

Numéro d'affaire : Non défini

Titre du calcul : Non défini

Lieu :

Commentaires :

Système d'unités : kN,kPa,kN/m3

γw : 10.0

Couches de sols

	Nom	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	éboulis de surface	19.00	35.00	0.00	0.00	-	-	-
2	Brèches cimentées	23.00	35.00	100.00	0.00	-	-	-
3	Molasses	21.00	30.00	40.00	0.00	-	-	-
4	Calcaires massifs	25.00	45.00	100.00	0.00	-	-	-
5	brèches "fictives	0.10	0.10	0.00	0.00	-	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y			
1	8.00	0.00	2	44.00	-21.00	3	45.00	-24.00	4	53.00	-33.00	5	60.50	-38.50	6	66.00	-44.50	7	71.50	-45.00
8	76.00	-48.00	9	89.50	-55.50	10	117.00	-81.00	11	119.00	-86.50	12	131.00	-90.50	13	134.50	-88.00	14	144.00	-93.00
15	148.00	-93.00	16	155.50	-99.50	17	149.00	-100.00	18	143.50	-110.50	19	149.00	-130.00	20	167.00	-137.50	21	180.50	-150.00
22	189.50	-164.50	23	234.00	-169.00	24	8.00	-17.50	25	73.50	-58.50	26	118.00	-87.50	27	128.50	-93.00	28	8.00	-26.50
29	38.00	-45.50	30	58.50	-58.50	31	74.00	-72.00	32	83.00	-79.50	33	116.50	-106.50	34	126.00	-111.50	35	140.00	-127.00
36	159.50	-147.00	37	188.00	-169.00	38	200.00	-177.00	39	234.00	-184.50									

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2	
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9
8	6	7	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15
15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22
22	22	23	23	24	25	24	25	26	25	26	27	26	27	14	27	28	29	28	29	29	30
29	30	31	30	31	32	31	32	33	32	33	34	33	34	35	34	35	36	35	36	36	37
36	37	38	37	38	39	38	36	21	39	16	20										

Données de la phase : Phase (1)

Enveloppe du talus

	Segment	Segment	Segment
1	1	2	3
4	4	5	6
7	6	7	9
10	10	11	12
13	13	14	15
16	39	17	20
19	22		

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	1	2	3	1	3	4	1
4	4	5	1	5	6	1	6	7	1
7	8	9	1	8	7	1	9	10	1
10	10	11	1	11	12	1	12	13	1
13	13	14	1	14	15	2	15	16	2
16	16	17	5	17	18	5	18	19	2
19	19	20	2	20	21	2	21	22	3
22	22	23	3	23	25	2	24	26	2
25	26	27	2	26	14	2	27	29	4
28	29	30	4	29	31	4	30	32	4
31	32	33	4	32	34	4	33	35	4
34	35	36	4	35	37	4	36	38	4
37	38	39	4	38	21	3	39	20	5

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation : Situation (1)

Méthode de calcul pour cette situation : Perturbations

Exposant de tga : 1

Pondérations pour cette situation : Traditionnel/Sit. définitive

Détail des coefficients partiels

Nom	Coefficients	Nom	Coefficients	Nom	Coefficients	Nom	Coefficients
Γ_{min}	1.50	Γ_{sl}	1.00	Γ_{sl}	1.00	Γ_{phi}	1.00
Γ_{cu}	1.00	Γ_Q	1.00	$\Gamma_{qscl\ ab}$	1.00	$\Gamma_{qscl\ es}$	1.00
$\Gamma_{qsti\ es}$	1.00	Γ_{qsba}	1.00	Γ_{pl}	1.00	Γ_{acl0}	1.00
Γ_{aban}	1.00	Γ_{bu}	1.00	Γ_{s3}	1.00	Γ_{atir}	1.00

Type de surfaces de rupture : Surfaces quelconques

Surface de rupture quelconque

	X	Y	u	X	Y	u	X	Y	u
1	124.00	-87.50	-	2	126.00	-93.50	-	3	137.50
5	158.00	-127.50	-	6	168.50	-136.00	-	4	150.50

Nombre de tranches : 100

<HTML>Conditions de passage
dans certains sols</HTML> : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : **Fmin= 1.03**

Sol n°	1	2	3	4	5
γ (kN/m ³)	19.00	23.00	21.00	25.00	0.10
φ (°)	35.00	35.00	30.00	45.00	0.10
c(kPa)	0.00	100.00	40.00	100.00	0.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Méthode de calcul : Perturbations

Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : Traditionnel/St. définitive

Echelle:1500

0.5m

F_{min} = 1.03



- 1 éboulis de surface
- 2 Brèches cimentées
- 3 Mollasses
- 4 Calcaires massifs
- 5 brèches "fictives"

TALREN 4 v2.0.4



Non défini / Non défini

D:\...\profil3bis.prj

Etude réalisée par :
SAGE INGENIERIE

Imprimée le : 08/02/14 à 10:39:41

2.2.2

Profil P3

Calculs de stabilité après minage

- en situation fondamentale,*
- en situation accidentelle séisme.*

Numéro d'affaire : Non défini

Titre du calcul : Non défini

Lieu :
Commentaires :
Système d'unités : kN,kPa,kN/m3

yw : 10.0

Couches de sols

	Nom	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	éboulis de surface	19.00	35.00	0.00	0.00	-	-	-
2	Brèches cimentées	23.00	35.00	100.00	0.00	-	-	-
3	Molasses	21.00	30.00	40.00	0.00	-	-	-
4	Calcaires massifs	25.00	45.00	100.00	0.00	-	-	-
5	brèches "fictives"	0.10	0.10	0.00	0.00	-	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	8.00	0.00	2	44.00	-21.00	3	45.00	-24.00	4	53.00	-33.00	5	60.50	-38.50	6	66.00	-44.50	7	71.50	-45.00
8	76.00	-48.00	9	89.50	-55.50	10	117.00	-81.00	11	119.00	-86.50	12	131.00	-90.50	13	134.50	-88.00	14	144.00	-93.00
15	148.00	-93.00	16	155.50	-99.50	17	149.00	-100.00	18	143.50	-110.50	19	149.00	-130.00	20	167.00	-137.50	21	180.50	-150.00
22	189.50	-164.50	23	234.00	-169.00	24	8.00	-17.50	25	73.50	-58.50	26	118.00	-87.50	27	128.50	-93.00	28	8.00	-26.50
29	38.00	-45.50	30	58.50	-58.50	31	74.00	-72.00	32	83.00	-79.50	33	116.50	-106.50	34	126.00	-111.50	35	140.00	-127.00
36	159.50	-147.00	37	188.00	-169.00	38	200.00	-177.00	39	234.00	-184.50	40	136.50	-93.00						

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2	
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9
8	6	7	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15
15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22
22	22	23	23	24	25	24	25	26	25	26	27	26	27	40	27	28	29	28	29	29	30
29	30	31	30	31	32	31	32	33	32	33	34	33	34	35	34	35	36	35	36	36	37
36	37	38	37	38	39	38	36	21	39	16	20	40	13	40	41	40	14	42	40	18	

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droit	Y droit	q droit	Ang/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion
1	Sr 1	119.00	-86.50	15.00	131.00	-90.50	15.00	90.00	0.00	0.00

Données de la phase : Phase (1)

Enveloppe du talus

	Segment	Segment	Segment
1	1	2	3
4	4	5	6
7	6	7	9
10	10	11	12
13	40	14	42
16	19	17	20
19	22		

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	1	2	3	1	3	4	1
4	4	5	1	5	6	1	6	7	8
7	8	9	1	8	6	7	9	10	1
10	10	11	1	11	11	12	12	12	13
13	13	14	1	14	14	15	2	15	16
16	16	17	5	17	17	18	5	18	19
19	19	20	2	20	20	21	2	21	22
22	22	23	3	23	24	25	2	24	26
25	26	27	2	26	27	40	2	27	29
28	29	30	4	29	30	31	4	30	32
31	32	33	4	32	33	34	4	33	35
34	35	36	4	35	36	37	4	36	38
37	38	39	4	38	36	21	3	39	20
40	13	40	1	41	40	14	2	42	18

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Sr 1

Conditions hydrauliques : Néant

Données de la situation : Situation (1)

Méthode de calcul pour cette situation : Perturbations

Exposant de tga : 1

Pondérations pour cette situation : Traditionnel/Sit. définitive

Détail des coefficients partiels

Nom	Coefficients	Nom	Coefficients	Nom	Coefficients	Nom	Coefficients
Γ _{min}	1.50	Γ _{sl}	1.00	Γ _{sl}	1.00	Γ _{phi}	1.00
Γ _{cu}	1.00	Γ _Q	1.00	Γ _{qscl ab}	1.00	Γ _{qscl es}	1.00
Γ _{qsti es}	1.00	Γ _{qsba}	1.00	Γ _{pl}	1.00	Γ _{aclo}	1.00
Γ _{aban}	1.00	Γ _{bu}	1.00	Γ _{s3}	1.00	Γ _{atir}	1.00

Prise en compte du séisme : Coefficient ah/g (accélération horizontale)= 0.07 Coefficient av/g (accélération verticale)= -0.03

Type de surfaces de rupture : Surfaces quelconques

Surface de rupture quelconque

	X	Y	u	X	Y	u	X	Y	u	X	Y	u			
1	124.00	-87.50	-	2	126.00	-93.50	-	3	137.50	-107.00	-	4	150.50	-121.00	-

Nombre de tranches : 100

<HTML>Conditions de passage
dans certains sols</HTML> : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : **F_{min}= 1.58**

Sol n°	1	2	3	4	5
γ (kN/m ³)	19.00	23.00	21.00	25.00	0.10
φ (°)	35.00	35.00	30.00	45.00	0.10
c(kPa)	0.00	100.00	40.00	100.00	0.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Méthode de calcul : Perturbations

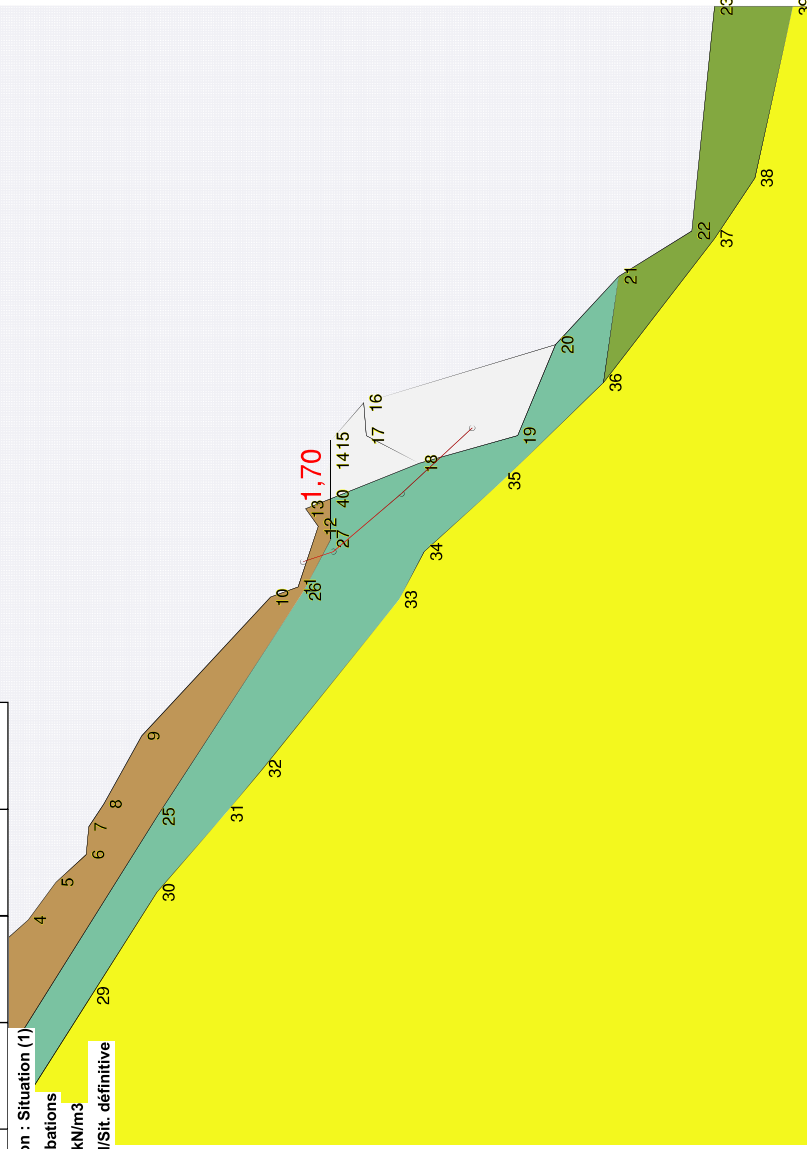
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : Traditionnel/Sit. définitive

Echelle:1500

0.5m

F_{min} = 1.7



- 1 éboulis de surface
- 2 Brèches cimentées
- 3 Mollasses
- 4 Calcaires massifs
- 5 brèches "fictives"

TALREN 4 v2.0.4



Non défini / Non défini

D:\...\profil3bisdécoup.prj

Etude réalisée par :
SAGE INGENIERIE

Imprimée le : 08/02/14 à 10:46:56

Sol n°	1	2	3	4	5
γ (kN/m ³)	19.00	23.00	21.00	25.00	0.10
φ (°)	35.00	35.00	30.00	45.00	0.10
c(kPa)	0.00	100.00	40.00	100.00	0.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Prise en compte d'un séisme: ah/g= 0.065 av/g= -0.033

Méthode de calcul : Perturbations

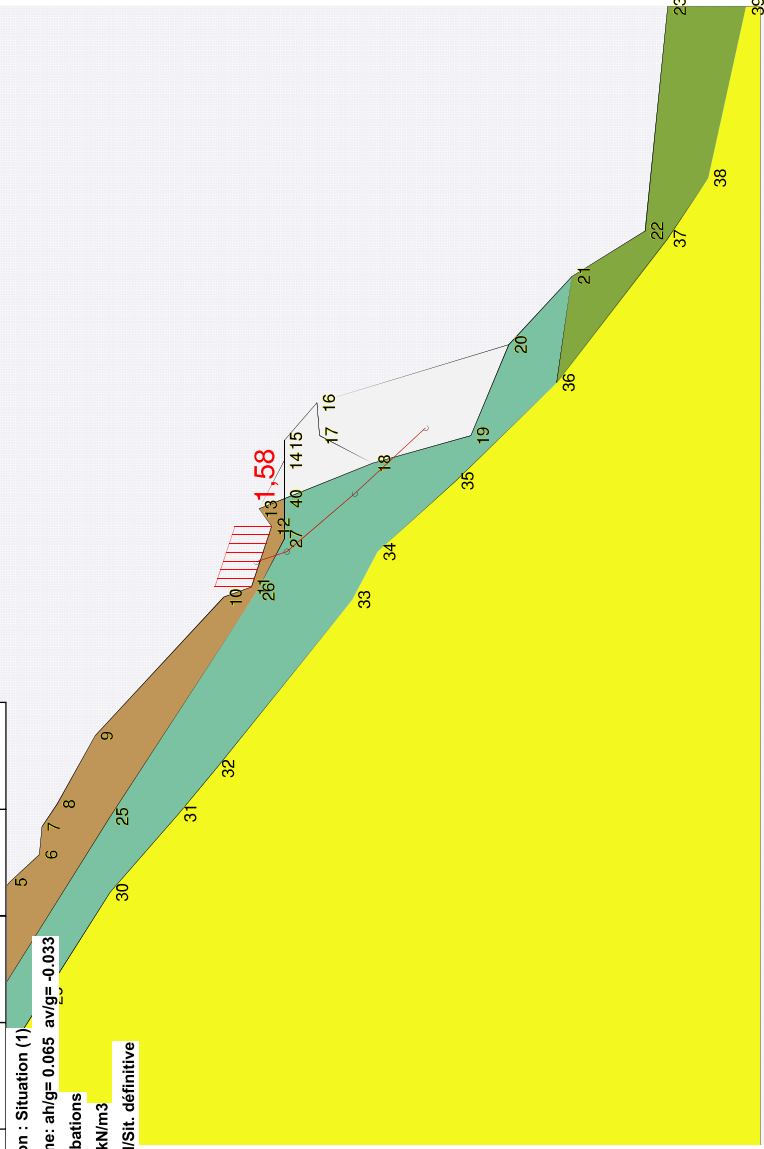
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : Traditionnel/Sit. définitive

Echelle:1500

0.5m

F_{min} = 1.58



- 1 éboulis de surface
- 2 Brèches cimentées
- 3 Mollasses
- 4 Calcaires massifs
- 5 brèches "fictives"

TALREN 4 v2.0.4



Non défini / Non défini

D:\...\profil3bisdécoup.prj

Etude réalisée par :
SAGE INGENIERIE

Imprimée le : 08/02/14 à 10:56:07

Sol n°	1	2	3	4	5
γ (kN/m ³)	19.00	23.00	21.00	25.00	0.10
φ (°)	35.00	30.00	30.00	45.00	0.10
c(kPa)	0.00	100.00	40.00	100.00	0.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Prise en compte d'un séisme: ah/g= 0.065 av/g=-0.033 4

Méthode de calcul : Perturbations

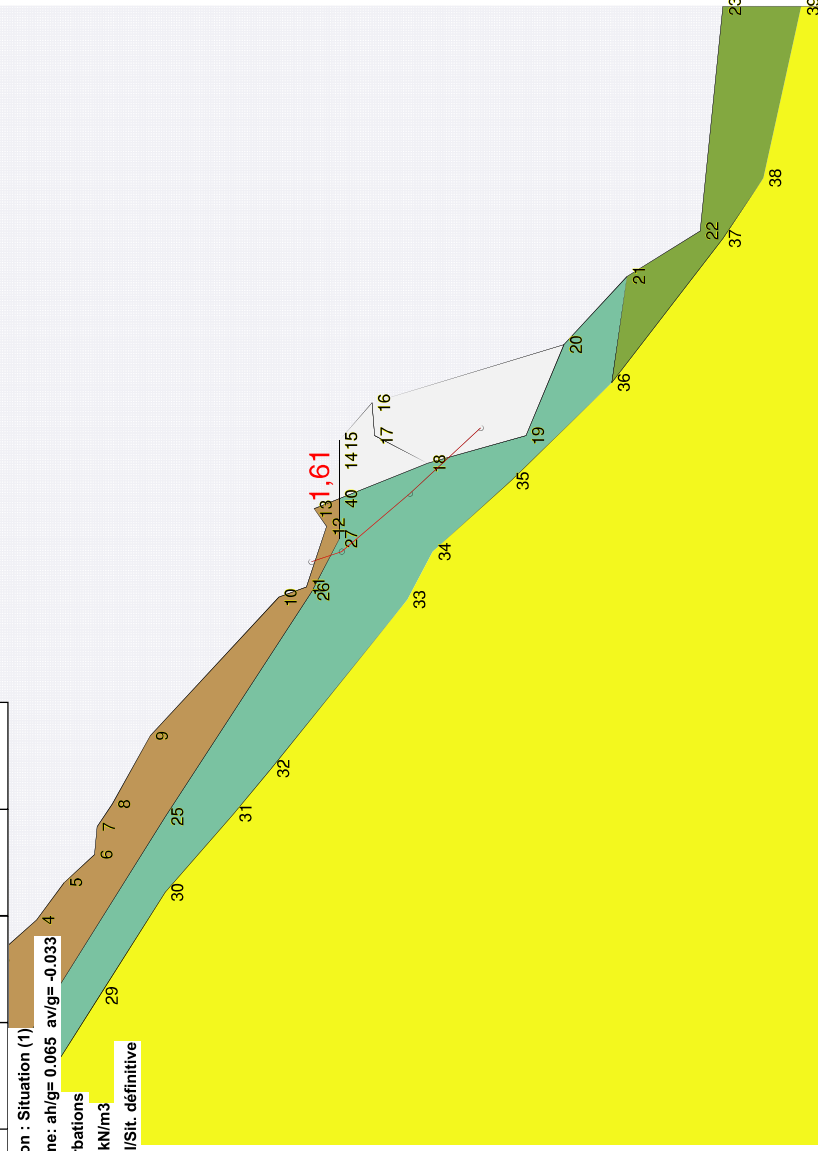
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : Traditionnel/Sit. définitive

Echelle:1500

0.5m

F_{min} = 1.61



- 1 éboulis de surface
- 2 Brèches cimentées
- 3 Mollasses
- 4 Calcaires massifs
- 5 brèches "fictives"

TALREN 4 v2.0.4



Non défini / Non défini

D:\...\profil3bisdécoup.prj

Etude réalisée par :
SAGE INGENIERIE

Imprimée le : 08/02/14 à 10:49:22

Sol n°	1	2	3	4	5
γ (kN/m ³)	19.00	23.00	21.00	25.00	0.10
φ (°)	35.00	35.00	30.00	45.00	0.10
c(kPa)	0.00	100.00	40.00	100.00	0.00
Δc (kPa/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Phase : Phase (1) / Situation : Situation (1)

Prise en compte d'un séisme: ah/g= 0.065 av/g= 0.033

Méthode de calcul : Perturbations

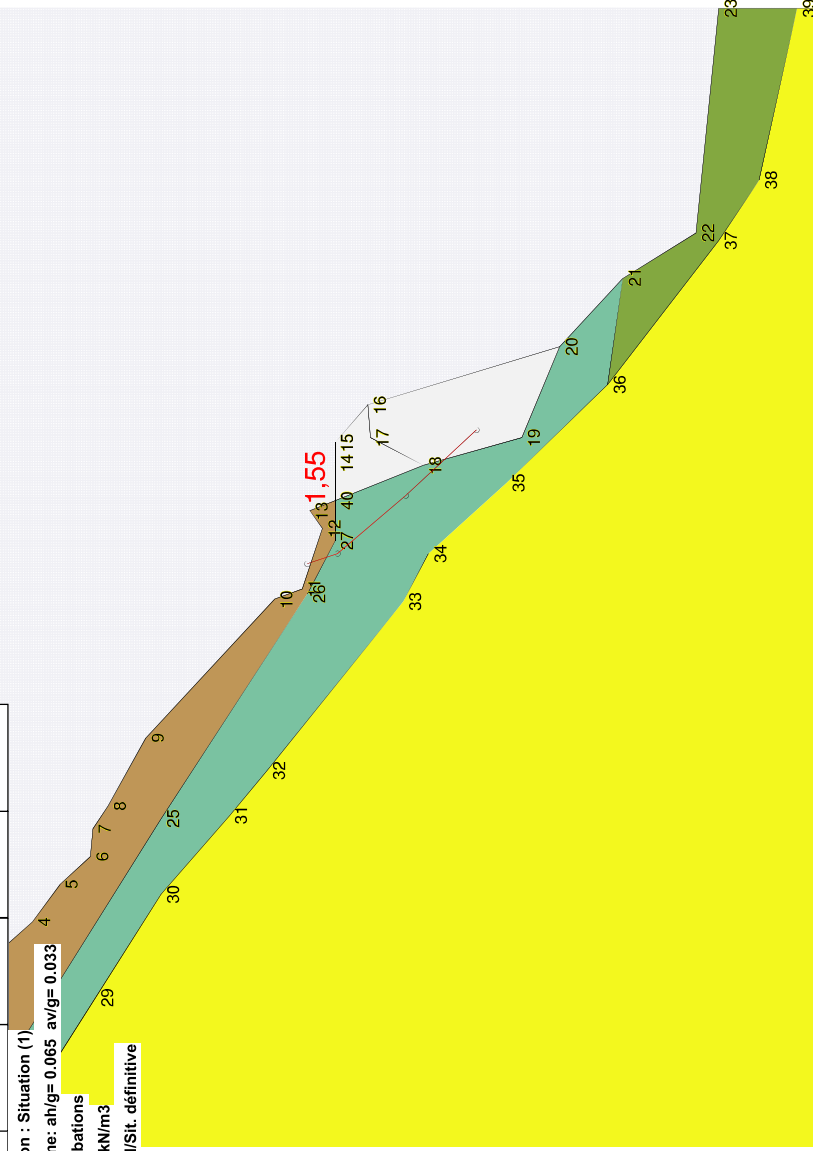
Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : Traditionnel/Sit. définitive

Echelle:1500

0.5m

F_{min} = 1.55



- 1 éboulis de surface
- 2 Brèches cimentées
- 3 Mollasses
- 4 Calcaires massifs
- 5 brèches "fictives"

TALREN 4 v2.0.4



Non défini / Non défini

D:\...\profil3bisdécoup.prj

Etude réalisée par :
SAGE INGENIERIE

Imprimée le : 08/02/14 à 10:48:34

Annexe 3



⇒ Calculs trajectographiques

3.1

Méthodologie des calculs trajectographiques

METHODOLOGIE DES CALCULS DE TRAJECTOGRAPHIE (Version 2004)

La méthode A.D.R.G.T. est à 2 dimensions, c'est à dire qu'on fixe à priori les profils de terrain dans lesquels les chutes de blocs sont considérées.

1 – TYPES DE CALCULS TRAJECTOGRAPHIQUES

1.1. Calculs de propagation

Sur chaque profil, on effectue une série de simulations de chutes ; pour chaque série de calcul, on représente :

- ↪ une figure avec la topographie du profil et quelques trajectoires calculées.
- ↪ un tableau «Données du profil» rappelant les hypothèses de départ et les principales caractéristiques du profil avec les coordonnées des points du profil, la nature des sols et de la végétation.
- ↪ Les éléments nécessaires pour l'établissement d'un zonage du risque :
 - pour chaque profil, on fixe une valeur limite d'abscisse (**Xlim**) au niveau de laquelle on fixe un nombre N (*maximum 6600*) de blocs qui devront l'atteindre ou la dépasser. Le nombre **N₀** de blocs au départ peut atteindre **2 x 10⁹**.
 - on étudie ensuite la répartition statistique des points d'arrêt des **N** blocs qui ont atteint ou dépassé **Xlim**.
On en tire des valeurs de probabilités d'atteinte associées à des abscisses **X** lesquelles sont représentées dans un graphe **probabilité d'atteinte /Xarrêt**.
On établit **4 classes** de zones exposées aux chutes de blocs selon la probabilité d'atteinte $p = \frac{N(XAR)}{N_0}$

• zones très exposées	($p > 10^{-2}$)
• zones exposées	$10^{-4} < p < 10^{-2}$
• zones moyennement à faiblement exposées	$10^{-6} < p < 10^{-4}$
• zones très peu exposées	$p < 10^{-6}$

Ces probabilités p sont issues des histogrammes des valeurs **Xar** pour les **N** blocs dépassant **Xlim**, en tenant compte du nombre **N₀** de blocs au départ.

Le choix de **Xlim** est fortement lié aux particularités topographiques du versant et il est également conditionné par la répartition des points d'arrêt des blocs. En général **Xlim** est choisi pour correspondre au début d'une section suffisamment régulière pour permettre les extrapolations de probabilité, et suffisamment grand pour atteindre $p \sim 10^{-6}$ (*plusieurs calculs sont souvent nécessaires*).

- ↪ une statistique sur les poids des blocs à l'arrivée (*pour $X \geq X_{lim}$*).
- ↪ un tableau des valeurs moyenne et maximale des hauteurs de passage, vitesses, énergies des blocs et le nombre de blocs en chaque point du profil (*résultats au passage des points par profil*).
De plus, au point $X = X_{lim}$, on dispose d'une statistique complète sur les valeurs précédentes. L'ensemble permet une première approche de la position et du type de protection à prévoir éventuellement.

1.2. Calculs de protection

On peut fixer 1, 2, 3 «points de protection» ou plus à l'emplacement d'ouvrages envisagés. Le nombre total de blocs pouvant atteindre la protection la plus à l'aval est au plus $N_{max} = 8000/N_p$ où N_p est le nombre de protections. Le nombre de blocs possible au départ est 2×10^9 .

Pour chaque point de protection, considéré comme indépendant des autres (*c'est à dire que ces protections n'ont aucune résistance énergétique*) on fournit la répartition et les valeurs moyenne et maximale pour les N_a premiers blocs l'ayant atteint ou dépassé ($N_a \leq N_{max}$), N_a étant fixé à l'avance pour disposer d'une statistique représentative sur :

- la hauteur de passage du centre de gravité des blocs (H_{pas}),
- l'énergie de passage des blocs (E_{pas}),
- les poids de passage des blocs (P_{pas}),
- les vitesses de passage des blocs (V_{pas}).

Il est possible de donner à ces protections une inclinaison quelconque sur l'horizontale, les «hauteurs» H_{pas} étant alors comptées le long de l'écran fictif.

1.3. Calculs de vérification de protections

Deux cas peuvent se présenter :

- ↪ s'il s'agit d'un merlon, on réalise un calcul de propagation en intégrant dans la topographie la forme exacte du merlon. En fixant un X_{lim} au pied aval du merlon on peut estimer la probabilité de dépassement et les points extrêmes atteints (*avec 1000000 blocs maximum au départ, et aucun bloc ne dépassant l'ouvrage on peut admettre que la probabilité de dépassement est inférieure à 10^{-6}*).
- ↪ s'il s'agit d'un ensemble de deux nappes d'écrans de protection, le calcul de protection permet de suivre les blocs qui passent au-dessus de la 1^{ère} protection et de vérifier s'ils sont arrêtés par la seconde.

1.4. Calculs d'optimisation (pour les ouvrages de type merlon)

Ces calculs sont du type vérification de protection. Différentes séries de calculs sont réalisées en faisant varier les paramètres de hauteur de digue, de largeur de fosse à blocs, d'inclinaison du parement amont, de manière à définir un dimensionnement optimal de l'ouvrage.

2 – METHODOLOGIE EN VUE DU DIMENSIONNEMENT DE PROTECTIONS

2.1. Tableau méthodologie

<u>Cas de protection isolée simple</u>	Phase faisabilité	Phase avant projet	Phase projet	Type de calculs
<u>Type filets</u>	<p>1 Calcul de propagation [Risque non reconnu]</p> <p>2 Calcul de protection [si emplacement connu et risque connu]</p>	<p>Choix d'un emplacement</p> <p>Calcul de protection</p>	<p>Dimensionnement définitif</p> <p>Dimensionnement définitif</p>	<p>Propagation 1 + Protection simple</p> <p>Protection simple</p> <p>→ Aléa sans protection</p>
<u>Type merlon</u>	<p>3 Calcul de propagation [Risque non reconnu]</p> <p>4 Calcul de propagation [Risque non reconnu]</p> <p>5 Calcul de protection [si emplacement connu et risque reconnu]</p>	<p>Faisabilité Prédimensionnement pessimiste</p> <p>Calcul de vérification de protection</p> <p>Calcul de protection</p> <p>Prédimensionnement optimisé</p>	<p>Dimensionnement définitif</p> <p>Dimensionnement définitif</p> <p>Dimensionnement définitif</p> <p>Dimensionnement définitif</p>	<p>Propagation 3 Vérification de protection Optimisation (*)</p> <p>Propagation 4 Protection Vérification du projet et optimisation (*)</p> <p>Protection 5 Vérification du projet et optimisation (*)</p> <p>→ Aléa sans protection → Aléa résiduel</p> <p>→ Aléa sans protection → Aléa résiduel</p> <p>→ Aléa résiduel</p>

(*) Si la vérification de protection montre que le merlon tel que dimensionné est suffisant pour arrêter les blocs, on peut s'affranchir des calculs d'optimisation, mais on a intérêt à le faire car on peut diminuer l'importance de l'ouvrage,

2.2. Rappel des résultats des différentes séries de calculs

- ⇒ les calculs de propagation fournissent, pour chaque point du profil, les valeurs moyenne et maximale des hauteurs de passage, vitesses, énergies des blocs passant en ce point. Le nombre de ces blocs varie d'un point à l'autre. Mais on ne connaît pas les distributions des divers paramètres en chaque point.
- ⇒ les calculs de protection fournissent, pour un nombre limité de points déterminés, les distributions des hauteurs, vitesses et énergies de passage des blocs passant en ces points.
- ⇒ les calculs de vérification de protection sont des calculs de propagation appliqués à des profils incluant la topographie particulière du merlon supposé réalisé selon le projet (*dimensions, pentes, fosse...*).
- ⇒ l'optimisation consiste à modifier un peu les caractéristiques géométriques du merlon et vérifier au moyen des calculs de propagation qu'il a l'efficacité recherchée

2.3. Méthodologie de dimensionnement des protections, en fonction du stade de l'étude

Nous avons distingué les ouvrages de type filets des ouvrages de type merlon.

Pour les ouvrages de type merlon, des calculs de vérification et d'optimisation sont en général nécessaires, compte tenu des modifications de la topographie après terrassements et de la création d'une fosse de réception de largeur variable.

- ➔ Au stade d'une étude de faisabilité, lorsque les risques reconnus génèrent des hauteurs d'ouvrages peu importantes ($< \text{à } 5 \text{ m}$), on peut pré-dimensionner l'ouvrage à partir des résultats des calculs de propagation, bien que ces derniers ne soient pas optimisés. En effet, un calcul de propagation peut permettre une première approche en définissant les sites d'implantation les plus favorables pour une protection et l'ordre de grandeur du dimensionnement d'un ouvrage avec une marge de sécurité relativement grande. Cela implique de rentrer plus de points de détail dans le profil (*démarches ① et ②*). Ce prédimensionnement est toutefois relativement pessimiste, car il est issu des valeurs extrêmes de hauteur de passage, énergie et de vitesse en un point du profil. Il ne permet pas l'analyse de solutions intermédiaires d'amélioration de la sécurité pour lesquelles un compromis protection/aléa résiduel peut être trouvé.

Le calcul de protection peut suffire si on connaît de façon certaine, l'implantation de ces ouvrages (*démarches ③ et ④ du tableau suivant*)

→ Au stade d'une étude d'avant-projet de protection

- un calcul de protection est le plus adapté. Il permet, à partir de la distribution des hauteurs de passage vitesses et énergies, de prendre des décisions quant aux choix d'une protection et de son efficacité. Les valeurs extrêmes peuvent parfois représenter des phénomènes relativement isolés et exceptionnels. Dans ce cas, il est important de pouvoir choisir des solutions d'amélioration de la sécurité vis à vis des phénomènes les plus fréquents, et admettre un certain risque résiduel.
- lorsqu'on souhaite déterminer l'aléa résiduel, ainsi qu'une estimation plus précise des travaux, on peut réaliser un calcul de vérification de protection en tenant compte d'un dimensionnement défini à l'issue d'un calcul de propagation (*démarche ② du tableau suivant*), bien que celui-ci soit relativement pessimiste.

→ Au stade d'un projet, et dans le cas de dimensionnement d'un merlon de protection, il est généralement nécessaire de réaliser un calcul de vérification de la protection (*avec optimisation*) telle qu'elle sera construite, en intégrant précisément la topographie après travaux de terrassement. Ce calcul peut permettre de définir un zonage de l'aléa résiduel après travaux.

CONDITIONS D'EXPLOITATION DU DOCUMENT D'ETUDE

Les conclusions et recommandations de ce document sont uniquement applicables par rapport aux données initiales et hypothèses de calcul définies dans cette étude (*en particulier point de départ et poids des blocs, implantation des protections dans le versant*).

Nous rappelons en outre que les calculs de trajectographie de chutes de blocs et de protection ne prennent pas en compte les événements de types exceptionnels (*sol gelé, séisme de grande ampleur, éboulement en masse, modification des conditions initiales due au déboisement...*). Nos calculs sont effectués pour des chutes de blocs isolés.

Les vulnérabilités de sites exposés aux risques de chutes de blocs sont données en terme de probabilité d'atteinte, de hauteur de passage ou d'énergie de passage des blocs.

Les hypothèses de départ résultent d'observations géologiques des falaises et de leurs bas-versants ainsi que des événements de chutes de blocs passés.

3.2

Phase provisoire permettant la reprise d'exploitation

Travaux de minage du surplomb

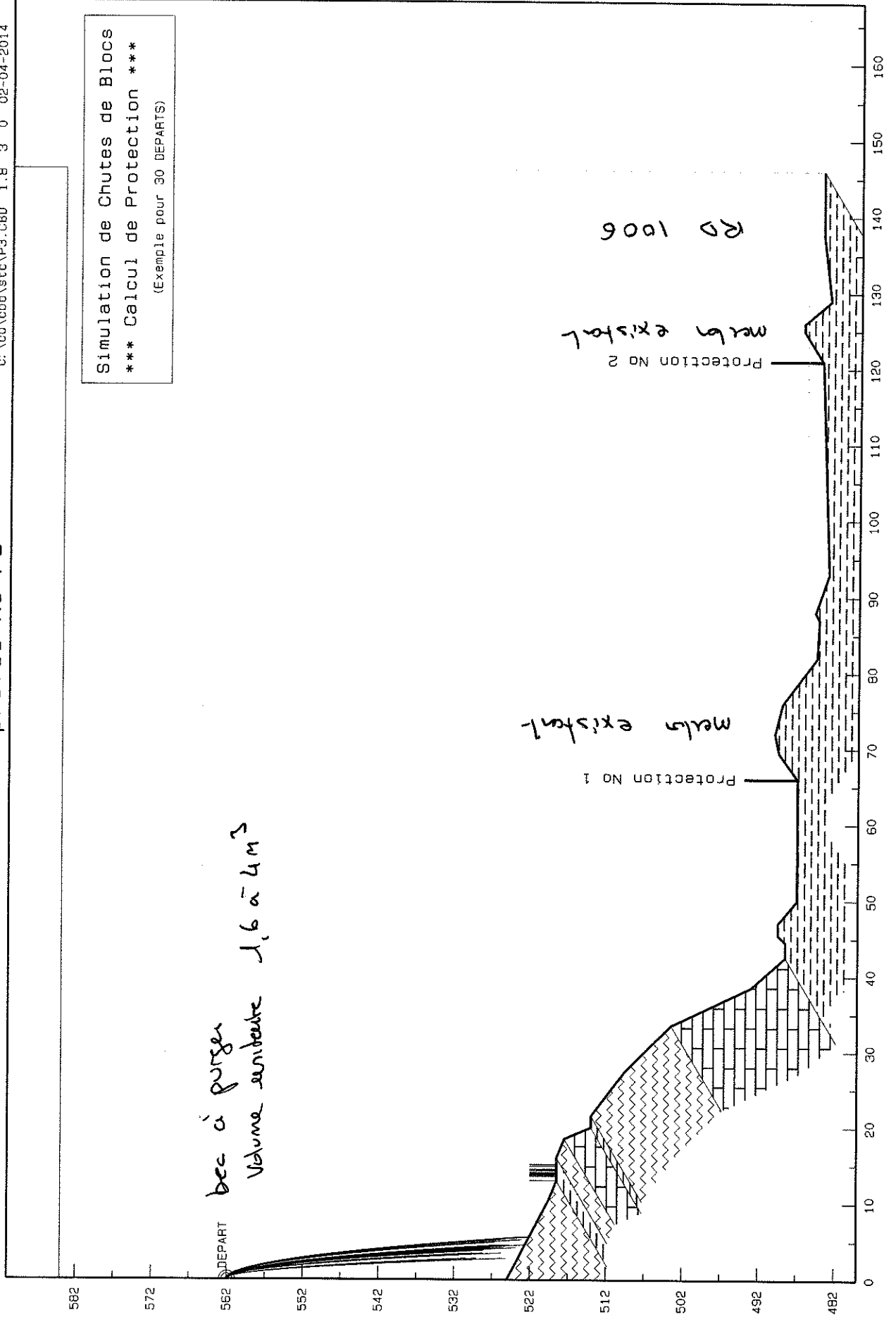
Calculs trajectographiques

Pour déterminer la probabilité d'atteinte de la RD1006
par des blocs

Botta profil No P3

c:\cb\cbd\stc\p3.CBD 1.8 3 0 02-04-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P3

*** Données du profil ***

```

Fragilité des blocs:..... 7
coefficient de forme:..... 1.8
coefficient de dispersion:..... 3
Poids Volumique:..... 2.5
Volume minimal:..... 1.6
Volume maximal:..... 4
Point de départ:..... 1
Altitude de départ:..... 562.47
Nombre total de simulation..... 2933643
    
```

```

Protection N° 1 - Abscisse = 66 m
                 - Altitude = 487.469 m
                 - Inclinaison = 90 deg
Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)
    
```

```

Protection N° 2 - Abscisse = 121 m
                 - Altitude = 484.47 m
                 - Inclinaison = 90 deg
Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)
    
```

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	562.5	89.9	RD	SV
2	0.0	37.0	525.5	27.6	RT	SV
3	10.5	42.5	520.0	21.8	RT	SV
4	13.0	43.5	519.0	0.0	SC	SV
5	16.0	43.5	519.0	21.7	RT	SV
6	18.5	44.5	518.0	66.8	RD	SV
7	20.0	48.0	514.5	0.0	SC	SV
8	21.5	48.0	514.5	36.8	RT	SV
9	27.5	52.5	510.0	44.9	RT	SV
10	33.5	58.5	504.0	64.5	RD	SV
11	38.5	69.0	493.5	48.3	RD	SV
12	42.5	73.5	489.0	0.0	SC	SV
13	44.5	73.5	489.0	-45.1	SC	SV
14	45.5	72.5	490.0	0.0	SC	SV
15	47.0	72.5	490.0	39.7	SC	SV
16	50.0	75.0	487.5	0.0	SC	SV
17	66.0	75.0	487.5	-35.6	SC	SV
18	69.5	72.5	490.0	-11.4	SC	SV
19	72.0	72.0	490.5	14.0	SC	SV
20	76.0	73.0	489.5	36.8	SC	SV
21	82.0	77.5	485.0	2.8	SC	SV
22	87.0	77.8	484.7	-26.6	SC	SV
23	88.0	77.3	485.2	19.2	SC	SV
24	93.0	79.0	483.5	-2.1	SC	SV
25	121.0	78.0	484.5	-32.1	SC	SV
26	125.0	75.5	487.0	0.0	SC	SV
27	126.0	75.5	487.0	49.3	SC	SV
28	129.0	79.0	483.5	-6.8	SC	SV
29	137.5	78.0	484.5	0.0	SC	SV
30	139.5	78.0	484.5	-0.1	SC	SV
31	146.0	78.0	484.5	-0.1	SC	SV

Profil P3

purge du bec

simulation avec la

fosse du 1^{er} meçon

peint~~er~~

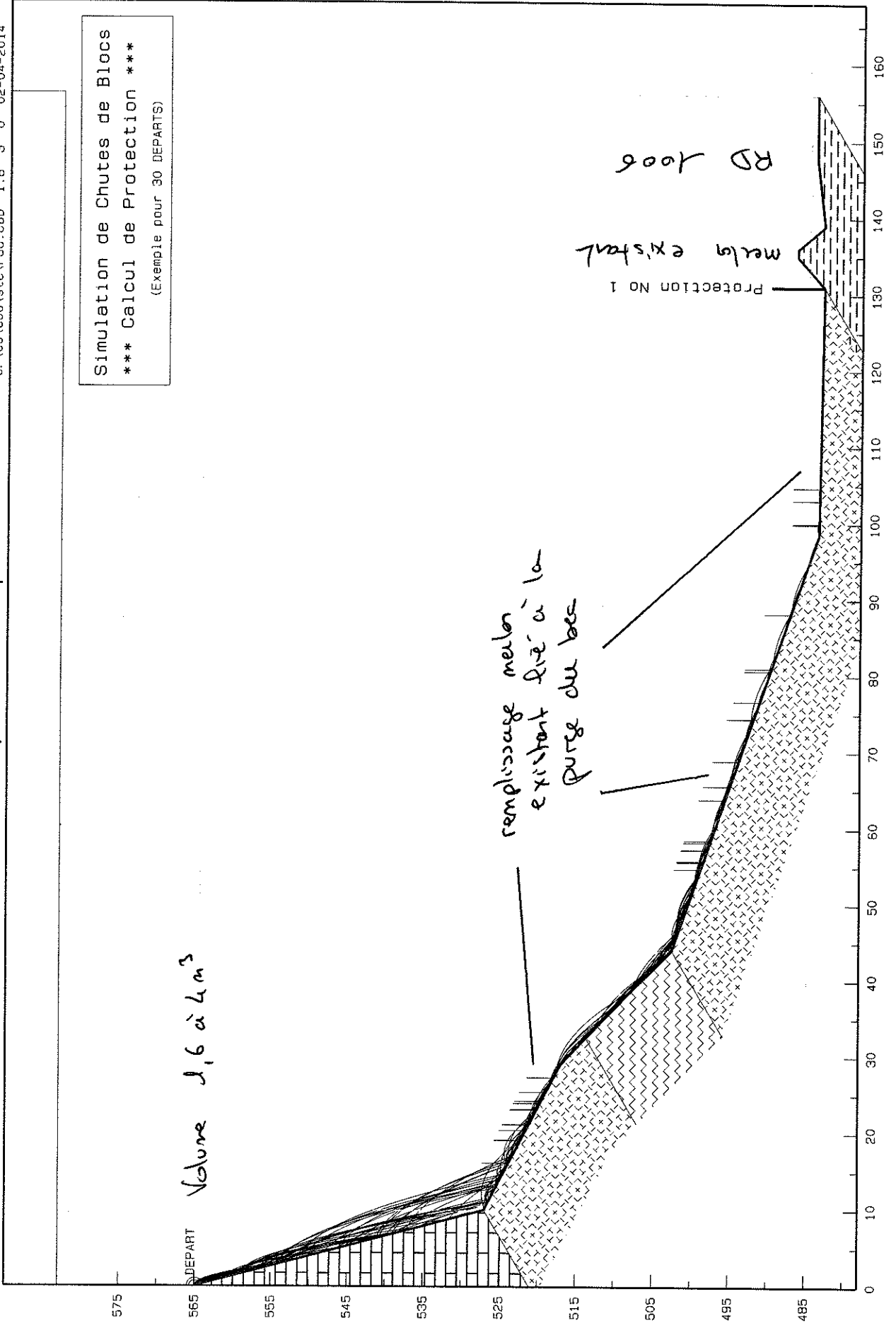
Botta

profil No p3c

c:\cb\cbd\stc\p3c.CBD 1.8 3 0 02-04-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)

Volume 1,6 à 4 m³



Botta - Profil N°p3c

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
coefficient de forme:..... 1.8
coefficient de dispersion:..... 3
Poids Volumique:..... 2.5
Volume minimal:..... 1.6
Volume maximal:..... 4
Point de départ:..... 1
Altitude de départ:..... 565.47
Nombre total de simulation..... 1082972

Protection N° 1 - Abscisse = 131 m
- Altitude = 483.47 m
- Inclinaison = 90 deg

Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	565.5	75.2	RD	SV
2	10.0	38.0	527.5	27.7	EB	SV
3	29.0	48.0	517.5	42.8	EB	SV
4	32.5	51.3	514.2	43.7	RT	SV
5	38.5	57.0	508.5	44.9	RT	SV
6	44.0	62.5	503.0	19.2	EB	SV
7	98.5	81.5	484.0	0.8	EB	SV
8	131.0	82.0	483.5	-41.2	SC	SV
9	135.0	78.5	487.0	0.0	SC	SV
10	136.0	78.5	487.0	49.3	SC	SV
11	139.0	82.0	483.5	-6.8	SC	SV
12	147.5	81.0	484.5	0.0	SC	SV
13	149.5	81.0	484.5	-0.1	SC	SV
14	156.0	81.0	484.5	-0.1	SC	SV

3.3

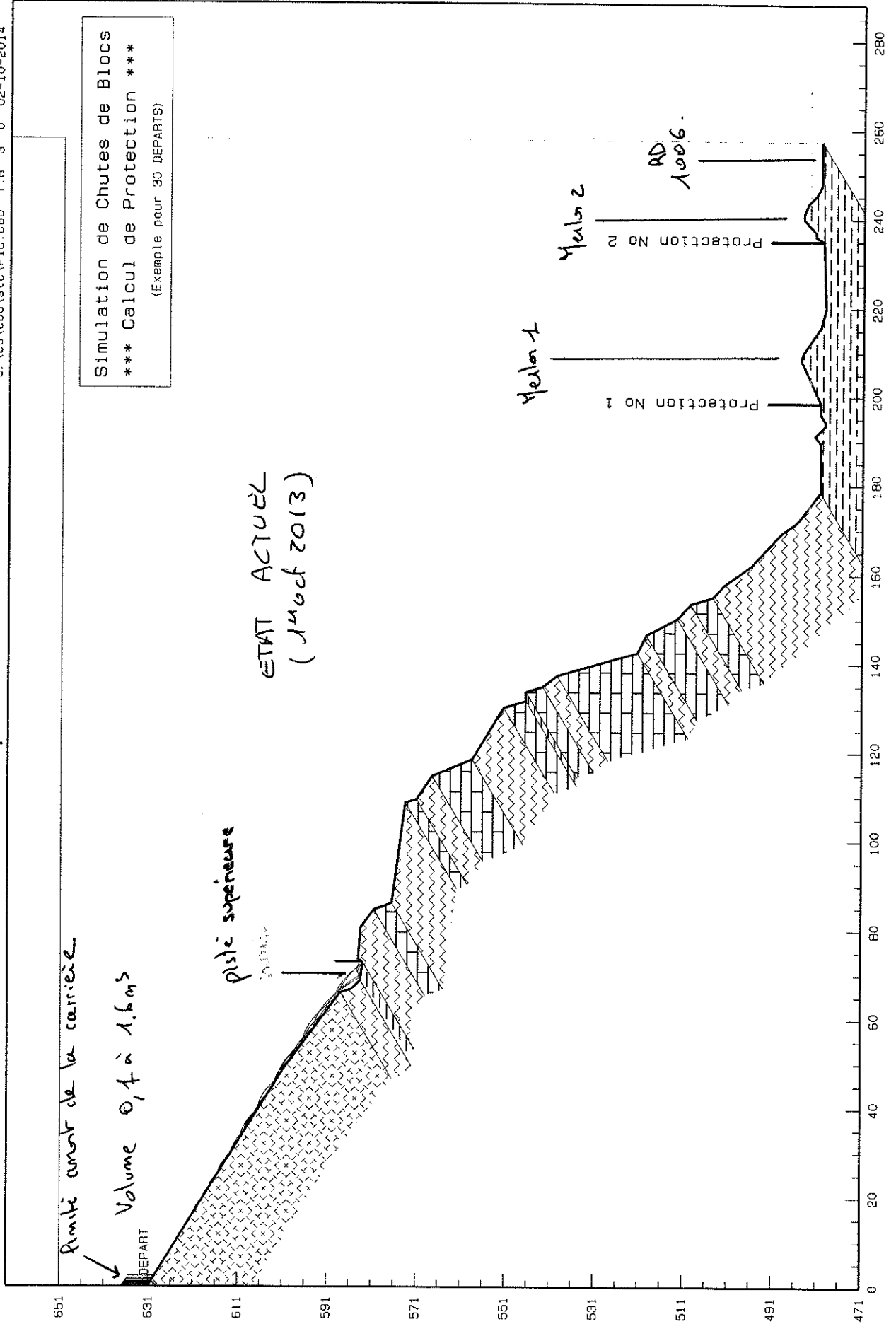
Vérification
état actuel et après exploitation
de l'efficacité des protections existantes

sur le Profil 1

Calculs de protection

Botta profil No P10

c:\cb\cb\stc\p1c.CBD 1.8 3 0 02-10-2014



Botta - Profil N°P1c

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... .1
 Volume maximal:..... 1.6
 Point de départ:..... 1
 Altitude de départ:..... 631.62
 Nombre total de simulation..... 2741442

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg

Nombre de blocs l'atteignant = 46706 (0.17D-01)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg

Nombre de blocs l'atteignant = 226 (0.82D-04)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	-53.2	RT	SV
7	73.5	47.0	584.6	4.0	RT	SV
8	80.5	47.5	584.1	36.8	RT	SV
9	84.5	50.5	581.1	69.4	RD	SV
10	86.0	54.5	577.1	7.5	RT	SV
11	108.5	57.5	574.1	73.3	RD	SV
12	109.3	60.0	571.6	33.6	RT	SV
13	114.5	63.5	568.1	67.3	RD	SV
14	118.3	72.5	559.1	30.7	RT	SV
15	130.0	79.5	552.1	73.3	RD	SV
16	131.5	84.5	547.1	0.0	SC	SV
17	133.5	84.5	547.1	72.2	RD	SV
18	134.7	88.3	543.4	51.8	RT	SV
19	137.3	91.5	540.1	73.7	RD	SV
20	142.5	109.5	522.1	26.5	RT	SV
21	146.5	111.5	520.1	61.8	RD	SV
22	150.3	118.5	513.1	42.7	RT	SV
23	153.5	121.5	510.1	73.3	RD	SV
24	155.0	126.5	505.1	42.2	RT	SV
25	157.8	129.0	502.6	54.6	RT	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	162.0	135.0	496.6	43.0	RT	SV
27	169.5	142.0	489.6	56.3	RT	SV
28	171.5	145.0	486.6	41.1	RT	SV
29	173.5	146.8	484.9	36.8	RT	SV
30	178.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta - Profil N°P1c

***** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 1 *****

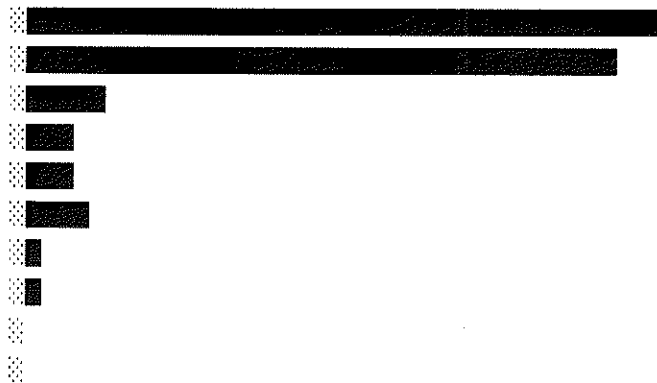
Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 1.3
 Valeur max...No 75883... 6.8 Eh = 17.5 Vh = 5.7
 Valeur min..... .2
 Ecart type..... 1.1

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.3 à 1.4

[P=1/100] = 3.9 [P=1/1000] = 4.8 [P=1/10000] = 5.4

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .2 par PAS de .7 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.9	1665	41.11
1.5	1545	38.15
2.2	241	5.95
2.9	146	3.60
3.5	140	3.46
4.2	170	4.20
4.8	63	1.56
5.5	42	1.04
6.2	22	0.54
6.8	16	0.40



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

***** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 1.2
 Valeur max...No 203428... 4
 Valeur min..... 0
 Ecart type..... .8

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.2 à 1.2

[P=1/100] = 3.1 [P=1/1000] = 3.7 [P=1/10000] = 4.1

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 0 par PAS de .4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.4	523	12.91
0.8	1039	25.65
1.2	838	20.69
1.6	573	14.15
2.0	404	9.98
2.4	267	6.59
2.8	198	4.89
3.2	99	2.44
3.6	70	1.73
4.0	39	0.96



Botta - Profil N°P1c

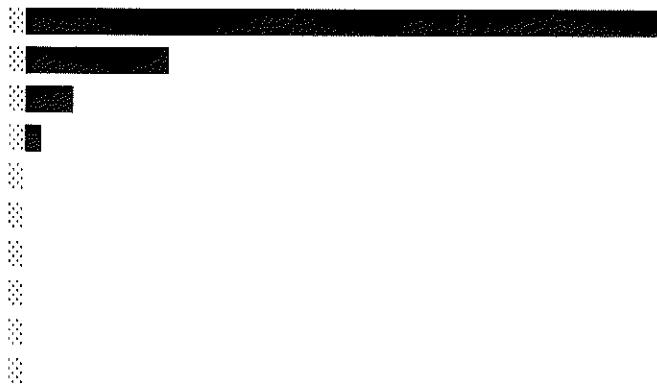
***** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 24.3
 Valeur max...No 74828... 273.2
 Valeur min..... .4
 Ecart type..... 27.7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 23.8 à 24.9
 [P=1/100] = 88.8 [P=1/1000] = 110.1 [P=1/10000] = 126.7

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .4 par PAS de 27.3 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
27.7	2934	72.44
54.9	661	16.32
82.2	281	6.94
109.5	93	2.30
136.8	41	1.01
164.1	25	0.62
191.4	6	0.15
218.6	1	0.02
245.9	6	0.15
273.2	2	0.05



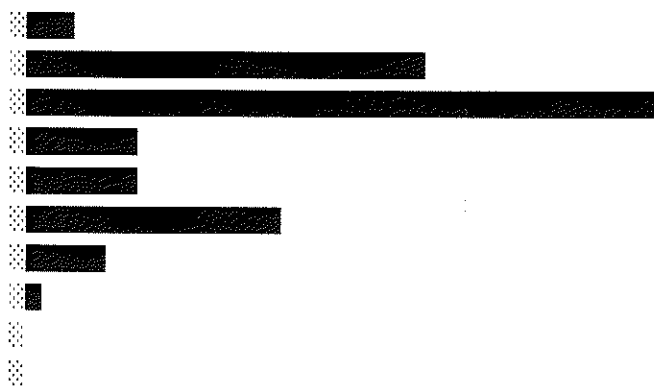
***** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 5.9
 Valeur max...No 238320... 15.2
 Valeur min..... 1.6
 Ecart type..... 2.4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.8 à 5.9
 [P=1/100] = 11.4 [P=1/1000] = 13.2 [P=1/10000] = 14.6

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.6 par PAS de 1.4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.9	122	3.01
4.3	959	23.68
5.7	1516	37.43
7.0	279	6.89
8.4	267	6.59
9.7	617	15.23
11.1	212	5.23
12.5	43	1.06
13.8	21	0.52
15.2	14	0.35



Botta - Profil N°P1c

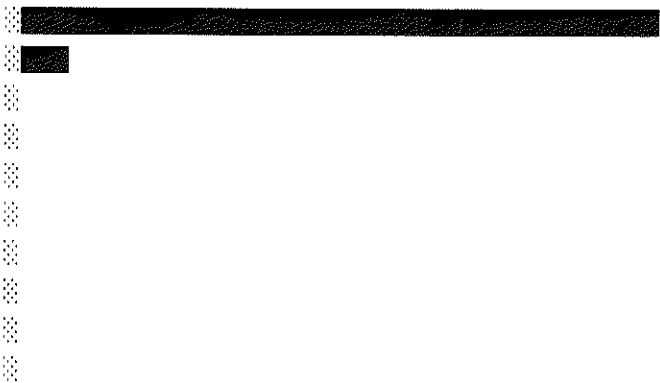
***** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 14.2
 Valeur max...No 74828... 260.9 Hpas = .9 Vh = 14
 Valeur min..... .4
 Ecart type..... 17.3

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 13.9 à 14.6
 [P=1/100] = 54.4 [P=1/1000] = 67.7 [P=1/10000] = 78

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .4 par PAS de 26.1 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
26.4	3582	88.44
52.5	358	8.84
78.5	71	1.75
104.6	14	0.35
130.7	9	0.22
156.7	7	0.17
182.8	1	0.02
208.8	0	0.00
234.9	6	0.15
260.9	2	0.05



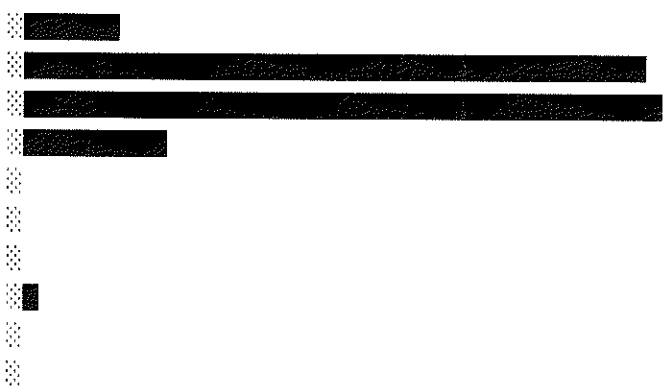
***** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 46706
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 4.6
 Valeur max...No 238320... 15.1 Hpas = .9 Eh = 223.1
 Valeur min..... 1.6
 Ecart type..... 1.5

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4.5 à 4.6
 [P=1/100] = 8.1 [P=1/1000] = 9.2 [P=1/10000] = 10.1

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.6 par PAS de 1.4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.9	255	6.30
4.3	1613	39.83
5.6	1648	40.69
7.0	402	9.93
8.3	27	0.67
9.7	3	0.07
11.0	30	0.74
12.4	42	1.04
13.7	18	0.44
15.1	12	0.30



*** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 2 ***

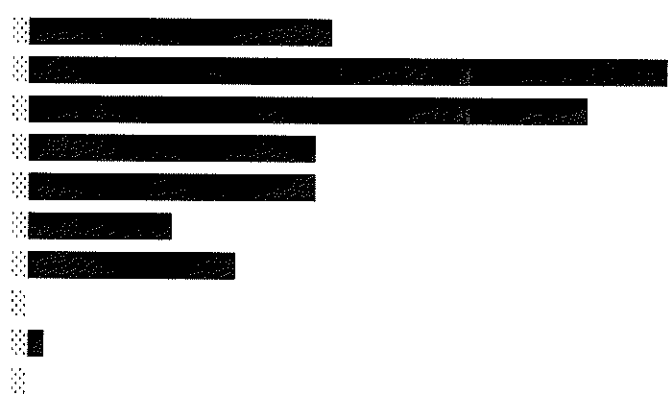
Nombre total d'essais > PTC 226
 Nombre d'essais analysés... 226
 Valeur moyenne..... .5
 Valeur max...No 1764671... .9 Eh = 13 Vh = 6.9
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .1

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .5 à .5

[P=1/100] = .8 [P=1/1000] = .9 [P=1/10000] = 1

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de .1 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
0.4	28	12.39
0.4	57	25.22
0.5	51	22.57
0.6	27	11.95
0.6	27	11.95
0.7	13	5.75
0.7	19	8.41
0.8	1	0.44
0.9	2	0.88
0.9	1	0.44



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

*** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 2 ***

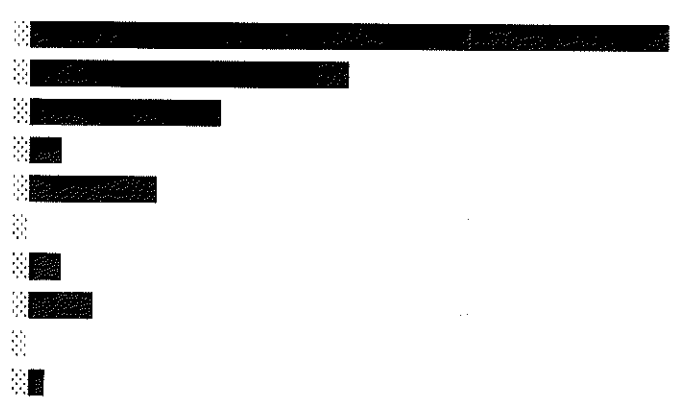
Nombre total d'essais > PTC 226
 Nombre d'essais analysés... 226
 Valeur moyenne..... .9
 Valeur max...No 2037348... 3.2
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .8 à .9

[P=1/100] = 2.4 [P=1/1000] = 2.9 [P=1/10000] = 3.3

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de .3 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
0.5	97	42.92
0.8	50	22.12
1.1	30	13.27
1.4	7	3.10
1.7	20	8.85
2.0	1	0.44
2.3	5	2.21
2.6	10	4.42
2.9	2	0.88
3.2	4	1.77



Botta - Profil N°P1c

*** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 2 ***

Nombre total d'essais > PTC 226
 Nombre d'essais analysés... 226
 Valeur moyenne..... 14.3
 Valeur max...No 379244... 56.8
 Valeur min..... 2.6
 Ecart type..... 10.9

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 13.4 à 15.2

[P=1/100] = 39.6 [P=1/1000] = 48 [P=1/10000] = 54.5

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 2.6 par PAS de 5.4 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
8.1	73	32.30
13.5	67	29.65
18.9	35	15.49
24.3	25	11.06
29.7	7	3.10
35.1	5	2.21
40.5	3	1.33
45.9	4	1.77
51.4	4	1.77
56.8	3	1.33



*** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 2 ***

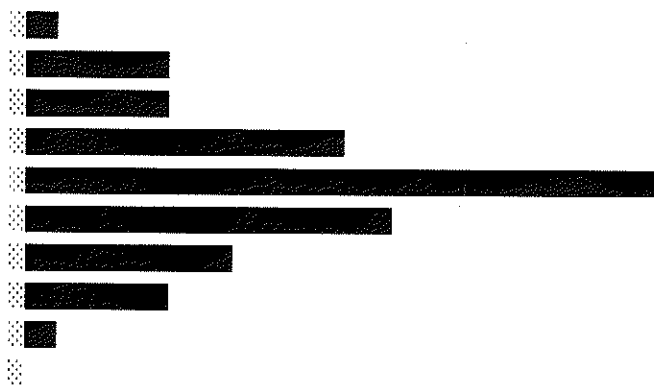
Nombre total d'essais > PTC 226
 Nombre d'essais analysés... 226
 Valeur moyenne..... 5.9
 Valeur max...No 1208857... 8.5
 Valeur min..... 3.5
 Ecart type..... .9

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.8 à 5.9

[P=1/100] = 7.9 [P=1/1000] = 8.6 [P=1/10000] = 9.1

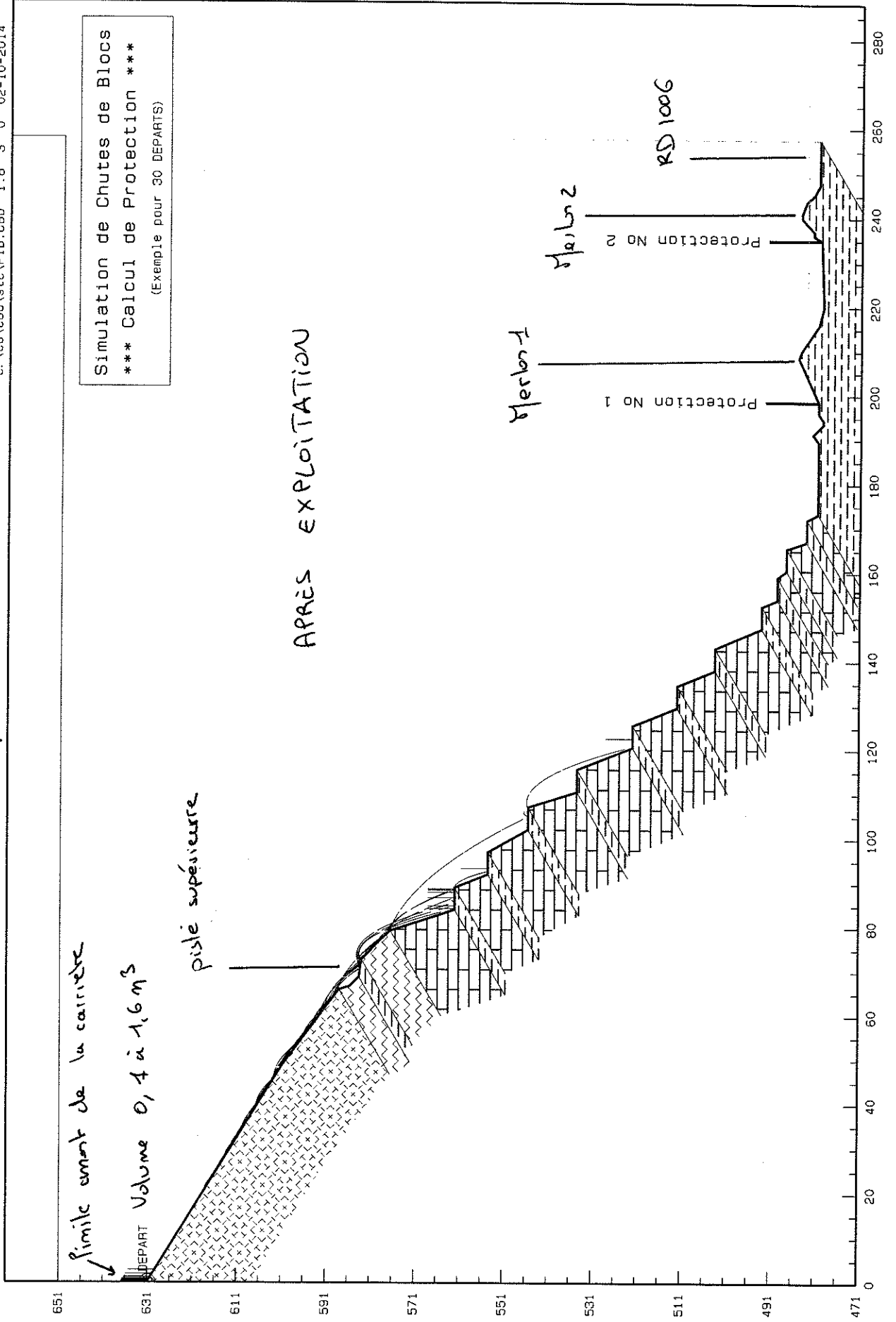
*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 3.5 par PAS de .5 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
4.0	5	2.21
4.5	16	7.08
5.0	16	7.08
5.5	35	15.49
6.0	69	30.53
6.5	40	17.70
7.0	23	10.18
7.5	17	7.52
8.0	4	1.77
8.5	1	0.44



Botta profil No P1d

c:\cb\cbdd\stc\P1D.CBD 1.8 3 0 02-10-2014



limite amont de la carrière

DEPART Volume 0,4 à 1,6 m³

pisé supérieure

APRÈS EXPLOITATION

Merlon 1

Merlon 2

Protection No 1

Protection No 2

RD 100G

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)

Botta - Profil N°P1d

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... .1
 Volume maximal:..... 1.6
 Point de départ:..... 1
 Altitude de départ:..... 631.62
 Nombre total de simulation..... 1066151

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 7 (0.66D-05)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	44.9	RT	SV
7	79.3	54.5	577.1	71.8	RD	SV
8	84.0	69.0	562.6	0.0	SC	SV
9	89.0	69.0	562.6	68.1	RD	SV
10	92.0	76.5	555.1	0.0	SC	SV
11	97.0	76.5	555.1	60.9	RD	SV
12	102.0	85.5	546.1	0.0	SC	SV
13	107.0	85.5	546.1	72.3	RD	SV
14	110.5	96.5	535.1	0.0	SC	SV
15	115.5	96.5	535.1	68.1	RD	SV
16	120.5	109.0	522.6	0.0	SC	SV
17	125.5	109.0	522.6	68.1	RD	SV
18	129.5	119.0	512.6	0.0	SC	SV
19	134.5	119.0	512.6	67.6	RD	SV
20	138.0	127.5	504.1	0.0	SC	SV
21	143.0	127.5	504.1	66.7	RD	SV
22	147.5	138.0	493.6	0.0	SC	SV
23	152.5	138.0	493.6	66.7	RD	SV
24	154.0	141.5	490.1	0.0	SC	SV
25	159.0	141.5	490.1	53.1	RD	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	penne section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	160.5	143.5	488.1	0.0	SC	SV
27	165.5	143.5	488.1	71.5	RD	SV
28	167.0	148.0	483.6	0.0	SC	SV
29	172.0	148.0	483.6	63.4	RD	SV
30	173.3	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta - Profil N°P1d

***** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... .4
 Valeur max...No 176... .6 Eh = 3.7 Vh = 4.3
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .1

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .4 à .5

[P=1/100] = .7 [P=1/1000] = .8 [P=1/10000] = .8

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de 0 *****

Lim sup	Nombre	freq.%
0.3	2	28.57
0.4	0	0.00
0.4	0	0.00
0.4	3	42.86
0.5	0	0.00
0.5	0	0.00
0.5	1	14.29
0.6	0	0.00
0.6	0	0.00
0.6	1	14.29



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

***** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... .7
 Valeur max...No 197209... 1.3
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .5 à .9

[P=1/100] = 1.6 [P=1/1000] = 1.8 [P=1/10000] = 2.1

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de .1 *****

Lim sup	Nombre	freq.%
0.4	3	42.86
0.5	0	0.00
0.6	0	0.00
0.7	0	0.00
0.8	0	0.00
0.9	3	42.86
1.0	0	0.00
1.1	0	0.00
1.2	0	0.00
1.3	1	14.29



Botta - Profil N°P1d

*** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 1 ***

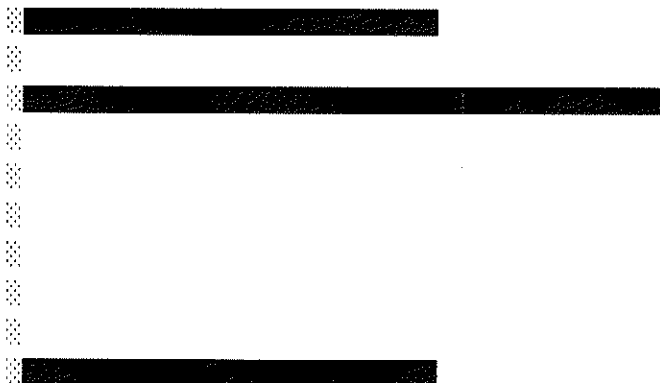
Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... 2.3
 Valeur max...No 197209... 4.6
 Valeur min..... .9
 Ecart type..... 1.5

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.4 à 3.1

[P=1/100] = 5.9 [P=1/1000] = 7.1 [P=1/10000] = 8

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à .9 par PAS de .4 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
1.3	2	28.57
1.6	0	0.00
2.0	3	42.86
2.4	0	0.00
2.8	0	0.00
3.1	0	0.00
3.5	0	0.00
3.9	0	0.00
4.3	0	0.00
4.6	2	28.57



*** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 ***

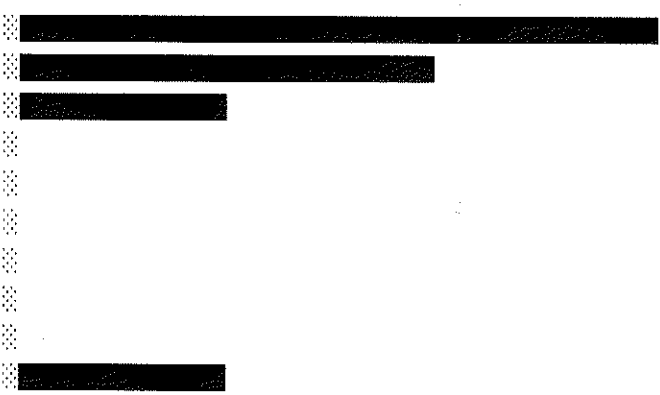
Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... 2.6
 Valeur max...No 176... 4.6
 Valeur min..... 2
 Ecart type..... .9

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 2.1 à 3.1

[P=1/100] = 4.7 [P=1/1000] = 5.5 [P=1/10000] = 6

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 2 par PAS de .3 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
2.3	3	42.86
2.5	2	28.57
2.8	1	14.29
3.1	0	0.00
3.3	0	0.00
3.6	0	0.00
3.8	0	0.00
4.1	0	0.00
4.4	0	0.00
4.6	1	14.29



Botta - Profil N°P1d

***** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

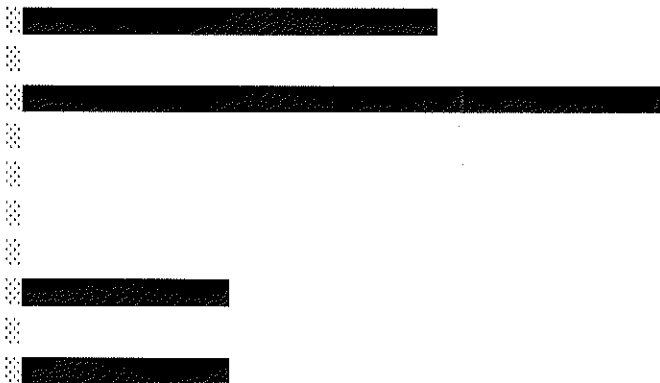
Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... 2.2
 Valeur max...No 197209... 4.6 Hpas = .5 Vh = 2.6
 Valeur min..... .9
 Ecart type..... 1.4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.4 à 2.9

[P=1/100] = 5.5 [P=1/1000] = 6.5 [P=1/10000] = 7.4

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .9 par PAS de .4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
1.3	2	28.57
1.6	0	0.00
2.0	3	42.86
2.4	0	0.00
2.7	0	0.00
3.1	0	0.00
3.5	0	0.00
3.8	1	14.29
4.2	0	0.00
4.6	1	14.29



***** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

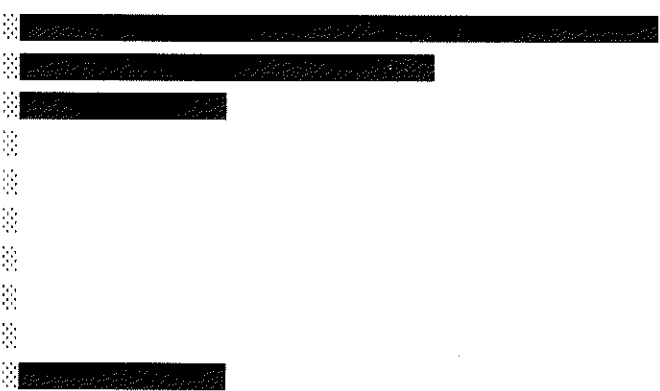
Nombre total d'essais > PTC 7
 Nombre d'essais analysés... 7
 Valeur moyenne..... 2.5
 Valeur max...No 176... 4.3 Hpas = .6 Eh = 3.7
 Valeur min..... 2
 Ecart type..... .8

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 2.1 à 3

[P=1/100] = 4.4 [P=1/1000] = 5 [P=1/10000] = 5.5

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 2 par PAS de .2 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.2	3	42.86
2.5	2	28.57
2.7	1	14.29
2.9	0	0.00
3.1	0	0.00
3.4	0	0.00
3.6	0	0.00
3.8	0	0.00
4.1	0	0.00
4.3	1	14.29

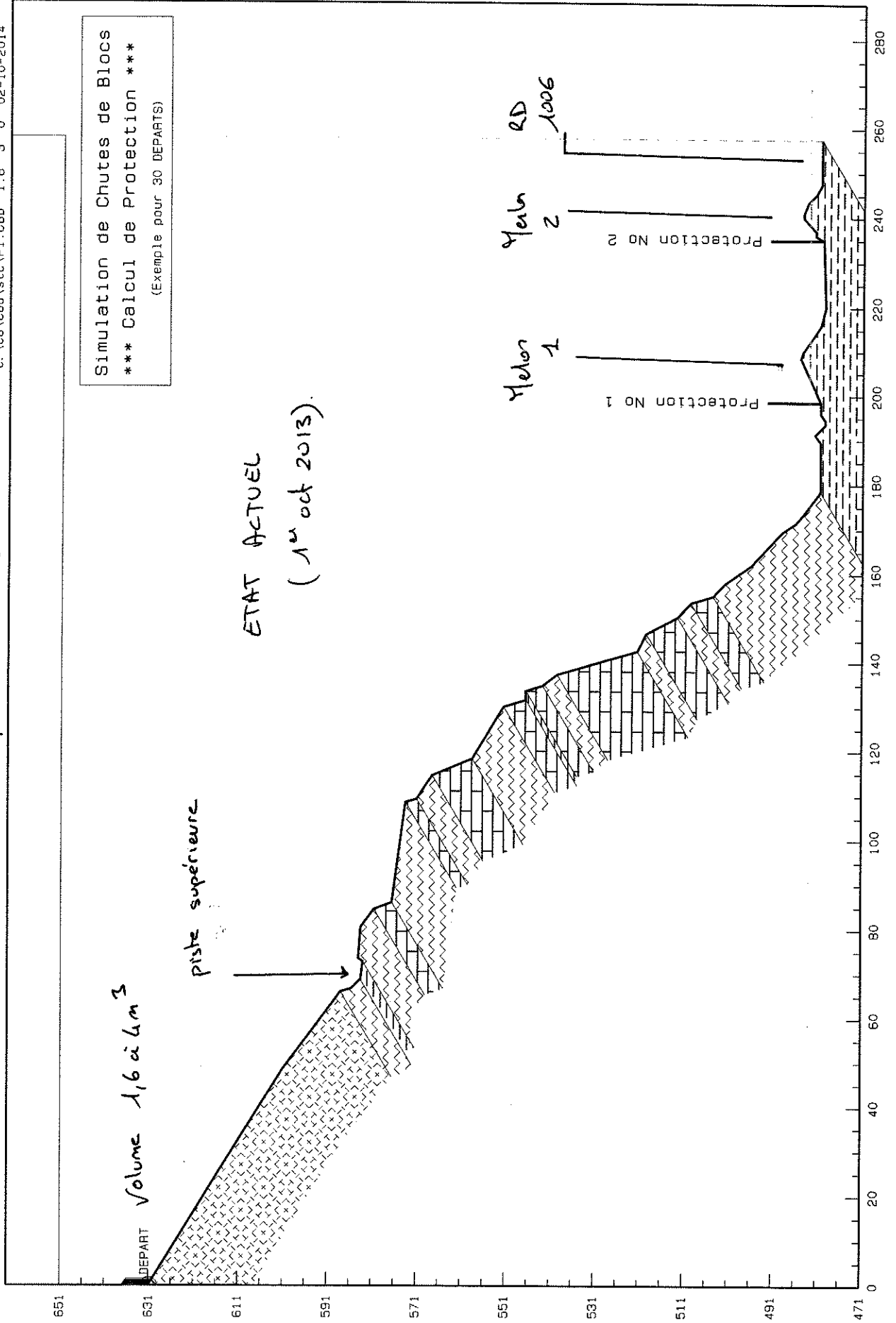


Botta

profil No P1

c:\cb\cbd\stc\p1.CBD 1.8 3 0 02-10-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P1

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... 1.6
 Volume maximal:..... 4
 Point de départ:..... 1
 Altitude de départ:..... 631.62
 Nombre total de simulation..... 1453976

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 64 (0.44D-04)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	-53.2	RT	SV
7	73.5	47.0	584.6	4.0	RT	SV
8	80.5	47.5	584.1	36.8	RT	SV
9	84.5	50.5	581.1	69.4	RD	SV
10	86.0	54.5	577.1	7.5	RT	SV
11	108.5	57.5	574.1	73.3	RD	SV
12	109.3	60.0	571.6	33.6	RT	SV
13	114.5	63.5	568.1	67.3	RD	SV
14	118.3	72.5	559.1	30.7	RT	SV
15	130.0	79.5	552.1	73.3	RD	SV
16	131.5	84.5	547.1	0.0	SC	SV
17	133.5	84.5	547.1	72.2	RD	SV
18	134.7	88.3	543.4	51.8	RT	SV
19	137.3	91.5	540.1	73.7	RD	SV
20	142.5	109.5	522.1	26.5	RT	SV
21	146.5	111.5	520.1	61.8	RD	SV
22	150.3	118.5	513.1	42.7	RT	SV
23	153.5	121.5	510.1	73.3	RD	SV
24	155.0	126.5	505.1	42.2	RT	SV
25	157.8	129.0	502.6	54.6	RT	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pen- te section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	162.0	135.0	496.6	43.0	RT	SV
27	169.5	142.0	489.6	56.3	RT	SV
28	171.5	145.0	486.6	41.1	RT	SV
29	173.5	146.8	484.9	36.8	RT	SV
30	178.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

*** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 1 ***

Nombre total d'essais > PTC 64
 Nombre d'essais analysés... 64
 Valeur moyenne..... 1.2
 Valeur max...No 1118338... 3.3 Eh = 46.1 Vh = 4.7
 Valeur min..... .7
 Ecart type..... .5

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.1 à 1.3

[P=1/100] = 2.5 [P=1/1000] = 2.9 [P=1/10000] = 3.2

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à .7 par PAS de .3 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
1.0	21	32.81
1.3	17	26.56
1.5	21	32.81
1.8	0	0.00
2.0	0	0.00
2.3	0	0.00
2.6	0	0.00
2.8	4	6.25
3.1	0	0.00
3.3	1	1.56



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

*** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 1 ***

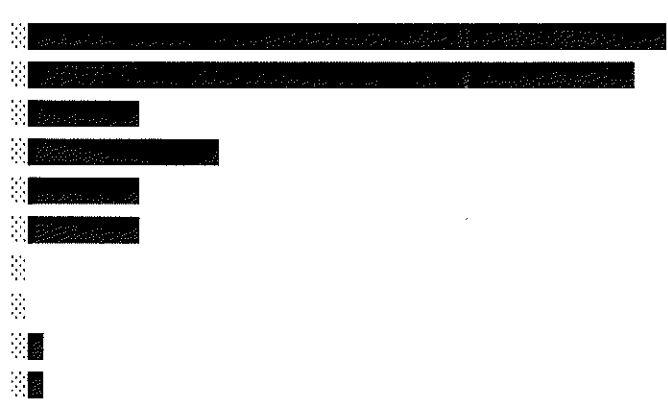
Nombre total d'essais > PTC 64
 Nombre d'essais analysés... 64
 Valeur moyenne..... 4.4
 Valeur max...No 671608... 5.7
 Valeur min..... 4
 Ecart type..... .4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4.3 à 4.4

[P=1/100] = 5.2 [P=1/1000] = 5.5 [P=1/10000] = 5.7

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 4 par PAS de .2 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
4.2	22	34.38
4.3	21	32.81
4.5	4	6.25
4.7	7	10.94
4.9	4	6.25
5.0	4	6.25
5.2	0	0.00
5.4	0	0.00
5.5	1	1.56
5.7	1	1.56



Botta - Profil N°P1

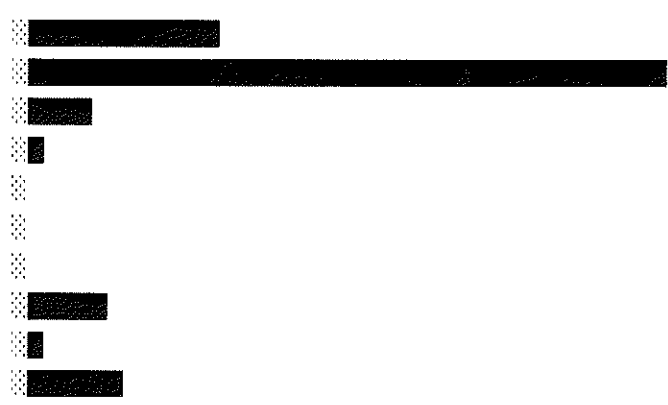
***** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 64
 Nombre d'essais analysés... 64
 Valeur moyenne..... 68.4
 Valeur max...No 1328982... 222.1
 Valeur min..... 8.5
 Ecart type..... 65.8

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 57.8 à 79
 [P=1/100] = 221.6 [P=1/1000] = 272.2 [P=1/10000] = 311.7

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 8.5 par PAS de 21.4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
29.9	11	17.19
51.2	36	56.25
72.6	4	6.25
93.9	1	1.56
115.3	0	0.00
136.6	0	0.00
158.0	0	0.00
179.4	5	7.81
200.7	1	1.56
222.1	6	9.38



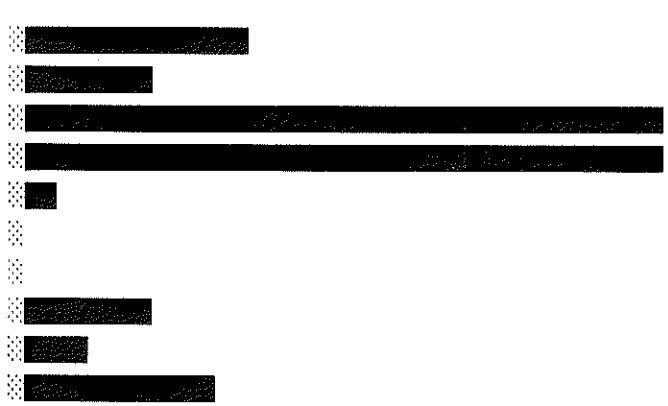
***** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 64
 Nombre d'essais analysés... 64
 Valeur moyenne..... 5.1
 Valeur max...No 1328982... 10.3
 Valeur min..... 1.9
 Ecart type..... 2.3

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4.7 à 5.5
 [P=1/100] = 10.5 [P=1/1000] = 12.3 [P=1/10000] = 13.7

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.9 par PAS de .8 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.8	7	10.94
3.6	4	6.25
4.4	20	31.25
5.3	20	31.25
6.1	1	1.56
7.0	0	0.00
7.8	0	0.00
8.6	4	6.25
9.5	2	3.13
10.3	6	9.38



Botta - Profil N°P1

***** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

```

Nombre total d'essais > PTC 64
Nombre d'essais analysés... 64
Valeur moyenne..... 39.8
Valeur max...No 828970... 98.9 Hpas = 2.7 Vh = 6.3
Valeur min..... 8.5
Ecart type..... 20
    
```

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 36.6 à 43
 [P=1/100] = 86.3 [P=1/1000] = 101.7 [P=1/10000] = 113.7

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 8.5 par PAS de 9 *****

Lim sup	Nombre	freq.%	
17.5	7	10.94	█
26.6	4	6.25	█
35.6	8	12.50	█
44.7	24	37.50	██
53.7	15	23.44	██████████████████████████████████
62.7	1	1.56	█
71.8	0	0.00	█
80.8	1	1.56	█
89.9	0	0.00	█
98.9	4	6.25	█

***** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

```

Nombre total d'essais > PTC 64
Nombre d'essais analysés... 64
Valeur moyenne..... 4.1
Valeur max...No 828970... 6.3 Hpas = 2.7 Eh = 98.9
Valeur min..... 1.9
Ecart type..... 1
    
```

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4 à 4.3
 [P=1/100] = 6.5 [P=1/1000] = 7.3 [P=1/10000] = 7.9

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.9 par PAS de .4 *****

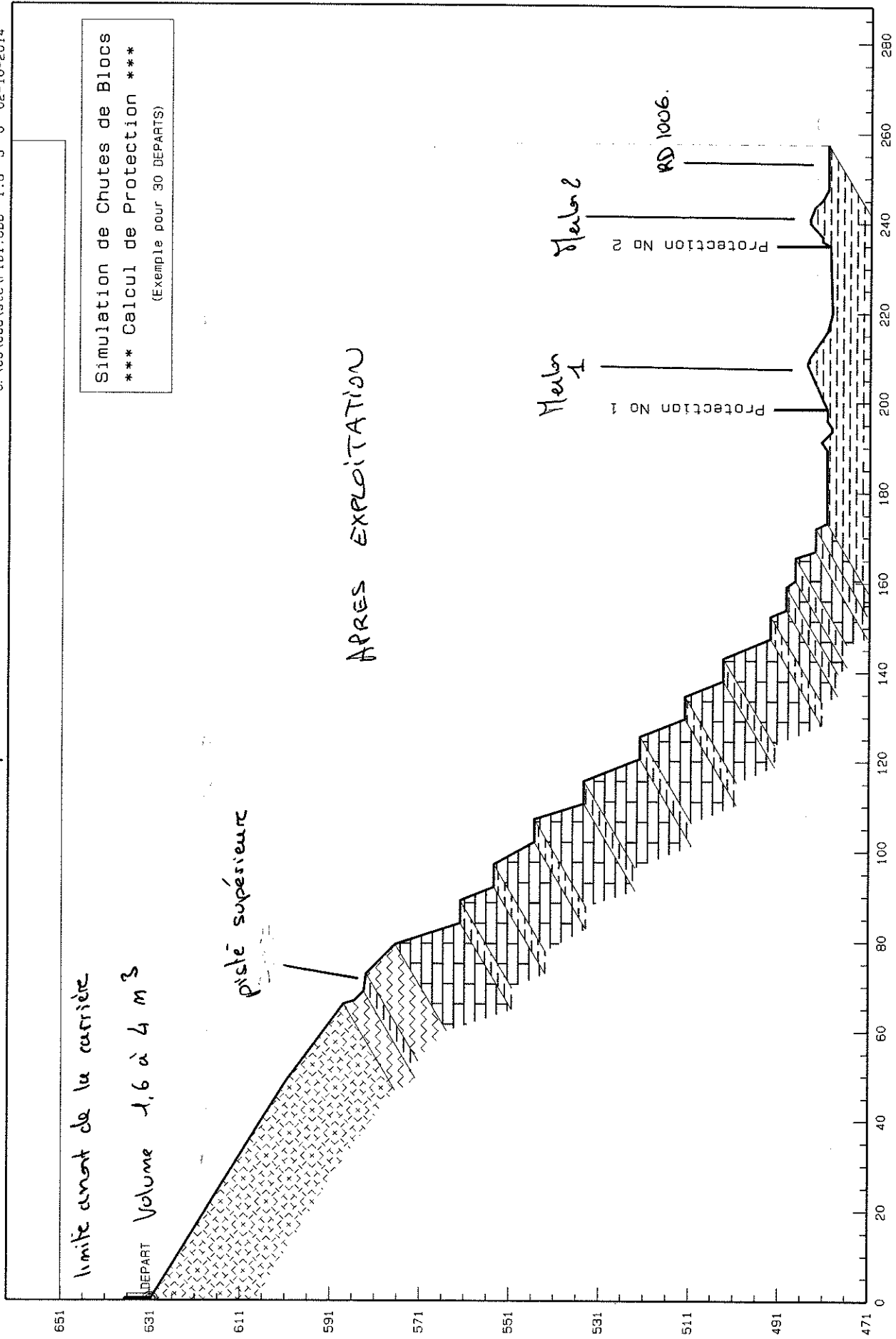
Lim sup	Nombre	freq.%	
2.3	7	10.94	█
2.8	0	0.00	█
3.2	0	0.00	█
3.7	4	6.25	█
4.1	11	17.19	████████████████████
4.5	21	32.81	██
5.0	16	25.00	██████████████████████████████
5.4	0	0.00	█
5.8	0	0.00	█
6.3	5	7.81	█

Botta

PROFIL No P1d1

c:\cb\cbbd\stc\P1d1.CBD 1.8 3 0 02-10-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P1d1

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... 1.6
 Volume maximal:..... 4
 Point de départ:..... 1
 Altitude de départ:..... 631.62
 Nombre total de simulation..... 5951565

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

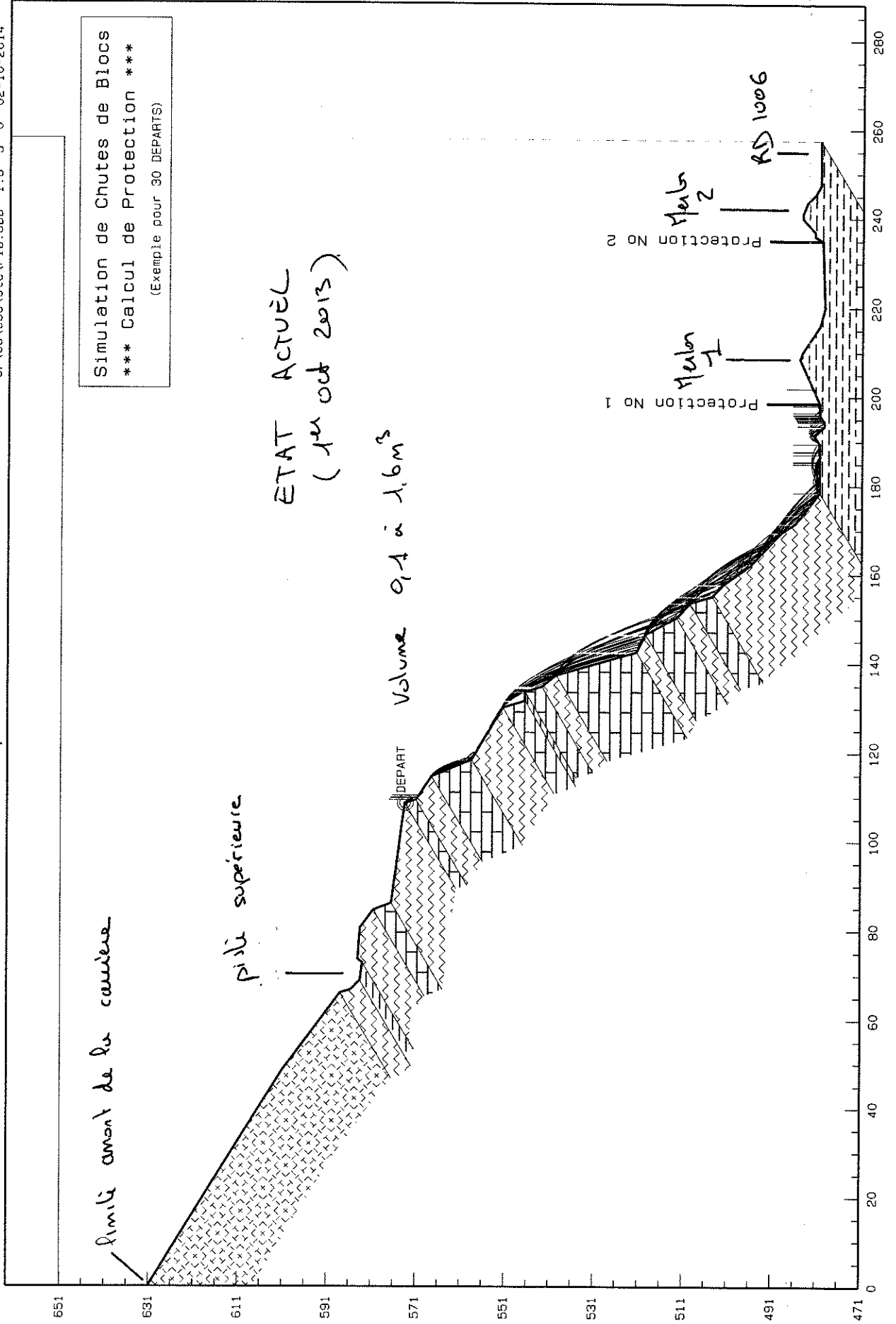
Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pen- te section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	44.9	RT	SV
7	79.3	54.5	577.1	71.8	RD	SV
8	84.0	69.0	562.6	0.0	SC	SV
9	89.0	69.0	562.6	68.1	RD	SV
10	92.0	76.5	555.1	0.0	SC	SV
11	97.0	76.5	555.1	60.9	RD	SV
12	102.0	85.5	546.1	0.0	SC	SV
13	107.0	85.5	546.1	72.3	RD	SV
14	110.5	96.5	535.1	0.0	SC	SV
15	115.5	96.5	535.1	68.1	RD	SV
16	120.5	109.0	522.6	0.0	SC	SV
17	125.5	109.0	522.6	68.1	RD	SV
18	129.5	119.0	512.6	0.0	SC	SV
19	134.5	119.0	512.6	67.6	RD	SV
20	138.0	127.5	504.1	0.0	SC	SV
21	143.0	127.5	504.1	66.7	RD	SV
22	147.5	138.0	493.6	0.0	SC	SV
23	152.5	138.0	493.6	66.7	RD	SV
24	154.0	141.5	490.1	0.0	SC	SV
25	159.0	141.5	490.1	53.1	RD	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pen- te section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	160.5	143.5	488.1	0.0	SC	SV
27	165.5	143.5	488.1	71.5	RD	SV
28	167.0	148.0	483.6	0.0	SC	SV
29	172.0	148.0	483.6	63.4	RD	SV
30	173.3	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta

profil No P1b

c:\cb\cbd\stc\PIB.CBD 1.8 3 0 02-10-2014



Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)

Botta - Profil N°P1b

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... .1
 Volume maximal:..... 1.6
 Point de départ:..... 11
 Altitude de départ:..... 574.12
 Nombre total de simulation..... 3145224

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 348158 (0.11D+00)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 13 (0.41D-05)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pen- te section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	-53.2	RT	SV
7	73.5	47.0	584.6	4.0	RT	SV
8	80.5	47.5	584.1	36.8	RT	SV
9	84.5	50.5	581.1	69.4	RD	SV
10	86.0	54.5	577.1	7.5	RT	SV
11	108.5	57.5	574.1	73.3	RD	SV
12	109.3	60.0	571.6	33.6	RT	SV
13	114.5	63.5	568.1	67.3	RD	SV
14	118.3	72.5	559.1	30.7	RT	SV
15	130.0	79.5	552.1	73.3	RD	SV
16	131.5	84.5	547.1	0.0	SC	SV
17	133.5	84.5	547.1	72.2	RD	SV
18	134.7	88.3	543.4	51.8	RT	SV
19	137.3	91.5	540.1	73.7	RD	SV
20	142.5	109.5	522.1	26.5	RT	SV
21	146.5	111.5	520.1	61.8	RD	SV
22	150.3	118.5	513.1	42.7	RT	SV
23	153.5	121.5	510.1	73.3	RD	SV
24	155.0	126.5	505.1	42.2	RT	SV
25	157.8	129.0	502.6	54.6	RT	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	162.0	135.0	496.6	43.0	RT	SV
27	169.5	142.0	489.6	56.3	RT	SV
28	171.5	145.0	486.6	41.1	RT	SV
29	173.5	146.8	484.9	36.8	RT	SV
30	178.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta - Profil N°P1b

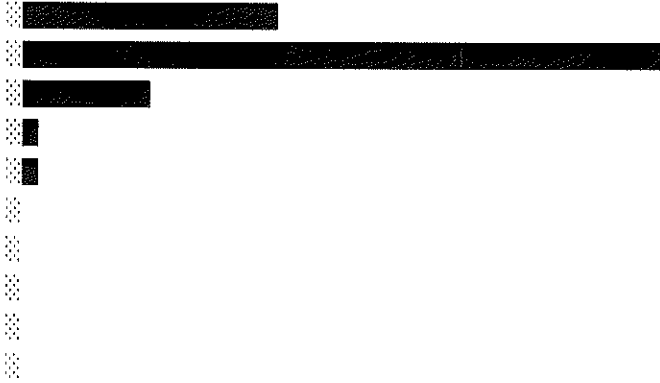
***** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 1
 Valeur max...No 15737... 4.7 Eh = 8 Vh = 4.8
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1 à 1
 [P=1/100] = 1.9 [P=1/1000] = 2.3 [P=1/10000] = 2.5

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de .4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.7	986	24.35
1.2	2366	58.42
1.6	477	11.78
2.0	106	2.62
2.5	62	1.53
2.9	29	0.72
3.4	12	0.30
3.8	4	0.10
4.3	4	0.10
4.7	4	0.10



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

***** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 1.9
 Valeur max...No 25268... 4
 Valeur min..... .1
 Ecart type..... 1.1

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.9 à 2
 [P=1/100] = 4.5 [P=1/1000] = 5.4 [P=1/10000] = 6

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .1 par PAS de .4 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.5	403	9.95
0.9	542	13.38
1.3	491	12.12
1.7	399	9.85
2.1	401	9.90
2.5	379	9.36
2.8	361	8.91
3.2	362	8.94
3.6	373	9.21
4.0	339	8.37



Botta - Profil N°P1b

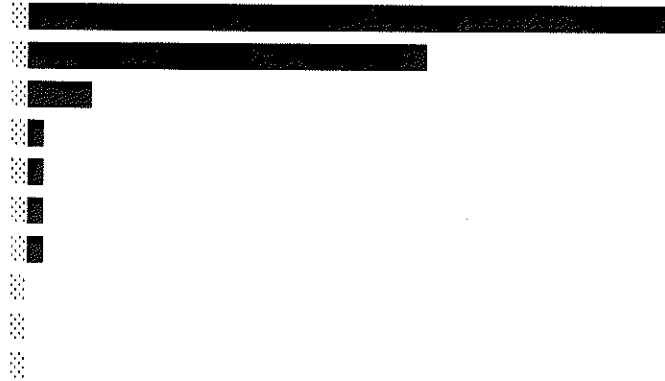
*** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 1 ***

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 30.7
 Valeur max...No 9501... 234.7
 Valeur min..... .7
 Ecart type..... 30.9

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 30.1 à 31.3
 [P=1/100] = 102.8 [P=1/1000] = 126.6 [P=1/10000] = 145.2

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à .7 par PAS de 23.4 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
24.1	2117	52.27
47.5	1363	33.65
70.9	219	5.41
94.3	96	2.37
117.7	92	2.27
141.1	86	2.12
164.5	57	1.41
187.9	17	0.42
211.3	2	0.05
234.7	1	0.02



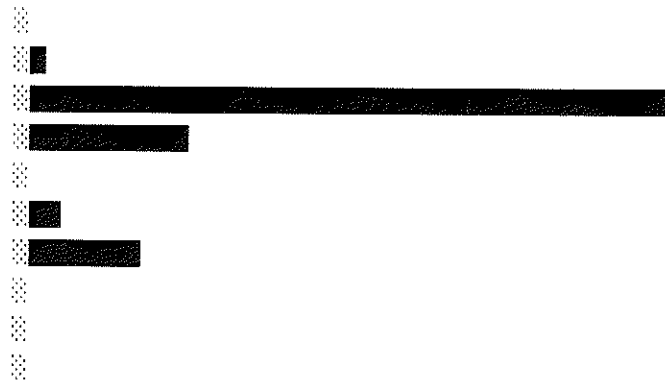
*** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 ***

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 5.3
 Valeur max...No 1871... 13.8
 Valeur min..... 1.2
 Ecart type..... 1.8

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.3 à 5.4
 [P=1/100] = 9.5 [P=1/1000] = 10.8 [P=1/10000] = 11.9

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.2 par PAS de 1.3 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
2.5	53	1.31
3.7	104	2.57
5.0	2566	63.36
6.3	650	16.05
7.5	18	0.44
8.8	140	3.46
10.0	500	12.35
11.3	18	0.44
12.5	0	0.00
13.8	1	0.02



Botta - Profil N°P1b

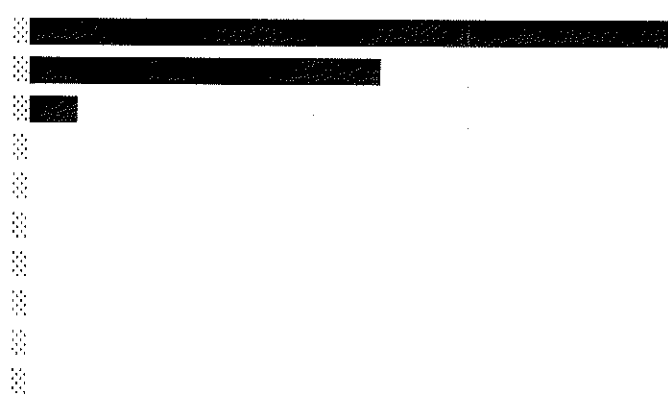
***** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 20.9
 Valeur max...No 9501... 221.7 Hpas = 1.1 Vh = 10.7
 Valeur min..... .7
 Ecart type..... 14.6

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 20.6 à 21.2
 [P=1/100] = 54.9 [P=1/1000] = 66.1 [P=1/10000] = 74.9

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .7 par PAS de 22.1 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
22.8	2435	60.12
44.9	1381	34.10
67.0	188	4.64
89.1	44	1.09
111.2	0	0.00
133.3	1	0.02
155.4	0	0.00
177.5	0	0.00
199.6	0	0.00
221.7	1	0.02



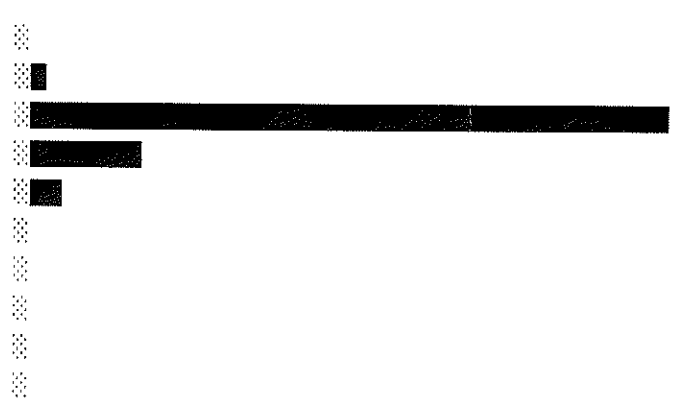
***** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 348158
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 4.6
 Valeur max...No 1871... 13.7 Hpas = .8 Eh = 123.4
 Valeur min..... 1.2
 Ecart type..... .8

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4.6 à 4.6
 [P=1/100] = 6.4 [P=1/1000] = 7 [P=1/10000] = 7.5

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.2 par PAS de 1.2 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.5	56	1.38
3.7	120	2.96
5.0	3113	76.86
6.2	585	14.44
7.5	173	4.27
8.7	0	0.00
10.0	0	0.00
11.2	2	0.05
12.4	0	0.00
13.7	1	0.02



Botta - Profil N°P1b

***** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 2 *****

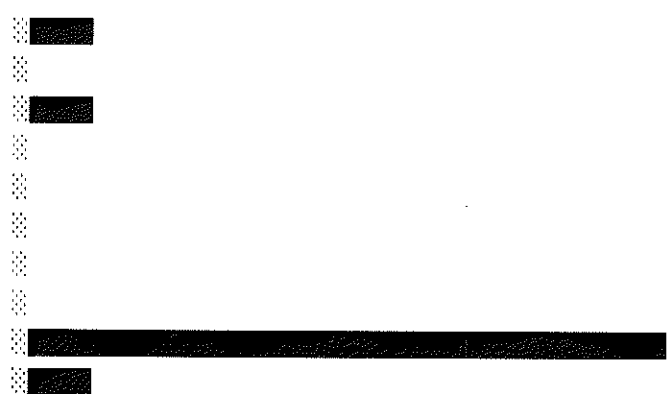
Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... .5
 Valeur max...No 1179750... .6 Eh = 17.8 Vh = 4.3
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .1

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .5 à .5

[P=1/100] = .7 [P=1/1000] = .7 [P=1/10000] = .8

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de 0 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.3	1	7.69
0.3	0	0.00
0.4	1	7.69
0.4	0	0.00
0.4	0	0.00
0.5	0	0.00
0.5	0	0.00
0.5	0	0.00
0.5	10	76.92
0.6	1	7.69



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

***** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 2 *****

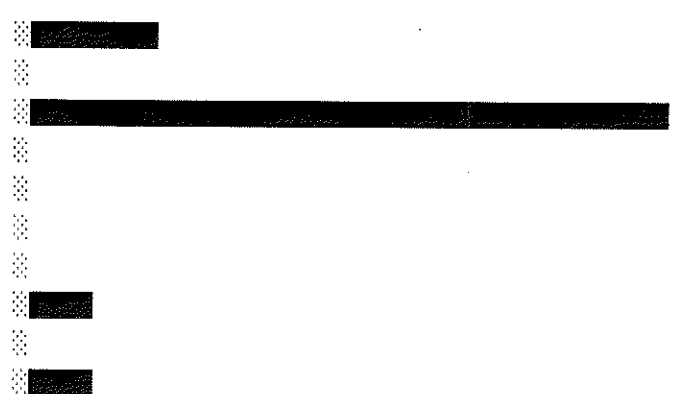
Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... .7
 Valeur max...No 1179750... 1.9
 Valeur min..... .3
 Ecart type..... .4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: .6 à .9

[P=1/100] = 1.8 [P=1/1000] = 2.1 [P=1/10000] = 2.4

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .3 par PAS de .2 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
0.4	2	15.38
0.6	0	0.00
0.8	9	69.23
0.9	0	0.00
1.1	0	0.00
1.3	0	0.00
1.4	0	0.00
1.6	1	7.69
1.7	0	0.00
1.9	1	7.69



Botta - Profil N°P1b

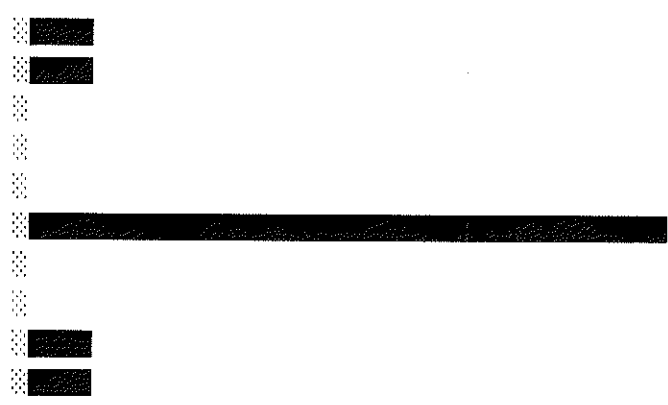
*** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 2 ***

Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... 11.5
 Valeur max...No 703437... 19.9
 Valeur min..... 2.4
 Ecart type..... 4.4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 9.9 à 13.2
 [P=1/100] = 21.7 [P=1/1000] = 25 [P=1/10000] = 27.7

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 2.4 par PAS de 1.7 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
4.2	1	7.69
5.9	1	7.69
7.7	0	0.00
9.4	0	0.00
11.1	0	0.00
12.9	9	69.23
14.6	0	0.00
16.4	0	0.00
18.1	1	7.69
19.9	1	7.69



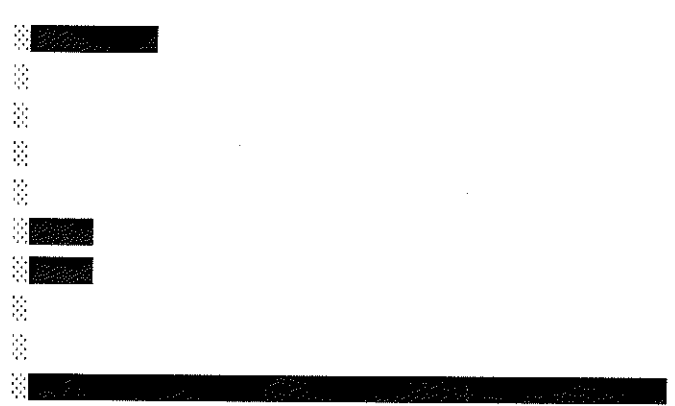
*** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 2 ***

Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... 5.7
 Valeur max...No 1916447... 6
 Valeur min..... 4.2
 Ecart type..... .7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.4 à 5.9
 [P=1/100] = 7.2 [P=1/1000] = 7.7 [P=1/10000] = 8.1

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 4.2 par PAS de .2 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
4.4	2	15.38
4.6	0	0.00
4.8	0	0.00
5.0	0	0.00
5.1	0	0.00
5.3	1	7.69
5.5	1	7.69
5.7	0	0.00
5.9	0	0.00
6.0	9	69.23



Botta - Profil N°P1b

***** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 2 *****

Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... 11.5
 Valeur max...No 703437... 19.7 Hpas = .5 Vh = 5.2
 Valeur min..... 2.4
 Ecart type..... 4.3

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 9.9 à 13.1
 [P=1/100] = 21.6 [P=1/1000] = 24.9 [P=1/10000] = 27.5

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 2.4 par PAS de 1.7 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
4.1	1	7.69
5.9	1	7.69
7.6	0	0.00
9.3	0	0.00
11.1	0	0.00
12.8	9	69.23
14.5	0	0.00
16.3	0	0.00
18.0	1	7.69
19.7	1	7.69



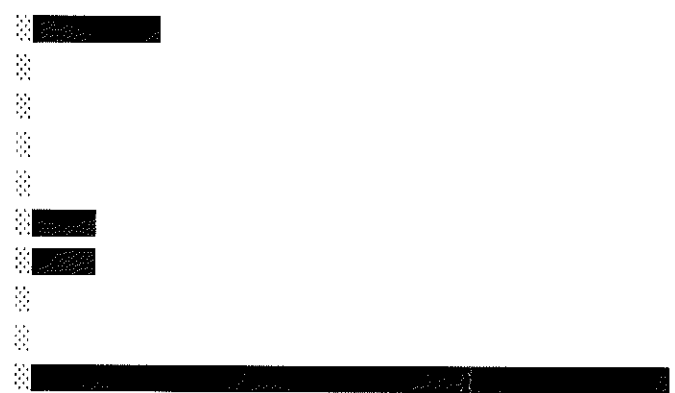
***** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 2 *****

Nombre total d'essais > PTC 13
 Nombre d'essais analysés... 13
 Valeur moyenne..... 5.7
 Valeur max...No 1916447... 6 Hpas = .5 Eh = 11.6
 Valeur min..... 4.2
 Ecart type..... .7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.4 à 5.9
 [P=1/100] = 7.2 [P=1/1000] = 7.7 [P=1/10000] = 8.1

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 4.2 par PAS de .2 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
4.4	2	15.38
4.6	0	0.00
4.8	0	0.00
5.0	0	0.00
5.1	0	0.00
5.3	1	7.69
5.5	1	7.69
5.7	0	0.00
5.9	0	0.00
6.0	9	69.23

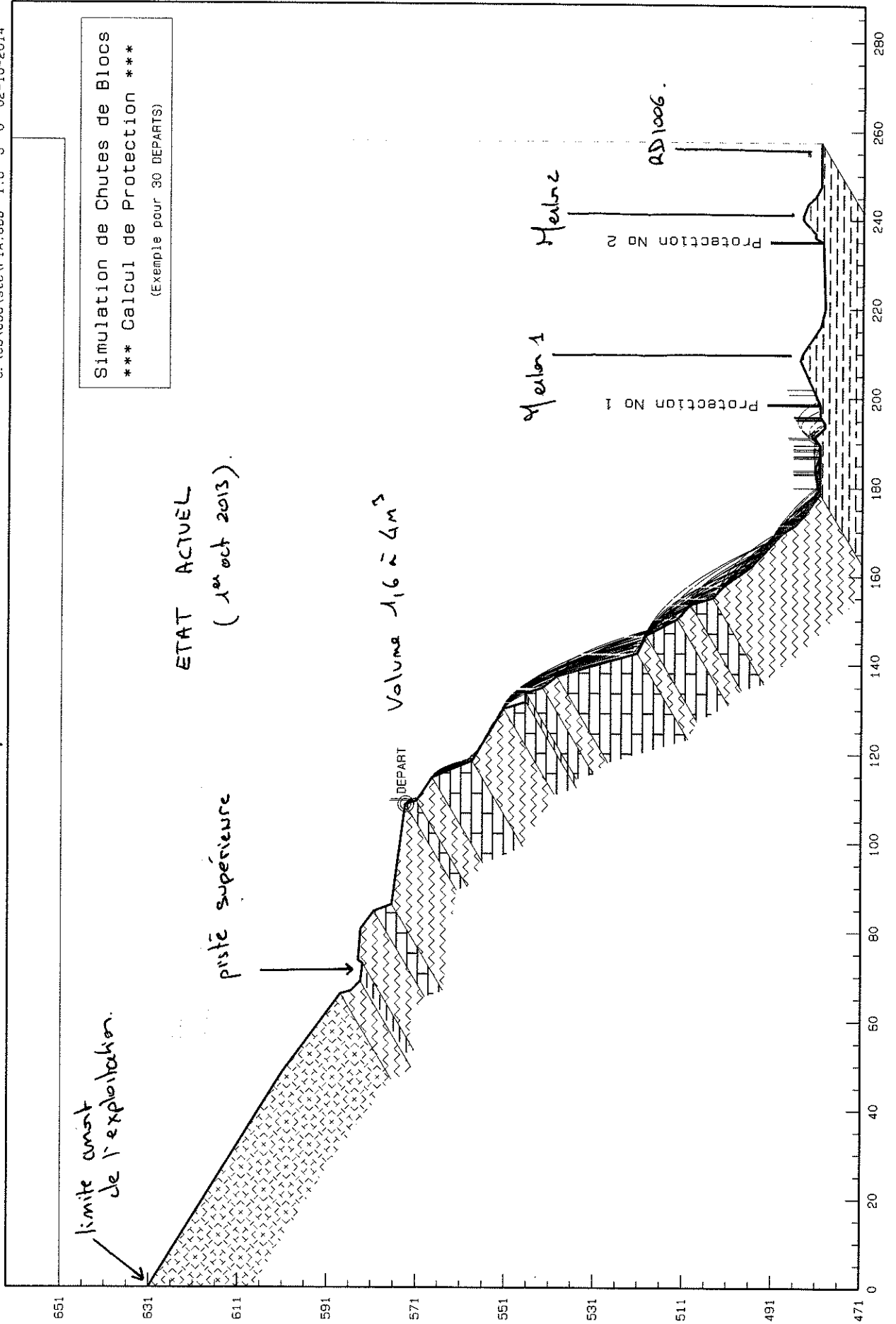


Botta

profil No P1a

c:\cb\cbd\stc\P1A.CBD 1.8 3 0 02-10-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P1a

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... 1.6
 Volume maximal:..... 4
 Point de départ:..... 11
 Altitude de départ:..... 574.12
 Nombre total de simulation..... 1042344

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg

Nombre de blocs l'atteignant = 75655 (0.73D-01)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg

Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	-53.2	RT	SV
7	73.5	47.0	584.6	4.0	RT	SV
8	80.5	47.5	584.1	36.8	RT	SV
9	84.5	50.5	581.1	69.4	RD	SV
10	86.0	54.5	577.1	7.5	RT	SV
11	108.5	57.5	574.1	73.3	RD	SV
12	109.3	60.0	571.6	33.6	RT	SV
13	114.5	63.5	568.1	67.3	RD	SV
14	118.3	72.5	559.1	30.7	RT	SV
15	130.0	79.5	552.1	73.3	RD	SV
16	131.5	84.5	547.1	0.0	SC	SV
17	133.5	84.5	547.1	72.2	RD	SV
18	134.7	88.3	543.4	51.8	RT	SV
19	137.3	91.5	540.1	73.7	RD	SV
20	142.5	109.5	522.1	26.5	RT	SV
21	146.5	111.5	520.1	61.8	RD	SV
22	150.3	118.5	513.1	42.7	RT	SV
23	153.5	121.5	510.1	73.3	RD	SV
24	155.0	126.5	505.1	42.2	RT	SV
25	157.8	129.0	502.6	54.6	RT	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	162.0	135.0	496.6	43.0	RT	SV
27	169.5	142.0	489.6	56.3	RT	SV
28	171.5	145.0	486.6	41.1	RT	SV
29	173.5	146.8	484.9	36.8	RT	SV
30	178.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta - Profil N°P1a

***** STATISTIQUE SUR Hpas en mètres au niveau de Ptc N° 1 *****

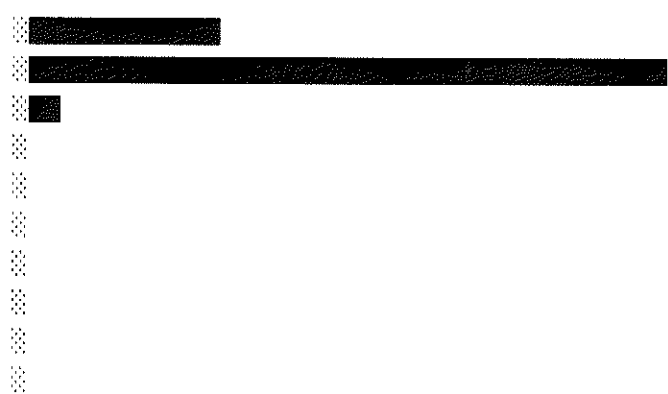
Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 1.2
 Valeur max...No 12142... 5.7 Eh = 138.6 Vh = 5.3
 Valeur min..... .5
 Ecart type..... .4

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 1.2 à 1.3

[P=1/100] = 2.1 [P=1/1000] = 2.4 [P=1/10000] = 2.7

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .5 par PAS de .5 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
1.0	871	21.51
1.5	2867	70.79
2.1	168	4.15
2.6	64	1.58
3.1	46	1.14
3.6	17	0.42
4.1	10	0.25
4.6	3	0.07
5.2	2	0.05
5.7	2	0.05



! - Si protection inclinée => Hpas au point d'impact selon inclinaison

***** STATISTIQUE SUR Ppas en tonnes au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 6.7
 Valeur max...No 14678... 10
 Valeur min..... .6
 Ecart type..... 1.7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 6.7 à 6.8

[P=1/100] = 10.8 [P=1/1000] = 12.1 [P=1/10000] = 13.2

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à .6 par PAS de .9 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
1.5	7	0.17
2.4	1	0.02
3.4	0	0.00
4.3	289	7.14
5.3	792	19.56
6.2	675	16.67
7.2	634	15.65
8.1	625	15.43
9.1	503	12.42
10.0	524	12.94



Botta - Profil N°P1a

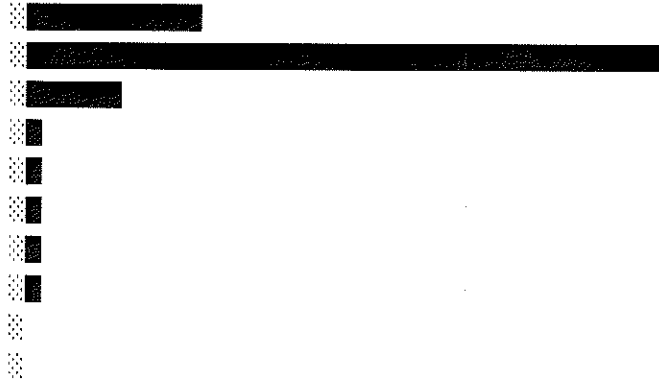
***** STATISTIQUE SUR Epas en kJ au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 98.2
 Valeur max...No 13595... 486.1
 Valeur min..... 3.9
 Ecart type..... 77.9

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 96.6 à 99.8
 [P=1/100] = 279.7 [P=1/1000] = 339.7 [P=1/10000] = 386.4

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 3.9 par PAS de 48.2 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
52.1	723	17.85
100.3	2425	59.88
148.6	380	9.38
196.8	111	2.74
245.0	97	2.40
293.2	92	2.27
341.5	99	2.44
389.7	66	1.63
437.9	50	1.23
486.1	7	0.17



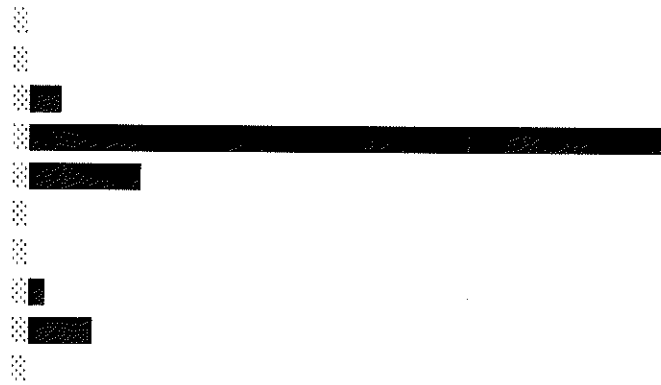
***** STATISTIQUE SUR Vpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 *****

Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 5.2
 Valeur max...No 28075... 10.8
 Valeur min..... 1.2
 Ecart type..... 1.6

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 5.1 à 5.2
 [P=1/100] = 8.8 [P=1/1000] = 10 [P=1/10000] = 10.9

***** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.2 par PAS de 1 *****

Lim sup	Nombre	freq. %
2.1	12	0.30
3.1	16	0.40
4.0	190	4.69
5.0	2786	68.79
6.0	525	12.96
6.9	20	0.49
7.9	7	0.17
8.8	127	3.14
9.8	334	8.25
10.8	33	0.81



Botta - Profil N°P1a

*** STATISTIQUE SUR Ehpas en kJ au niveau de Ptc N° 1 ***

Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 69.9
 Valeur max...No 52592... 452.7 Hpas = 1.4 Vh = 10.4
 Valeur min..... 3.9
 Ecart type..... 30.7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 69.3 à 70.6
 [P=1/100] = 141.5 [P=1/1000] = 165.1 [P=1/10000] = 183.5

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 3.9 par PAS de 44.9 ***

Lim sup	Nombre	freq. %
48.8	925	22.84
93.6	2532	62.52
138.5	432	10.67
183.4	131	3.23
228.3	23	0.57
273.2	3	0.07
318.1	1	0.02
362.9	0	0.00
407.8	2	0.05
452.7	1	0.02

*** STATISTIQUE SUR Vhpas en m/sec au niveau de Ptc N° 1 ***

Nombre total d'essais > PTC 75655
 Nombre d'essais analysés... 4050
 Valeur moyenne..... 4.5
 Valeur max...No 28075... 10.7 Hpas = 1.3 Eh = 236.4
 Valeur min..... 1.2
 Ecart type..... .7

Intervalle de confiance à 99% sur la valeur moyenne: 4.5 à 4.5
 [P=1/100] = 6.1 [P=1/1000] = 6.7 [P=1/10000] = 7.1

*** REPARTITION PAR TRANCHES > à 1.2 par PAS de .9 ***

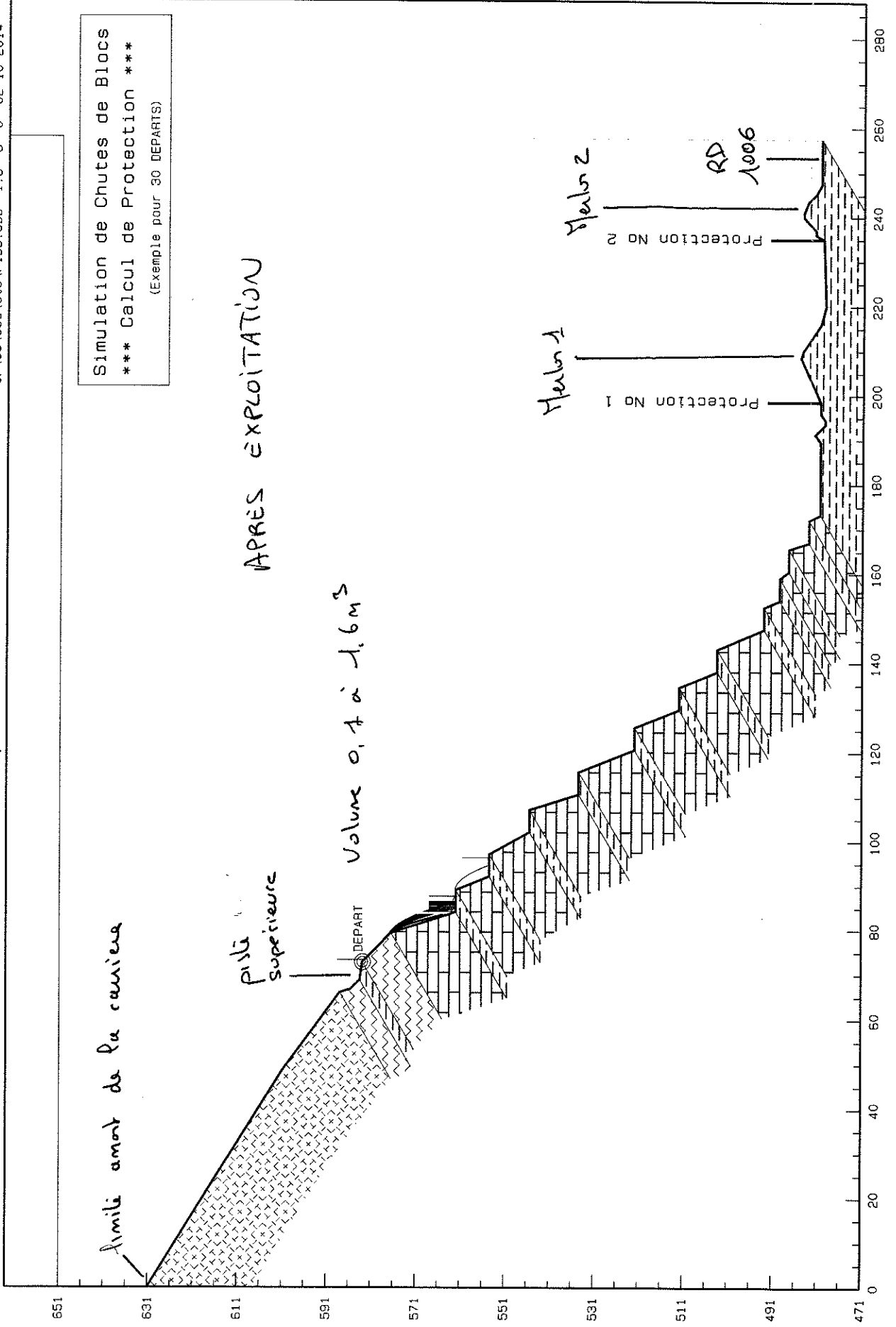
Lim sup	Nombre	freq. %
2.1	12	0.30
3.1	18	0.44
4.0	637	15.73
5.0	2798	69.09
5.9	284	7.01
6.9	293	7.23
7.8	1	0.02
8.8	0	0.00
9.7	0	0.00
10.7	7	0.17

Botta

profil No P1d3

c:\cb\cbd\stc\P1D3.CBD 1.8 3 0 02-10-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P1d3

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... .1
 Volume maximal:..... 1.6
 Point de départ:..... 6
 Altitude de départ:..... 583.62
 Nombre total de simulation..... 1206368

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

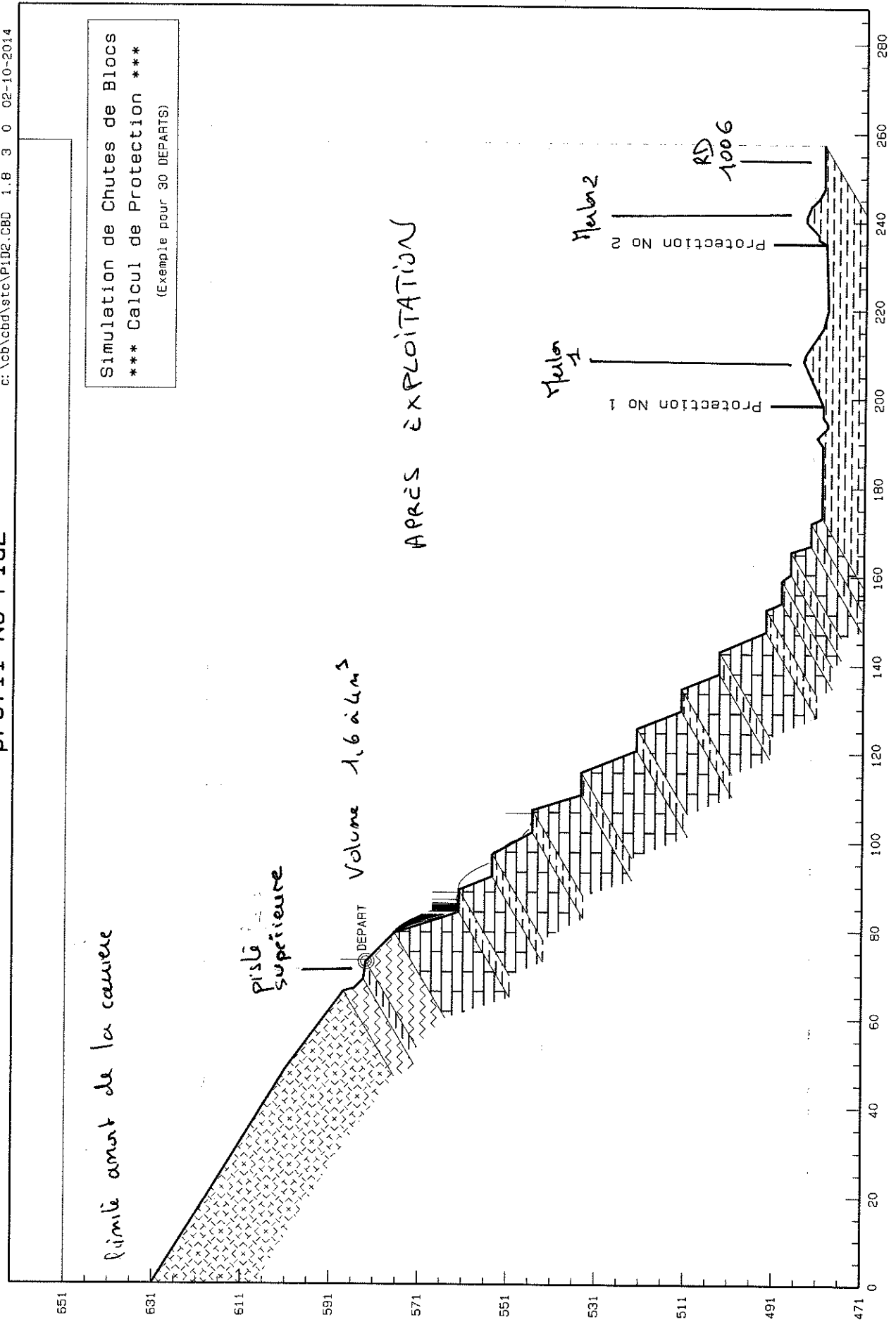
Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	44.9	RT	SV
7	79.3	54.5	577.1	71.8	RD	SV
8	84.0	69.0	562.6	0.0	SC	SV
9	89.0	69.0	562.6	68.1	RD	SV
10	92.0	76.5	555.1	0.0	SC	SV
11	97.0	76.5	555.1	60.9	RD	SV
12	102.0	85.5	546.1	0.0	SC	SV
13	107.0	85.5	546.1	72.3	RD	SV
14	110.5	96.5	535.1	0.0	SC	SV
15	115.5	96.5	535.1	68.1	RD	SV
16	120.5	109.0	522.6	0.0	SC	SV
17	125.5	109.0	522.6	68.1	RD	SV
18	129.5	119.0	512.6	0.0	SC	SV
19	134.5	119.0	512.6	67.6	RD	SV
20	138.0	127.5	504.1	0.0	SC	SV
21	143.0	127.5	504.1	66.7	RD	SV
22	147.5	138.0	493.6	0.0	SC	SV
23	152.5	138.0	493.6	66.7	RD	SV
24	154.0	141.5	490.1	0.0	SC	SV
25	159.0	141.5	490.1	53.1	RD	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	160.5	143.5	488.1	0.0	SC	SV
27	165.5	143.5	488.1	71.5	RD	SV
28	167.0	148.0	483.6	0.0	SC	SV
29	172.0	148.0	483.6	63.4	RD	SV
30	173.3	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Botta
profil1 No P1d2

c:\cb\cbdd\stc\P1D2.CBD 1.8 3 0 02-10-2014

Simulation de Chutes de Blocs
*** Calcul de Protection ***
(Exemple pour 30 DEPARTS)



Botta - Profil N°P1d2

*** Données du profil ***

Fragilité des blocs:..... 7
 coefficient de forme:..... 1.8
 coefficient de dispersion:..... 3
 Poids Volumique:..... 2.5
 Volume minimal:..... 1.6
 Volume maximal:..... 4
 Point de départ:..... 6
 Altitude de départ:..... 583.62
 Nombre total de simulation..... 2629831

Protection N° 1 - Abscisse = 198.5 m
 - Altitude = 481.119 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Protection N° 2 - Abscisse = 235 m
 - Altitude = 480.62 m
 - Inclinaison = 90 deg
 Nombre de blocs l'atteignant = 0 (0.00D+00)

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
1	0.0	0.0	631.6	31.7	EB	SV
2	48.5	30.0	601.6	36.6	EB	SV
3	66.0	43.0	588.6	73.3	RT	SV
4	66.8	45.5	586.1	44.9	RT	SV
5	68.8	47.5	584.1	7.1	SC	SV
6	72.8	48.0	583.6	44.9	RT	SV
7	79.3	54.5	577.1	71.8	RD	SV
8	84.0	69.0	562.6	0.0	SC	SV
9	89.0	69.0	562.6	68.1	RD	SV
10	92.0	76.5	555.1	0.0	SC	SV
11	97.0	76.5	555.1	60.9	RD	SV
12	102.0	85.5	546.1	0.0	SC	SV
13	107.0	85.5	546.1	72.3	RD	SV
14	110.5	96.5	535.1	0.0	SC	SV
15	115.5	96.5	535.1	68.1	RD	SV
16	120.5	109.0	522.6	0.0	SC	SV
17	125.5	109.0	522.6	68.1	RD	SV
18	129.5	119.0	512.6	0.0	SC	SV
19	134.5	119.0	512.6	67.6	RD	SV
20	138.0	127.5	504.1	0.0	SC	SV
21	143.0	127.5	504.1	66.7	RD	SV
22	147.5	138.0	493.6	0.0	SC	SV
23	152.5	138.0	493.6	66.7	RD	SV
24	154.0	141.5	490.1	0.0	SC	SV
25	159.0	141.5	490.1	53.1	RD	SV

Section No	Xc début	Zc début	altitude début	pente section	Nat.sol section	Nat.Veg section
26	160.5	143.5	488.1	0.0	SC	SV
27	165.5	143.5	488.1	71.5	RD	SV
28	167.0	148.0	483.6	0.0	SC	SV
29	172.0	148.0	483.6	63.4	RD	SV
30	173.3	150.5	481.1	0.0	SC	SV
31	189.5	150.5	481.1	-35.6	SC	SV
32	191.3	149.3	482.4	44.9	SC	SV
33	193.5	151.5	480.1	0.0	SC	SV
34	194.5	151.5	480.1	-33.8	SC	SV
35	196.0	150.5	481.1	0.0	SC	SV
36	198.5	150.5	481.1	-24.3	SC	SV
37	208.5	146.0	485.6	18.4	SC	SV
38	210.0	146.5	485.1	33.6	SC	SV
39	216.0	150.5	481.1	14.0	SC	SV
40	220.0	151.5	480.1	-2.0	SC	SV
41	235.0	151.0	480.6	-60.3	SC	SV
42	236.0	149.3	482.4	0.0	SC	SV
43	237.0	149.3	482.4	-42.6	SC	SV
44	240.0	146.5	485.1	0.0	SC	SV
45	241.0	146.5	485.1	21.7	SC	SV
46	243.5	147.5	484.1	44.9	SC	SV
47	245.3	149.3	482.4	29.0	SC	SV
48	247.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV
49	257.5	150.5	481.1	0.0	SC	SV

Annexe 4



⇒ Classification des missions types de l'Union Syndicale
Géotechnique

+

**Classification
des missions types
selon
l'Union Syndicale Géotechnique**

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- 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, 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'état 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).

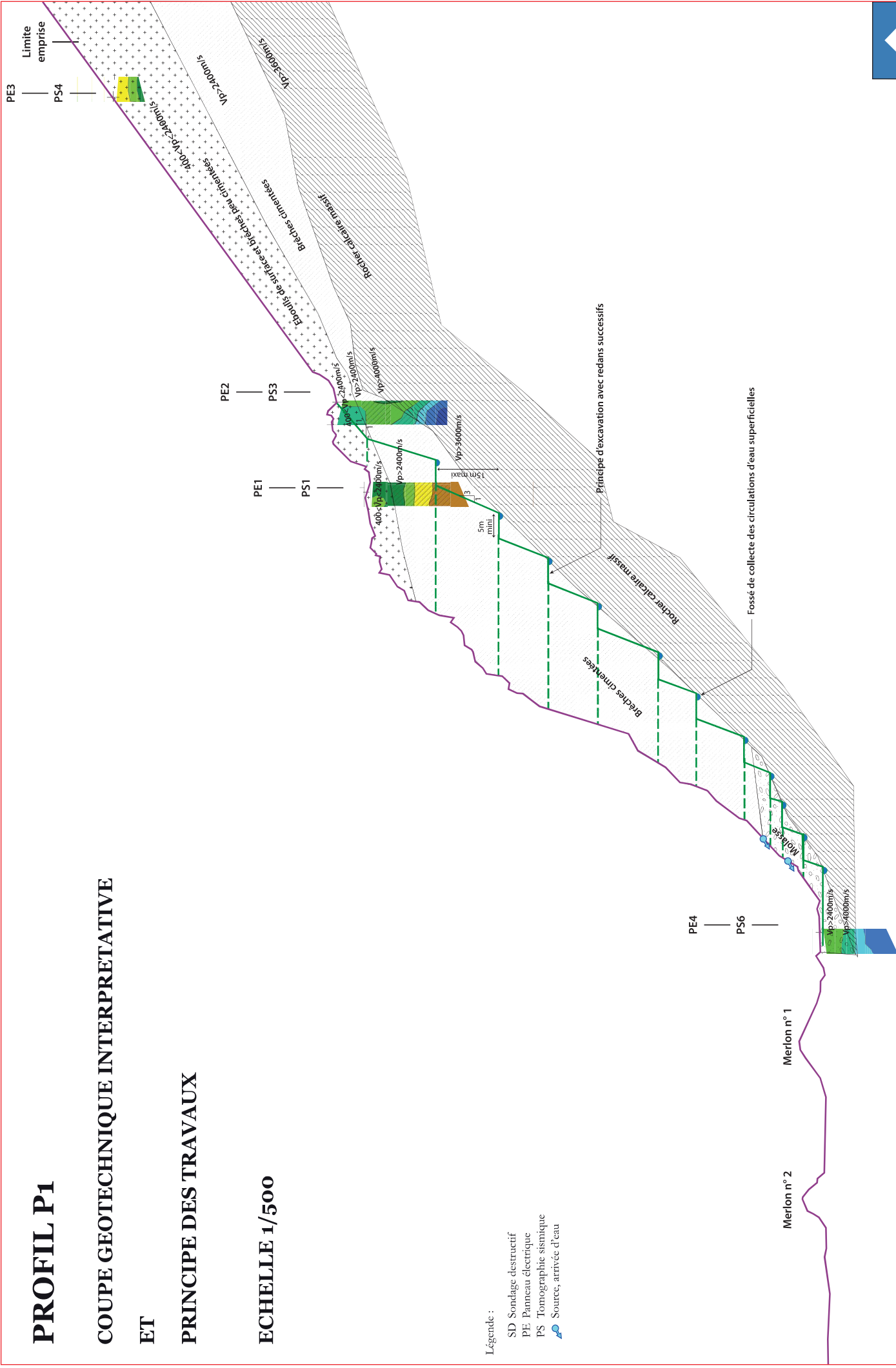
PROFIL P1

COUPE GEOTECHNIQUE INTERPRETATIVE

ET

PRINCIPE DES TRAVAUX

ECHELLE 1/500



Légende :

- SD Sondage destructif
- PE Panneau électrique
- PS Tomographie sismique
- Source, arrivée d'eau

Figure 4a Rp 5483 Commune de St-Ithaud-de-Couz (73) - Carrière de St-Ithaud-de-Couz (BOTTA)
Février 2014
Projet de reprise et d'extension de l'exploitation de la carrière
Synthèse des reconnaissances, définition et justification du phasage pour la poursuite de l'exploitation du site

PROFIL P2

COUPE GEOTECHNIQUE INTERPRETATIVE

ET

PRINCIPE DES TRAVAUX

ECHELLE 1/500

Légende :

- SD Sondage destructif
- PE Panneau électrique
- PS Tomographie sismique
- Source, arrivée d'eau

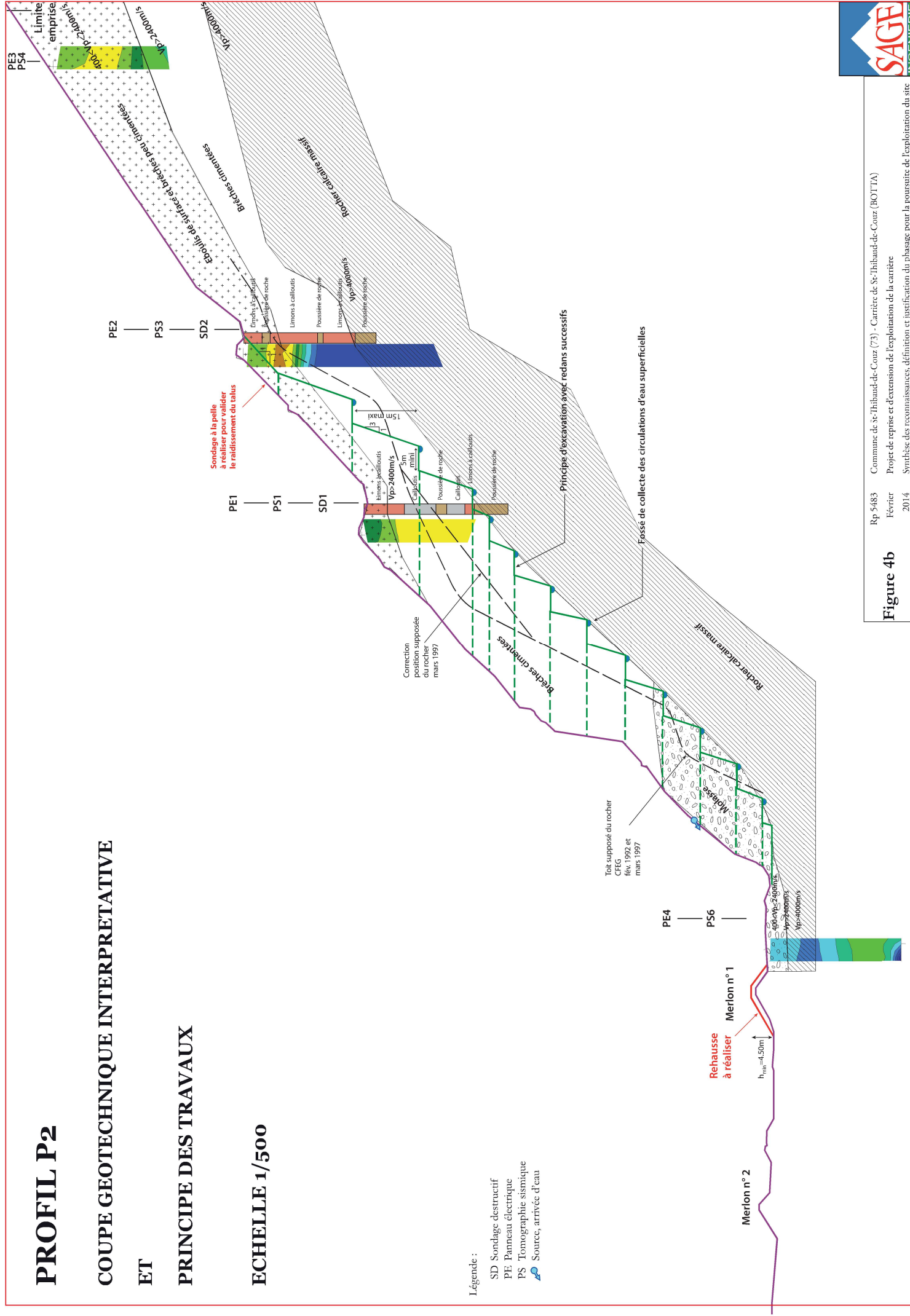


Figure 4b Rp 5483 Commune de St-Thibaud-de-Couz (73) - Carrière de St-Thibaud-de-Couz (BOTTA)
Février 2014
Projet de reprise et d'extension de l'exploitation de la carrière
Synthèse des reconnaissances, définition et justification du phasage pour la poursuite de l'exploitation du site



PROFIL P3

COUPE GEOTECHNIQUE INTERPRETATIVE

ET

PRINCIPE DES TRAVAUX

ECHELLE 1/500

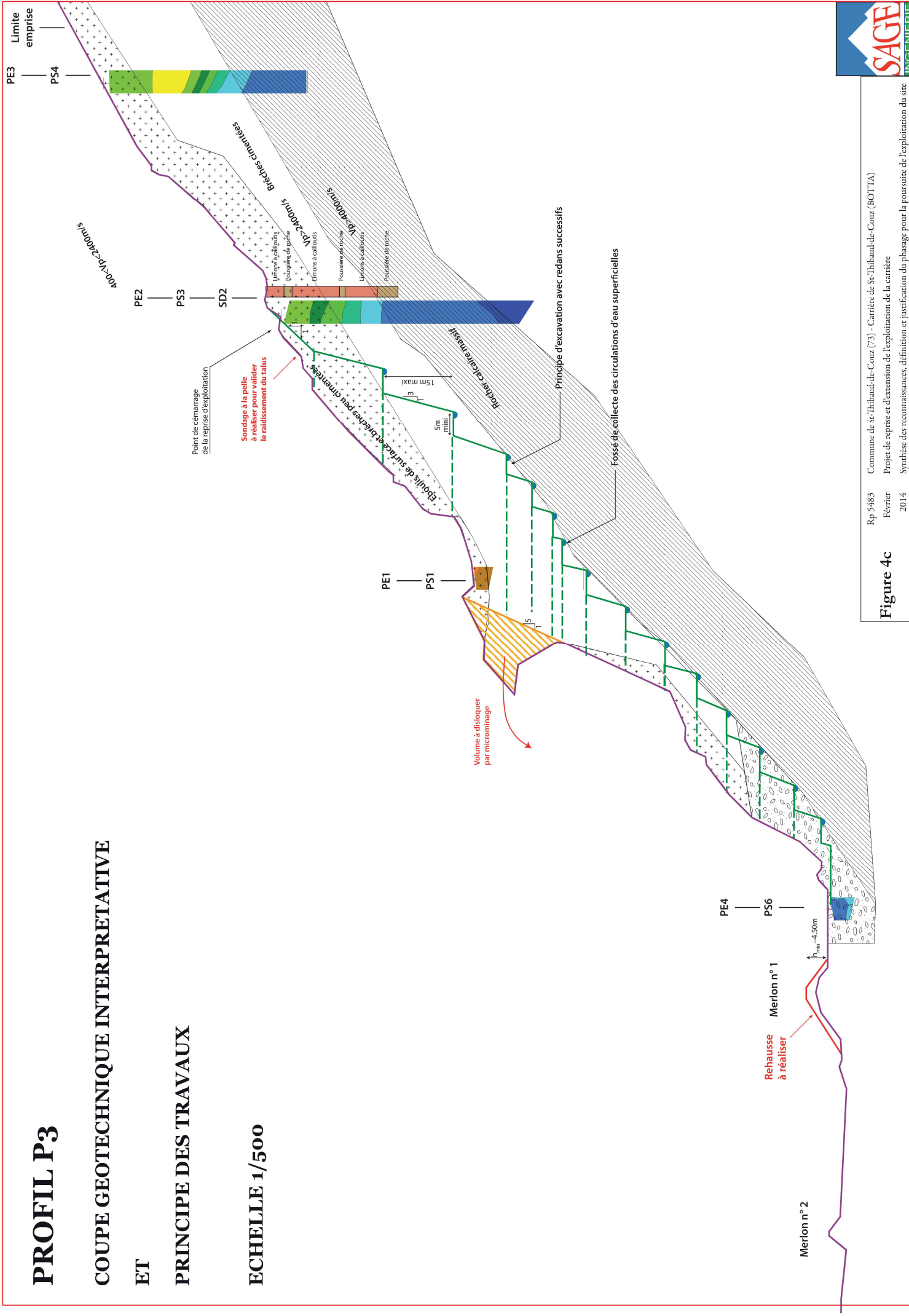


Figure 4c Rp 5483 Commune de St-Thibaud-de-Couz (73) - Carrière de St-Thibaud-de-Couz (BOTTA)
Février 2014
Projet de reprise et d'extension de l'exploitation de la carrière
Synthèse des reconnaissances, définition et justification du phasage pour la poursuite de l'exploitation du site



PROFIL P4

COUPE GEOTECHNIQUE INTERPRETATIVE

ECHELLE 1/500

Légende :


- PE Panneau électrique
- PS Tomographie sismique
-  Source, arrivée d'eau



Figure 4d Rp 5483 Commune de St-Thibaud-de-Couz (73) - Carrière de St-Thibaud-de-Couz (BOTTA)
Février 2014 - Projet de reprise et d'extension de l'exploitation de la carrière
2014 - Synthèse des reconnaissances, définition et justification du passage pour la poursuite de l'exploitation du site

Carrière BOTTA

SETIS – Groupe Degaud


Carrière de St-Thibaud-de-Couz

**Projet de reprise et d'extension
de l'exploitation de la carrière**

**COMMUNE DE
ST-THIBAUD-DE-COUZ (73)**

Etude Géotechnique AVP actualisée

Gières, – RP.5483c

		SOCIETE ALPINE DE GEOTECHNIQUE 2, rue de la Condamine – B.P. 17 - 38610 GIERES ☎ 04.76.44.75.72 📠 04.76.44.20.18			
Rév.	Date	Commentaires	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
b	16.10.14		A. MATHY	L. LORIER	F. BLANCHET
c	16.01.15		A. MATHY	L. LORIER	F. BLANCHET

SOMMAIRE

1 – INTRODUCTION	1
2 – SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES.....	3
2 – DONNÉES GÉOLOGIQUES.....	6
3 –DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES	8
4 –SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES	9
4.1 RESULTATS DES RECONNAISSANCES GÉOTECHNIQUES	9
4.1.2. <i>Sondages destructifs SD1 et SD2</i>	<i>9</i>
4.1.2. <i>Reconnaissances géophysiques</i>	<i>10</i>
4.2 SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE	11
5 –DEFINITION DU PRINCIPE D’EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE.....	13
5.1 PRINCIPE D’EXPLOITATION	13
5.2 METHODOLOGIE DE MISE EN SECURITE DU SITE PERMETTANT LA REPRISE D’EXPLOITATION	14
6 –AVIS SUR LE PROJET D’EXPLOITATION SETIS	15
7 –CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	16

■ ■ ■

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Plan de situation, au 1/25 000

FIGURE 2 : Extrait de la carte géologique au 1/25 000

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Plan d'implantation des reconnaissances et carte des observations de terrain au 1/500
Coupes géotechniques interprétatives n°1 à 14 au 1/500 habillées avec la position du toit rocheux

ANNEXE 2 : Résultats des reconnaissances géotechniques
1.1 – Forages destructifs
1.2 – Reconnaissances géophysiques

ANNEXE 3 : Coupes SETIS

ANNEXE 4 : Classification des missions types selon l'Union Syndicale Géotechnique.

■ ■ ■

1 – INTRODUCTION

Client : **CARRIERE BOTTA**
 Chef Lieu
 73 560 ST-THIBAUD-DE-COUZ

Maître d’Oeuvre : **SETIS-Groupe Degaud**
 20, rue Paul Helbronner
 38 100 GRENOBLE

Objet :

Le présent rapport concerne le projet de reprise et d’extension de l’exploitation de la carrière BOTTA située à St-Thibaud-de-Couz.

Suite à l’établissement d’un plan photogrammétrique de la carrière, il a été décidé de procéder à de nouvelles observations de terrain en vue d’affiner les coupes géologiques qui serviront de base pour l’établissement du projet d’exploitation de la carrière.

Ce rapport SAGE a donc été élaboré sur la base d’un nouveau plan et de nouvelles observations de terrain réalisées en septembre 2014. Il s’appuie aussi sur le résultat des sondages de reconnaissances réalisés par le passé et propose une interprétation plus fine du contexte géologique et géotechnique en présence.

Les objectifs de l’étude sont :

- d’affiner l’étude SAGE de février 2014 sur la base de nouvelles observations de terrain,
- de déterminer précisément la position du rocher sur une série de nouveaux profils en travers réalisés au 1/500 en se servant des reconnaissances réalisées par le passé,
- de préciser les travaux de sécurisation à réaliser pour assurer la protection de l’exploitant et des usagers de la RD1006,
- de définir les principes et le phasage permettant l’extension de l’exploitation de la carrière dans les meilleures conditions,

Il s’agit d’une mission de type **G12** selon la classification de l’Union Syndicale Géotechnique (cf. annexe 4).

Reconnaisances effectuées :

- **Observations de terrain** en Septembre 2014,
- **Acquisition d’un plan photogrammétrique détaillé au 1/500°**,
- **2 sondages destructifs** (*prof. 30 m*) avec enregistrements des paramètres de forage et prélèvements de cuttings, nommés SD1 et SD2,
- **4 panneaux électriques** de 150 à 280 ml ml, nommés PE1 à PE4,
- **4 tomographies sismiques** de 120 ml nommées PS1 à PS6.

Documents consultés :

- Carte géologique du **BRGM** Feuille de MONTMELIAN 1/50 000,
- Carte **IGN** au 1/25 000ème,
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, reconnaissances géologiques, (C.F.E.G., Février 1992),
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, dimensionnement d'une protection de type fosse pour « Verse » (SAGE, Juillet 1992),
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, Etude de chute de bloc vis-à-vis de la RN.6 (SAGE, Mai 1993),
- Commune de St-Thibaud-de-Couz, carrière exploitée par BOTTA TPB, Profil P4 et coupe de forage, position des sondages n°0 à n°6 (BOCH géomètre expert, Mars 1997, 1/500),
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, Avis sur les chutes de blocs provenant du versant en amont de la carrière (CFEG, 30 septembre 1998),
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, Proposition de traitement des surplombs sur la piste d'accès (CFEG, Mai 2002),
- RFF direction Régionale Rhône-Alpes Auvergne, Etude des risques de chutes de blocs et d'éboulement menaçant le projet d'aire de chantier de la descenderie de St-Thibaud-de-Couz, la carrière BOTTA et la RD 1006 (IMSRN, ind B, 04/2009),
- Entreprise BOTTA, carrière de St-Thibaud-de-Couz, Etat des lieux topographique au 1/10/2013 et plan de bornage (BOTTA, 1/10/2013, 1/500).
- Rapport SAGE RP5483 - 2013– Carrière BOTTA – Projet d'extension de la carrière - synthèse des reconnaissances, définition et justification du phasage pour la poursuite de l'exploitation du site - Commune de St-Thibaud-de-Couz (73)

2 – SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

L'exploitation de la carrière de SAINT-THIBAUD-DE-COUZ a débuté il y a plusieurs dizaines d'années. Elle exploite les éboulis de pente du versant Ouest (*entre les altitudes 485 à 625m NGF environ*) du « Rocher le COBELEY » qui culmine à 1419 m.

L'exploitation actuelle de la carrière se limite à la partie basse du versant, dégagant un front en pente forte (*généralement 45° à > 65°, parfois subvertical, voire localement en surplomb par régression naturelle*) sur une hauteur de plus de 60 m.

Plusieurs études ont été fournies (*cf. documents fournis*). Les conclusions susceptibles de faciliter la compréhension des données morphologiques, géologiques et hydrologiques du site et d'intéresser la poursuite de l'exploitation de la carrière sont synthétisées ci-après :

➤ **Les Etudes de 1992** ont été réalisées en 2 phases distinctes :

- **Phase 1** : définition des limites de l'exploitation et des volumes disponibles à cette date. Cette étude s'appuie sur des observations de surface et 8 profils sismiques réfractions (longueurs 50 et 60 m). Les vitesses sismiques mesurées sont reportées dans le tableau suivant :

Terrains de couverture	Eboulis plus grossiers	Brèches consolidées et calcaires très fracturés	Calcaires massifs (non fragmentés)
360 à 730 m/s	510 à 1200 m/s	860 à 1800 m/s	2800 à 5000 m/s

- **Phase 2** : réalisation de calculs trajectographiques pour le dimensionnement d'une fosse en partie centrale de la carrière à la côte 502 m NGF, permettant la réception de matériaux jetés depuis une altitude de 547 m NGF dans la « verse ». Les hypothèses de calculs utilisées et les caractéristiques géotechniques principales retenues sont les suivantes (*non exhaustif*) :

Zone de départ des blocs	2 m au-dessus de la côte 545 m NGF
Volume maximal des blocs au départ	2 à 4 m ³
Géométrie et nature du couloir	<i>Cf. étude correspondante</i>
<u>Géométrie de la fosse à réaliser</u>	
- Inclinaison des parements	1/3 soit 71°
- Largeur en crête du merlon aval	2,5 m
- Extension de la fosse	40 m
- Profondeur de la fosse	10 m
- Critère de vidange de la fosse	Remplissage à 5m sous la crête du merlon

- **L'étude de 1993** permet a permis de définir la probabilité d'atteinte de la RN6 (MAJ : RD1006) par des chutes accidentelles de blocs lors de l'exploitation de la carrière. Le profil retenu est situé au centre de la carrière et néglige tous les obstacles (*bâtiments et stocks de matériaux non pérennes*) excepté le merlon (*de hauteur 2,30 m*) bordant la RN6.

Zone de départ des blocs	623 m NGF
Volume maximal des blocs au départ	1,5 à 4 m ³
Forme des blocs	Semi-anguleux à arrondis
Géométrie du versant	<i>Cf. étude correspondante</i>

L'étude conclut à une probabilité faible de dépassement du merlon et donc d'atteinte de la RN6. L'annulation totale du risque nécessite une modification de la géométrie du merlon.

- **L'étude de 1997** : réalisation de 7 forages de reconnaissances (*entreprise PASSAIS*) pour définir les volumes de matériaux exploitables. Une coupe et les PV de résultats des forages sont fournis mais aucun plan d'implantation ce qui n'a pas permis une l'exploitation complète des résultats.
- **Etude de 1998** : cette étude correspond à un avis géologique sur les risques induits par :
 - l'existence de falaises (*de hauteurs 50 à 80 m*) en amont de la carrière,
 - par les couloirs d'éboulis situés entre la falaise et la carrière.

Cette étude a mis en évidence les aléas suivants:

- l'existence de 4 couloirs d'éboulis peu alimentés et pratiquement stabilisés, permettant d'amortir, de fracturer et de limiter ainsi la propagation des blocs, comme le montre l'absence de gros blocs à l'amont immédiat de la carrière.
- l'étude indique que les gros blocs cheminant en dehors des couloirs sont « freinés puis arrêtés » par la végétation avant d'arriver à la carrière,
- des chandelles ont par ailleurs été observées en pied de falaise. La fracturation et l'ouverture d'une de ces chandelles constituent le risque potentiel le plus prononcé en cas de rupture (*écroulement en masse*), avec la production de nombreux gros blocs, pouvant détruire la végétation et atteindre la carrière et la route (*RD1006*).

Cette étude conclut que l'impact de la carrière sur l'aléa chute de blocs (*et notamment la rupture des chandelles*) est sans incidence tant que l'excavation à l'explosif n'est pas utilisée. Cette étude propose toutefois, à titre préventif, d'abattre les chandelles à l'explosif de manière contrôlée (*abattage progressif ou à fort potentiel de fragmentation*).

- **Etude de 2002** : cette étude expose les mesures de mise en sécurité des accès à la carrière avec le traitement de :
 - deux zones de surplomb en amont des pistes d'accès (*l'une entre les côtes 511 et 524 m NGF (MAJ : traité ?), l'autre au niveau de la côte 550 m NGF (MAJ : à priori non traité à ce jour)*). Ces surplombs se développent dans les éboulis cimentés (*brèches de pente litées*). Ils s'initient à partir de circulations d'eau peu profondes favorisées au sein de lits moins bien cimentés et donc plus perméables et plus altérables.

- une zone de sous-cavage avec un risque de rupture de la piste d'accès en cas de régression du désordre. Le sous-cavage s'est développé dans les mêmes conditions hydrogéologiques que les zones de surplombs, durant l'hiver 2001-2002 sous l'effet de chenaux de circulations d'eau préférentiels.

L'étude propose les traitements suivants :

- zones de surplomb : le traitement par terrassement est délicat à envisager compte tenu des difficultés d'accès aux zones concernées (*fortes pentes*), aux risques induits par l'instabilité et la rupture du surplomb, que ce soit par une attaque depuis l'aval ou depuis l'amont (*à fortiori en intégrant la surcharge induite par les engins de terrassements*). Aussi, la solution de minage avec la réalisation de forages en techniques acrobatiques est privilégiée avec réglage d'un talus final après dislocation. Des préconisations de protection contre les chutes de petits blocs après minage sont définies comprenant la mise en œuvre d'un grillage double torsion pendu.
- Zone de sous-cavage : l'étude préconise, compte-tenu de la géométrie du désordre, de traiter le risque de régression du sous-cavage par la réalisation d'injection jusqu'à une profondeur de 15 à 19m/piste.

➤ **Etude de 2009** : cette étude, commanditée par RFF dans le cadre du projet ferroviaire Lyon-Turin, définit les risques de chute de blocs et d'éboulements depuis les falaises situées dans le versant amont (*falaise de 80 m de hauteur à environ 1020m NGF, et non dans la carrière elle-même*) vis-à-vis :

- du projet de la zone de stockage de matériaux de la descenderie de St-Thibaud-de-Couz, qui serait alors réalisée dans le périmètre de la carrière actuelle,
- de la RD1006.

Les conclusions de cette étude sont proches de celles de l'avis géologique de 1998. Elles définissent :

- le caractère délité de la falaise générant des petits blocs qui ne présente aucun risque d'atteindre la carrière vue la distance à parcourir,
- l'existence de 2 chandelles (*de hauteurs 12 et 35 m, de volumes 70 et 1000 m³*) dont le niveau d'aléa de rupture est qualifié de faible. Les calculs trajectographiques effectués modélisant (*avec le logiciel Kayass v3.3*) une rupture des chandelles (*en blocs de 3 à 4 m³*) mettent en évidence que :
 - la plateforme aval de la carrière est en zone d'exposition moyenne,
 - la RD1006 est localement en zone d'exposition faible.

Dès lors, l'étude préconise, dans le cadre du projet RFF :

- un suivi des chandelles rocheuses par instrumentation, l'aléa de rupture pouvant évoluer dans le temps,
- un suivi géotechnique du stockage des matériaux de la descenderie dans l'emprise de la carrière afin de prévenir les modifications de géométrie susceptibles de modifier la trajectoire terminale des blocs jusqu'à la RD1006.

2 – DONNEES GEOLOGIQUES

D'après la carte géologique (*feuille de MONTMELIAN au 1/50 000*) et sur la base de nos observations de terrain, les terrains en présence sont constitués principalement par :

1. des **éboulis crus** superficiels dont l'épaisseur est réduite à quelques mètres en sommet de carrière,
2. des **éboulis de pentes cimentés** (*appelés grèzes litées*). Cette formation est très compacte et forme la plupart des affleurements de la carrière. Il s'agit d'éboulis de pente calcifiés dont la stratification rappelle la pente du terrain naturel au moment du dépôt.

Il s'agit de dépôts péri et post glaciaires dont la compacité et la cohésion sont assurés par un ciment de calcite déposé par des circulations d'eau fortement minéralisées (eaux calcaires). Ces éboulis sur-consolidés possèdent de très bonnes caractéristiques mécaniques comme en témoignent les affleurements verticaux (voire même localement les surplombs) observés sur de grandes étendues au niveau des falaises de la carrière.

On constate que les grèzes qui affleurent au-dessus de l'altitude 500 mètres sont fortement lités (35° à 40°). Entre 485 et 500 mètres d'altitude, les grèzes s'étant déposées en fond de vallée, le litage et le grano-classement associé sont nettement moins visibles. Dans tous les cas, il s'agit du même matériau caractérisé par un angle de frottement élevé et une cohésion élevée liée au ciment calcaire qui soude les pierres et blocs entre eux.

Soumis à l'action de l'érosion et des cycles de gel-dégel, ce matériau bien que très compact reste gélif et peut localement s'effriter. En effet, localement on assiste à un recul de la falaise et à la formation progressive de zones en surplomb. Les surplombs se forment principalement dans les zones où le rocher se situe à faible profondeur sous les grèzes. En effet, le rocher (toujours parcouru en surface et en profondeur par des circulations d'eau) constitue un toit imperméable le long duquel les écoulements tendent à se concentrer ce qui provoque à terme le lessivage du liant calcaire qui assure la compacité des grèzes.

Ce phénomène peut conduire à des départs de matériaux et des ruptures de surplombs comme cela s'est déjà produit par le passé au niveau de cette falaise. En cas d'écroulement de ces surplombs, les matériaux se fragmentent dès les premiers impacts en pied de falaise et se propagent sur de très courtes distances.

3. un substratum calcaire constitué par les **calcaires massifs de l'Urgonien**.

Les calcaires de l'Urgonien constituent la falaise principale de 100 mètres de hauteur qui est observée dans la carrière entre les altitudes 495 et 595 mètres. Cette falaise possède un modelé glaciaire caractéristique (polis glaciaires sur de grandes surfaces, stries et cannelures qui rappellent le sens de l'écoulement du glacier...).

La falaise présente une orientation générale N10 à N20° et un plongement vers l'Ouest qui varie entre 45 et 65° (morphologie irrégulière liée à l'empreinte du glacier). Le plongement Ouest de la falaise ne doit pas être confondu avec l'orientation des plans de stratification qui plongent coté Est. En effet, les pendages relevés sur site en pied et en sommet de falaise (pas toujours très faciles à observer compte-tenu de l'épaisseur des bancs calcaires de l'Urgonien et de son aspect très massif) sont très cohérents et homogènes : N10 à 20° pentés de 75 à 80° vers l'Est (soit en position rentrante dans la falaise). Ces pendages très redressés sont liés à la structure anticlinale du Mont OUTHÉLAN dont le flanc Ouest se renverse en fond de vallée pour chevaucher les dépôts Miocène.

Globalement, on constate que le rocher se situe à faible profondeur sous les grèzes, il affleure en plusieurs endroits dans la falaise et notamment à la base des surplombs et des cavités principales de la falaise.

4. très localement on observe quelques **placages molassiques** peu étendus (sablons fins) qui recouvrent encore l'Urgonien (rares affleurements épargnés par le passage du glacier). On peut considérer que les matériaux molassiques ont été décapés en falaise par les glaciers. La molasse est peut être présente sous la cote du carreau actuel (pas d'affleurement visible).

3 –DONNES HYDROGEOLOGIQUES

Les nombreuses sources et venues d'eau rencontrées sur l'emprise de la carrière sont essentiellement liées à la présence des calcaires de l'Urgonien. Ces sources sont pérennes. Pour simplifier, elles possèdent deux origines :

1. **nappe karstique** : présence de nombreuses résurgences karstiques en tête et pied de falaise. Ces eaux sont d'ailleurs captées par l'exploitant. Le substratum rocheux (*massif karstique*) constitue un réservoir d'eau important et pérenne.
2. **nappe de versant** : infiltration des eaux souterraines et des eaux de surface au sein de la couverture d'éboulis et des grèzes (formations très perméables) jusqu'à rencontrer le toit rocheux imperméable. Les eaux circulent ensuite préférentiellement à la base de la formation de grèzes en s'écoulant au toit du rocher.

Enfin, on note que des écoulements temporaires peuvent s'établir en surface au contact des éboulis crus et des grèzes. Des traces de ces écoulements sont visibles au niveau des talus amont de la piste sommitale.

4 –SYNTHESE DES RECONNAISSANCES

L'objectif recherché est de reconstituer la géométrie du toit rocheux sur la base des relevés de terrain et de toutes les données disponibles.

L'ensemble des résultats des observations de terrain, des sondages géophysiques et des sondages destructifs ont été reportés sur 14 profils en travers représentatifs de la carrière.

Les principales hypothèses sur la géométrie du toit rocheux sont reportées sur ces coupes interprétatives données en **annexe 1**.

4.1 Résultats des reconnaissances géotechniques

Les résultats des reconnaissances géotechniques effectuées en 2013 sont fournis en **annexe 2**.

4.1.2. Sondages destructifs SD1 et SD2

Deux sondages destructifs SD1 et SD2 ont été effectués.

- SD1 (*prof. 30 m*) sur la plateforme intermédiaire à 572 m NGF,
- SD2 (*prof. 28,5 m*) sur la piste en partie supérieure de l'exploitation à 605 m NGF.

Des cuttings ont été prélevés sur toute la hauteur du forage.

On propose de faire abstraction de la description visuelle des cuttings qui ne permet pas de distinguer de manière certaine les grèzes du rocher (il s'agit en effet de 2 formations calcaires distinctes composées de la même roche originelle et de dureté équivalente).

Les 2 sondages SD1 et SD2 semblent indiquer un horizon plus compact à partir de 8 mètres de profondeur. En effet, on constate que les vitesses d'avancement globalement hétérogènes (*50 à 200 m/h*) en surface deviennent plus régulières à partir de 8 mètres de profondeur (et sur 10 mètres de profondeur).

Au-delà, les forages ont probablement recoupé des zones de fractures au sein du rocher.

4.1.2. Reconnaissances géophysiques

Profils sismiques

Les profils sismiques réfractions ont mis en évidence 3 types de formations distinctes représentées par :

- $800 < V_p < 2000$ m/s : des vitesses sismiques moyennes à fortes correspondant aux grèzes cimentées.
- $2400 < V_p < 4000$ m/s des vitesses sismiques élevées correspondant au substratum rocheux

L'interface 2400 m/s correspondant au toit du rocher a été reportée sur tous les profils en travers.

Panneaux électriques

Les panneaux électriques ne permettent pas de distinguer clairement les grèzes du substratum rocheux. Les coupes de pseudo-résistivités obtenues restent délicates à interpréter.

4.2 Synthèse géotechnique

Les coupes géotechniques n°1 à 14 (numérotées en direction du Nord) fournissent les principales informations suivantes :

1. **Profil n°1** : l'épaisseur de la couche de grèzes passe de 10 mètres (vers 580 mètres d'altitude) à environ 15 mètres sous la piste sommitale (z=620 mètres). Le rocher affleure entre 500 et 565 mètres d'altitude. La zone exploitable se situe entre 575 et 640 mètres d'altitude.
2. **Profil n°2** : l'épaisseur de la couche de grèzes est comprise entre 13 et 15 mètres (entre 560 et 620 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 500 et 560 mètres d'altitude, il est penté entre 45 et 60° entre 500 et 560 mètres d'altitude. Notre hypothèse est que le toit du rocher serait supposé incliné à 35° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 560 et 650 mètres d'altitude.
3. **Profil n°3** : l'épaisseur de la couche de grèzes est de l'ordre de 17 mètres (entre 560 et 590 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 510 et 540 mètres d'altitude. Le toit du rocher est supposé incliné à 40° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 560 et 650 mètres d'altitude. On note l'existence d'un surplomb n°1 de 5 mètres d'avancée qui constitue une menace pour l'exploitation.
4. **Profil n°4** : l'épaisseur de la couche de grèzes est proche de 12 mètres (entre 560 et 590 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 510 et 520 mètres d'altitude. Le toit du rocher est supposé incliné à 40° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 560 et 650 mètres d'altitude. Ce profil traverse le même surplomb n°1.
5. **Profil n°5** : l'épaisseur de la couche de grèzes est proche de 12 mètres (entre 560 et 590 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 510 et 530 mètres d'altitude. Le toit du rocher est supposé incliné à 40° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 550 et 640 mètres d'altitude.
6. **Profil n°6** : l'épaisseur de la couche de grèzes est comprise entre 7 et 10 mètres (entre 560 et 600 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 510 et 530 mètres d'altitude. Il affleure également au fond de la cavité formée par un deuxième surplomb noté surplomb n°2. Le toit du rocher est supposé incliné à 35° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 560 et 640 mètres d'altitude. Ce surplomb n°2 constitue aussi une menace pour l'exploitation.
7. **Profil n°7** : l'épaisseur de la couche de grèzes est comprise entre 7 et 10 mètres (entre 565 et 600 mètres d'altitude). Le rocher est subaffleurant entre 520 et 530 mètres d'altitude, il affleure également au fond de la cavité formée par le surplomb n°2. Le toit du rocher est supposé incliné à 35° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 560 et 640 mètres d'altitude.

8. **Profil n°8** : l'épaisseur de la couche de grèzes est de l'ordre de 8 mètres (entre 570 et 600 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 530 et 540 mètres d'altitude. Il affleure également au fond de la cavité formée par un troisième surplomb, le surplomb n°3. Le toit du rocher est supposé incliné à 40° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 550 et 640 mètres d'altitude. Ce troisième surplomb n°3 constitue une menace pour l'exploitation.
9. **Profil n°9** : l'épaisseur de la couche de grèzes est comprise entre 15 et 10 mètres (entre 545 et 565 mètres d'altitude). Le toit du rocher est supposé incliné à 50° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 525 et 645 mètres d'altitude.
10. **Profil n°10** : l'épaisseur de la couche de grèzes est de l'ordre de 15 mètres (entre 530 et 550 mètres d'altitude). Le toit du rocher est supposé incliné à 50° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 520 et 620 mètres d'altitude.
11. **Profil n°11** : l'épaisseur de la couche de grèzes est de l'ordre de 15 mètres (entre 540 et 570 mètres d'altitude). Le toit du rocher est supposé incliné à 50° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 520 et 615 mètres d'altitude.
12. **Profil n°12** : l'épaisseur de la couche de grèzes est de l'ordre de 13 à 14 mètres (entre 530 et 570 mètres d'altitude). Le toit du rocher est supposé incliné à 45° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 530 et 590 mètres d'altitude.
13. **Profil n°13** : l'épaisseur de la couche de grèzes est comprise entre 14 et 10 mètres (entre 540 et 570 mètres d'altitude). Le toit du rocher est supposé incliné à 45° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 530 et 580 mètres d'altitude.
14. **Profil n°14** : l'épaisseur de la couche de grèzes est l'ordre de 8 mètres (entre 530 et 570 mètres d'altitude). Le rocher affleure entre 500 et 520 mètres d'altitude. Le toit du rocher est supposé incliné à 45° sous les grèzes. La zone exploitable s'étend entre 530 et 580 mètres d'altitude.

5 –DEFINITION DU PRINCIPE D'EXPLOITATION DE LA CARRIERE

La reprise de l'exploitation de la carrière s'appuiera sur le principe fondamental d'une reprise d'activité de l'amont vers l'aval en respectant des plateformes d'exploitation de 10 mètres de largeur minimum en phase provisoire.

5.1 Principe d'exploitation

D'après nos observations récentes, l'épaisseur d'éboulis vifs en partie supérieure de la carrière se limite à 2-3 mètres. En effet, les terrains qui affleurent dans les talus amont s'apparentent d'avantage aux grèzes compactes qu'aux éboulis.

Les premiers mètres en sommet de terrassement pourront donc être reprofilés sur des hauteurs très raisonnables (inférieures à 5 mètres) selon une pente adoucie à 1/1 sans difficulté particulière (points à contrôler au moment de l'ouverture des terrassements). Le terrassement envisagé permettra notamment de reprofiler proprement la niche d'arrachement sommitale où l'on observe quelques blocs de 2 à 3 m³ susceptibles d'être déchaussés par érosion et d'atteindre la piste.

Le terrassement sera réalisé par passes horizontales successives en réalisant des plateformes horizontales de 5 mètres de largeur tous les 10 mètres de dénivelé (banquettes aux altitudes 630, 620, 610 mètres...) et en adoptant une pente de talus à 60° (voir géométrie du terrassement sur les coupes).

Cette géométrie de ce terrassement apparaît optimale en regard du gisement à exploiter puisqu'elle s'appuie sur la position supposée du toit rocheux (globalement le terrassement devrait suivre le plongement de la dalle urgonienne). Par ailleurs, compte-tenu de la compacité des grèzes cimentées et du fait que le pendage du rocher est en position rentrante dans la falaise (configuration très favorable), les pentes des talus pourront être dressées sans soutènement spécifique.

Les circulations d'eaux recoupées par le terrassement devront être collectées sur chaque risberme par des fossés évacuateurs jusqu'à un exutoire latéral adapté (de préférence au droit de zones rocheuses). Il est à noter que compte-tenu de la présence de karsts, des résurgences pourront être découvertes et devront être collectées par les fossés.

Lorsque le talus recoupera le substratum rocheux, il pourra être décidé soit de mettre à nu la dalle urgonienne (sans création de redan) soit de poursuivre la création des banquettes.

Dès lors que le rocher s'approfondira, nous conseillons de reprendre la création des banquettes conformément au schéma de terrassement théorique (sans décalage horizontal ou vertical des redans). La géométrie des risbermes est présentée sur chacun des profils 1 à 14.

Enfin, compte-tenu de la morphologie très raide de la falaise, il est important de fixer une limite basse de la zone exploitable avec une zone interdite à la circulation des engins (en dessous de laquelle le terrassement par passes horizontales de 10 mètres de largeur au minimum n'est plus possible). Cette limite varie en générale entre les altitudes 530 et 560 mètres (elles figurent sur les coupes).

Les matériaux seront descendus par des couloirs de verse qui pourront être réalisés au droit des profils 7, 11 et 14.

5.2 Méthodologie de mise en sécurité du site permettant la reprise d'exploitation

La reprise de l'exploitation nécessite de réaliser quelques travaux préalables de mise en sécurité du site.

5.2.1 Travaux de reprofilage des surplombs :

Nous conseillons de reprofiler les 3 surplombs localisés en sommet de falaise entre les profils 2bis et 9 en respectant le phasage suivant :

1. mise en sécurité de l'exploitation vis-à-vis des quelques blocs susceptibles de se détacher du talus qui domine la piste sommitale entre les profils 1 et 3. Les quelques blocs en équilibre seront pétardés à l'explosif (ou purgés à la pelle). A l'issue de ces travaux, les blocs éboulés sur la piste seront évacués et le merlon existant sera remis en état.
2. curage de la rampe d'accès n°2 (entre les profils 6 et 2) pour constituer un piège à bloc efficace.
3. reprofilage des 3 surplombs en technique minage avec réalisation de forages de prédécoupage arrière par une entreprise de minage spécialisée en travaux acrobatiques. Ces travaux nécessiteront la création d'une rampe d'accès à une machine de forage sur chenille. Il s'agit de travaux à réaliser en technique acrobatique (personnel équipé de EPI et évoluant sur cordes, machines de forage à sécuriser au moyen de câbles de maintien). En première estimation, le volume de matériaux à reprofiler est de l'ordre de :
 - 1000 m³ pour le surplomb n°1 localisé entre les profils 2bis et 4bis, entre 560 et 570 mètres d'altitude,
 - 500 m³ pour le surplomb n°2 localisé entre les profils 5bis et 7, entre 560 et 570 mètres d'altitude,
 - 2000 m³ pour le surplomb n°3 localisé entre les profils 7 et 9, entre 545 et 560 mètres d'altitude,

5.2.2 Protection de la RD 1006 :

La RD1006 se situe à une altitude voisine de la plateforme d'exploitation de la carrière et à une distance horizontale de 100 mètres du pied de falaise.

Les études antérieures ont montré que compte-tenu de la présence de ce replat favorable et au vu des merlons actuels en place, la RD 1006 n'était pas exposée aux risques de chutes de blocs en provenance de la carrière.

Il est donc recommandé de maintenir en état les protections existantes (buttes de matériaux faisant office de merlon au droit des zones exploitées). Ce merlon devra posséder les caractéristiques suivantes :

- hauteur : 4,5 mètres de hauteur avec les matériaux du site,
- parement amont le plus redressé possible (35 à 40°),

Cette protection linéaire devra être continue. Si une interruption est nécessaire pour faciliter le travail sur le carreau et la gestion des stocks, alors il faudra prévoir un recouvrement suffisant entre les deux ouvrages pour intercepter toute trajectoire biaisée.

6 –AVIS SUR LE PROJET D'EXPLOITATION SETIS

Les matériaux exploités historiquement au niveau de la carrière de SAINT-THIBAUD-DE-COUZ sont des éboulis de pente cimentés. Cette étude décrit précisément les conditions d'exploitation de cette ressource en matériaux meubles.

Par ailleurs, les reconnaissances ont montré l'existence d'un rocher très compact situé à faible profondeur sous les grèzes. D'après les relevés structuraux réalisés au niveau des sections où le rocher affleure actuellement dans la carrière, il apparaît que les pendages du rocher Urgonien sont très favorables d'un point de la stabilité du site (pendages N10 à 20° pentés de 75 à 80° vers l'Est, soit en position rentrante dans la falaise).

Dans ces conditions, il est parfaitement envisageable d'étendre l'activité de la carrière à l'exploitation de ces roches massives. Traditionnellement exploité comme pierre à bâtir, pierre à chaux ou empierrement, l'utilisation de ces roches au niveau régional semble évoluer vers le ciment et les granulats. Une fois concassés ces matériaux peuvent constituer un bon substitut aux sables et aux graviers. On constate également qu'un complément d'activité est possible en vue de produire des enrochements (le département est déficitaire dans ce type de matériaux et la demande va croissante).

Le projet SETIS (annexe 3) présente un schéma d'exploitation global cohérent qui montre une prospective d'exploitation de la carrière sur le long terme avec l'exploitation des éboulis et des roches massives. Sur la base de notre connaissance actuelle du site, ce schéma d'exploitation est parfaitement envisageable sur le long terme.

Certaines adaptations locales pourront néanmoins s'avérer nécessaires en fonction de certaines particularités géologiques qui pourraient être rencontrées sans remettre en cause la faisabilité de cette exploitation.

Nous conseillons donc de réaliser un suivi géologique régulier de la carrière au cours de son exploitation.

7 –CONCLUSIONS et RECOMMANDATIONS

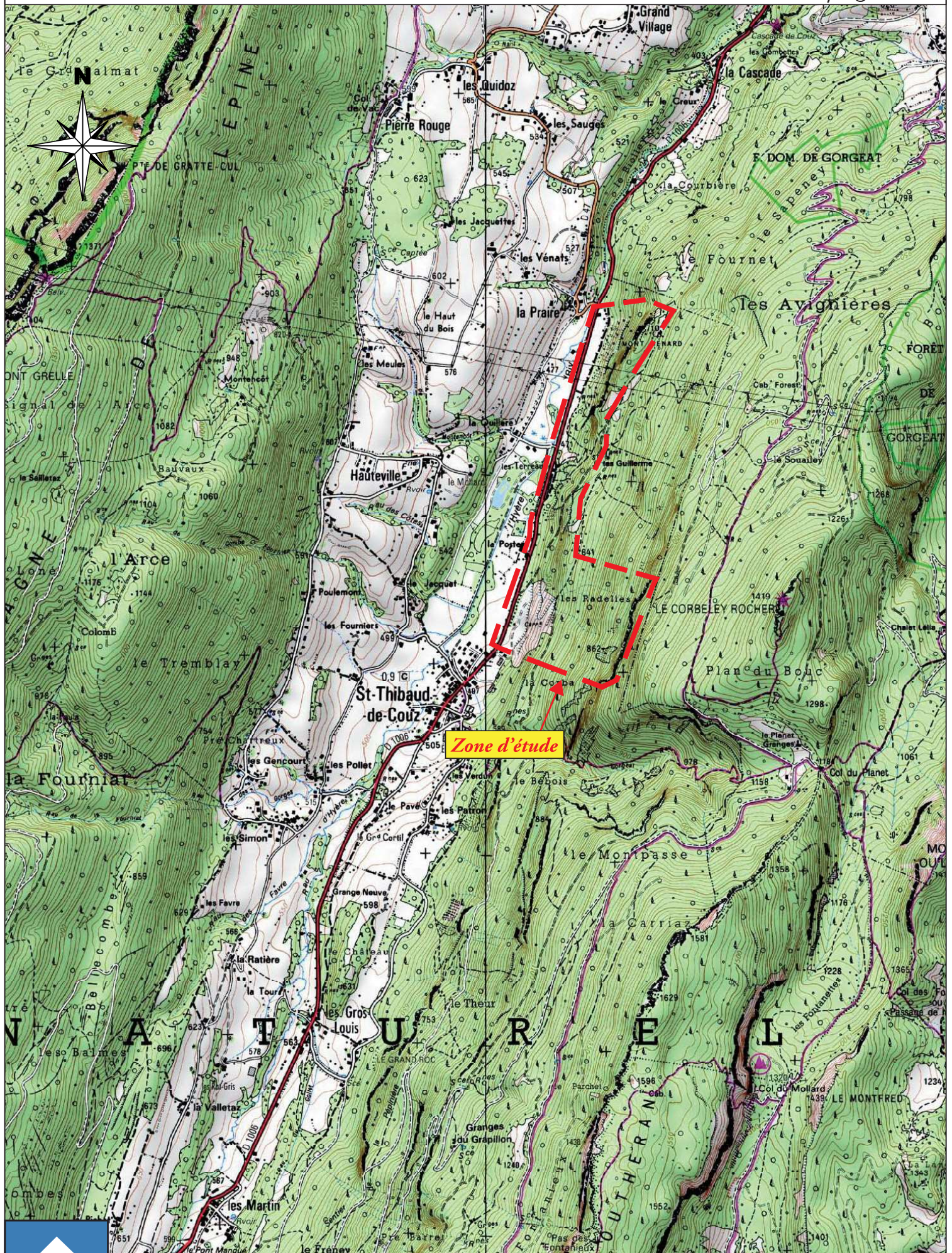
Le contexte géologique en présence est favorable à une reprise d'exploitation de la carrière depuis le haut vers le bas de la falaise. En effet, cette étude montre que :

1. les grèzes litées omniprésentes sont des matériaux possédant de bonnes caractéristiques mécaniques garantissant des talus relativement stables. La stabilité des talus à terme reste néanmoins conditionnée par une bonne gestion des eaux qui seront recoupées par les terrassements,
2. les calcaires de l'Urgonien sont relativement massifs à l'affleurement. Par ailleurs les relevés de pendage réalisés au niveau de la carrière montrent que les pendages sont rentrants, ce qui est très favorable d'un point de vue de la stabilité et ce qui limite grandement l'apparition d'instabilités en cours d'exploitation,
3. l'exploitation des matériaux pourra être réalisée classiquement par gradins successifs de 10 mètres de hauteur pentés à 60° interrompus par des banquettes horizontales (10 mètres de largeur en phase provisoire et 5 mètres en fin d'exploitation). Cette configuration s'avère particulièrement bien adaptée au contexte géologique et morphologique de la carrière,
4. compte-tenu des merlons pare-blocs existants dont il convient de maintenir la continuité et l'état de fonctionnement, la RD1006 n'est pas exposée aux risques de chutes de blocs en provenance de la carrière,

Préalablement à cette reprise d'exploitation, il est conseillé de procéder au reprofilage de 3 zones en surplomb pour sécuriser l'exploitation (la route n'est pas menacée par ces surplombs). Ces travaux de reprofilage sont à réaliser par minage avec réalisation de forages de prédécoupage arrière par une entreprise de minage spécialisée en travaux acrobatiques.

Enfin, il peut être intéressant de procéder à une inspection visuelle des fronts sur une fréquence annuelle pour contrôler la stabilité des fronts, éventuellement mettre à jour les observations (*suivi des interfaces géotechniques*) et pour définir des préconisations éventuelles complémentaires (*stabilité des talus, traitement des arrivées d'eau,...*) si nécessaire.

La Société SAGE se tient à votre disposition pour tout renseignement complémentaire ou assistance technique relative à cette étude.



Rp 5483 Commune de St-Thibaud-de-Couz (73) - Carrière de St-Thibaud-de-Couz (BOTTA)
Février Projet de reprise et d'extension de l'exploitation de la carrière
2014 Synthèse des reconnaissances, définition et justification du passage pour la poursuite de l'exploitation du site

Figure 1