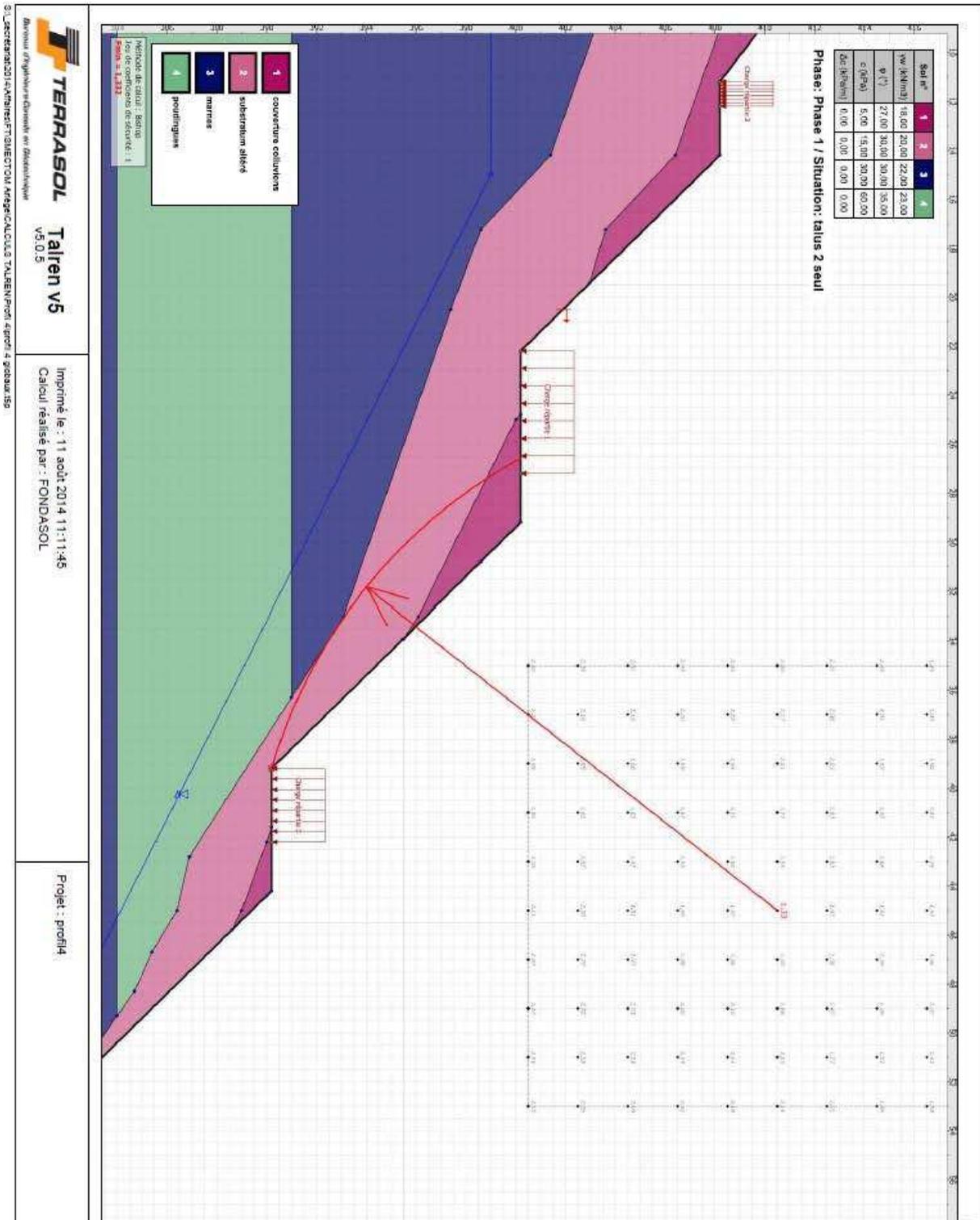
Profil 4

Situation d'ensemble



Fmin = 1.32

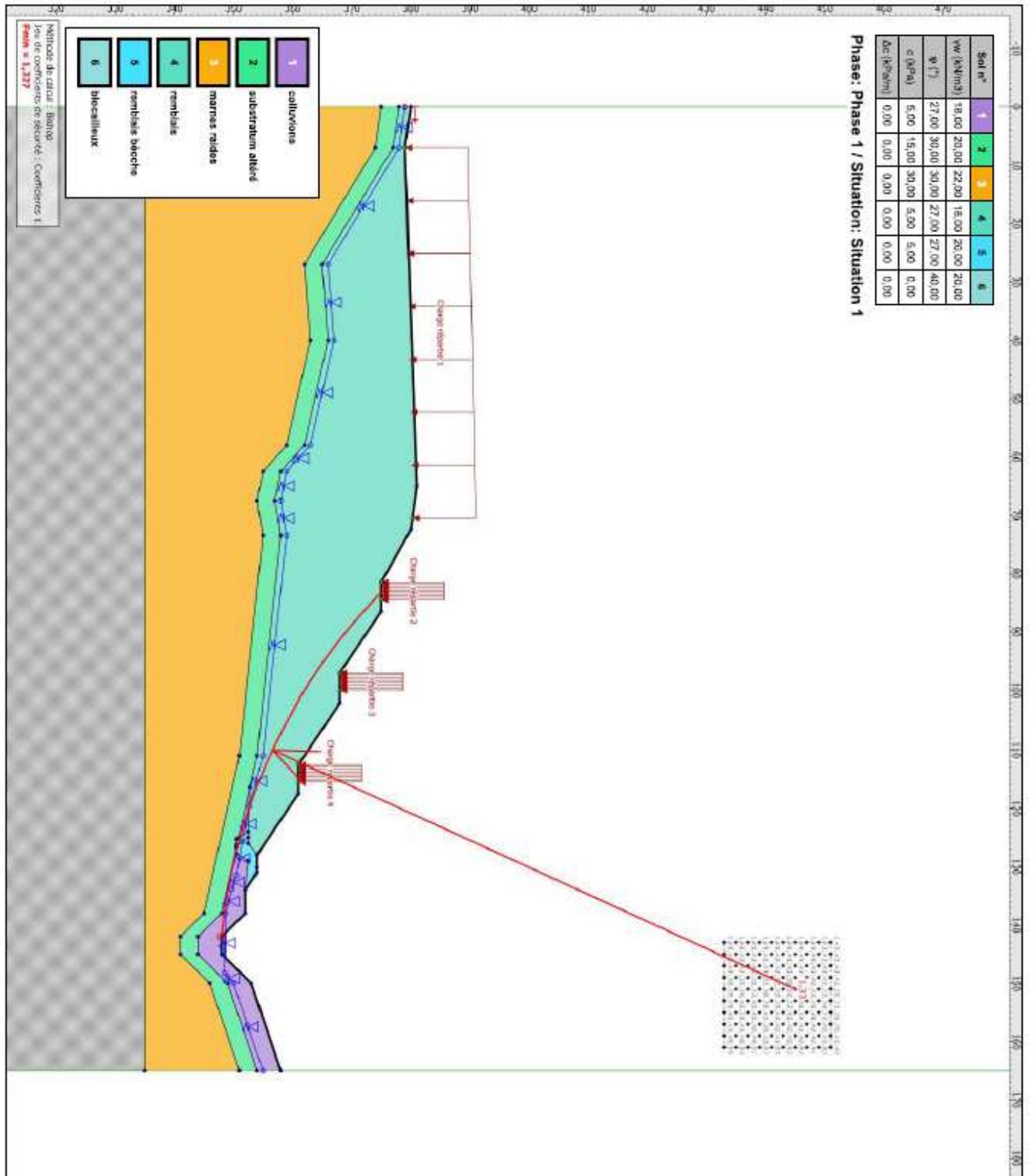
Situation locale talus n°2 à 1H/1V



Fmin = 1.32

Profil 6

situation d'ensemble



$F_{min} = 1.33$

Annexe 5 :
- Casiers de stockage des déchets 1 à 3
Coupes des sondages

PROFIL 1 : PM215 à PM217

PROFIL 2 : PM218 à PM220

PROFIL 3 : PM224 à PM227

PROFIL 4 : PM221 à PM223

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.80 m

1/50

Forage : PM215

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.10 m	Terre végétale + racines (Ø 10/20 mm)	Absence de venues d'eau		Tenue des parois moyenne à bonne Présence d'un bloc rocheux Arrêt sur avancée difficile proche refus
0.80 m	limon argileux silteux, ocre beige + quelques graviers + rares racines et radicelles			
1.80 m	Bloc calcaires à marmo-calcaires blancs + matrice limoneuse à argileuse beige-ocre - Eléments subargileux ensemble sec et consistant - se casse au godet (Ø 300/400 mm max)			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 2.60 m

1/50

Forage : PM216

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	0	 Terre végétale	Absence de venues d'eau	1 sac moyen entre 0,4 et 0,6 m	Tenue des parois moyenne à bonne sur la 1ère couche puis bonne à très bonne
1.40 m	1	 Limon argileux faiblement caillouteux, ocre-beige, faiblement humide			
2.20 m	2	 Argile avec quelques blocs décimétriques de calcaires blancs épars, beige-ocre, ensemble consistant, humide		1 sac moyen entre 2 et 2,2 m	
2.60 m		 Bloc à banc calcaire à marmo-calcaire + matrice argileuse			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 2.10 m

1/50

Forage : PM217

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	0	Terre végétale avec réseau racinaire important (Ø max # 5 cm)	Absence de venues d'eau	1 sac moyen 2/2.10 m	Tenue des parois moyenne dans la 1ère couche puis bonne
1.10 m	1	Matrice argileuse, ocre + blocs décimétriques calcaires à marmo calcaires, blanc à ocre-beige			
2.00 m 2.10 m	2	Argile limoneuse consistante, relativement peu humide - très peu de blocs, ocre-beige graves roulées moyennes à fines + matrice sablo-argileuse - ensemble ocre			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.90 m

1/50

Forage : PM218

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0	Terre végétale + racines (Ø max 40/50 mm)	ce de venues d'eau	3 sacs moyens vers 1 m	Bonne tenue des parois à moyenne en tête
0.50 m	Argile limoneuse, ocre-beige, relativement sèche et consistante			
1.88 m	Argile limoneuse consistante, relativement peu humide - très peu de blocs, ocre-beige			Arrêt sur avancée difficile

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.90 m

1/50

Forage : PM219

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.40 m	Terre végétale + racines (10/20 mm)	Absence de venues d'eau		Tenue des parois moyenne à bonne
1.70 m	argile + blocs calcaires décimétriques blancs (quantité importante sur 0.30 m de +)			
1.90 m	Blocs + matrice argileuse ocre			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.90 m

1/50

Forage : PM220

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	0	Terre végétale + racines (Ø max 6/7 mm)	Absence de venues d'eau		Tenue des parois moyenne à bonne Blocs de calcaire à la base Arrêt sur avancée difficile
1.90 m	I	Blocs + matrice argileuse, ocre-beige quelques blocs (+ ou - 500 mm) majoritairement décimétriques Lentille de poudingues constituée de graves fines vers 0.90/1.20 m			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.30 m

1/50

Forage : PM224

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	 Terre végétale + réseau racinaire (Ø max # 50 mm)	Absence de venue d'eau	2 sacs moyens vers 0,50 m	Bonne tenue des parois
0.90 m	 Argile marron + quelques graves éparses ensemble très consistant			
1.30 m	 Blocs calcaires décimétriques à Ø max # 300 mm		Arrêt sur avancée difficile	

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

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.40 m

1/50

Forage : PM225

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.40 m	Argile + graves et blocs marron + racines (Ø max # 20/30 mm)	Absence de venue d'eau		Tenue des parois moyenne à bonne
1.30 m	Graves + blocs à matrice argileuse Ensemble relativement dense et sec, marron-ocre			
	Présence de bloc de taille importante vers 1,30 m environ (300/500 mm)			

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014

Machine : Pelle à godet 50 cm

Profondeur : 0.00 - 2.00 m

1/50

Forage : PM226

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.25 m	0	Terre végétale + racines centimétriques (Ø 30 à 50 mm)	Absence de venue d'eau	1 sac moyen 0,50 m	Tenue des parois moyenne en tête sur 0.60 m puis bonne Arrêt sur avancée difficile
0.60 m		Argile limoneuse marron-ocre + débris et blocs de calcaires pluri-centimétriques + graves subarrondies moyennes			
1.70 m	1	Argile ocre -jaunâtre + blocs décimétriques et graves subarrondies moyennes			
2.00 m	2	Argile et blocs surconsolidés, ensemble orangé			

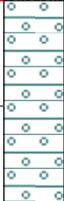
ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 2.20 m

1/50

Forage : PM227

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	0	 Terre végétale + racines (Ø max 50/60 mm)	Absence de venue d'eau	1 sac moyen 2.00 m	Tenue des parois moyenne à bonne
1.70 m	1	 Argile limoneuse marron-ocre + blocs décimétriques et rares galets subarrondis (Ø max 300 mm) passages localement plus graveleux (graves roulées moyennes à fines) entre 1,30 et 1,60 m			
2.20 m	2	 Galets subarrondis à matrice argileuse et +/- sableuse + graves moyennes à fines subarrondies			

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

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 2.90 m

1/50

Forage : PM221

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0	Terre végétale + réseau racinaire important (Ø max 5 cm)	Absence de venue d'eau	2 sacs moyens 1,20/1,40 m	Présence de blocs en quantité importante sous la terre végétale
0.70 m	Argile limoneuse ocre + blocs calcaires décimétriques et graves roulées (poudingues altérés), sec			Transition peu marquée entre les couches
1	Argile consistante + quelques blocs épars, ocre, faiblement humide			Tenue des parois moyenne à bonne sur la 1ère couche puis bonne
1.90 m				
2				
2.90 m				refus sur bloc calcaire Ø > 500 mm

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

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 4.00 m

1/50

Forage : PM222

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.60 m	0	Terre végétale + réseau racinaire (Ø max 60 mm)	Absence de venue d'eau		Tenue des parois bonne dans l'argile, bonne à moyenne au-dessous
1.40 m	1	Blocs calcaires + blocs de poudingues altérés + matrice argileuse ocre			
2.10 m	2	Argile + rares blocs calcaires décimétriques à Ø max # 150 mm, ocre-roux		1 sac moyen 2,10 m	
2.30 m		Argile ocre à beige consistante + blocs décimétriques à >200 m (se casse au godet) => très consistant et compact=> passage surconsolidé			
4.00 m	4	Argile ocre-beige faiblement caillouteuse à jaunâtre très homogène - se débite localement en mottes décimétriques		1 sac moyen à 4 m	Arrêt volontaire

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

ISDND BERBIAC

Date début : 04/09/2014 Machine : Pelle à godet 50 cm Profondeur : 0.00 - 1.50 m

1/50

Forage : PM223

EXGTE 3.16/GTE

Profondeur		Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons	Observation
0.30 m	0	Terre végétale + racines (Ø 2/3 cm)	Absence de venue d'eau		Tenue des parois moyenne à bonne
1.50 m	I	Blocs calcaires + matrice limoneuse ocre-jaunâtre			
					Refus sur bloc ou banc calcaire

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