SOLUSOL

Département des DEUX-SÈVRES

Commune de LA PEYRATTE

CMGO Carrières et Matériaux du Grand Ouest

CARRIÈRES ET MATÉRIAUX DU GRAND OUEST

◆ Le Pont ; 79200 LA PEYRATTE ◆

CARRIÈRE DE LA PEYRATTE

– Lieu-dit "Le Pont" –

PROJET D'APPROFONDISSEMENT

ETUDE DE LA STABILITÉ DES FRONTS DE TAILLE ET DES VERSES

Rapport E.179/18

Dossier n° 2018-06-2081

INDICE	DATE	RÉDIGÉ PAR	ÉTUDE	NB. PAGES
E.179/18	13/07/2018	Christine REY	Géotechnique G5	58

46, rue Marcel Girardin - 69330 MEYZIEU ◆ Téléphone : 04 78 31 64 30 ◆ Télécopie : 04 78 31 41 21 ◆ e.mail : cfeg@solusol.eu
ETUDES GEOLOGIQUES * GEOTECHNIQUES * HYDROGEOLOGIQUES * ASSAINISSEMENT
Siège Social : SOLUSOL – 174 Rue du Docteur Julliand / 73000 CHAMBERY
S.A.R.L AU CAPITAL DE 15 000 € / R.C.S. CHAMBERY 451 414 155 / SIRET 451 414 155 00023 / APE 7112 B / N° TVA C.E.: FR 634 514 141 55

1 - OBJET

- La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte des **Carrières et Matériaux du Grand Ouest / CMGO** – Le Pont ; 79200 LA PEYRATTE – dans le cadre du **projet d'approfondissement de la carrière de LA PEYRATTE** (DEUX SÈVRES).

- Cette étude a pour objet :
  - d'examiner les conditions géologiques, structurales, morphologiques et de stabilité du site dans son état actuel,
  - de déterminer, en conséquence, les conditions d'exploitation et de stabilité des futurs fronts dans le cadre du projet d'approfondissement de la carrière, compte-tenu des plans de phasages projetés,
  - de définir les conditions de stabilité de la verse à long-terme,
  - et préciser, le cas échéant, les éventuelles mesures correctives et/ou confortatives à mettre en œuvre pour assurer la sécurité du site et de ses abords en phase d'exploitation et à long-terme.

- Cette étude s'appuie sur le levé de terrain effectué le 28 Juin 2018 :
  - cartographie/observation des fronts (nature, altération, présence d'eau…)
  - mesures des pentes et hauteurs de talus,
  - observations des verses existantes,
  - levé structural : pendage, orientation des discontinuités (fractures, diaclases, …), évaluation des masses instables, blocométrie,

  , sur l'historique et l'expérience du site de l'exploitant, ainsi que sur le relevé topographique du site effectué le 02/11/2017, et les orientations de phasage définies par l'entreprise.

- Notre étude entre dans le cadre des missions normalisées de notre classification professionnelle au titre "diagnostic géotechnique" de type **G5** (cf. Norme NF P 94-500 en fin de rapport).

2 - SITUATION - CONTEXTE GEOLOGIQUE

- La carrière **CMGO** se situe à environ 1 km à l'Ouest du bourg de LA PEYRATTE, au lieu-dit "Le Pont" en rive gauche de la rivière Le Thouet (cf. **Fig. 1 et 2** ; p. 3 - SITUATION GEOGRAPHIQUE / VUE AERIENNE).

N

Fig. 1 – SITUATION GÉOGRAPHIQUE

(*Extrait Geoportail.gouv.fr*)

Carrière CMGO

Fig. 2 – VUE AERIENNE

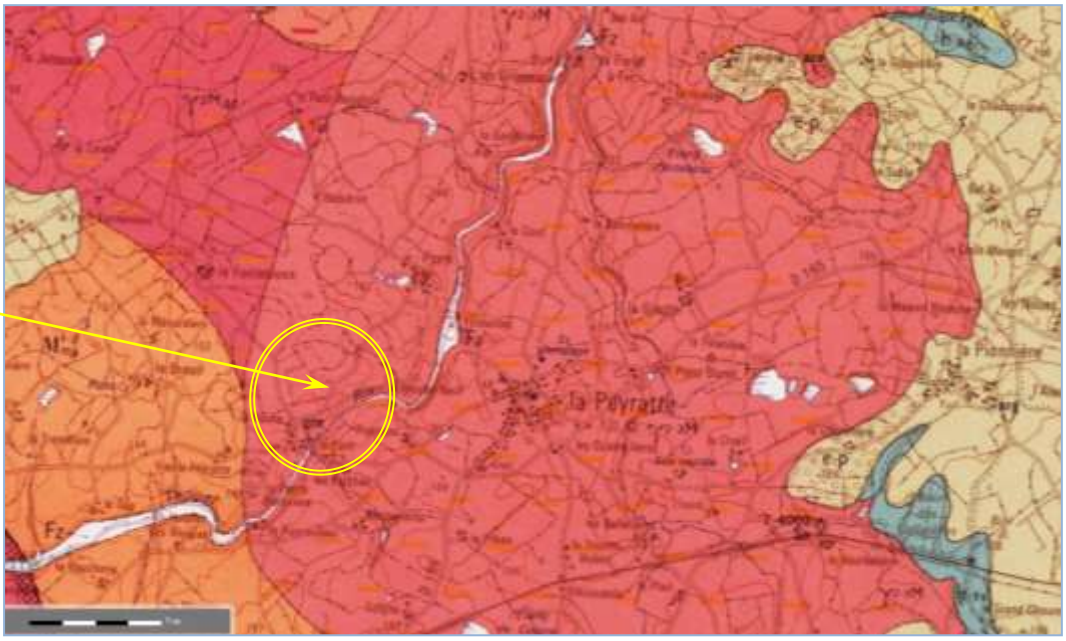
(*Extrait Google Earth*)

❒ Elle s'inscrit en dent creuse dans un secteur subhorizontal évoluant entre les cotes 140 et 150 NGF et exploite, principalement pour la production de granulats, un massif de leucogranite à biotite : **leucomonzogranite et leucogranite à biotite de La Peyratte** ; il s'agit d'une roche granitique, claire, à grains fins à moyens, ± altérée en fonction de la profondeur et des accidents structuraux.

Ces granites sont quasi-subaffleurants sur le site : ils ne sont que très faiblement masqués, par une couche de terre végétale pluri-décimétrique, et une frange d'altération d'épaisseur variable.

Fig. 3 – EXTRAIT CARTE GÉOLOGIQUE

(*Extrait Infoterre*)



La zone d'extraction est bordée à :

- à l'Est par la rivière Le Thouet qui s'écoule en direction du Nord. La zone d'extraction s'inscrit en rive gauche de la rivière et une partie des installations et des stocks se situent en rive droite,
- et au Nord par le ruisseau du Riveau qui a été dévié et canalisé en pied du front supérieur.

❒ **Séismicité**

Le décret n° 2010-1254 du 22 Octobre 2010, classe la commune en "zone de sismicité modérée" (**zone 3**) ; dans ce cas, on retiendra les hypothèses suivantes :

Zone de sismicité	Catégorie d'importance de l'ouvrage	Coefficient d'importance γ_I	Accélération de référence (Sol rocheux de Classe **A**)	Accélération horizontale de calcul (Sol rocheux de Classe **A**)	SOLS	
			a_{gr}	$a_g = \gamma_I \times a_{gr}$	Classe	Paramètre de sol
3	**I**	**0,8**	**1,1**	**0,88**	**A**	**1**

❒ **Activité argileuse**

D'après la cartographie réalisée par le BRGM sur la sensibilité des sols aux phénomènes de **gonflement / retrait** (cf. "*Argiles – Alea retrait-gonflement*" sur www.argiles.fr), ce tènement s'inscrit dans une **zone d'aléa "à priori nul"**.

❒ **Autres risques**

D'après le site georisques.gouv.fr, la commune de LA PEYRATTE n'est pas soumise à un P.P.R.N. "mouvements de terrain, cavités souterraines, ou travaux miniers".

Au P.P.R. Inondation de la Vallée du Thouet, approuvé le 13/11/2008, seules les bords du Thouet sont classés en zone réglementée. La cote de la crue centennale au droit du site évolue de 115,60 NGF côté Sud au niveau des ateliers et bureaux à 114,70 NGF à l'extrémité Nord-Est du site.

3 - EXAMEN DETAILLÉ DU SITE

3.1 - Méthodologie

❒ La carrière de LA PEYRATTE, intéressant une surface totale proche de 80 hectares est constituée de 4 à 5 fronts, évoluant entre les cotes (cf. **Fig. 4** ; p. 6) :

- + 150 NGF côté Nord et + 137 NGF côté Sud-Est (côté verse),
- à + 80 NGF : cote du carreau actuel (selon l'Arrêté Préfectoral n°5724 du 18/12/2015),

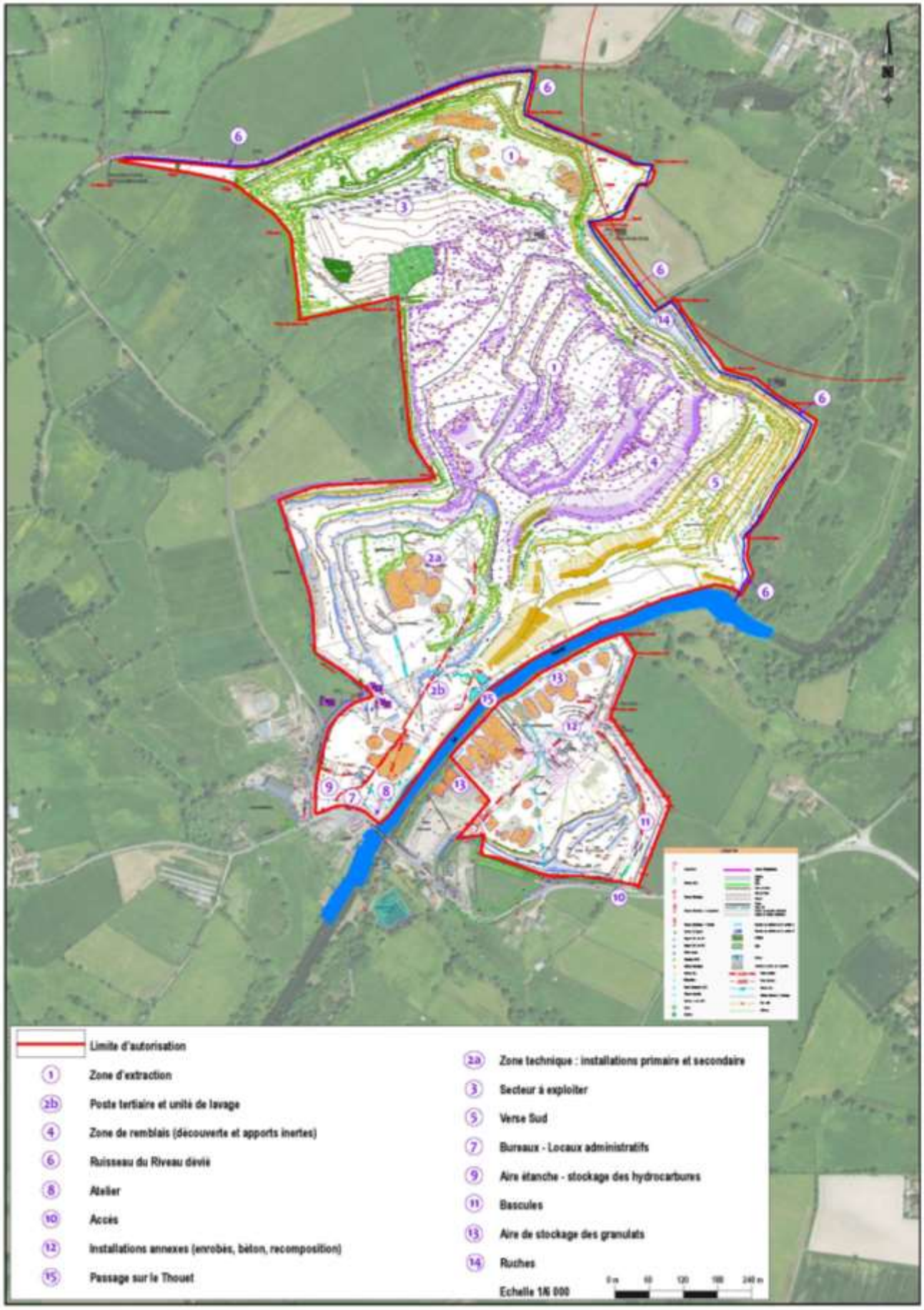
, soit une hauteur totale de talus avoisinant 60 à 70 m.

❒ Chaque front a été examiné en détail depuis le carreau, la crête sommitale et les différentes banquettes accessibles dans le secteur en cours d'exploitation côté Nord, et les secteurs anciennement exploités côté Sud-Ouest (secteur des installations primaires et secondaires).

Les levés réalisés ont consisté en :

- des mesures structurales : pente des talus, pente et orientation des discontinuités,
- l'appréciation de l'altération du massif rocheux sur les plans de discontinuité,
- l'observation des zones humides, venues d'eau, suintements, …
- la détermination des zones instables (observation de chutes de blocs ou d'écailles, dièdres, présence de "glissoirs", …),
- l'observation des talus remblayés de la verse.

Fig. 4 – ETAT ACTUEL DU SITE



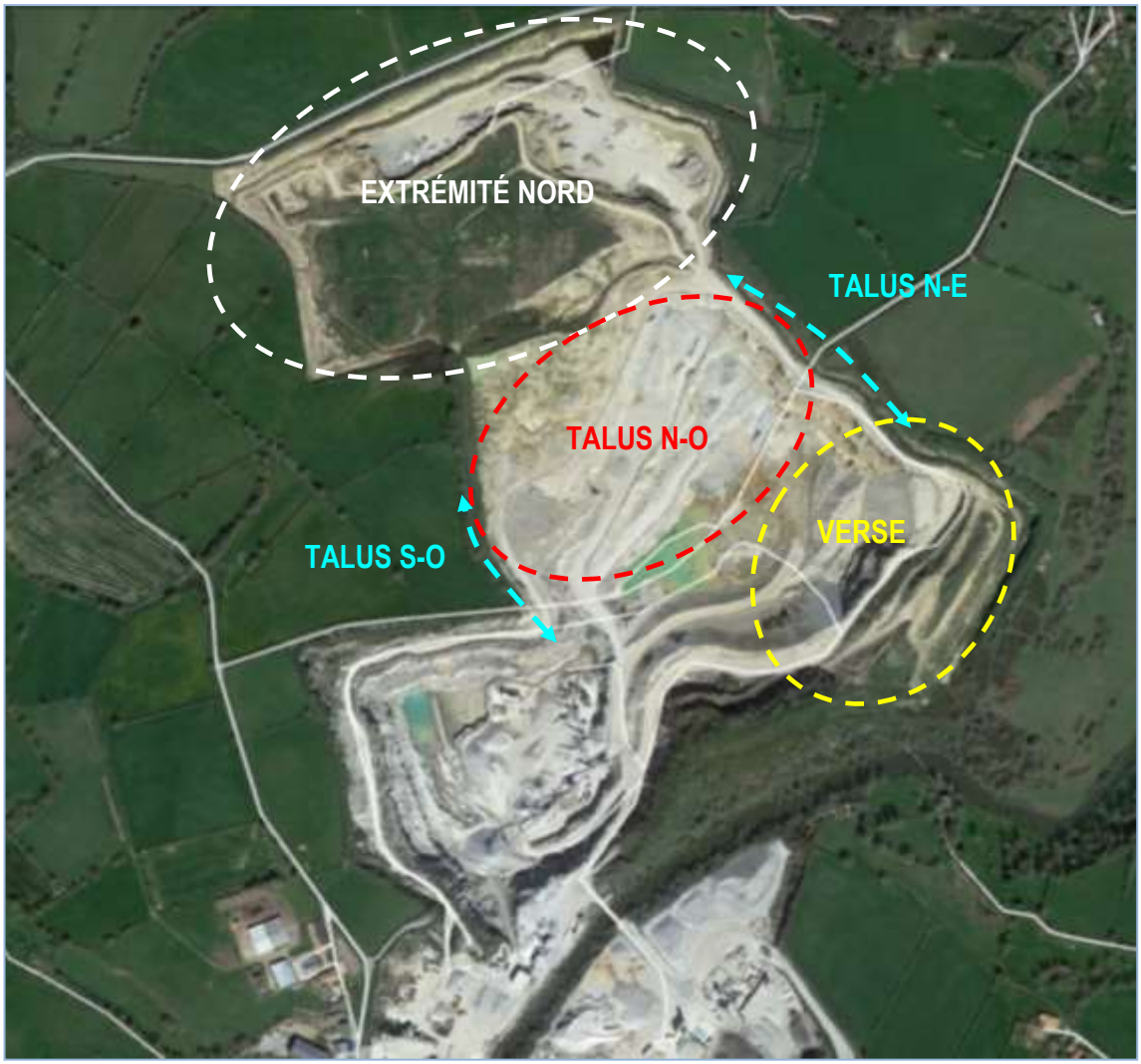
❒ Les principales observations sont reportées sur un support topographique au 1/1500 – "*Levé de novembre 2017* ", établi par **CMGO** (cf. planche hors-texte **E.179/18-A** en fin de rapport).

Elles sont illustrées par les planches photographiques, jointes en **Annexe 1**.
Pour le descriptif des observations, nous diviserons la carrière en 5 secteurs : (cf. **Fig. 5** ; ci-dessous et *Vues générales du site* – photos n°**1** et **2** en **Annexe 1**) :

- l'extrémité NORD : correspondant à la zone restant à exploiter et à partir de laquelle s'observe le front n° ①,
- le talus N-E : globalement orienté N 130°, et regardant le Sud-Ouest,
- le talus N-O : globalement orienté N 30°, et regardant le Sud-Est (actuelle zone d'extraction),
- le talus S-O : globalement orienté N 150° et regardant le Nord-Est,
- la verse en cours de remblaiement masquant le talus Sud-Est.

N

Fig. 5 – VUE AERIENNE
(*Document Google Earth*)



3.2 - Observation sur des fronts

(cf. **Photographies** en **Annexe 1**)

3.2.1 - Extrémité Nord – Front ①

(cf. **Photos n° 3** à **13**)

❒ **Géométrie** :

Hauteur totale	Nombre de fronts	Nombre et largeur des banquettes	Hauteur du front	Fruit du front	Pente intégratrice du talus	Orientation
6 à 11 m	/	/	6 à 11 m	subvertical		variable

❒ **Observations structurales et autres** :

- Principales orientations relevées :

  N 75 à 94° 75° à subvertical S

  N 120° à 135° 40 à 82° SO

  N 15° à 20° 70° à 80° O

  N 170° à N-S 78° à subvertical O

- Front principalement "découpé" selon les plans de discontinuités N 75 à 94° (grossièrement E-O).
- Discontinuités en générale sèches, peu ouvertes.
- Quelques zones très altérées, broyées (zones faillées).
- Pas de venue d'eau observée, ruisseau du Riveau canalisé en pied du front.
- Epaisseur de découverte et de rocher altéré pelliculaire.

❒ **Evaluation des masses potentiellement instables** :

- Il n'a pas été observé de "grosses" masses instables (type dièdre, écailles, amas de blocs empilés), mais des chutes de blocs pluri-décimétriques, plus rarement métriques sont envisageables à ± long-terme.

3.2.2 - Talus N-E

(cf. **Photos n° 14** à **42**)

❒ **Géométrie** :

Hauteur totale	Nombre de fronts	Nombre et largeur des banquettes	Hauteur du front	Fruit du front	Pente intégratrice du talus	Orientation
≈ 60 m	4	3 • piste (134-139) = 20 à 30 m • banquette 120 et 102 : quelques mètres à 15 m (10 m moyen)	12 à 17 m (sur fronts historiques)	subvertical	48° à 50° (de la piste au carreau)	N 130°

❒ **Observations structurales et autres** :

- Principales orientations relevées :

N 75° à 105°	55° à subvertical S
N 113° à 120°	67° à subvertical SO
N 15° à 27°	57° à 78° O
N 160° à N-S	62° à subvertical O
N 57°	subvertical

- Discontinuités en générale sèches, localement ouvertes.
- Fronts très irréguliers, indentés selon les plans de discontinuités : indentations jusqu'à 3 à 4 m en recul de la crête de talus.
- Têtes de front très déstructurées.
- Présence de fissures de décompression, ± ouvertes en arrière des fronts.
- Présence de plusieurs zones faillées (matériaux broyés).
- Talus affecté par plusieurs ruptures de dièdres impliquant 2 fronts consécutifs, avec disparition partielle à totale de la banquette intermédiaire.
- Venues d'eau observées côté Nord.

❒ **Evaluation des masses potentiellement instables** :

- Présence de masses instables de plusieurs m^3 (colonnes et amas de blocs empilés).
- Possibilité de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques.
- Possibilités de formation de dièdres lors de l'approfondissement de la carrière.

3.2.3 - Talus N-O / Talus en cours d'exploitation

(cf. **Photos n° 43** à **64**)

❒ **Géométrie** :

Hauteur totale	Nombre de fronts	Nombre et largeur des banquettes	Hauteur du front	Fruit du front	Pente intégratrice du talus	Orientation
63 m	5	4 largeurs variables (20 à 30 m) évoluant selon l'extraction	6 à 15 m	subvertical	21 à 23° (du front ② au carreau)	N 30°

❒ **Observations structurales et autres** :

- Principales orientations relevées :

  N 70° à 105° 63° à 85° S

  N 140° à N-S 64° à subvertical O

  N 160° à N185° 42° à 65° E

  N 110° subvertical

- Discontinuités sèches, ± ouvertes en tête du fait de la décompression (fronts en cours d'évolution).
- Fronts irréguliers, très morcelés, notamment sur les premiers mètres supérieurs des fronts.
- Fronts principalement découpés selon les plans de discontinuité grossièrement E-O.

❒ **Evaluation des masses potentiellement instables** :

- Pas de "grosses" masses instables (type dièdre, écailles…).
- Possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques.

3.2.4 - Talus S-O

(cf. **Photos n° 65** à **70**)

❒ **Géométrie** :

Hauteur totale	Nombre de fronts	Nombre et largeur des banquettes	Hauteur du front	Fruit du front	Pente intégratrice du talus	Orientation
	3	3 • banquette 128-130 = 12 à 20 m • banquette 114-115 = 2 à 5 m	13 à 16 m (sur fronts historiques)	subvertical (70 à 80)°	/	N 150°

❒ **Observations structurales et autres** :

- Principales orientations relevées :

N 87° à E-O	70° à 75° S
N 13° à 20°	77° à subvertical O
N 62°	76° SE
N 125°	67° SO
N 160 à 167°	78° O à subvertical E

- Discontinuités sèches, peu à ± ouvertes.
- Insuffisance de la banquette 114-115, localement inexistante, et localement entièrement masquée par des éboulis, notamment à l'extrémité Sud où des chutes de blocs sur la piste sous-jacente sont possibles.

❒ **Evaluation des masses potentiellement instables** :

- Pas de "grosses" masses instables (type dièdre, écailles…).
- Possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques.

3.2.5 - Données hydrologiques

❒ Circulations d'eau sans incidence sur la stabilité des talus.

3.3 - Observations de la verse actuelle

(cf. **Photos n° 71** à **82**)

❒ Le talus Sud-Est exploité est totalement masqué par des remblais, mis en place selon la méthodologie suivante :

- en l'état actuel, le pied du remblai sur le carreau est approximativement définitif,
- le remblai est édifié de bas en haut par phase de 5,0 m d'épaisseur,
- les matériaux sont déposés sur les plates-formes intermédiaires, puis régalés à la chargeuse et compactés par le passage des engins.

❒ La géométrie du talus remblayé est actuellement la suivante :

- Hauteur totale ≈ 70 m du carreau à la cote 150 NGF se décomposant comme suit :

- zone basse en cours d'évolution, du carreau à la piste qui évolue entre les cotes 128 à 132, soit ≈ 47 m moyen de hauteur, décomposée en 2 talus de 20 à 30 m,
- zone sommitale (+ ancienne) au-dessus de la piste, composées de plusieurs talus ± végétalisés, séparés par des banquettes.

- pente de talus comprise en 35° et 40° (37° moyen), pour une pente intégratrice proche de 21°.

❒ Les matériaux mis en œuvre sont principalement :

- des stériles de la carrière, comprenant :
  - des sables argileux et graviers : Ø 0/10 mm,
  - des blocs rocheux (dimensions variables),
- des matériaux d'apport extérieur à la carrière, comprenant des dépôts variés : terreux, gravelo-limoneux, localement renfermant quelques produits de démolition (briques, enrobé…).

❒ A l'exception d'un ravinement affectant principalement les stériles sablo-argileux Ø 0/10 mm (ravines de 0,50 m maxi de profondeur et d'ouverture décimétrique à pluri décimétrique), il n'a pas été observé d'indice d'instabilité notable (tel que bourrelet de pied, niche d'arrachement, fissure de décompression en tête…).

L'entreprise CMGO indique avoir observé une évolution des ravines en petites coulées boueuses lors des fortes intempéries survenues le mois dernier.

3.4 - <u>Conclusions</u>

❒ Les observations de terrain et mesures structurales conduisent à retenir les principaux éléments suivants :

- le front supérieur (Front n° ①) et les talus N-O et S-O ne montrent pas d'indice d'instabilité majeur pour des talus de 15 m de hauteur,
- le talus N-E est affecté par des ruptures de dièdres impliquant 1 à 2 fronts consécutifs, avec disparition partielle à totale de la banquette intermédiaire.

On distingue principalement 4 familles de discontinuités, dont les orientations et les pendages moyens sont les suivantes :

Famille 1	N 70° à 105° (globalement E-O)	55° à subvertical S (en moyenne 70-85°)

Famille 2	N 15° à 27°	57° à 80 O (en moyenne 70-80°) quelques pendages E observés
Famille 3	N 160° à 185° (globalement N-S)	42° à subvertical O (en moyenne 75° à subvertical) quelques pendages E observés
Famille 4	N 115° à 140°	40° à subvertical SO (en moyenne 70° à subvertical)

❒ **Considérations sur la stabilité des fronts**

Cette densité de fracturation multidirectionnelle favorise le morcellement du massif après les tirs d'abattage avec :

- un découpage en blocs pluri-décimétriques à métriques,
- plus localement l'individualisation de masses de plusieurs m^3 potentiellement instables, mais morcelées en blocs.

Sur le front N-E

Cette fracturation, conjuguée avec l'orientation du talus N 130°, est à l'origine :

- d'une indentation marquée des crêtes de front (recul de 3 à 4 m localement de la ligne de crêtes),
- de la formation de dièdres instables, impliquant 1 à 2 fronts consécutifs, et des volumes "importants" de matériaux.

Sur le talus N-O en cours d'extraction

Dans ce secteur, le phasage d'extraction, l'orientation du front (N 30°), et les largeurs de banquettes importantes (pente intégratrice faible) permettent de s'affranchir des risques d'instabilités intéressant plusieurs fronts.

Sur le talus S-O

L'orientation du front permet de s'affranchir des risques de formations de dièdres.

On notera cependant l'insuffisance de la banquette 114-115, et les risques de chutes de blocs sur la piste sous-jacente.

4 - RECOMMANDATIONS – CONDITIONS D'EXPLOITATION

4.1 - Rappel des directives de l'arrêté préfectoral

❒ Les principales directives de l'Arrêté préfectoral en cours (Arrêté n° 5724 du 18/12/2015 autorisent :

- entrées en terre à 10 m des limites du périmètre d'autorisation
- cote du carreau : + 80 m NGF maxi
- cote du bassin de réception des eaux de ruissellement : + 63 m NGF
- hauteur des fronts : 15 m (5 fronts d'exploitation)
- fruit des fronts : 85° maxi
- largeurs de banquette définitive : 5 m côté Est
  10 à 15 m côté Ouest

Lors de la remise en état, il est prévu à l'état final :

- le reprofilage et la végétalisation du remblai de stériles mis en place en partie Sud du site,
- le reprofilage des berges du Riveau et des talus au Nord du site,
- l'établissement d'un plan d'eau à la cote 110 m NGF, après l'arrêt de l'exhaure.

4.2 - Phasages envisagés dans le cadre de l'approfondissement de la carrière

❒ L'entreprise **CMGO** envisage un approfondissement du carreau de 65 m (futur carreau à la cote + 15 m NGF). Dans le cadre de cet approfondissement, les orientations de phasage définies par **CMGO** sont :

(cf. **Plan de phasage** en **Annexe 2**)

- un approfondissement progressif du carreau à la cote + 15 m NGF :
  - + 60 m NGF à TO + 5 ans
  - + 45 m NGF à TO + 10 ans
  - + 30 m NGF à TO + 15 ans
  - + 15 m NGF à TO + 20 ans
- et une progression de l'extraction vers le Nord du site,
- la géométrie des talus suivante :
  - ✓ hauteur de front : 15 m maxi

✓ largeur des banquettes :

Banquettes définitives	banquettes provisoires ou circulées
5 m min	15 m min

- et en parallèle de l'extraction, l'aménagement progressif du remblai contre le talus S-E, par paliers de 10 m de hauteur et 10 m de large (à adapter en fonction des vérifications de la stabilité).

A l'issue de la remise en état :

- les parties sommitales des talus seront reprofilés et végétalisés,
- l'exploitation sera ennoyée après l'arrêt de l'exhaure (cote du plan d'eau : + 110 m NGF).

4.3 - Adaptation des orientations projetées aux conditions de stabilité du site - Recommandations

4.3.1 - Profil type proposé

❒ Le profil type proposé tient compte des principales caractéristiques structurales du site, et notamment de :

- la fracturation importante du massif et son morcellement en blocs pluri-décimétriques à métriques,
- la présence de plans pentés entre 40° et 90° (subvertical), **la majorité des inclinaisons étant en moyenne de 70° à subvertical,**
- la pente moyenne des discontinuités à l'origine de la formation de dièdres sur le talus N-E = **62° à subvertical**

, avec pour objectif :

- limiter les volumes potentiellement instables à **une** hauteur de front, c'est-à-dire de limiter les risques d'instabilité de masse pouvant affecter plusieurs fronts successifs,
- en conséquence, contenir les volumes potentiellement instables sur la banquette immédiatement inférieure,
- et assurer la pérennité des banquettes à long terme.

❒ De ce fait, nous recommandons le **profil général type suivant au sein du massif rocheux** (cf. **Fig. 6** ; p. 17) :

Fruits des fronts rocheux	Hauteur de front	Largeur minimale des banquettes
75° / horizontale (1 base / 4 haut maxi)	**15 m maxi**	**7,5 m min**

, permettant de limiter **la pente intégratrice du talus rocheux à 52-53°.**

Pour le talus N-E (d'orientation moyenne N 130°), ce profil sera adapté de manière à tenir compte de la spécificité de cette orientation défavorable compte-tenu de la fracturation observée, et de la formation possible de dièdres (cf. **Fig. 7** ; p. 18).

On retiendra les dispositions suivantes :

- à compter du pied de talus actuel (cote 82/83) :
    - les futures entrées en terre pour l'approfondissement se situeront à **15 m minimum**,
    - un merlon de 2,50 m minimum de hauteur sera mis en place,

  , afin de pouvoir réceptionner les futures chutes de blocs possibles au vu des masses instables observées sur ce talus.

- dans le cadre de l'approfondissement :

Fruits des fronts rocheux	Hauteur de front	Largeur minimale des banquettes
75° / horizontale (1 base / 4 haut maxi)	**15 m maxi**	**10 m min**

, permettant de limiter **la pente intégratrice du talus rocheux à 46-47°.**

Ces dispositions n'excluent pas les possibilités de rupture de dièdres, mais permettent, pour la plupart des inclinaisons observées (70° à 90°), à les limiter à un seul front, et donc d'en réduire le volume qui pourra être réceptionné sur la banquette inférieure.

Nota : L'ensemble de ces dispositions pourra être adapté, le cas échéant, au fur et à mesure de l'approfondissement de la carrière en fonction des aléas géologiques observés (zone faillée, venues d'eau, matériau plus sain et moins fracturé…).

❒ On retiendra d'autre part les **préconisations suivantes :**

- **Mise en place systématique d'un merlon de protection de 1,50 m minimum de haut, en léger retrait des crêtes de talus.**
- chaque front définitif sera **soigneusement purgé** des blocs et écailles instables, avant d'entreprendre le talutage du front inférieur.

Nota : *Le maintien d'un accès à la majorité des fronts permettrait la possibilité d'une ré-intervention selon nécessité (nouvelles purges, nettoyage des banquettes, rétablissement du cordon de protection en cas de détérioration, confortement éventuel…).*

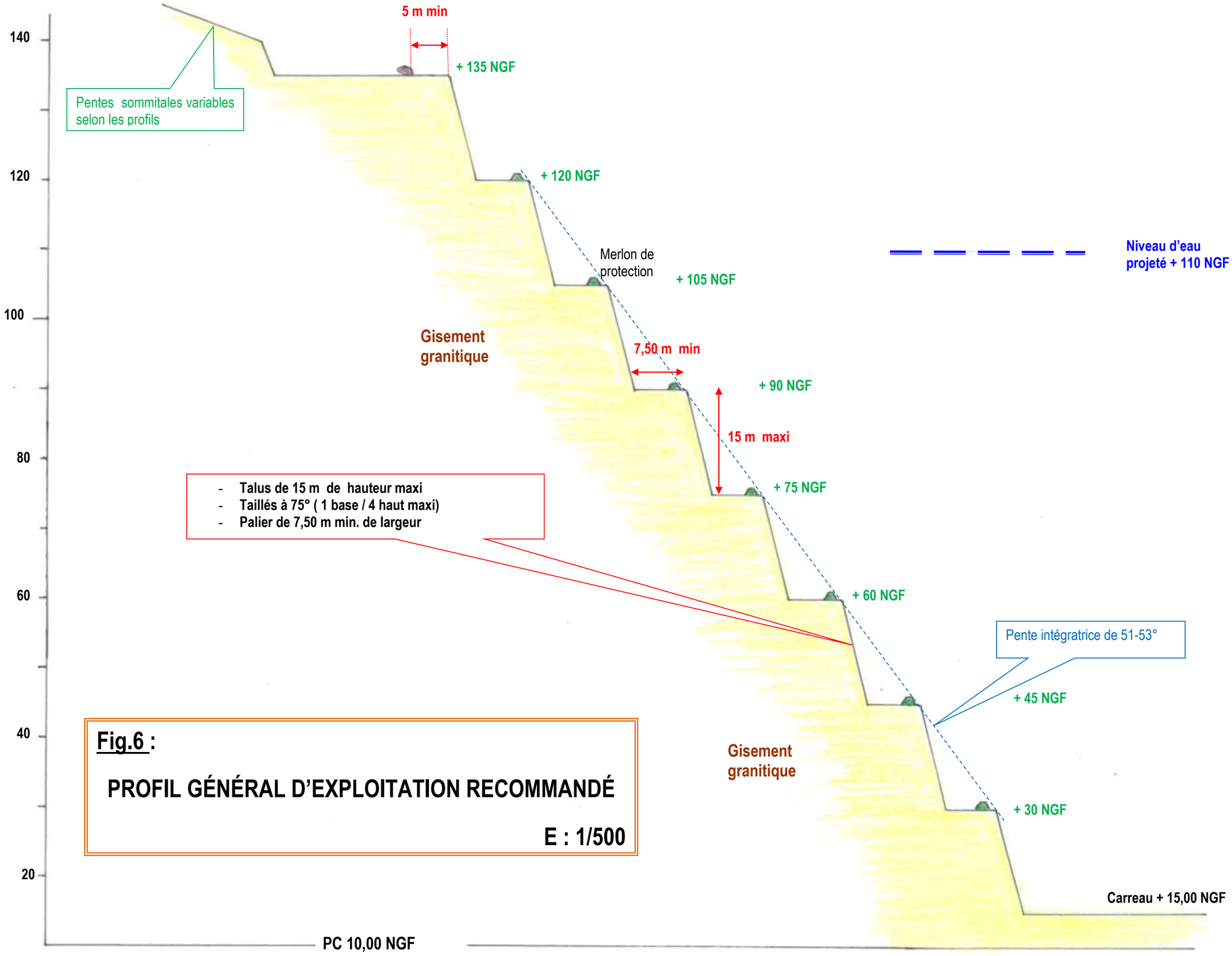


Fig.6 :

PROFIL GÉNÉRAL D'EXPLOITATION RECOMMANDÉ

E : 1/500

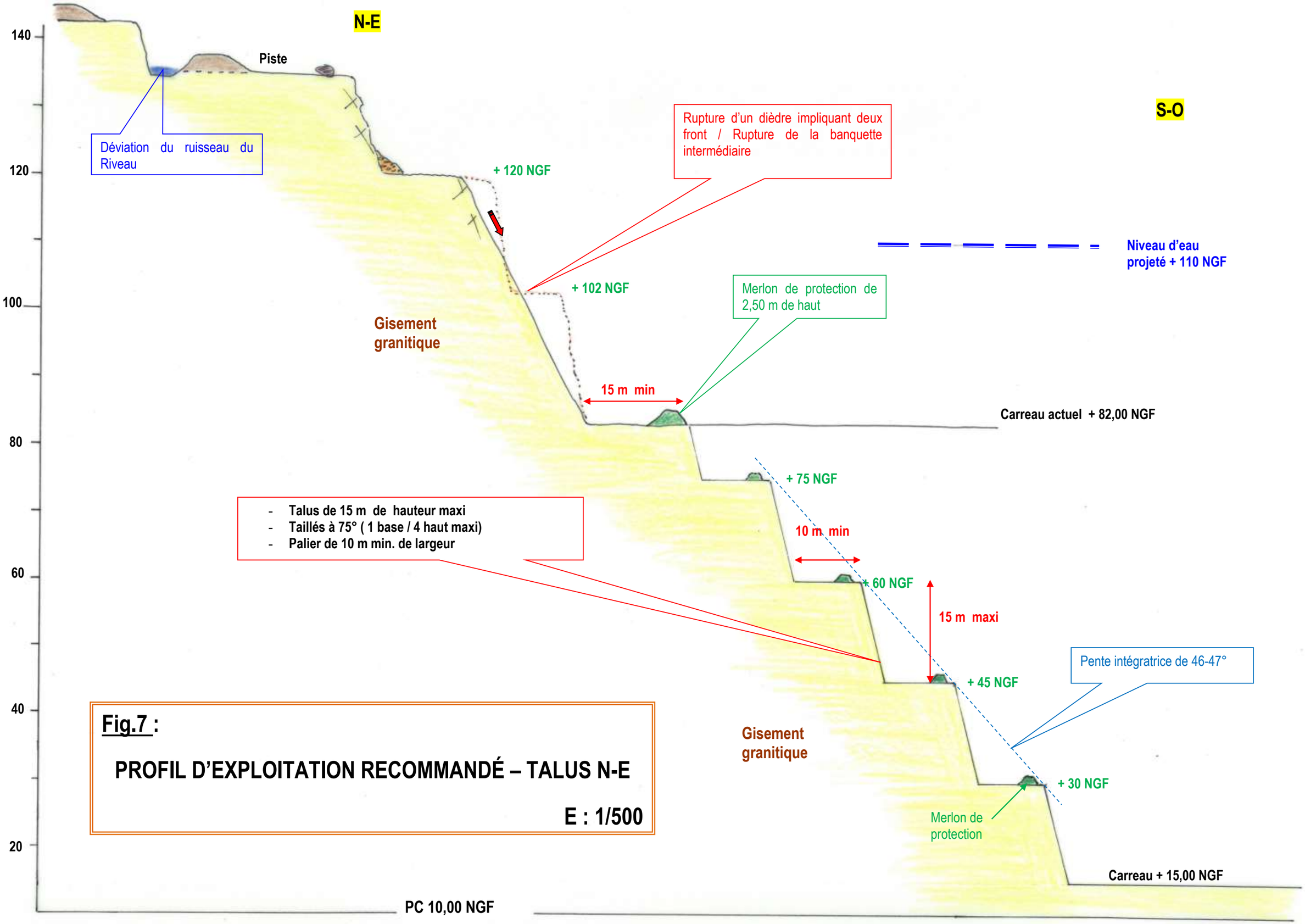


Fig.7 :

PROFIL D'EXPLOITATION RECOMMANDÉ – TALUS N-E

E : 1/500

- La géométrie des fronts pentés à 75° \ horizontale pourra être localement contrariée par des conditions structurales défavorables (plans plus faiblement pentés, zone faillée, à remplissage argilo-terreux).

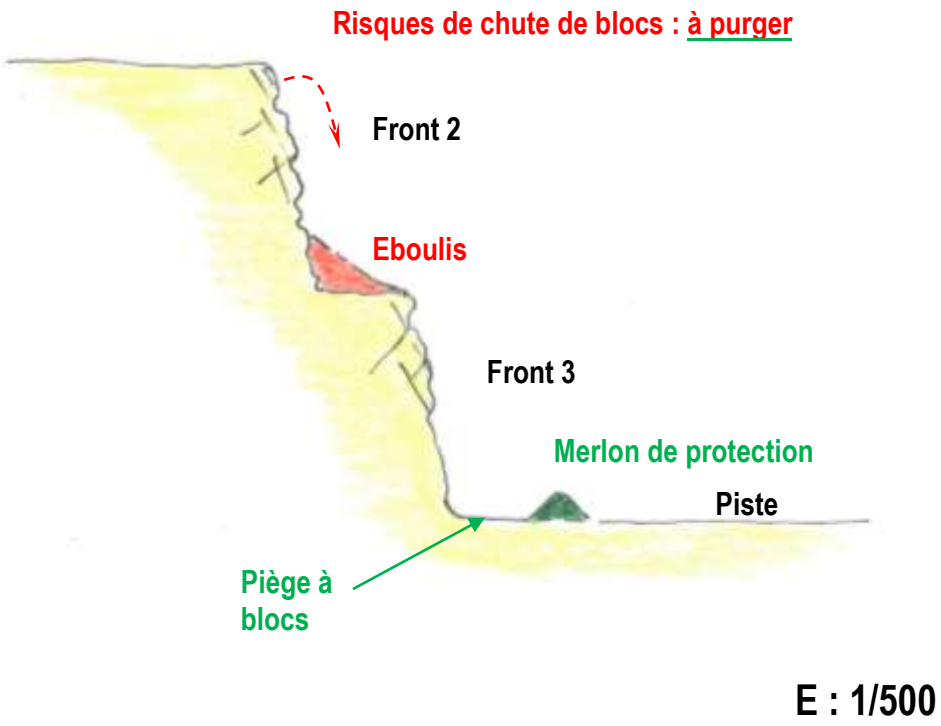
- Dans les terrains de découverte
  Leur épaisseur est peu importante. On retiendra les dispositions suivantes :

Terrains meubles	Rocher très altéré
3 base / 2 haut maxi	**2 base / 3 haut maxi**

4.3.2 - Mise en sécurité des pistes

❒ A l'extrémité Sud du talus S-O, la banquette 114-115 est localement entièrement masquée par des cônes d'éboulis, et des chutes de blocs depuis le front ② sont toujours possibles (cf. **Photo n° 70**).
Ces chutes engendrent un risque pour la sécurité des engins et personnes circulant sur la piste sous-jacente.

❒ Afin de pallier à ce risque, les mesures suivantes peuvent être envisagées :
- purge de la partie sommitale du front n° ②,
- mise en place d'un merlon de protection en pied de front ③ pour créer un piège à blocs, et matérialiser la voie de circulation à plus de 5,0 m du front.



4.3.3 - Stabilité de la verse

4.3.3.1 - Profil de calcul

❒ Le projet de remblaiement est illustré par la **Fig. 8** ; p. 21, sur laquelle figure :

- la géométrie du remblai en date du levé topographique de novembre 2017,
- la position du pied et la géométrie approximative du front rocheux, tirés des levés topographiques de 2009 à 2012,
- le profil de remblaiement projeté, inspiré des plans de phasages, et le projet d'approfondissement à la cote + 15 m NGF,
- le niveau du plan d'eau à long-terme après arrêt de l'exhaure.

❒ Considérant la nature des matériaux mis en œuvre, et les observations réalisées sur les talus existants, **nous recommandons le profil de remblaiement suivant** :

- **pente des talus = 3 base / 2 haut maxi**
- **hauteur des talus et largeur des risbermes :**
  - **25 m maxi pour le talus inférieur** (conservation de la hauteur déjà en place)
  - **risberne de 10 m de large**
  - **alternances de talus de 15 m de haut et de risbermes de 10 m de largeur jusqu'à la cote 150 NGF**

, soit une **pente intégratrice proche de 2 base / 1 haut** (26/27°).

4.3.3.2 - Hypothèses de calcul

❒ **Caractéristiques mécaniques des matériaux de remblai**

On retiendra les différentes formations suivantes :

- les remblais de stériles, et de matériaux d'apport,
- le substratum rocheux

D'après les observations faites sur le site (notamment les pentes de talus), les stériles et matériaux d'apport peuvent être classés en $\mathbf{B_1}$, $\mathbf{B_2}$ ou $\mathbf{B_5}$, $\mathbf{C_1A_1}$ et $\mathbf{R_{63}}$, dans la classification du Guide Technique du LCPC et du SETRA "*Réalisation des remblais et des couches de forme"* (GTR 1992 - Septembre 1992), et décrits comme suit :

- formation à dominante graveleuse, à granulométrie étalée (graviers à blocs rocheux),

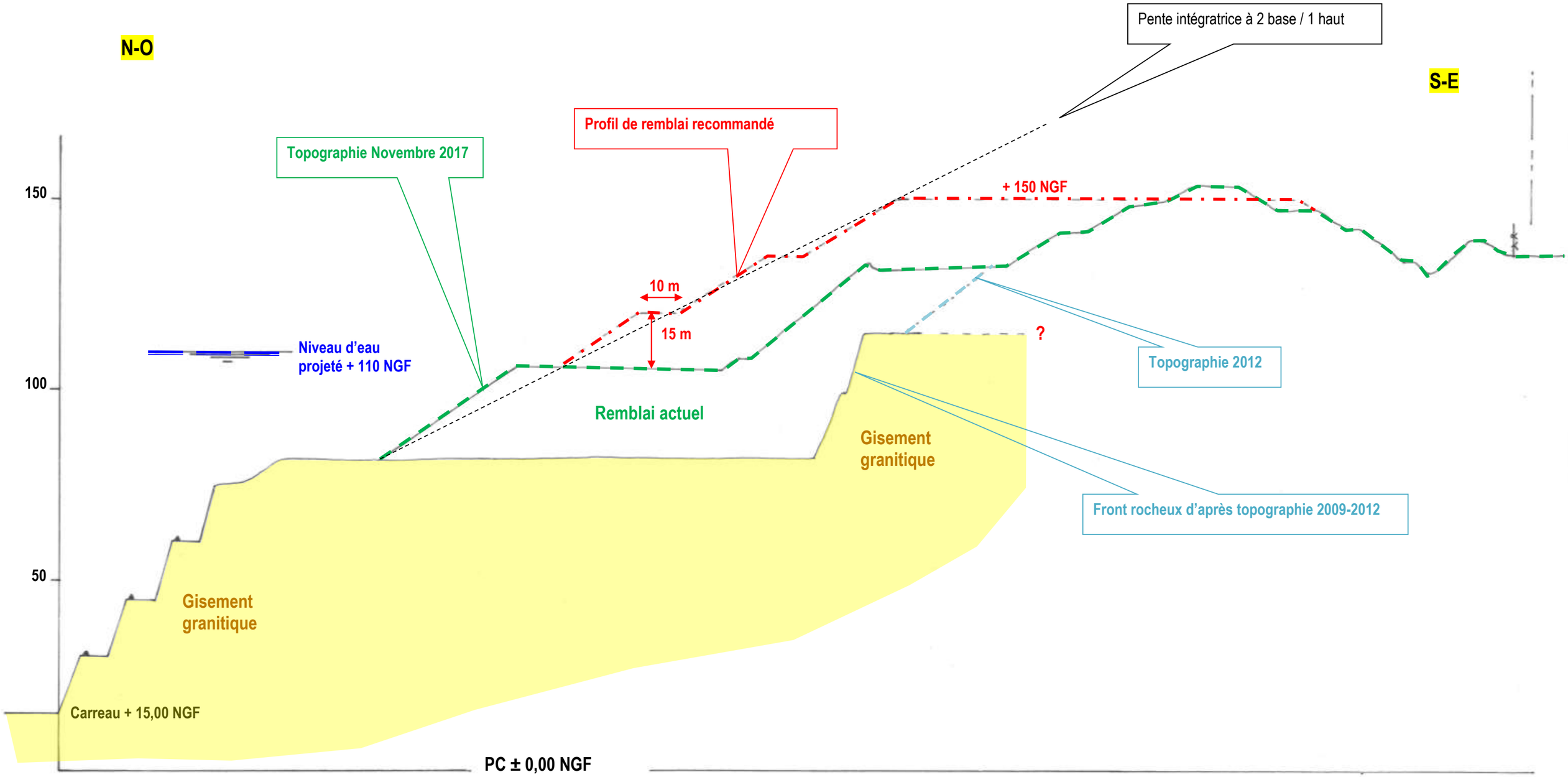


Fig.8 :

VERSE SUD – PROFIL DE REMBLAIEMENT RECOMMANDÉ

E : 1/1000

- blocs, graviers et grains de forme anguleuse, à forte rugosité,
- matrice sablo-silteuse peu plastique.

Dans ces conditions, et à partir de la formule de COSTET-SANGLERAT en milieu pulvérulent, on retiendra :

Poids volumique γ	Angle de frottement Φ'	Cohésion c'
19 à 20 kN/m^3	37°	0 kPa + 1 kPa/m (*)

(*) Ces matériaux peuvent présenter une cohésion dite "de structure" ou "d'imbrication", qui provient de l'agencement des éléments entre eux, et de la compacité de la formation dans sa masse (état de serrage) ; cette cohésion, quasi-nulle en surface, augmente en profondeur sous l'effet de la masse supportée, et compactée à la mise en place.
En témoignent les talus subverticaux observés sur près de 1,50 m à 2,0 m de hauteur.

❒ **Conditions hydrauliques**

- Néant à court terme
- A long terme : établissement d'un niveau d'eau à la cote + 110,00 NGF

❒ **Surcharges :** Néant

❒ **Conditions sismiques**

K_h	K_v
0,045	0,022

4.3.3.3. - Analyse de la stabilité

4.3.3.3.1 - Stabilité au poinçonnement

❒ Considérant l'assise rocheuse du remblai, **la stabilité au poinçonnement du remblai projeté est assurée,** et n'appelle pas de remarques particulières.

4.3.3.3.2 - Stabilité au glissement

❒ **Méthodologie**

Les calculs de stabilité sont conduits au moyen du logiciel TALREN 4 (Licence SOLUSOL/CFEG), en analyse circulaire et en méthode traditionnelle (coefficients de sécurité partiels pris égaux à 1).

On considère admissibles les coefficients de sécurité suivants :

- $\Gamma_{min} \geq 1{,}25$ en **phase provisoire d'exploitation**

- **en phase définitive, à long-terme :**
  - en combinaison fondamentale
    - $\Gamma_{min} \geq 1{,}30$ pour des cercles de glissement "pelliculaire"
    - $\Gamma_{min} \geq 1{,}5$ pour des cercles de glissement "profond" qui impliqueraient 2 talus consécutifs
  - en combinaison accidentelle sous séisme
    - $\Gamma_{min} \geq 1{,}10$

❒ **Résultat**

(cf. Notes de calcul TALREN en **Annexe 3**)

Pour la configuration du talus retenue (cf. **Fig. 8** ; p. 21), les coefficients de sécurité du talus remblayé sont les suivants :

En phase provisoire d'exploitation

- $\boldsymbol{\Gamma_{min} \geq 1{,}24}$ pour des cercles de glissements pelliculaires
- $\boldsymbol{1{,}24 \leq \Gamma_{min} \leq 1{,}3}$ pour des cercles de glissements superficiels intéressant un seul talus, sur des épaisseurs limitées de 1 à 2 m

A long-terme en combinaison fondamentale

- $\boldsymbol{\Gamma_{min} = 1{,}32}$ pour des cercles de glissements pelliculaires
- $\boldsymbol{1{,}32 \leq \Gamma_{min} \leq 1{,}5}$ pour des cercles de glissements superficiels intéressant un seul talus, sur des épaisseurs limitées de 1 à 2 m

A long terme en combinaison accidentelle

- $\boldsymbol{\Gamma_{min} \geq 1{,}20}$

➥ Considérant l'absence de tout indice d'instabilité majeur sur le dépôt actuel (autre que des traces d'érosion superficielle, de type ravinement), **ces valeurs nous paraissent admissibles et suffisantes.**

- Les cercles de glissements pelliculaires et superficiels n'intéressent le remblai que sur de faibles épaisseurs, et ne sont pas préjudiciables à sa stabilité d'ensemble.
  Ils s'apparentent à des phénomènes d'érosion superficielle et à des glissements sub-plans, avec un affaissement des matériaux en pied de remblai ; ils n'engagent que des volumes restreints qui seront contenus en

pied de remblai ou sur les risbermes intermédiaires, sans grand déplacement horizontal.

- Les cercles de glissement "profonds", mettant en jeu des volumes plus importants, ont un coefficient de sécurité satisfaisant (> 1,30 en phase provisoire et > 1,5 à long-terme).

❒ **Conclusions / Recommandations**

La stabilité du remblai actuel et projeté est satisfaisante.

On retiendra les dispositions suivantes :

- lors de l'édification du remblai, une bande de sécurité de 4,0 m minimum de largeur par rapport à la crête de talus devra être respectée pour la circulation d'engins (approvisionnement des matériaux),
- les eaux de ruissellement de la plate-forme sommitale et des risbermes intermédiaires devront être maîtrisées de manière à ne pas s'écouler dans les talus,
- **une distance minimale de 25 m est recommandée entre le pied du remblai et la reprise de front rocheux.**

  Nota : cette distance devra être adaptée si lors des 1ers tirs, des instabilités sont constatées à la suite des vibrations engendrées.
- compte-tenu de la nature des matériaux, et à la faveur d'épisodes météorologiques défavorables, des instabilités superficielles (de type ravinement, glissements pelliculaires, petites coulées boueuses) ne peuvent cependant être exclues.
  La conservation des risbermes de 10 m de large pourra permettre, le cas échéant, une intervention manuelle ou mécanisée.

4.3.4 - Conclusions

❒ La géométrie des fronts proposée dans le cadre de l'approfondissement de l'exploitation à la cote + 15 m NGF est adaptée aux conditions structurales du massif, et a pour objet de s'affranchir des instabilités de masse et limiter les risques d'instabilité à des volumes restreints pouvant être contenus d'un palier à l'autre.

❒ La surveillance et le suivi attentif des fronts après chaque tir et l'observation visuelle régulière des talus sont nécessaires pour garantir la stabilité du site et la sécurité du personnel, et évaluer ou anticiper les risques.

Des aléas géologiques, non identifiés lors de notre intervention sur site pourront être révélés au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exploitation, de même des désordres localisés peuvent survenir en cours d'exploitation.

Le géologue de la carrière (ou un géotechnicien) devra en être immédiatement informé afin de prendre, le cas échéant, des mesures conservatoires nécessaires, en concertation avec les différents intervenants.

Fait à Meyzieu, le 13 Juillet 2018

SOLUSOL
INGENIERIE - GEOTECHNIQUE
46 rue Marcel Girardin
69330 MEYZIEU
Tél. 04 78 31 64 30 - Fax 04 78 31 41 21
SIRET 451 414 155 00029 - NAF 7112 B

Christine REY
Ingénieur Géotechnicien ISTG

A N N E X E 1

- **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES** **pp. 27 à 42**

1

VUES GÉNÉRALES DU SITE

2

3

FRONT ① - Extrémité NORD

Déviation du Ruisseau du Riveau en pied de front

4

5

Front découpé selon des plans N73° à N85° , d'entraxe variable, localement pluri-décimétrique

Front ① :
- d'orientation variable
- hauteur de talus : 6 à 11 m (entre les cotes 138 à 144/150 maxi)
- bordé en pied par le ruisseau du Riveau
- pente : subverticale

6

7

Colonne de blocs instables

8

Front très découpés

<u>Principaux plans relevés</u> :

N75° – subvertical	N132° – 82° SO	N170° - 88° O
N80° - 75° S	N135° - 55° SO	N180° - 78° O
N73° à 80° - subvertical	N120° - 40 à 48° SO	
N85° - 83° S	N17° - 80° O	
N94° - 75° S	N20° - 78° O, flexueux	
N82° - 84° S	N15° - 70° E	

Discontinuités sèches, peu ouvertes
Pas de grosses masses instables (dièdres, écailles…) mais possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques

9

Front découpé selon des plans N85° - 83° S° , d'entraxe variable, localement pluri-décimétrique

10

Possibilité de formations de dièdres

11

N17° - 80° O

12

Zone très altérée (faillée)
N15° - 70° E

13

Talus N-E :
- orientation : N130°
- nombre de fronts : 4
- hauteur des fronts : 12 à 17 m (sur fronts historiques)
- largeur des banquettes : quelques mètres à 15 m / 10 m moyen
- pente des fronts : subverticale (80° moyen)
- pente intégratrice du talus : 48 à 50 °

Talus N-E

Vues générales

14

15

16

Fronts très irréguliers, indentés selon les plans de discontinuités, présentant des zones faillées, et des ruptures de dièdres impliquant 2 fronts consécutifs avec disparition partielle à totale de la banquette intermédiaire

Principaux plans relevés :

N120° – subvertical SO	N86° – subvertical S	N170° - subvertical O	N27° - 67° O
N115° - subvertical SO	N82° - 82° S	N160° - 83° O	N132° - 70 à 80° O
N113° - 67° S	N90° – 55 à 60° S	N170° - 84° E	N135° - subvertical SO
N120° - subvertical SO	N75° - 70° S	N-S – 62° O	N57° - subvertical
N105° - 84° S	N80° - subvertical S	N17° – 74° O	
N100° - 83° S	N90° - 80° S	N25° - 57 à 60° O	
N95° - subvertical S	N90° - subvertical S	N15° - 78° O	
N77° - subvertical S	N165° - 70° E	N24° - 67° O	

Discontinuités sèches, localement ouvertes en tête
Masses instables (amas de blocs en équilibre précaire) et possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques

Front ②

18

17

Venues d'eau à l'angle Nord

N165° - 70° E

Front décomprimé en tête, fissures ouvertes entre 1 et 2,50 m en arrière du front

19

20

Indentation du front selon les plans de fracturation (N170° - subvertical O / N77 à 95° - 82° à subvertical S) : recul de la crête sur 3 à 4 m

21

22

Zone faillée N100° - 67° S

23

Blocométrie des éboulis : décimétriques à pluri-décimétriques, rares métriques

Front ②

24

Discontinuité ouverte, masse instable

25

Zone faillée, matériau broyé

26

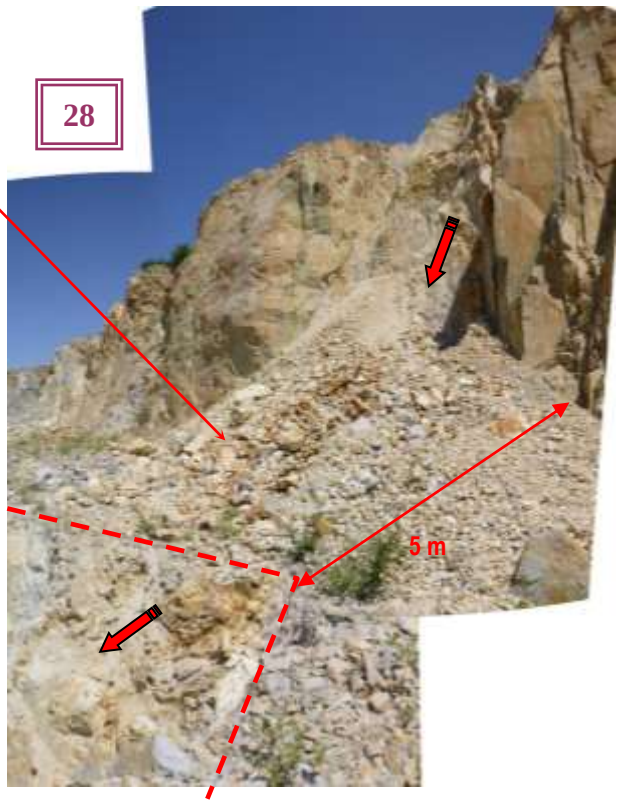
Blocométrie des éboulis : pluri-décimétriques à métriques

27

Zone éboulée intéressant les fronts 2 et 3 en continuité largeur de la banquette subsistant # 5 m

Blocs métriques

28



Front ③

29

Blocométrie des éboulis : décimétriques à pluri-décimétriques, localement métriques

30

31

Colonne de blocs instable, décollée du front (20 à 30 cm)

32

33

Tête de front très déstructurée : masses instables de plusieurs m3 mais découpées en blocs décimétriques à pluri-décimétriques

34

Front ③

Rupture d'un dièdre indentant la baquette # 102 sur 5 m (reste 6 m de banquette en arrière) :

- N27° - 67° O
- N120° - subvertical

35

Indentations métriques du front

36

Plans grossièrement E-W, pentés vers le Sud, ± flexueux, ± ouverts

Front ④

37

38

Masse instable décollée du front (0,40 à 0,50 m) :

- N135° - subvertical SO
- N57° - subvertical

Front ④

39

Blocométrie des éboulis : pluri-décimétriques à métriques

40

Carreau

41

Rupture d'un dièdre interrompant totalement la baquette # 102:

- N170° - 84° E
- N-S° - 62° O
- N132° - 70 à 80° SO

42

Banquette # 102 interrompue

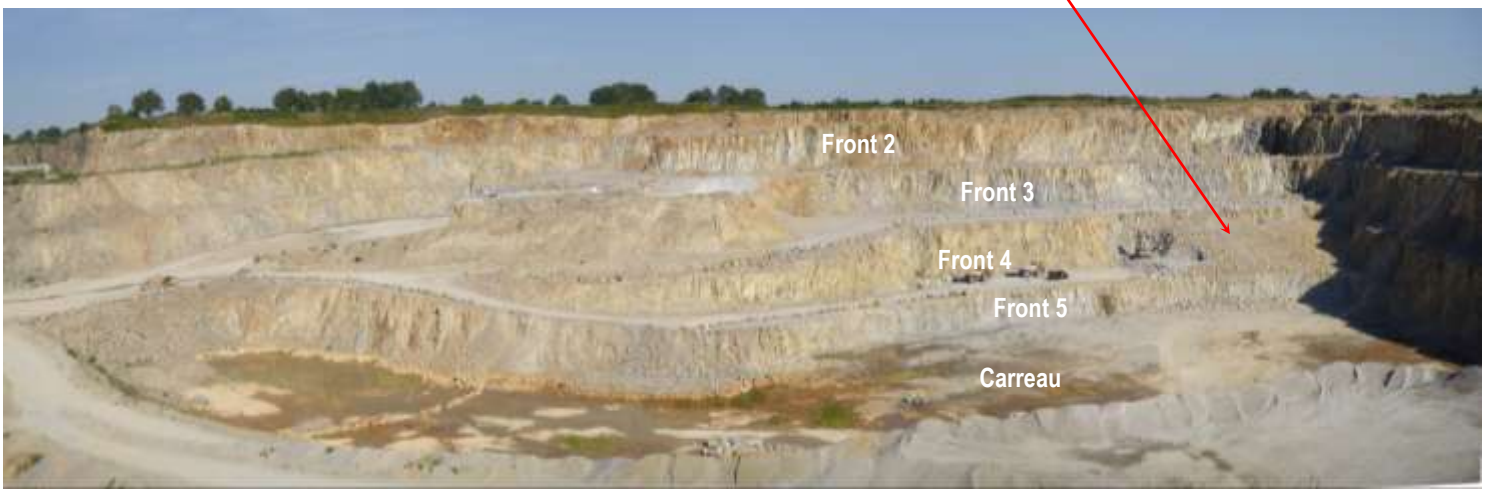
Talus N-O en cours d'exploitation :
- orientation : N30°
- nombre de fronts : 5
- hauteur des fronts : 6 à 15 m
- largeur des banquettes : 20 à 30 m (évolutive)
- pente des fronts : subverticale (80° moyen)
- pente intégratrice du talus : 21 à 23°

TALUS N-O

Vue générale

Tir récent en cours d'évacuation

43



Fronts irréguliers, très morcelés, en cours d'exploitation (non purgés)

Principaux plans relevés :

N163° – 64° O	N75° – 85° S	N88° - 78° S	N110° - subvertical, flexueux
N140° - 75 à 80° O	N84° - 65° S	E-O – 72 à 75° S	
N-S – 68° O	N75° – 80° S	N84° - 70° S	
N163° - subvertical O	N87° - 77° S	N85° - 67° S	
N160° - 42° E	N83° - 73° S, flexueux	E-O – 65° S	
N185° - 65° E	N84° - 83° S	N80° - 33° S	
N105° - 63° S	N78° - 80° S	N70° - 80° S, flexueux	
E-O – 64° S	N70° - 80° S	N82° - 78° S	

Discontinuités sèches, ± ouvertes en tête du fait de la décompression et de l'absence de purge
Pas de grosses masses instables (dièdres, écailles…) mais possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques

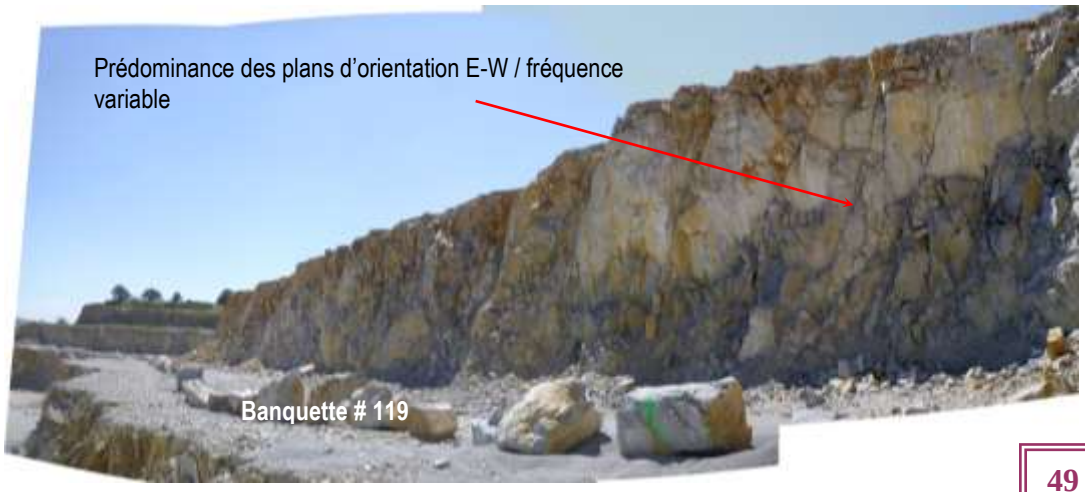
45

Front ②

46

Partie supérieure du front très déstructurée (sur les 2 premiers mètres) : débit en blocs décimétriques à pluri-décimétriques

47



48

Fissures de décompression sur 1 à 2 m en arrière du front, ± ouvertes / possibilités de chutes de blocs

49

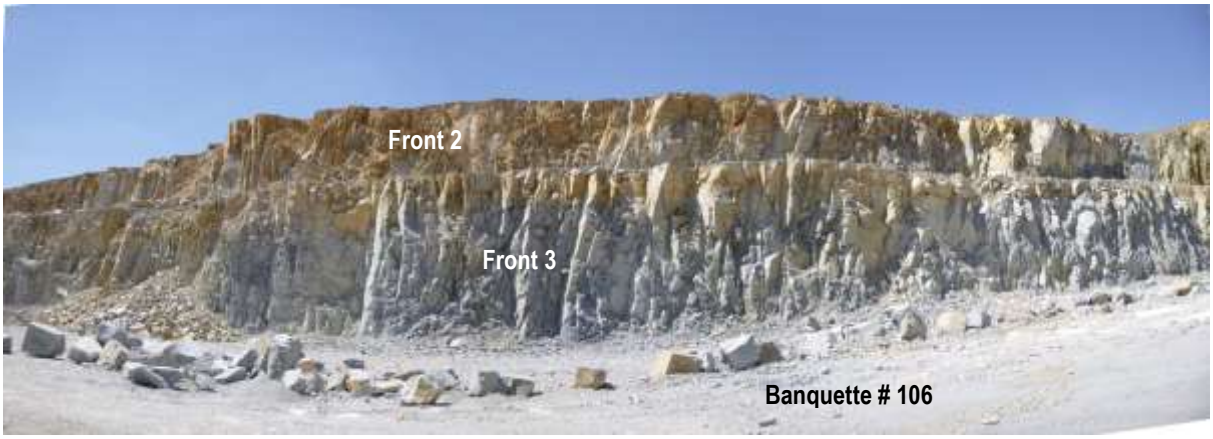
N83° - 73° S

50

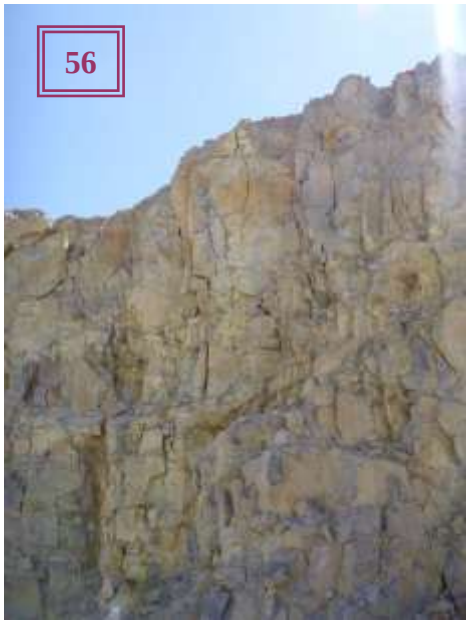
51

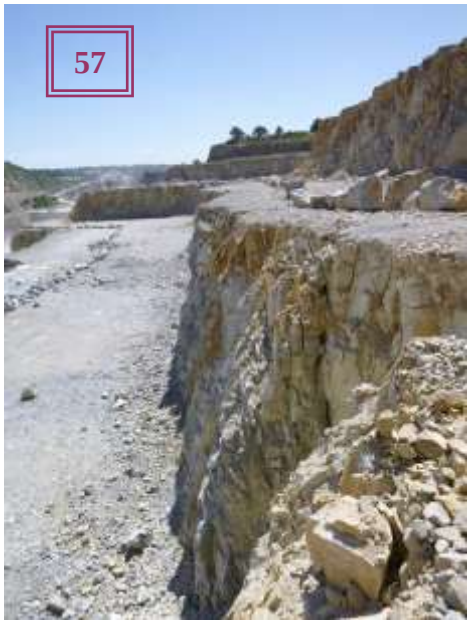
52

Front ③



53





Front très découpé, ± décomprimé sur 2 à 2,50 m en arrière de la crête
Principaux plans de discontinuités visibles : N80° à E-O – 60 à 80° S
Empilements de blocs en stabilité précaire : possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques

58

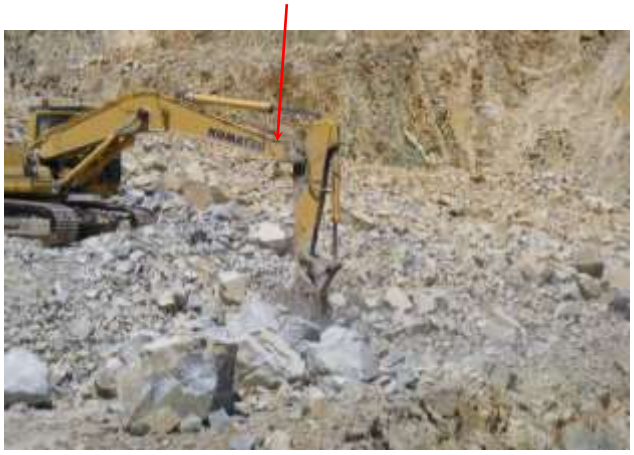
59

Front ④

60

61

Blocométrie du tir : Ø 0/ 800-1000 mm



62

Vues du tir

63

Décompression en arrière du tir sur 1,50 m à 2,50 m

64

Front ± déstructuré en tête
Possibilité s de chutes de blocs décimétriques à pluri-décimétriques / pas de grosses masses instables

65

Front ⑤

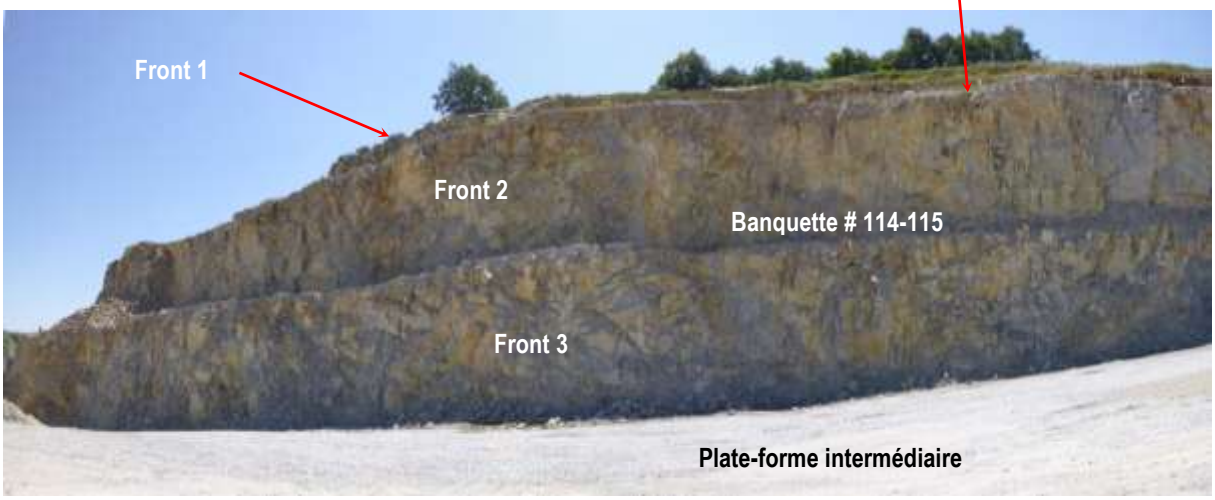
64

Peu de décompression en arrière du front
Front irrégulier, très découpé en tête : possibilité s de chutes de blocs décimétriques à pluri-métriques, rares métriques

Vues générales

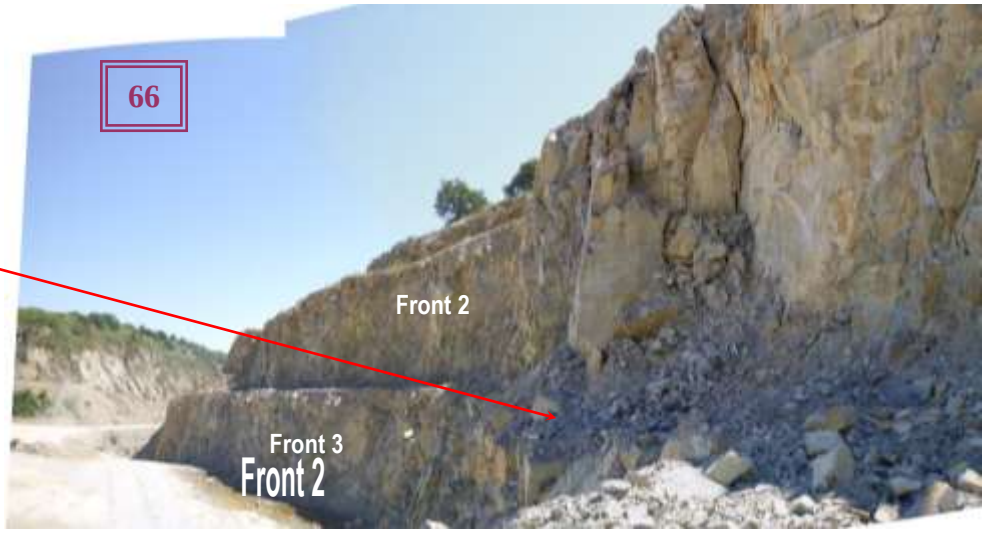
Talus S-O

65



Talus N-O en cours d'exploitation :

- orientation : N150°
- nombre de fronts : 3
- hauteur des fronts : 13 à 16 m (sur fronts historiques)
- largeur des banquettes : 12 à 20 m (banquette 128-130) / 2 à 5 m maxi (banquette 114-115)
- pente des fronts : subverticale (70 à 80° moyen)
- pente intégratrice du talus : /



Banquette quasi-inexistante

Fronts irréguliers, ± déstructurés en tête

Principaux plans relevés :

N167° – subvertical E	N62° – 76° SE	N13° - 77° O	N87° - 70° S
N162° - subvertical E	N20° - 87° E	N18° - 85° à subvertical O	N125° - 67° SO
N160° – 78° O	N15° – 80° O	E-O° - 75° S	

Discontinuités sèches, peu à ± ouvertes
Pas de grosses masses instables (dièdres, écailles…) mais possibilités de chutes de blocs pluri-décimétriques à métriques

67

Front ①

69

Front ②

Banquette totalement masquée : risques de chutes de blocs sur la piste sous-jacente

70

Verse

- Hauteur totale actuelle : 47 m (remblai récent) à 70 m au total (du carreau à la cote 150)
- pente des talus remblayé : 35 à 40° (37° moyen)
- pente intégratrice du talus : 21°
- Matériaux :
  - Stériles d'exploitation : sables argilo-graveleux Ø 0/10 mm, blocs rocheux
  - Apports extérieurs : terre, graves limoneuses, quelques débris de démolition (briques, enrobé)

Vues des talus

71

72

73

74

75

Matériaux déposés en attente d'être régalés à la chargeuse et compactés par roulage des engins
Mise en place du bas vers le haut par phase de 5 m d'épaisseur

Détails des matériaux

76

78

Stériles de carrières : matériaux sujets au ravinement

77

79

80

Matériaux d'apport

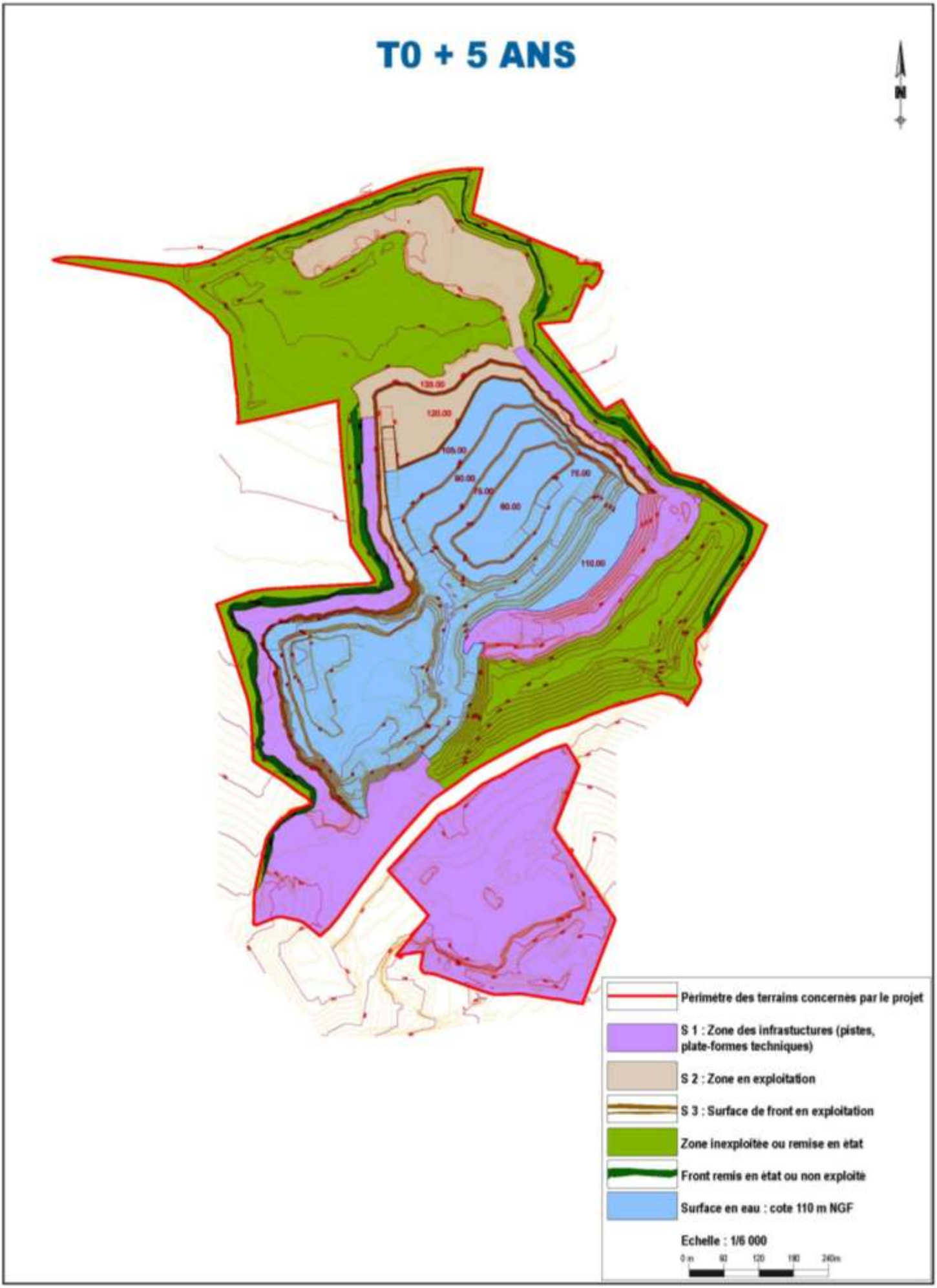
81

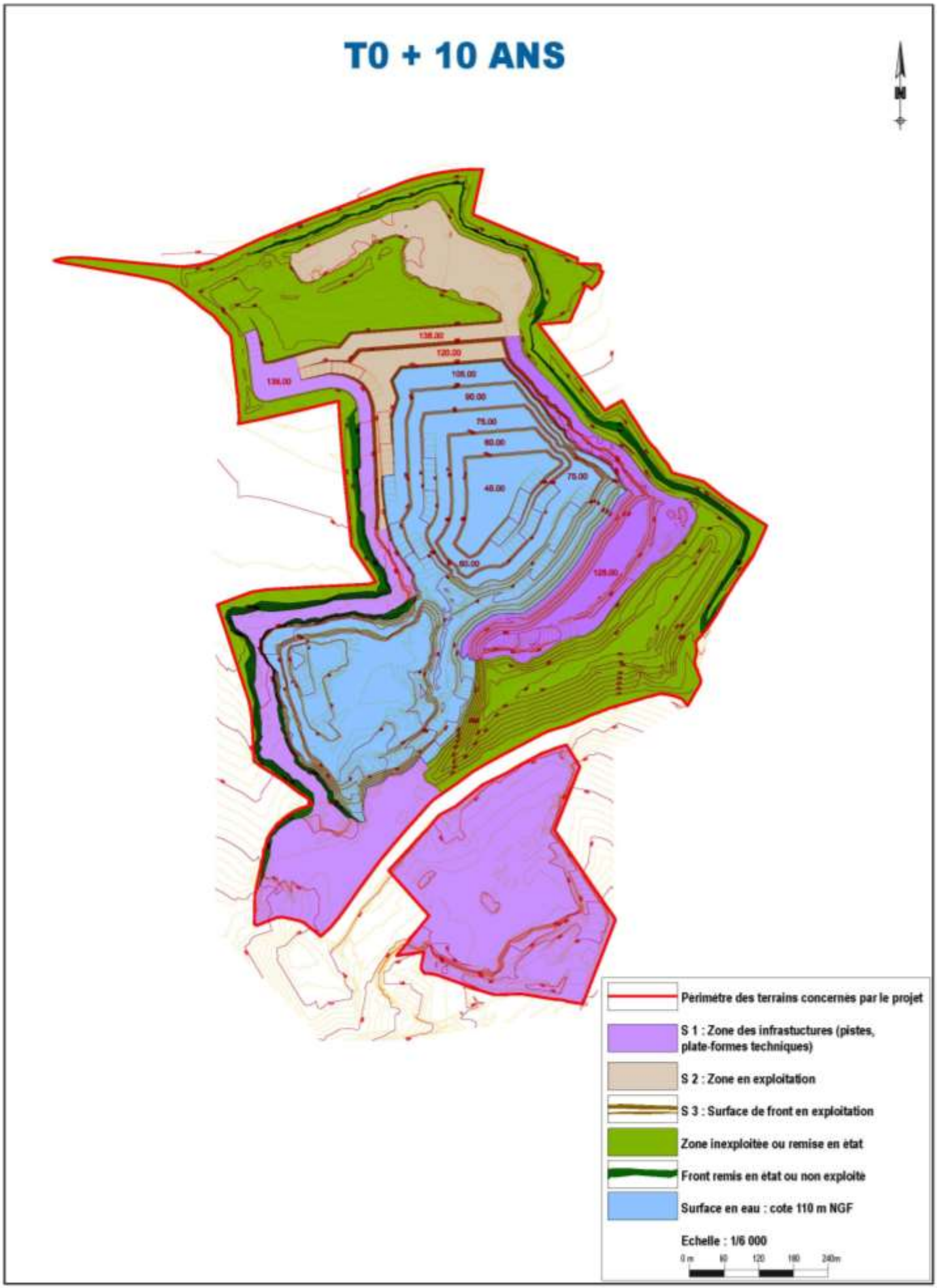
Matériaux présentant une certaine cohésion après mise en place par compactage
Talus anciens subverticaux sur 1,50 m à 2 m de haut

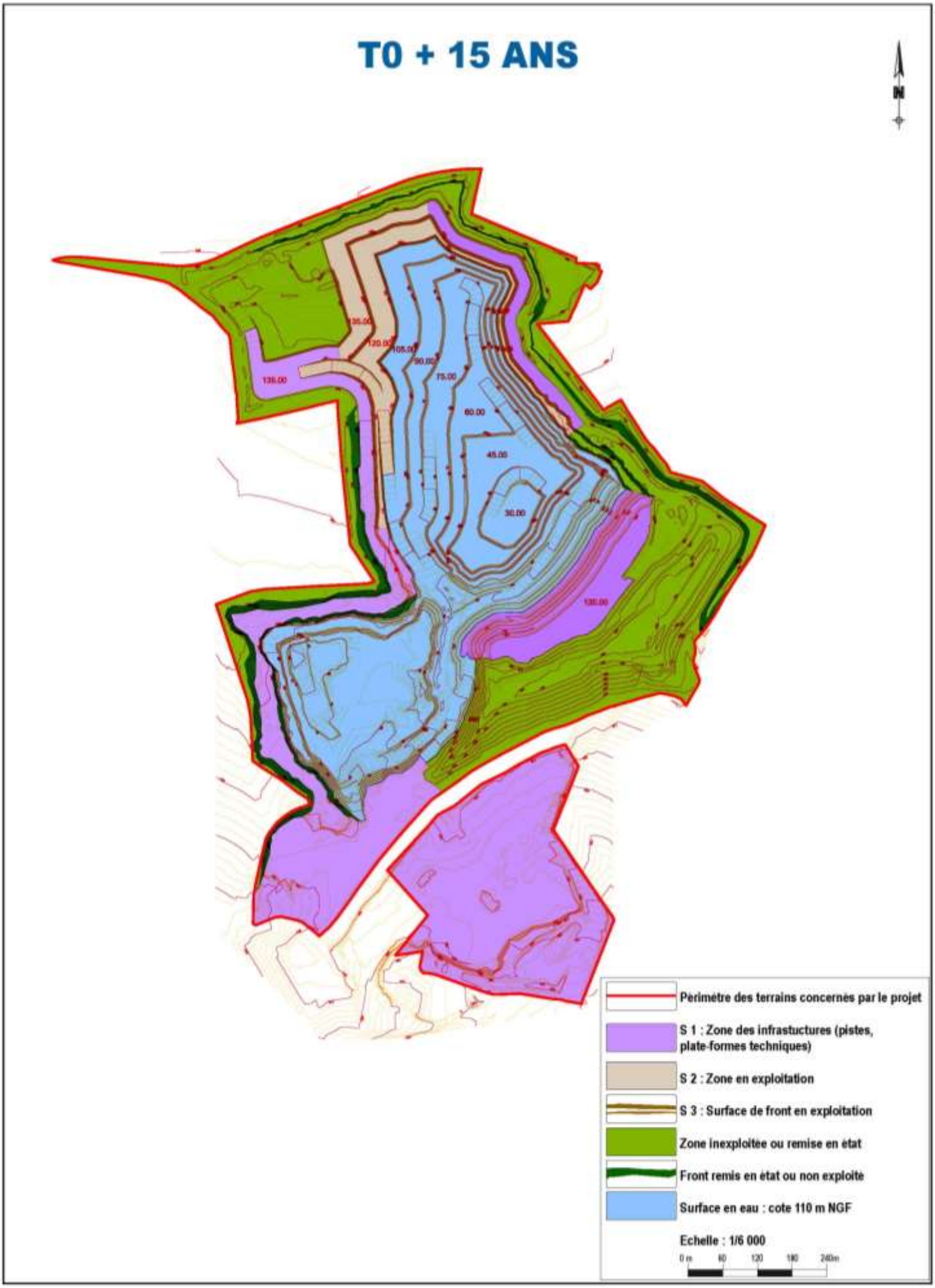
82

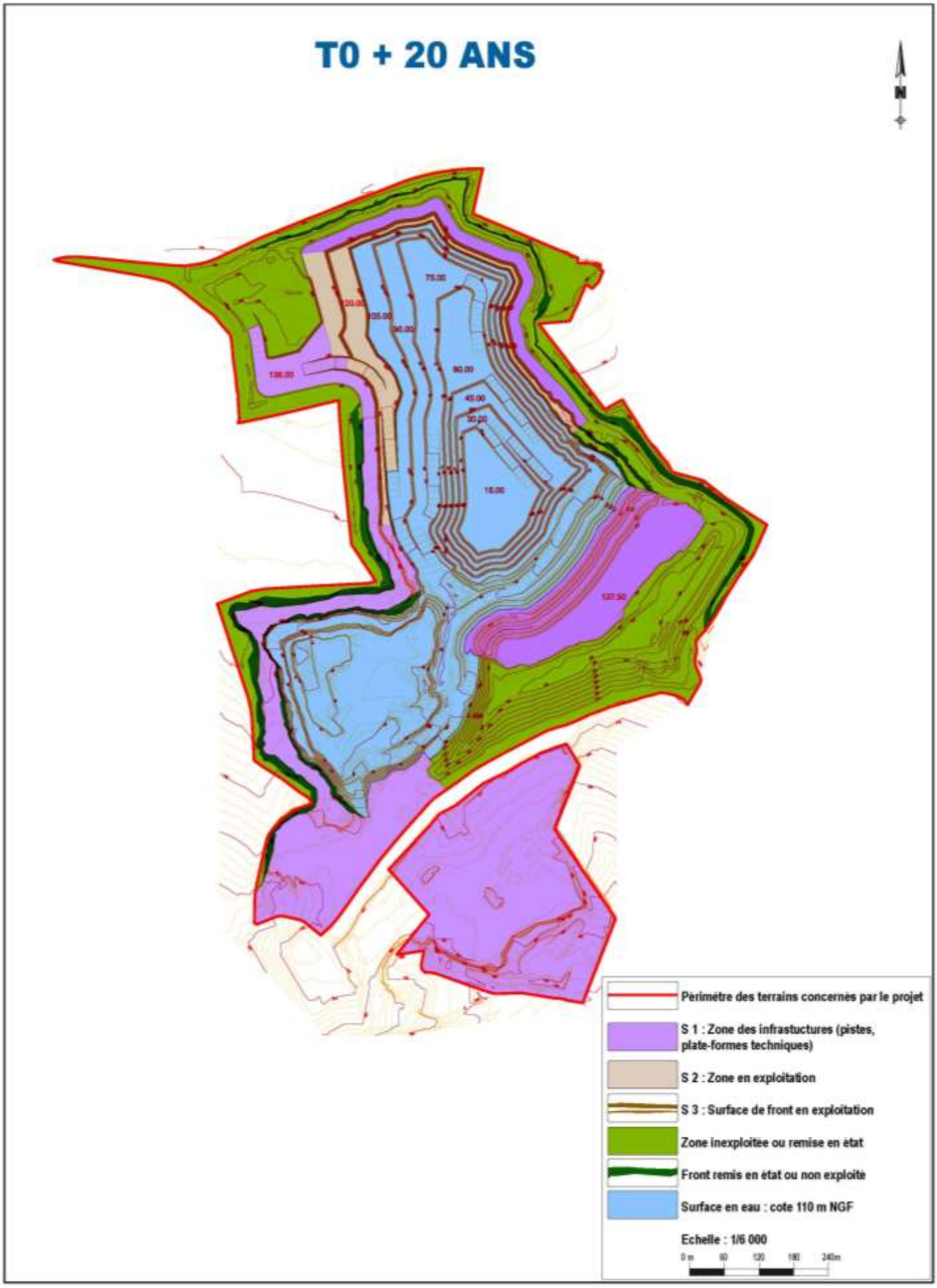
A N N E X E 2

❒ **PLANS DE PHASAGE …… p. 44 à 49**
(Documents CMGO)


T0 + 5 ANS
N
Périmètre des terrains concernés par le projet
S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)
S 2 : Zone en exploitation
S 3 : Surface de front en exploitation
Zone inexploitée ou remise en état
Front remis en état ou non exploité
Surface en eau : cote 110 m NGF
Echelle : 1/6 000


T0 + 10 ANS
N
Périmètre des terrains concernés par le projet
S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)
S 2 : Zone en exploitation
S 3 : Surface de front en exploitation
Zone inexploitée ou remise en état
Front remis en état ou non exploité
Surface en eau : cote 110 m NGF
Echelle : 1/6 000
0 m 60 120 180 240m


T0 + 15 ANS
N
135.00
120.00
105.00
90.00
75.00
60.00
45.00
30.00
135.00
Perimètre des terrains concernés par le projet
S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)
S 2 : Zone en exploitation
S 3 : Surface de front en exploitation
Zone inexploitée ou remise en état
Front remis en état ou non exploité
Surface en eau : cote 110 m NGF
Echelle : 1/6 000
0 m 60 120 180 240m


T0 + 20 ANS
N
Périmètre des terrains concernés par le projet
S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)
S 2 : Zone en exploitation
S 3 : Surface de front en exploitation
Zone inexploitée ou remise en état
Front remis en état ou non exploité
Surface en eau : cote 110 m NGF
Echelle : 1/6 000
0 m
60
120
180
240m

T0 + 25 ANS

Perimètre des terrains concernés par le projet

S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)

S 2 : Zone en exploitation

S 3 : Surface de front en exploitation

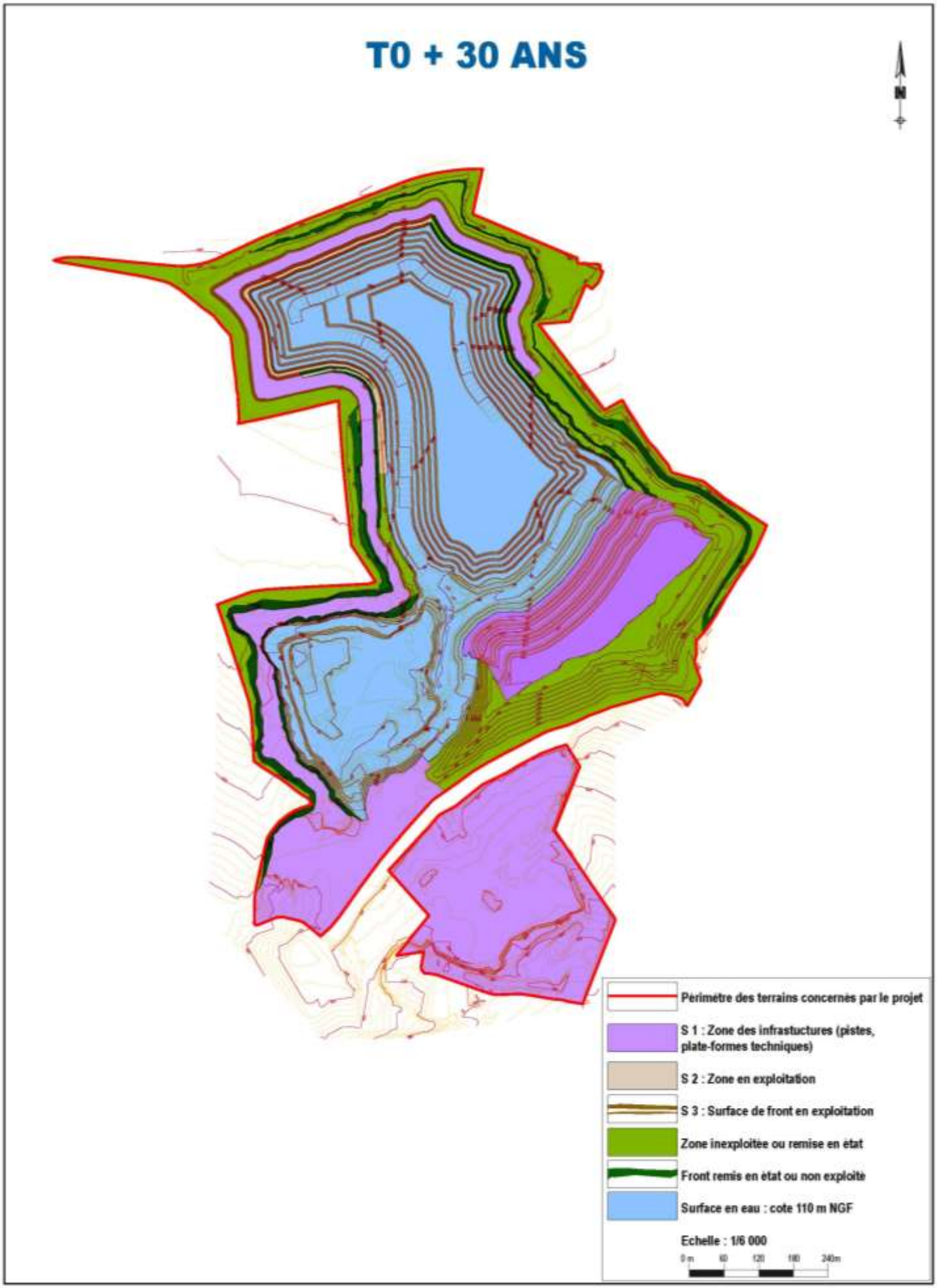
Zone inexploitée ou remise en état

Front remis en état ou non exploité

Surface en eau : cote 110 m NGF

Echelle : 1/6 000

0 m 60 120 180 240m

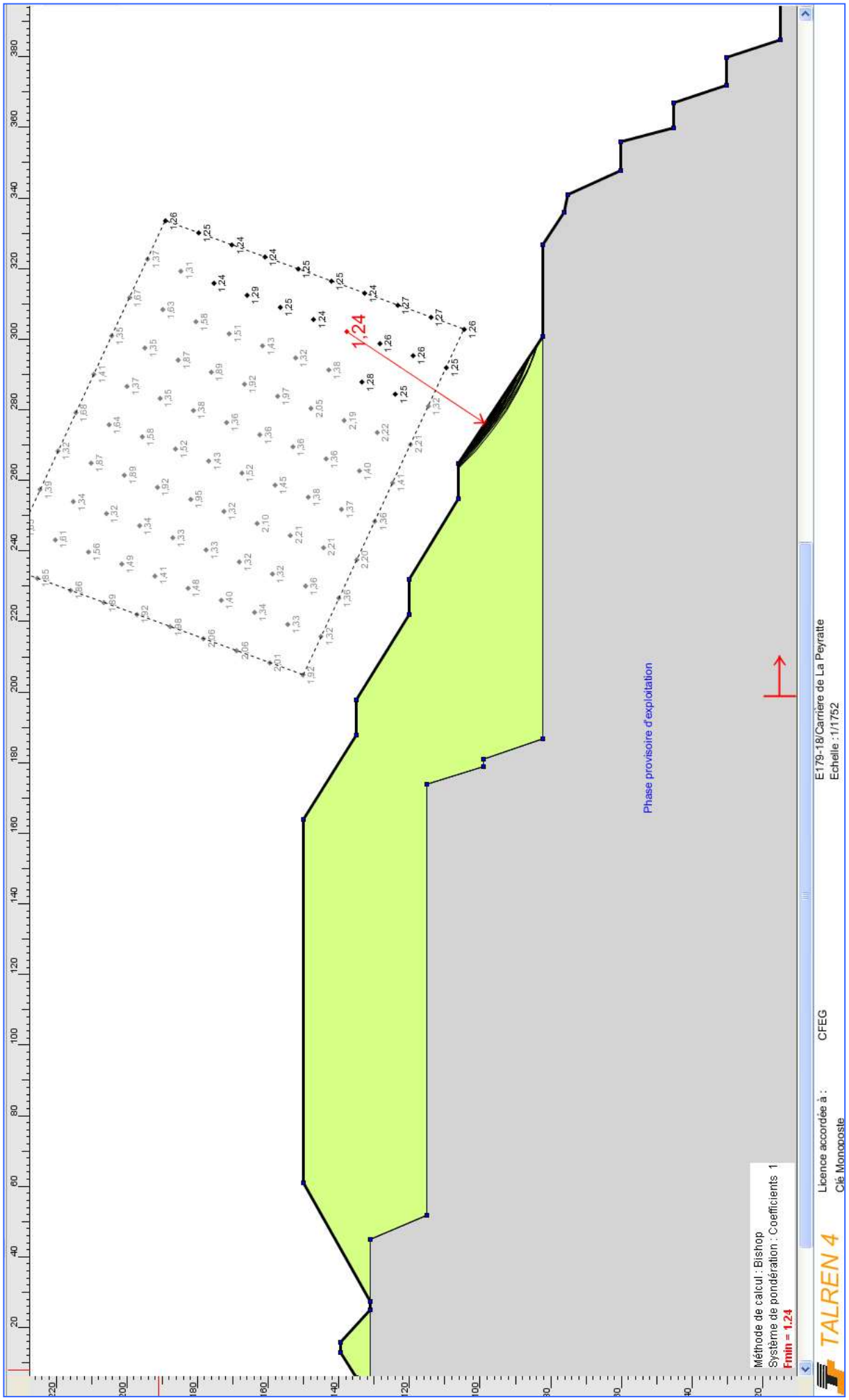

T0 + 30 ANS
N
Périmètre des terrains concernés par le projet
S 1 : Zone des infrastuctures (pistes, plate-formes techniques)
S 2 : Zone en exploitation
S 3 : Surface de front en exploitation
Zone inexploitée ou remise en état
Front remis en état ou non exploité
Surface en eau : cote 110 m NGF
Echelle : 1/6 000
0 m
60
120
180
240m

A N N E X E 3

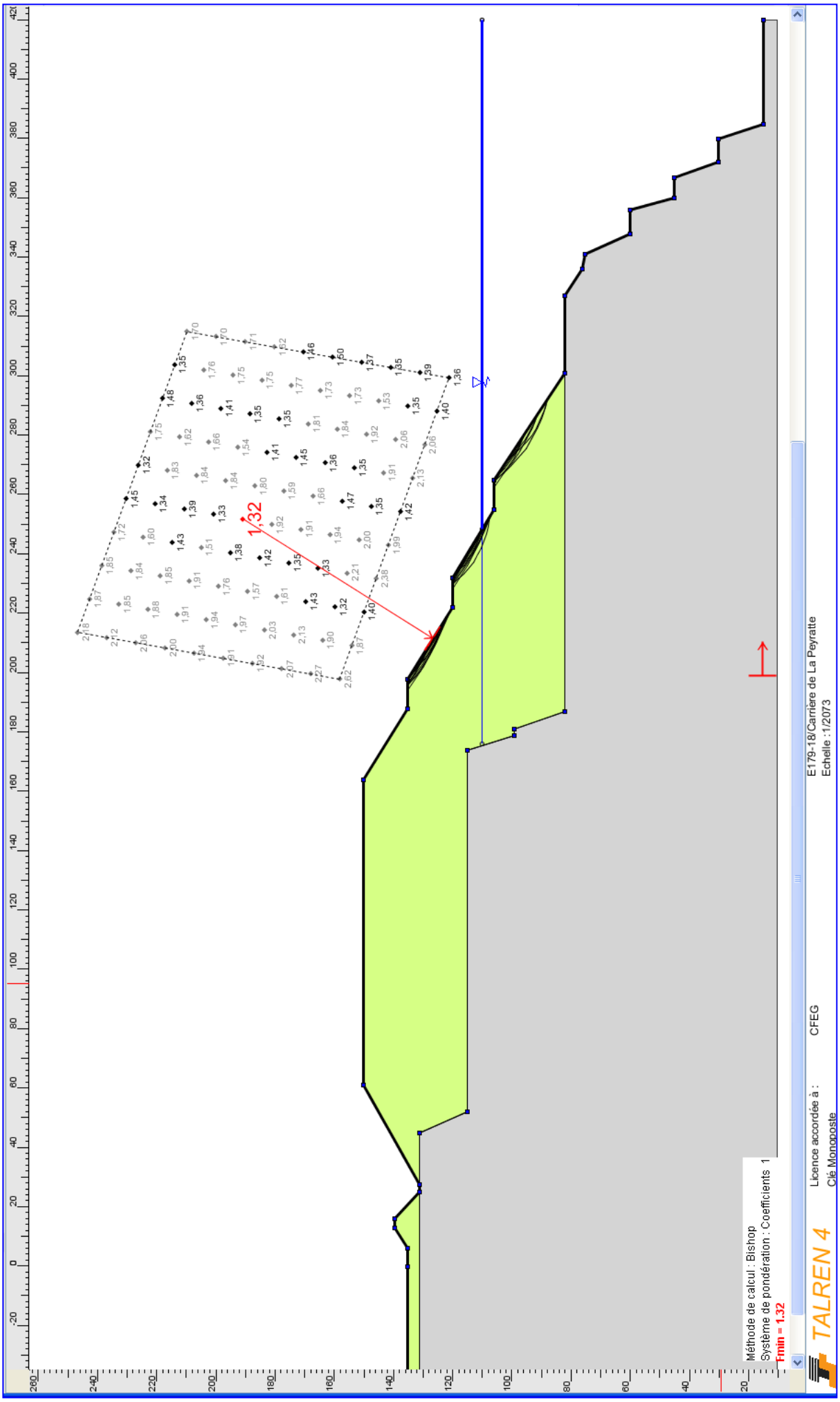
- **ANALYSE DE LA STABILITÉ DU REMBLAI** **pp.51 à 53**

(Notes de calcul TALREN)

Stabilité du remblai en phase d'exploitation



Stabilité du remblai à long-terme – Combinaison fondamentale



Stabilité du remblai à long-terme – Combinaison accidentell

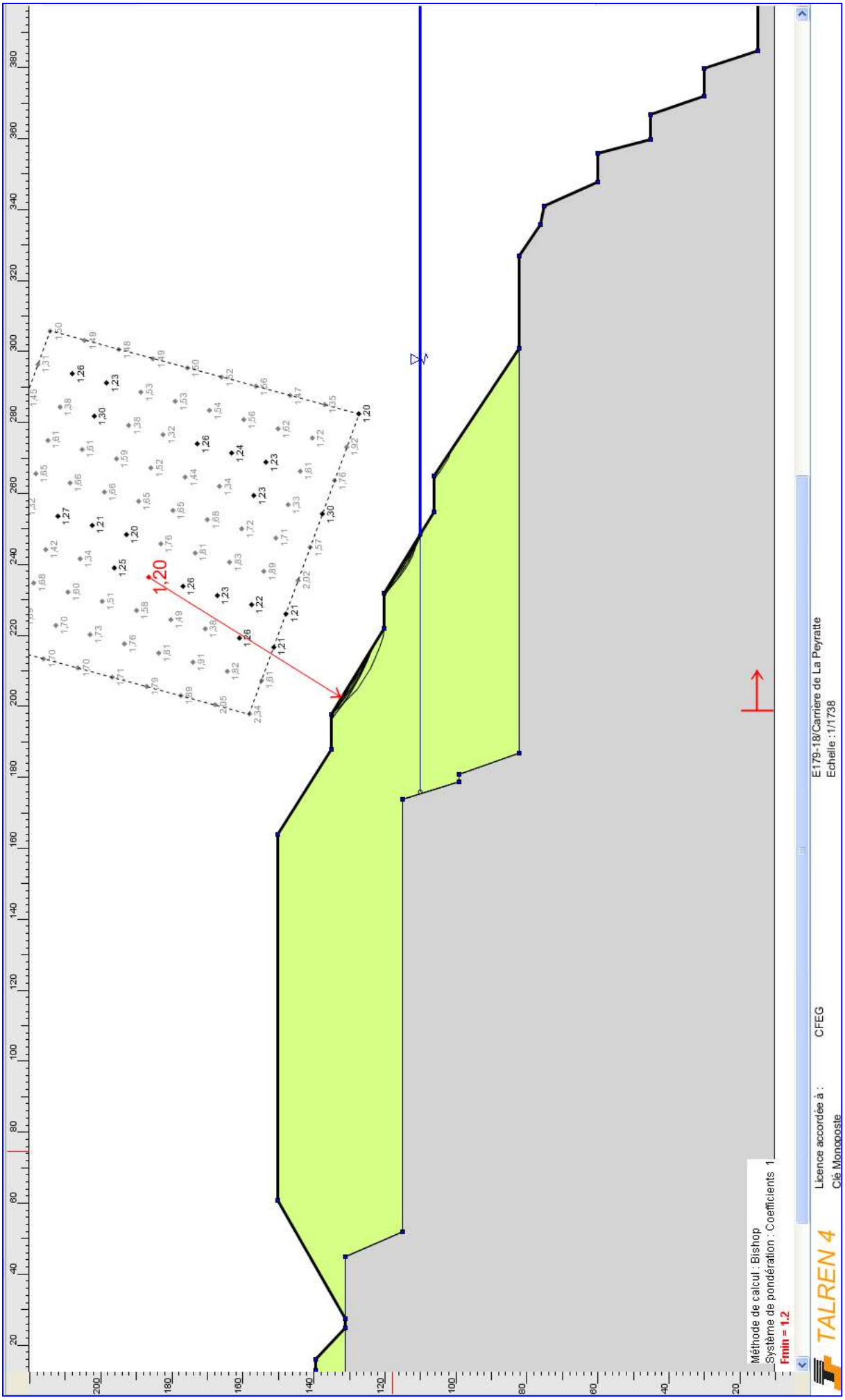


Planche hors-texte E.179/18-A

- **Examen des conditions de stabilité des fronts / Observations du 28 Juin 2018**

N
C M G O
Carrière de " LA PEYRATTE "
Lieu-dit " Le Pont "
EXAMEN DES CONDITIONS DE STABILITE
DES FRONTS ET DE LA VERSE
CMGO

4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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