



**Amélioration du niveau de service et de sécurité
et maintien de la fonctionnalité des routes dans
des sites instables:**

**Cas de la RN9 reliant Marrakech et Ouarzazate -
tronçon entre Taddart 2 et le col Tizi N'Tichka**

Par:

Meryem EL MATARI/ METLE-DR

Hamou MANSOURI/ LPEE-CES

PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
2. Diagnostic des zones d'instabilités
3. Reconnaissances géotechniques
4. Solutions de traitement et de confortement
5. Analyse des risques géotechniques
6. Conclusions et recommandations

- 1. Situation du projet et des zones d'instabilité**
2. Diagnostic des zones d'instabilités
3. Reconnaissances géotechniques
4. Solutions de traitement et de confortement
5. Analyse des risques géotechniques
6. Conclusions et recommandations

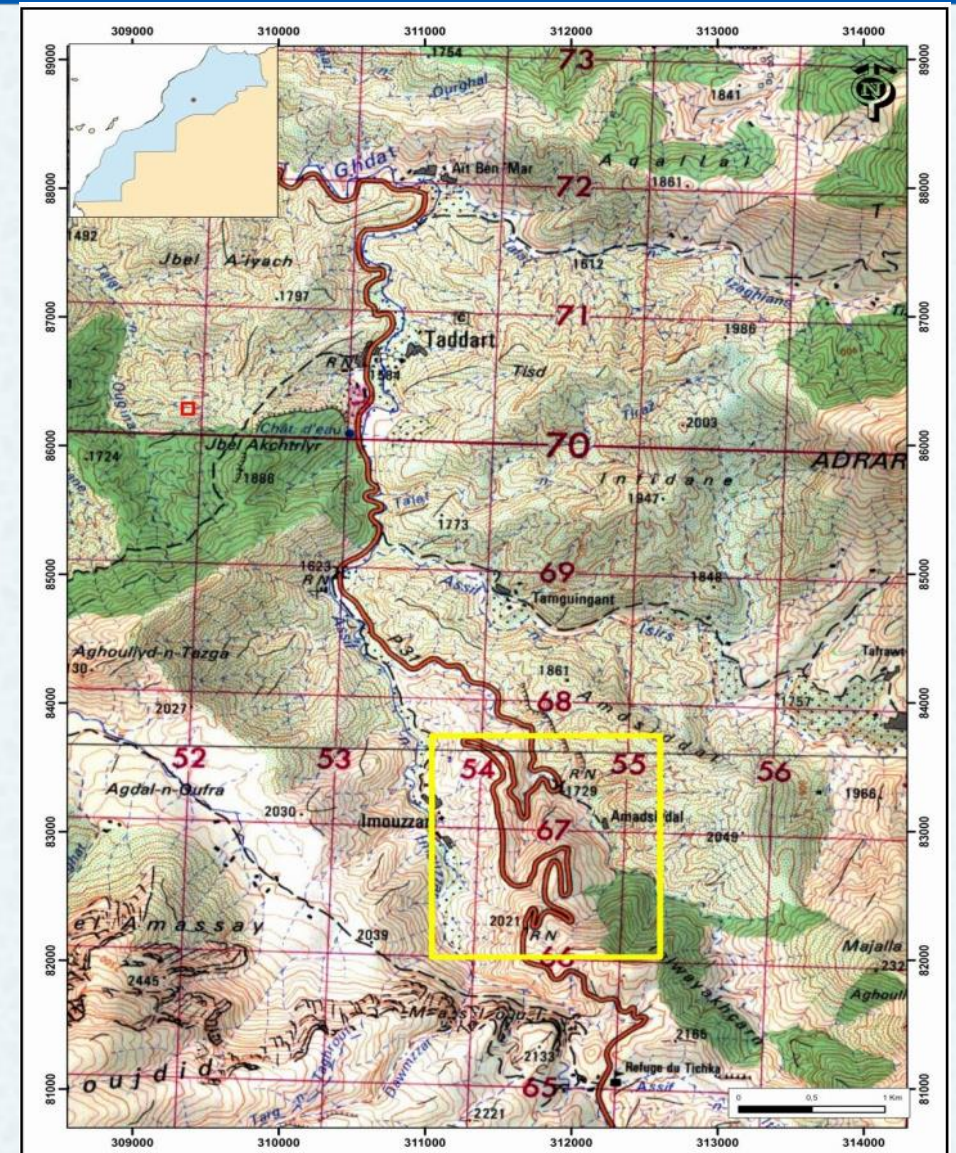
1. Situation du projet et des zones d'instabilité

Projet: Amélioration du niveau de service et sécurité de la RN9 reliant Marrakech et Ouarzazate

Lot de travaux achevé: tronçon entre Taddart 2 et le col Tizi N'Tichka

Particularités:

- Tronçon le plus haut (altitude du col à 2260 m)
- Zone montagneuse (Haut Atlas)
- Lacets et plateformes routières superposées



Situation du col de Tizi N'Tichka : carte topographique au 1/50000

1. Situation du projet et des zones d'instabilité



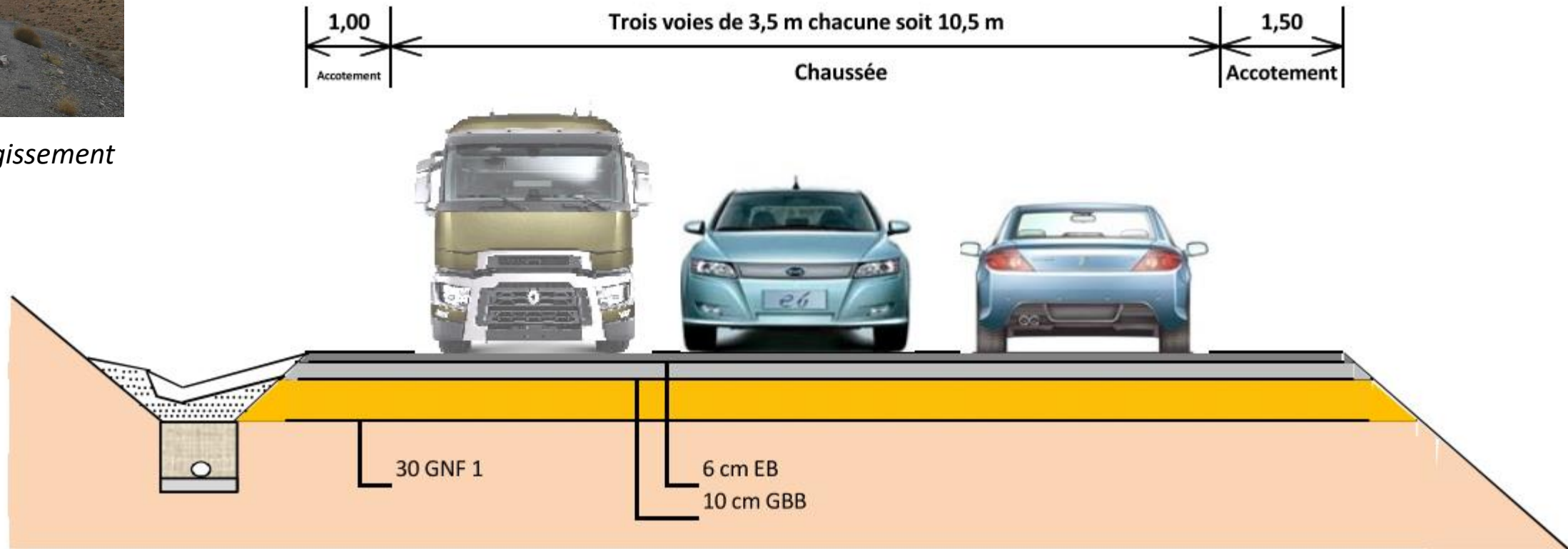
Aspect de la RN9 avant le projet d'élargissement



1. Situation du projet et des zones d'instabilité



RN9 – avant Elargissement



PTT de la RN9 – Projet d'élargissement

1. Situation du projet et des zones d'instabilité

Lot de travaux achevé
entre Taddart 2 et le col
Tizi N'Tichka

5 zones d'instabilités
sur le lot achevé



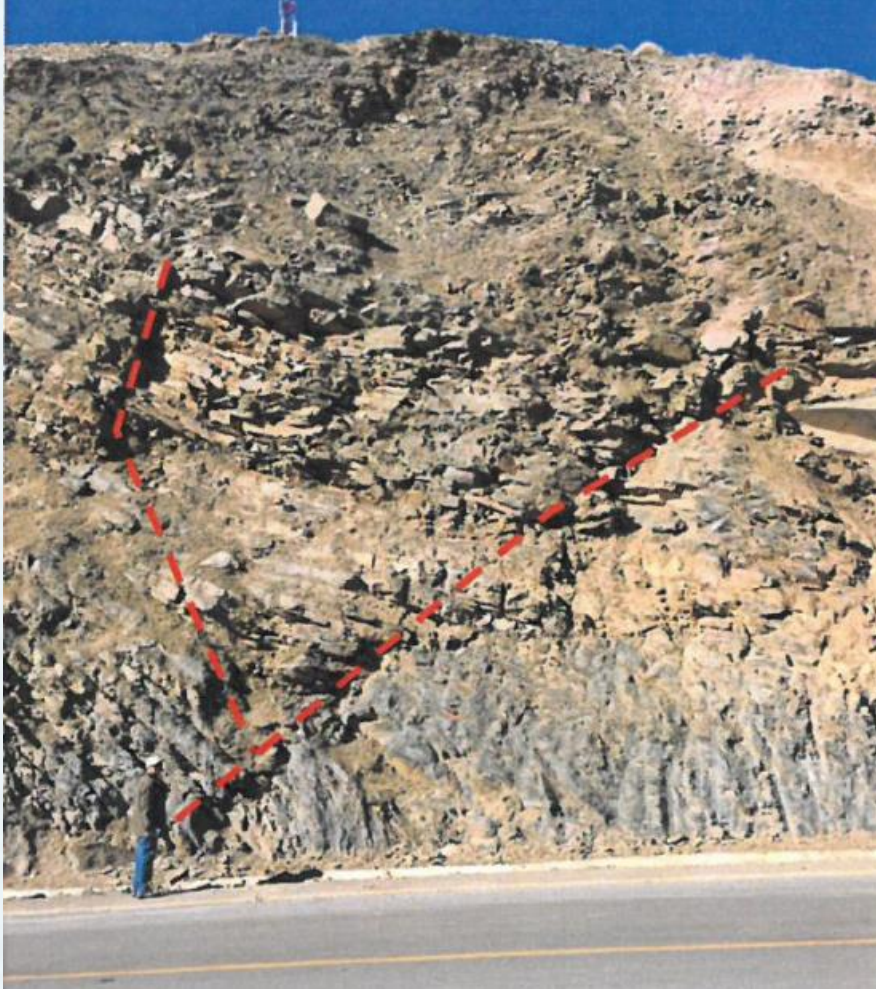
Zones d'instabilité sur le tronçon 1 de la RN9 entre Taddart2 et le col Tizi N'Tichka (sens de montée en rouge)

PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
- 2. Diagnostic des zones d'instabilités**
3. Reconnaissances géotechniques
4. Solutions de traitement et de confortement
5. Analyse des risques géotechniques
6. Conclusions et recommandations

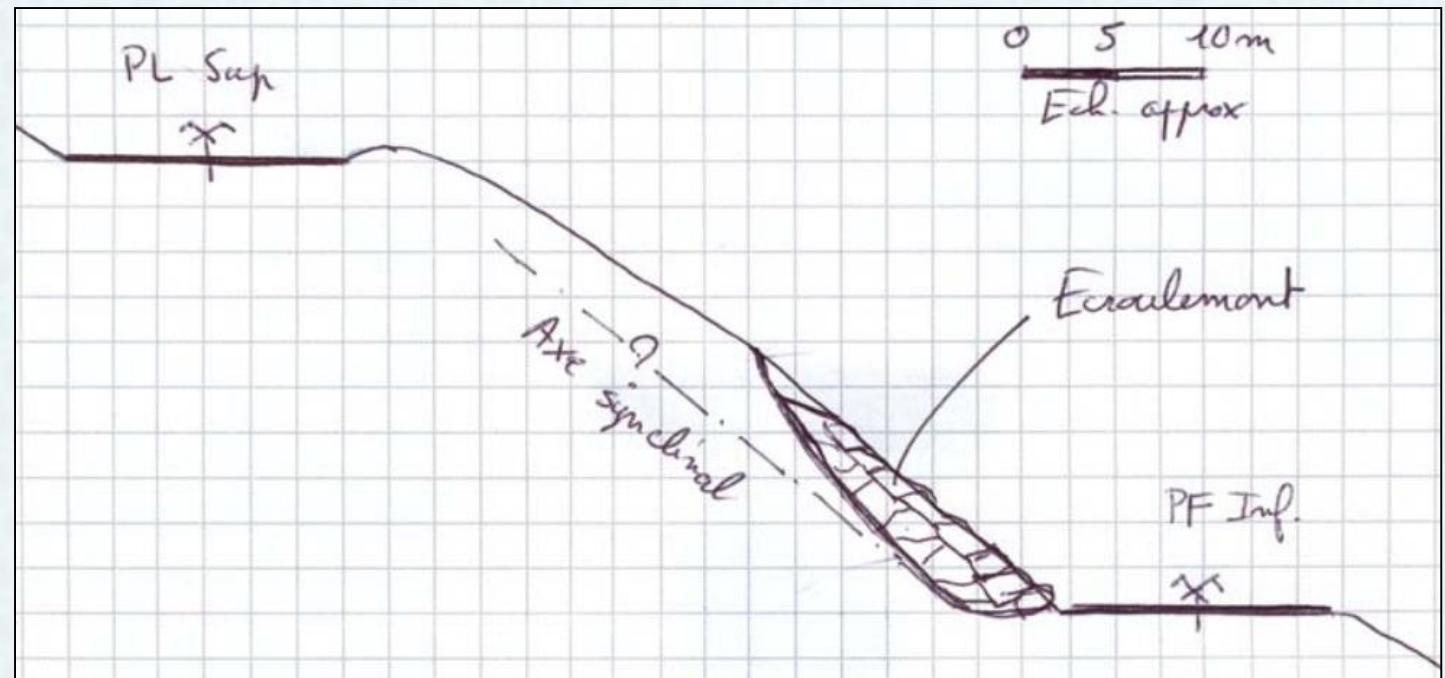
2. Diagnostic des zones d'instabilité

zone d'instabilité n°1, PK338.30/338.40



Diagnostic de la zone d'instabilité n°1

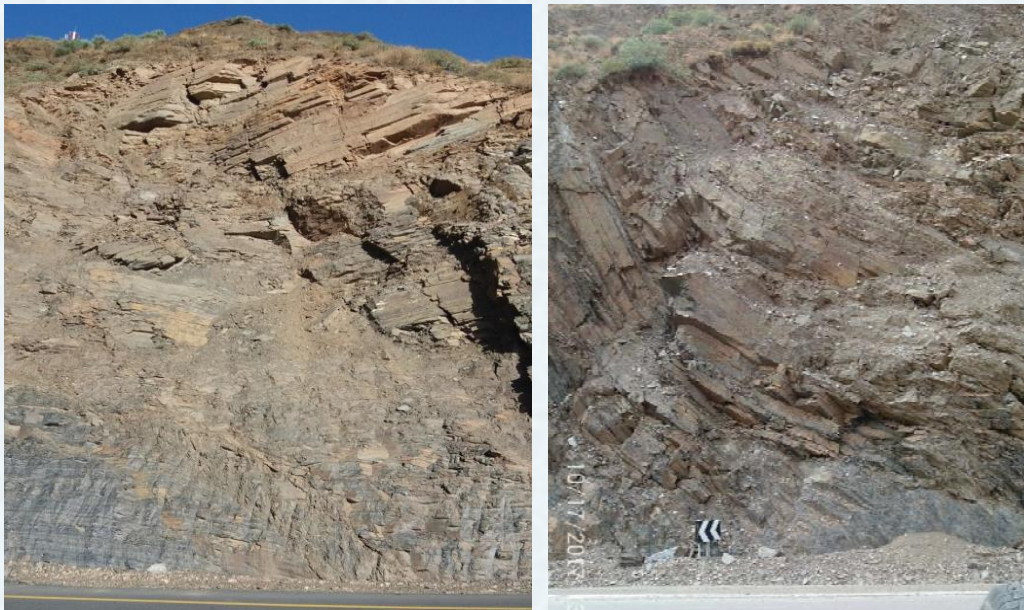
- Talus amont de la PF inférieure
- Hauteur de la zone écroulée: environ 20 m
- Type d'instabilité: écoulement rocheux
- Mouvement d'ordre métrique



Profil schématisé et schéma de rupture : talus amont de la PF inf – zone 1

2. Diagnostic des zones d'instabilité

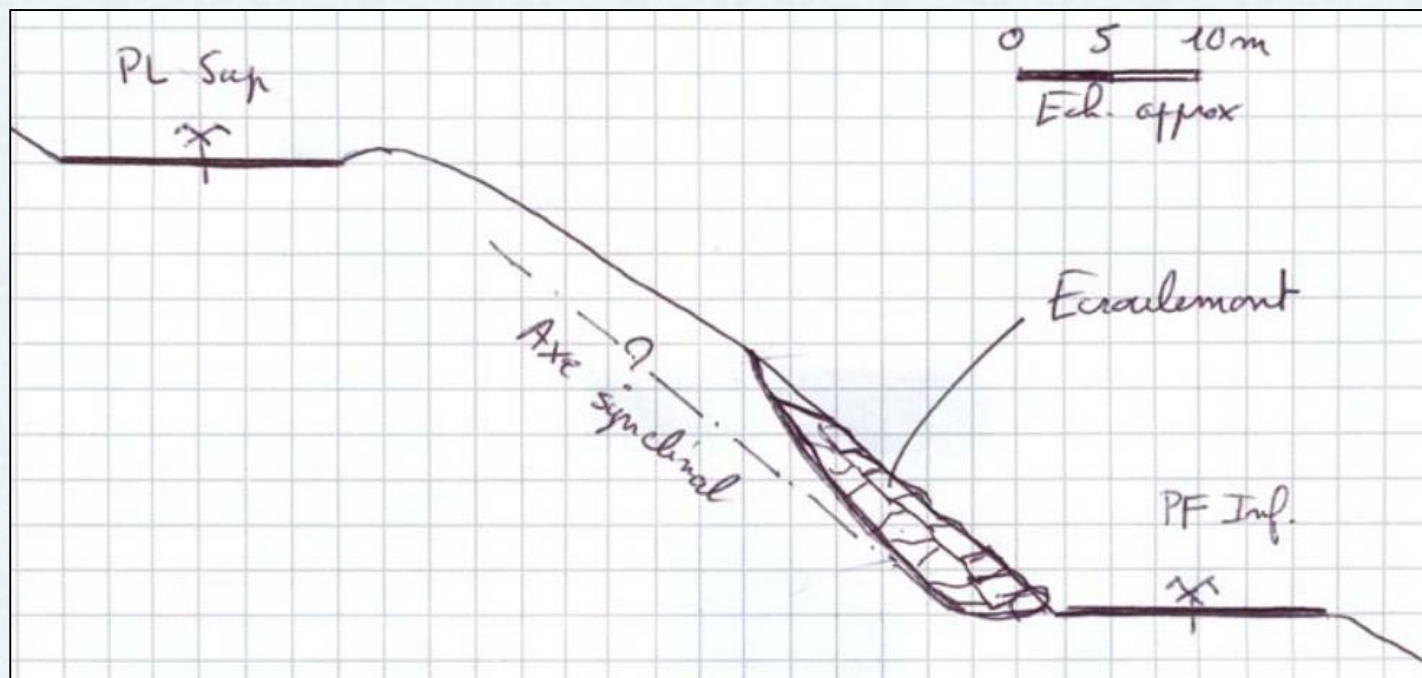
zone d'instabilité n°1, PK338.30/338.40



Formations du déblai – Talus amont de la PF inf – zone 1

Diagnostic de la zone d'instabilité n°1

- Talus amont de la PF inférieure
- Hauteur de la zone écroulée: environ 20 m
- Type d'instabilité: écoulement rocheux
- Mouvement d'ordre métrique



Profil schématique et schéma de rupture : talus amont de la PF inf – zone 1

2. Diagnostic des zones d'instabilité

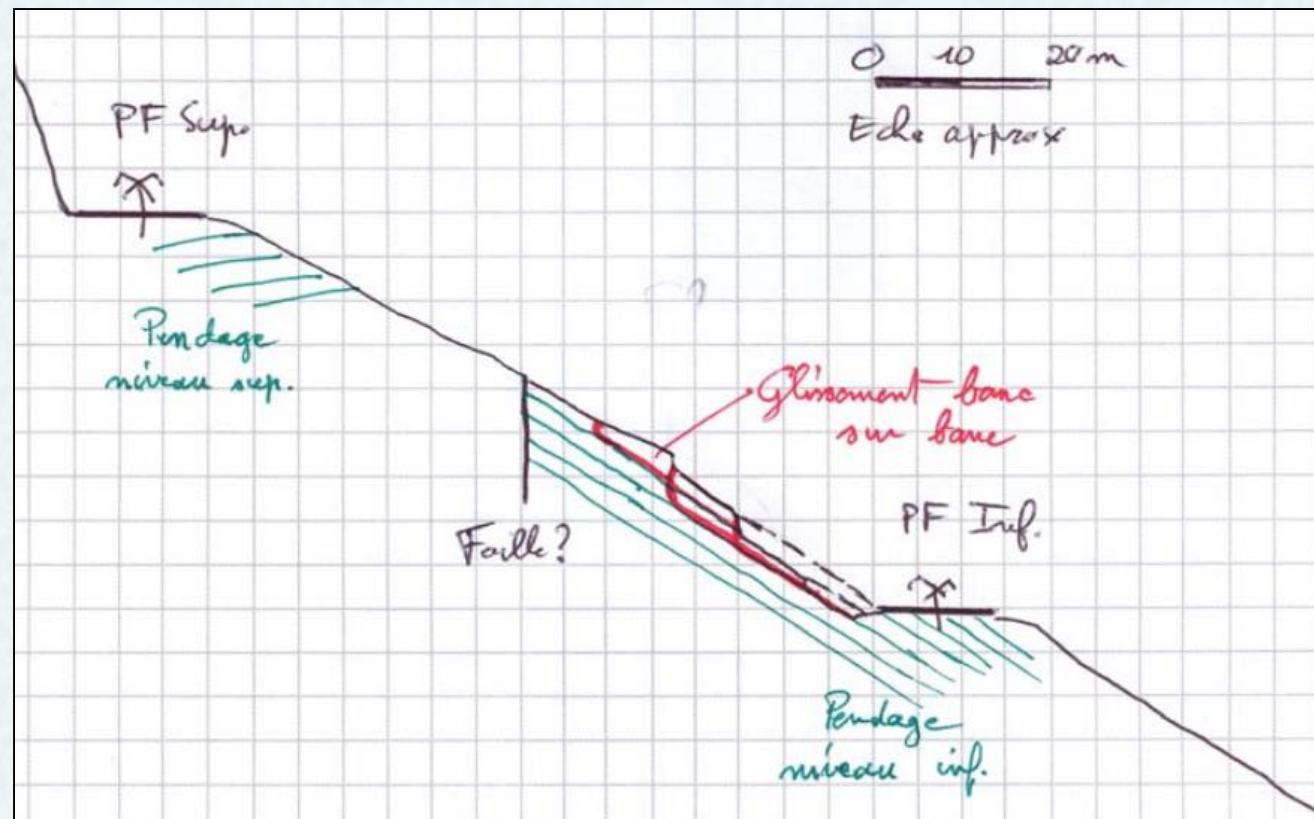
zone d'instabilité n°3, PK340.546



Formations du déblai – Talus amont de la PF inf – zone 3

Diagnostic de la zone d'instabilité n°3

- Talus amont de la PF inférieure
- Hauteur de la zone écroulée: $1/3H \sim 20$ m environ
- Schistes à bancs épais à pendage défavorable (N15 à 25°- 33 à 38°NO)
- Type d'instabilité: écoulement rocheux



Profil schématisé et schéma de rupture: talus amont de la PF inf – zone 3

2. Diagnostic des zones d'instabilité

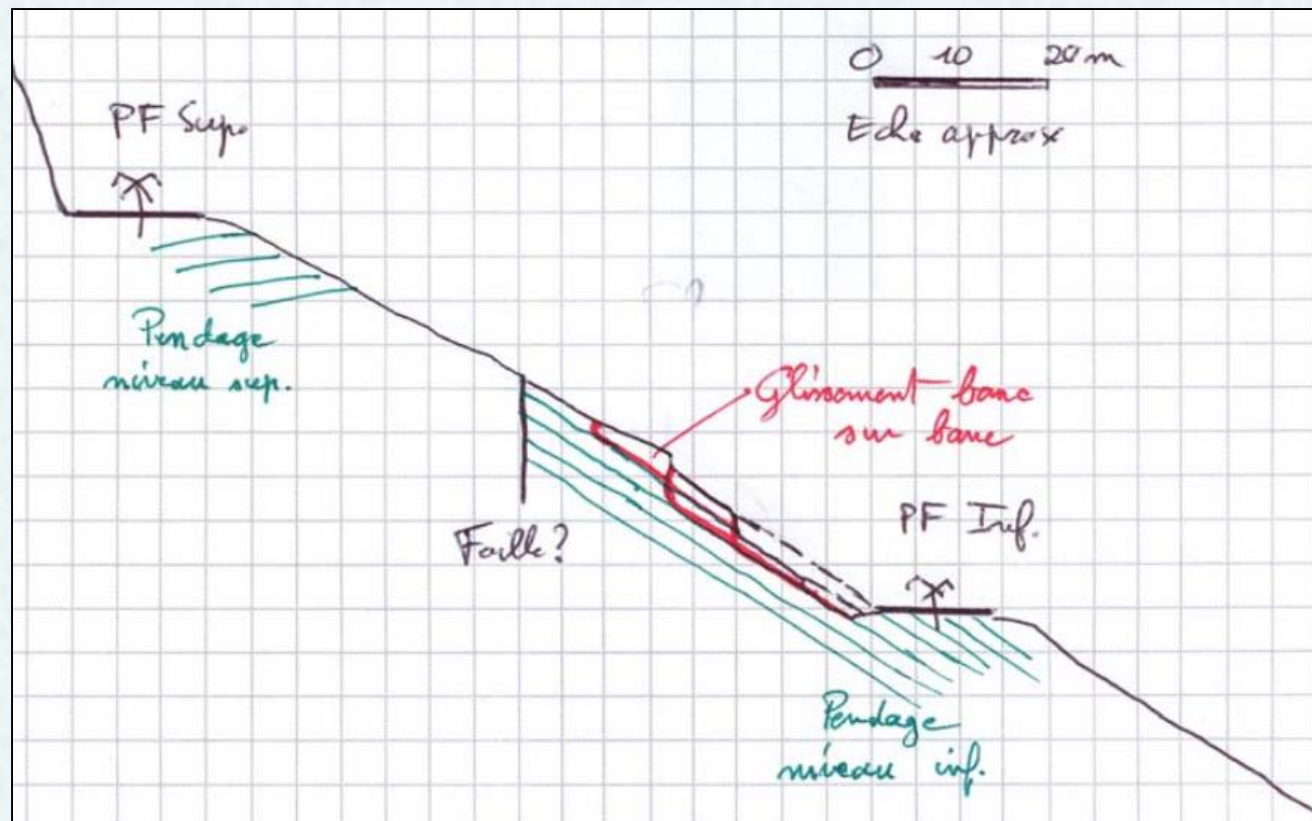
zone d'instabilité n°3, PK340.546



Formations du déblai – Talus amont de la PF inf – zone 3

Diagnostic de la zone d'instabilité n°3

- Talus amont de la PF inférieure
- Hauteur de la zone écroulée: $1/3H \sim 20$ m environ
- Schistes à bancs épais à pendage défavorable (N15 à 25°- 33 à 38°NO)
- Type d'instabilité: écoulement rocheux



Profil schématique et schéma de rupture: talus amont de la PF inf – zone 3

2. Diagnostic des zones d'instabilité

zone d'instabilité n°4, PK341.16/341.37



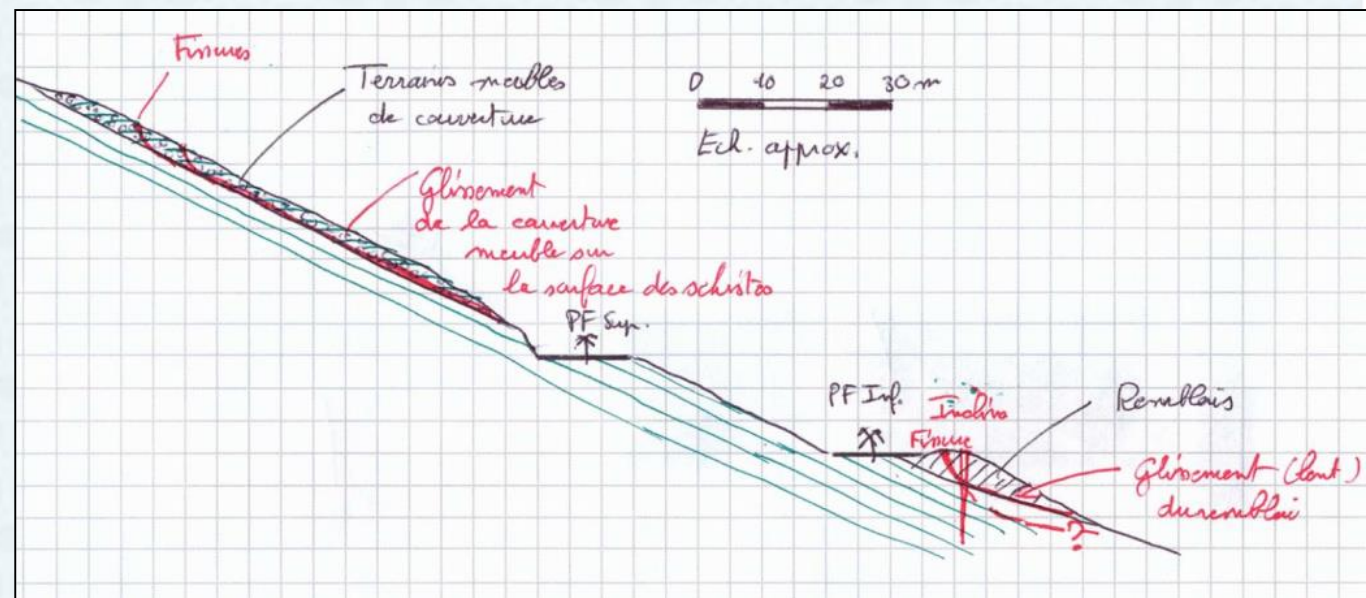
Fissures sur le talus amont de la PF sup – zone 4



Formations du
déblai – talus amont
de la PF sup – zone 4

Diagnostic de la zone d'instabilité n°4

- Talus amont de la PF supérieure: Fissures → Glissement de la couverture meuble sur une hauteur ~ 30 m environ
- PF inférieure: léger affaissement localisé de la chaussée → à confirmer par un suivi inclinométrique



Profil schématique et schéma de rupture – zone 4

2. Diagnostic des zones d'instabilité

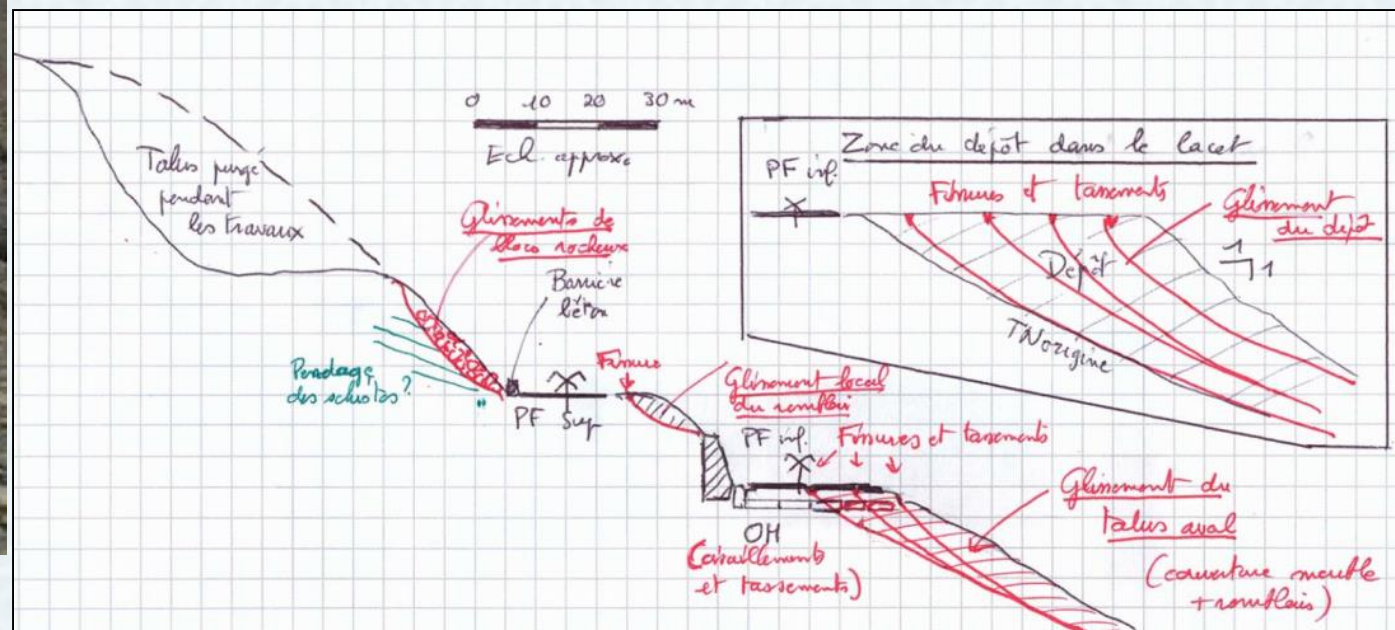
zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10



Désordres relevés : PF inf et aval de la zone 5

Diagnostic de la zone d'instabilité n°5

- PF inférieure: Glissement du remblai aval + déformations de la chaussée d'ordre décimétrique
- Talus amont de la PF supérieure: écoulement rocheux + purge en crête
- Site d'anciens glissements



Profil schématique et schéma de rupture – zone 5

2. Diagnostic des zones d'instabilité

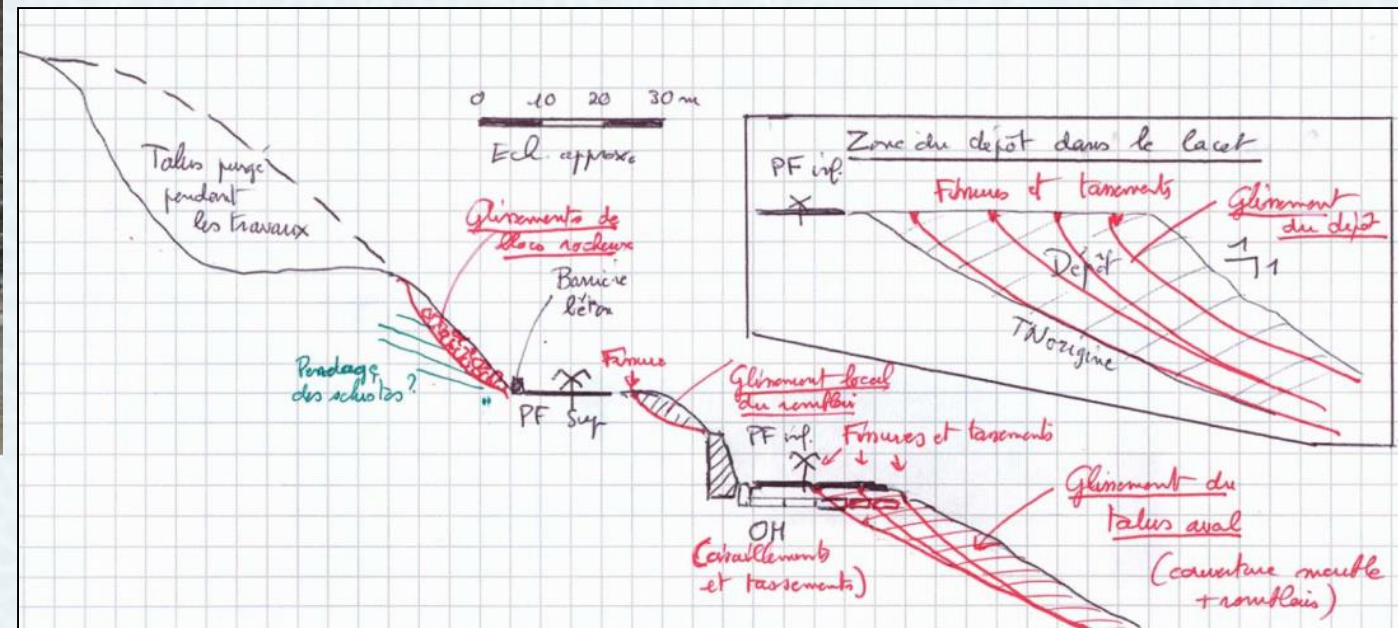
zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10



Talus amont de la PF sup – zone 5

Diagnostic de la zone d'instabilité n°5

- PF inférieure: Glissement du remblai aval + déformations de la chaussée d'ordre décimétrique
- Talus amont de la PF supérieure: écoulement rocheux + purge en crête
- Site d'anciens glissements



Profil schématique et schéma de rupture – zone 5

2. Diagnostic des zones d'instabilité

Type d'instabilité:

- Ecrroulement rocheux de type « banc/banc » (zones 1 et 3 + talus amont de la PF sup zone 2)
- Glissement et déformation de chaussée (zones 2 et 5)
- Glissement de couverture meuble (zone 4)

Mouvement profond: zones 2 et 5 +zone 4 suspectes, instrumentées

Type de reconnaissances géotechniques:

- Zones 1 et 3: reconnaissances visuelles et levés structuraux
- Zones 2, 4 et 5: sondages carottés et pressiométriques + suivi par inclinomètres

PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
2. Diagnostic des zones d'instabilités
- 3. Reconnaissances géotechniques**
4. Solutions de traitement et de confortement
5. Analyse des risques géotechniques
6. Conclusions et recommandations

3. Reconnaissances géotechniques

Zones 1 et 3 :

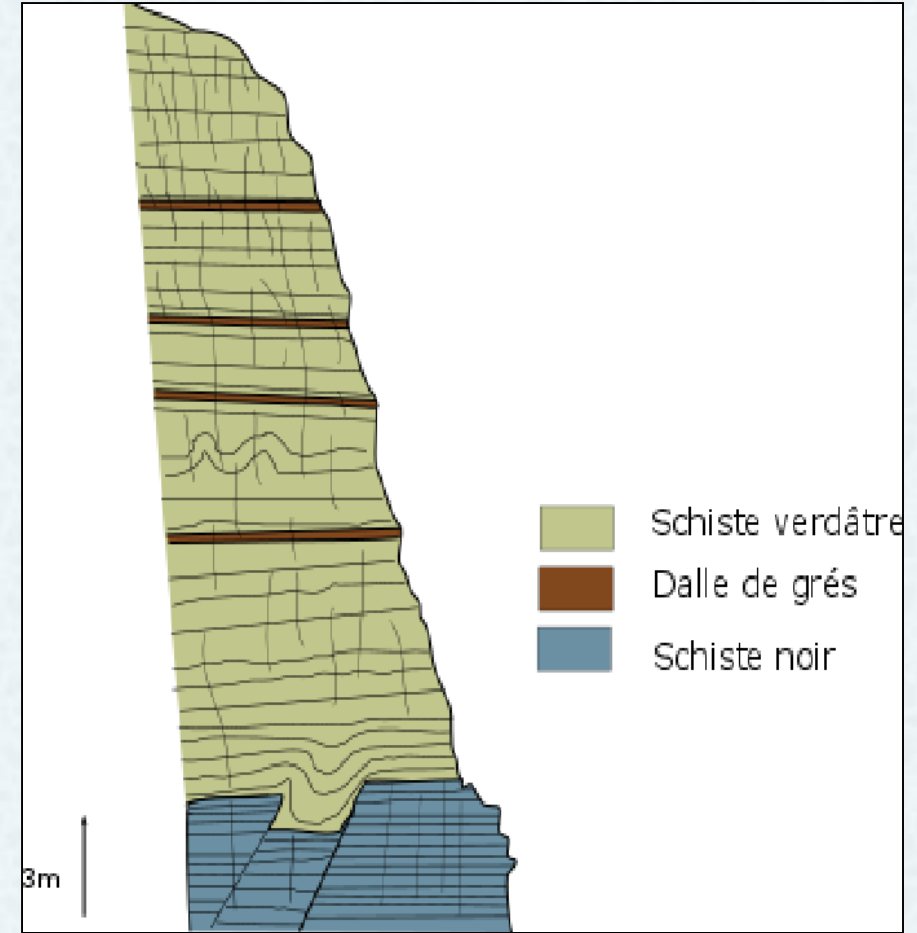


Formations du déblai: zone 1



Formations du déblai: zone 3

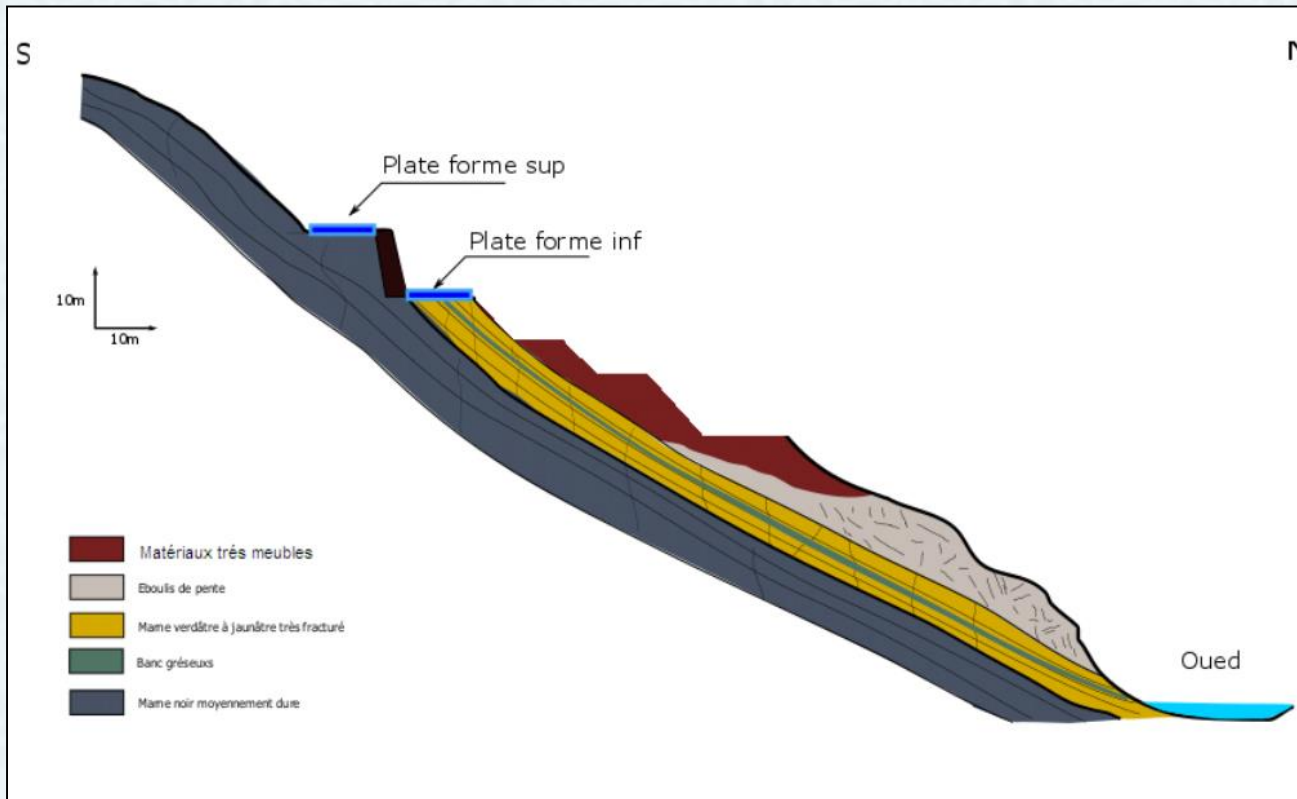
- une formation de schiste verdâtre intensément fracturée dont l'épaisseur s'élève à ~ 15 m. Strates d'épaisseur de 5 à 15 cm (zone 1) et de 20 à 60 cm (zone 3)
- une formation de 2 à 4 m de schiste noir intensément débité en lits de 2 à 5 cm moyennement fracturés



Coupe lithologique des zones 1 et 3

3. Reconnaissances géotechniques

Zone 2 :



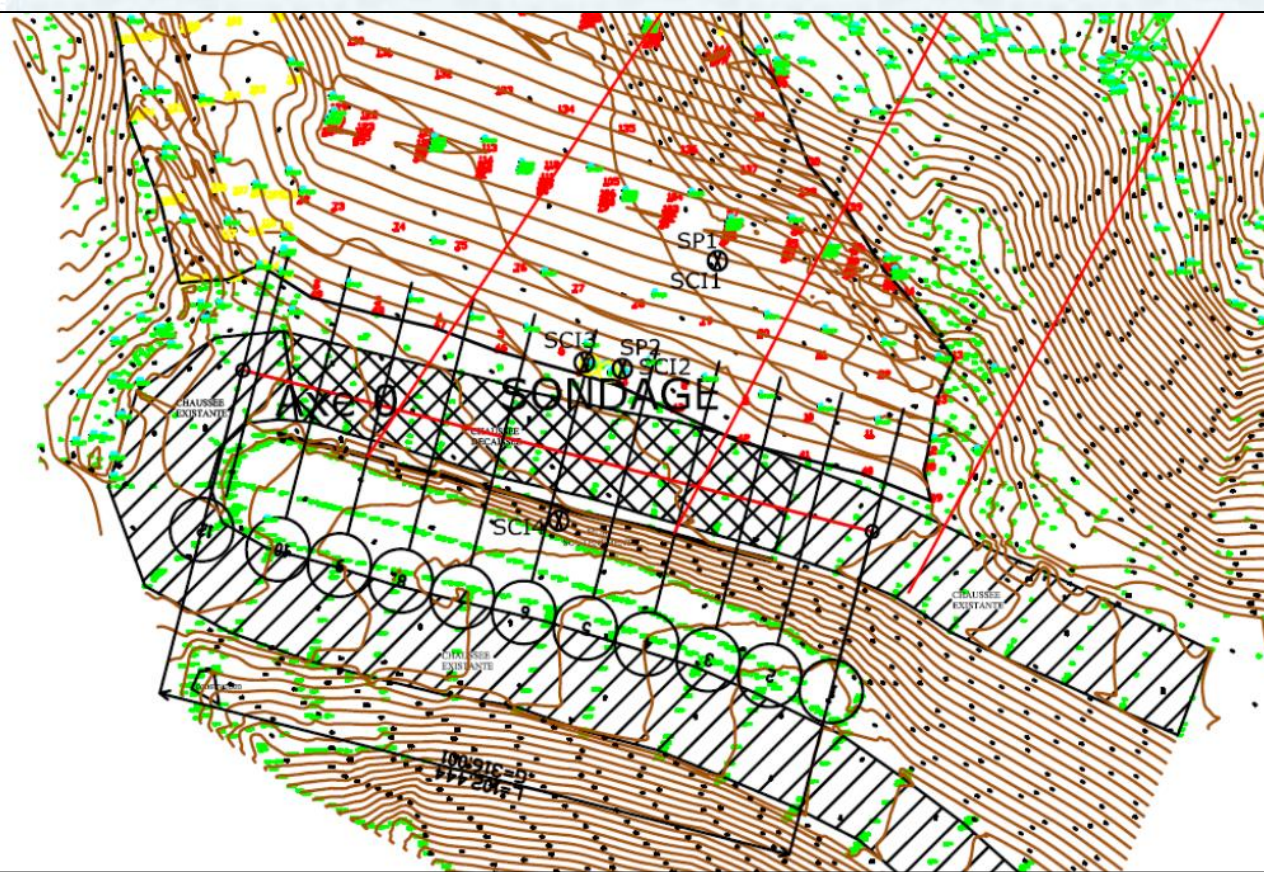
Coupe lithologique de la zone 2

Formé par:

- une formation de schiste verdâtre à jaunâtre très fracturée et de faible dureté: Bancs schisteux de 20 à 80 cm d'épaisseur intercalés par des bancs gréseux de 5 à 20 cm d'épaisseur.
- une formation de schiste noir relativement induré débité en lits de 2 à 5 cm moyennement fracturés
- Remblai/Dépôt étalé sur la PF inf
- Eboulis de pente

3. Reconnaissances géotechniques

Zone 2 :



Plan d'implantation des sondages – zone 2

Interprétation des résultats :

• **Sondages carottés :**

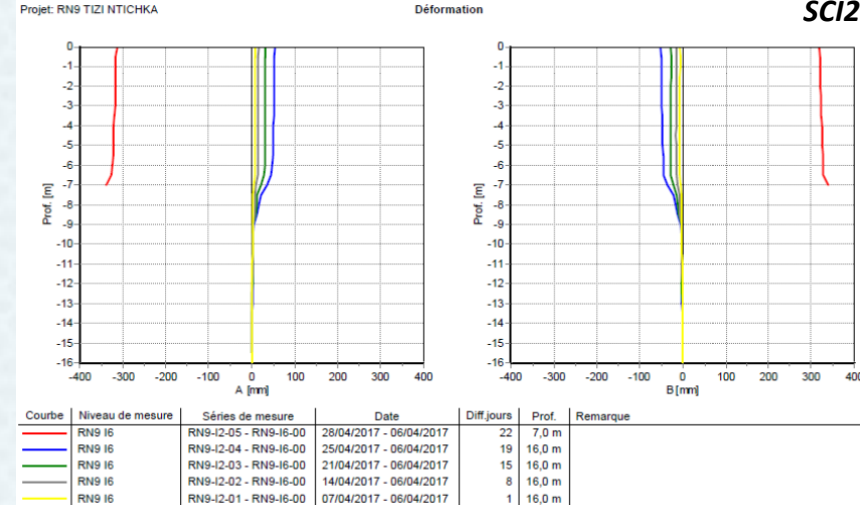
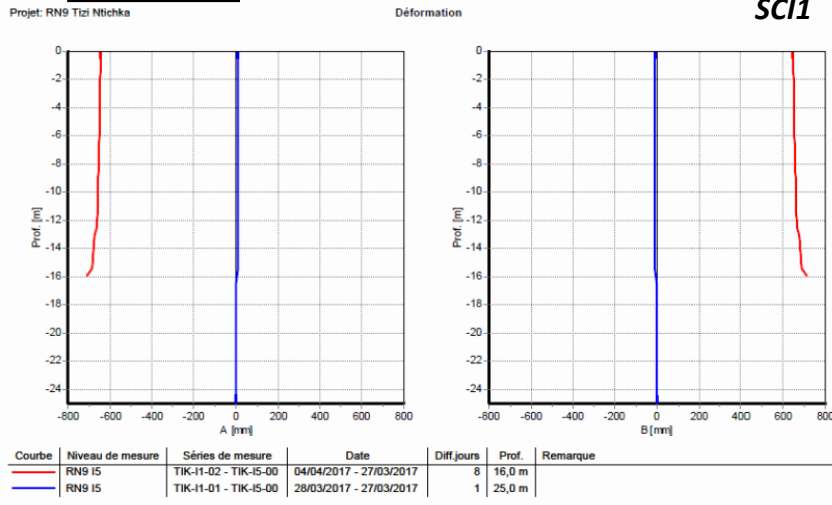
Un terrain de couverture formé de schistes très altérés et friables allant jusqu'à 19m en SCI1 (18 m SCI3).

• **Sondages pressiométriques :**

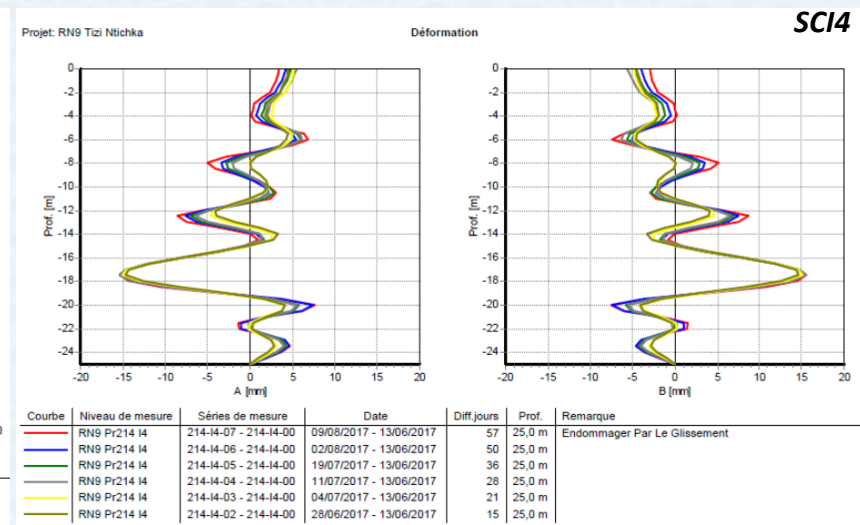
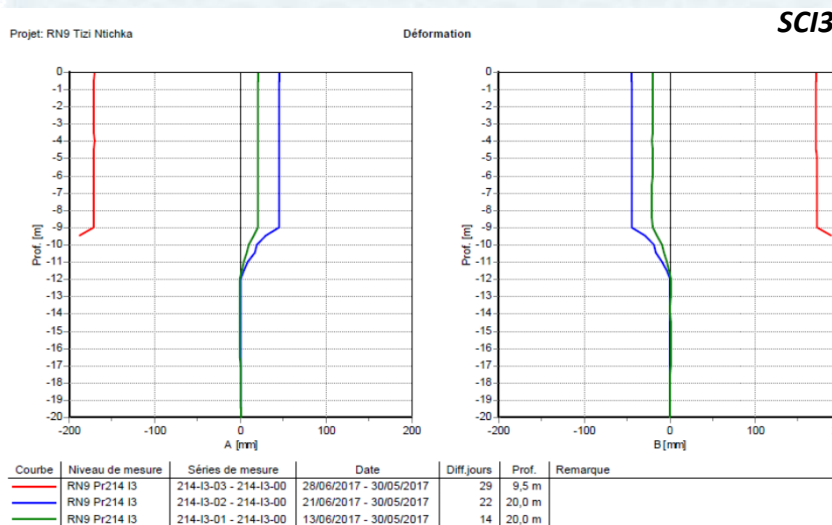
Jusqu'à une profondeur allant de 08 m/TN en SP1, et 14 m/TN en SP 02, il a été mis en évidence l'existence d'une couche de schistes très altérée et friable et qui a des caractéristique géo-mécaniques très faibles ($PI < 1$ MPa et $Em \sim 5$ à 10 Mpa).

3. Reconnaissances géotechniques

Zone 2 :



I1 – I2 – I3 : Inclinomètres cisailés
Suivi entre mars et avril 2017.



I4 : Inclinomètre installé entre les 2 PF

3. Reconnaissances géotechniques

Zone 4 :



Interprétation des résultats :

• **Sondages carottés :**

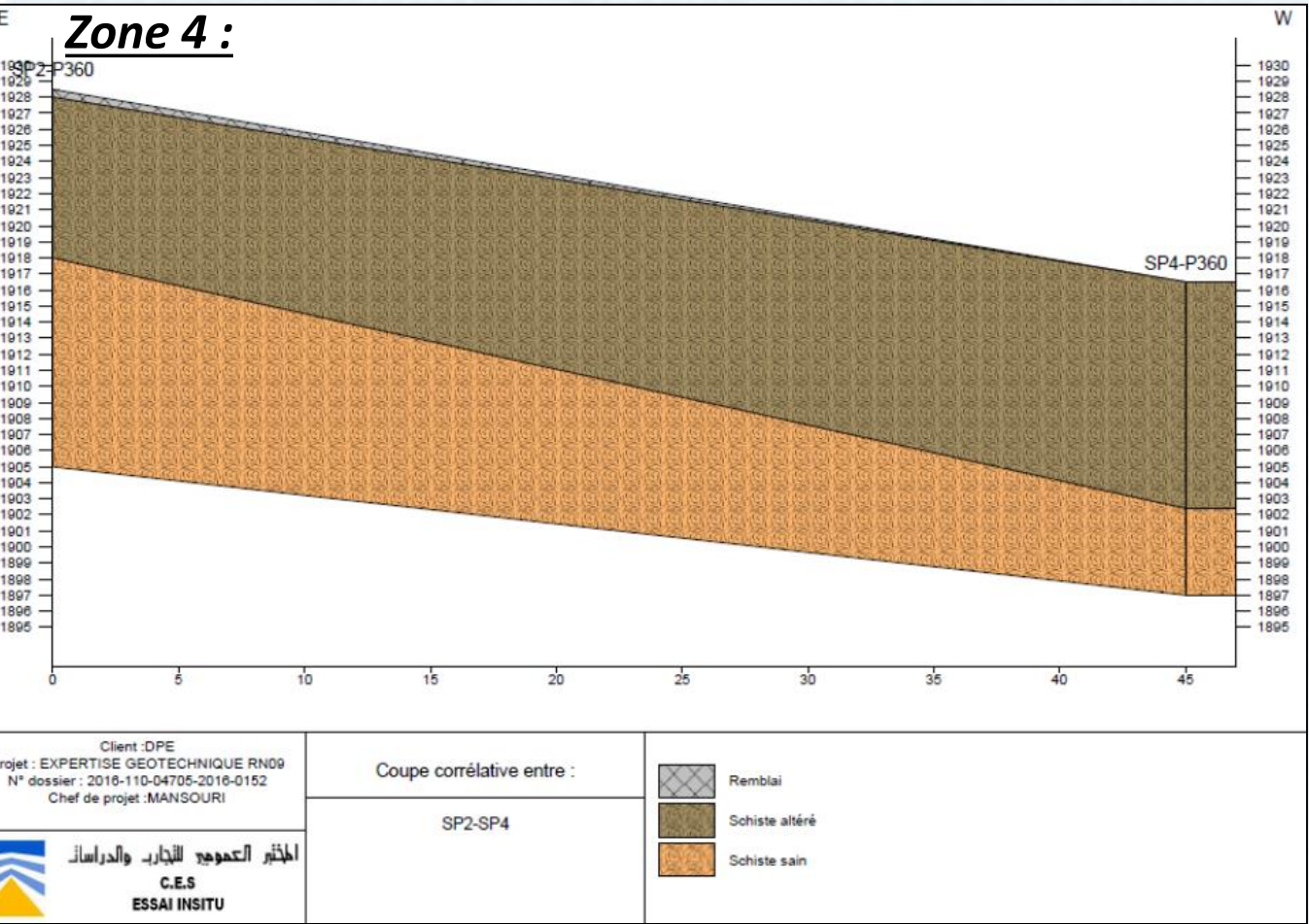
Un terrain de couverture formé de schistes très altérés et friables allant jusqu'à 10m en SC1, et 17m en SC2.

• **Sondages pressiométriques :**

Jusqu'à une profondeur allant de 10 m/TN en SP03 à 14 m/TN en SP02, il a été mis en évidence l'existence d'une couche de schistes très altérée et friable et qui a des caractéristiques géo-mécaniques très faibles ($PI < 1$ MPa et $Em \sim 5$ à 10 Mpa).

Plan d'implantation des sondages – zone 4

3. Reconnaissances géotechniques

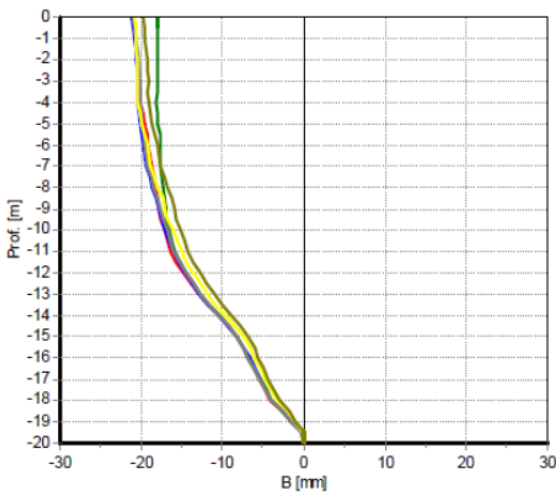
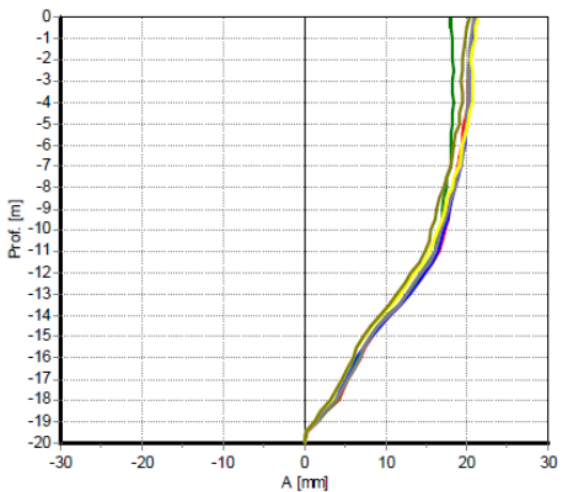


Modèle lithologique – zone 4



Projet: RN9 Tizi Ntichka

Déformation



Courbe	Niveau de mesure	Séries de mesure	Date	Diff.jours	Prof.	Remarque
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-26 - Pr360-I1-00	28/09/2017 - 20/11/2016	312	20,0 m	
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-25 - Pr360-I1-00	15/09/2017 - 20/11/2016	299	20,0 m	
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-24 - Pr360-I1-00	31/08/2017 - 20/11/2016	284	20,0 m	
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-23 - Pr360-I1-00	25/08/2017 - 20/11/2016	278	20,0 m	
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-22 - Pr360-I1-00	19/08/2017 - 20/11/2016	272	20,0 m	
—	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-21 - Pr360-I1-00	10/08/2017 - 20/11/2016	263	20,0 m	

Suivi de l'inclinomètre I1– zone 4

3. Reconnaissances géotechniques

Zone 5 :



Plan d'implantation des sondages – zone 5

Interprétation des résultats :

• **Sondages carottés :**

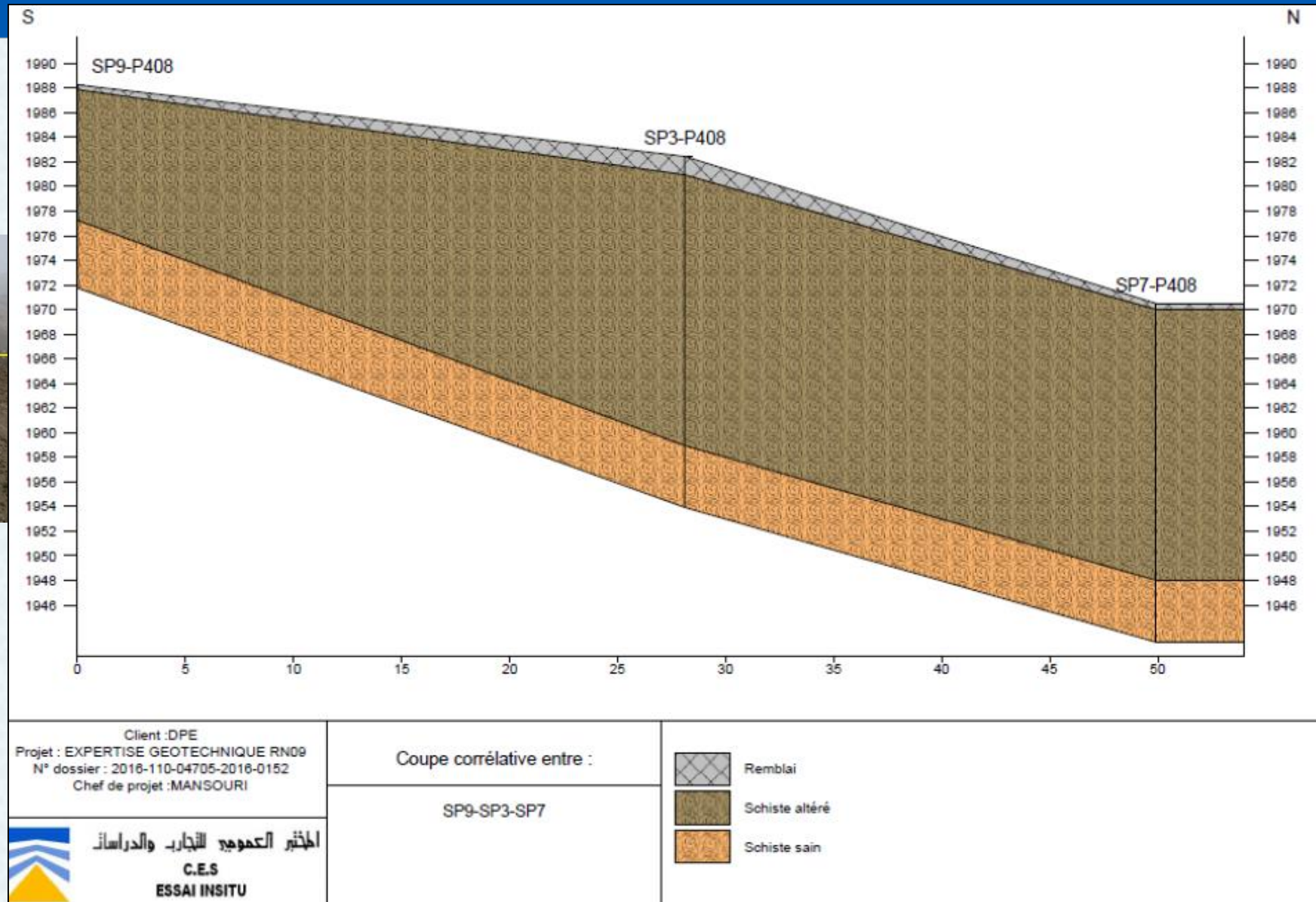
Un terrain de couverture formé de schistes très altérés et friables sur une épaisseur qui varie entre 10 m en SC1 et 23 m en SC3. Les schistes sains sont recoupés à des profondeurs oscillant entre 10 et 23 m.

• **Sondages pressiométriques :**

Jusqu'à une profondeur allant de 08 m/TN en SP6 et à 23 m/TN en SP3, il a été mis en évidence l'existence d'une couche de schistes très altérée et friable avec des caractéristiques géo-mécaniques très faibles.

3. Reconnaissances géotechniques

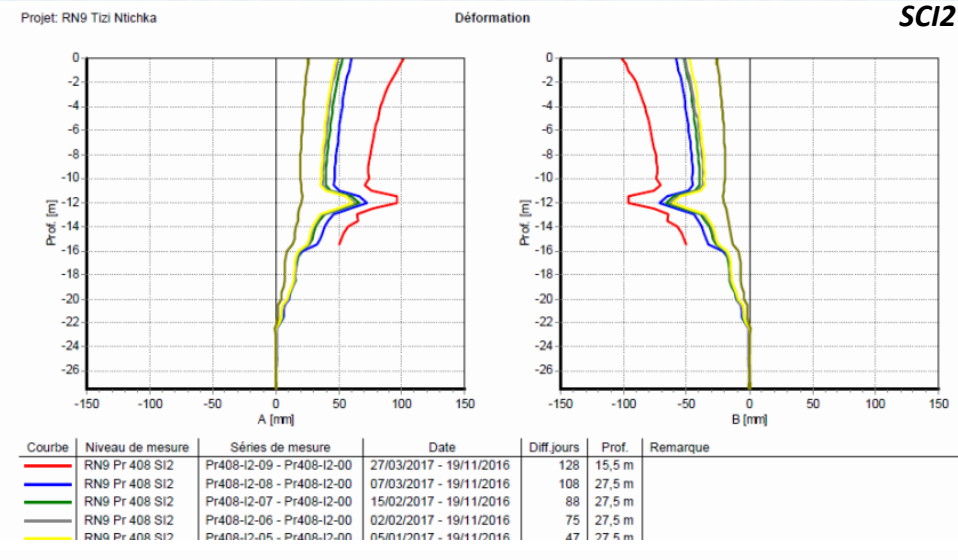
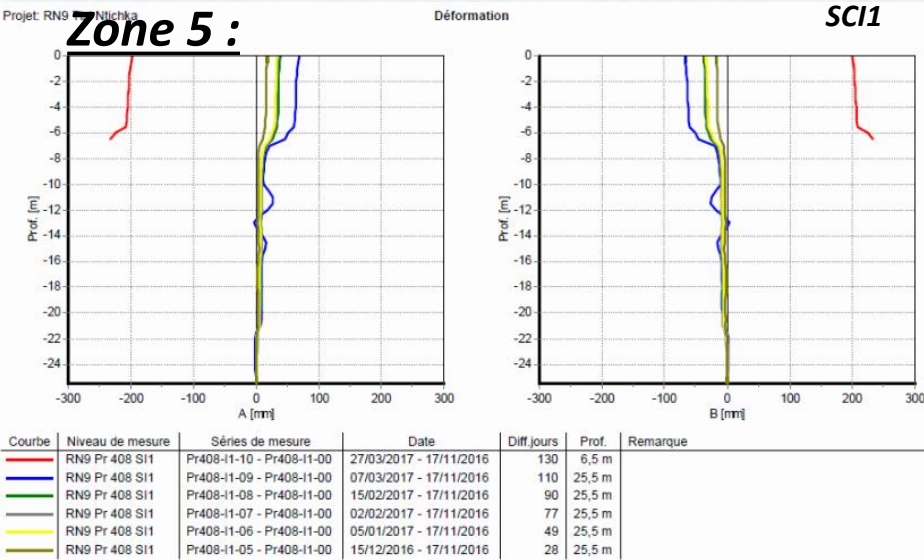
Zone 5 :



Modèle lithologique – zone 5

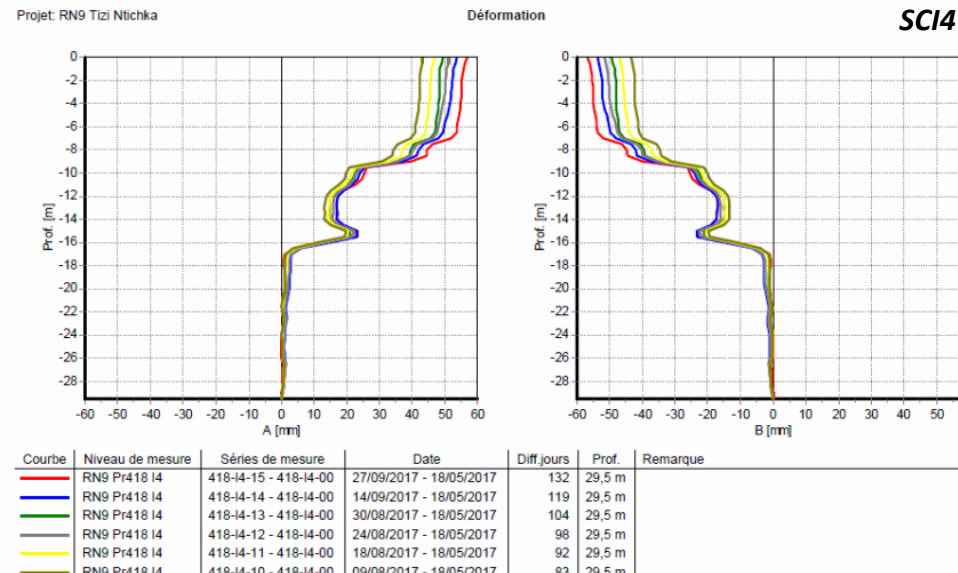
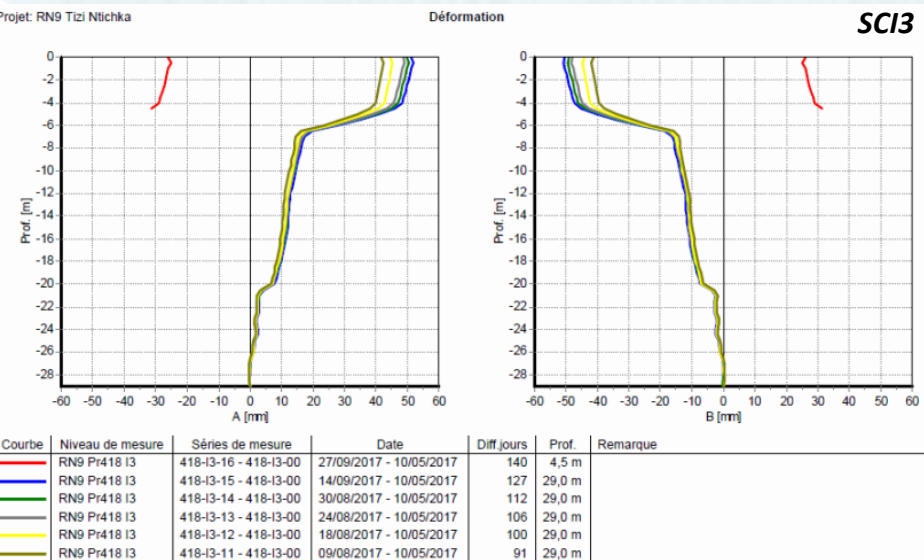
3. Reconnaissances géotechniques

Zone 5 :



I1 – I2 : Inclinomètres cisailés

Suivi entre novembre 2016 et mars 2017.



I3 : Inclinomètres cisailés

Suivi entre mai et septembre 2017.

Suivi des inclinomètres SCI1, SCI2, SCI3 et SCI4 – zone 5

PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
2. Diagnostic des zones d'instabilités
3. Reconnaissances géotechniques
- 4. Solutions de traitement et de confortement**
5. Analyse des risques géotechniques
6. Conclusions et recommandations

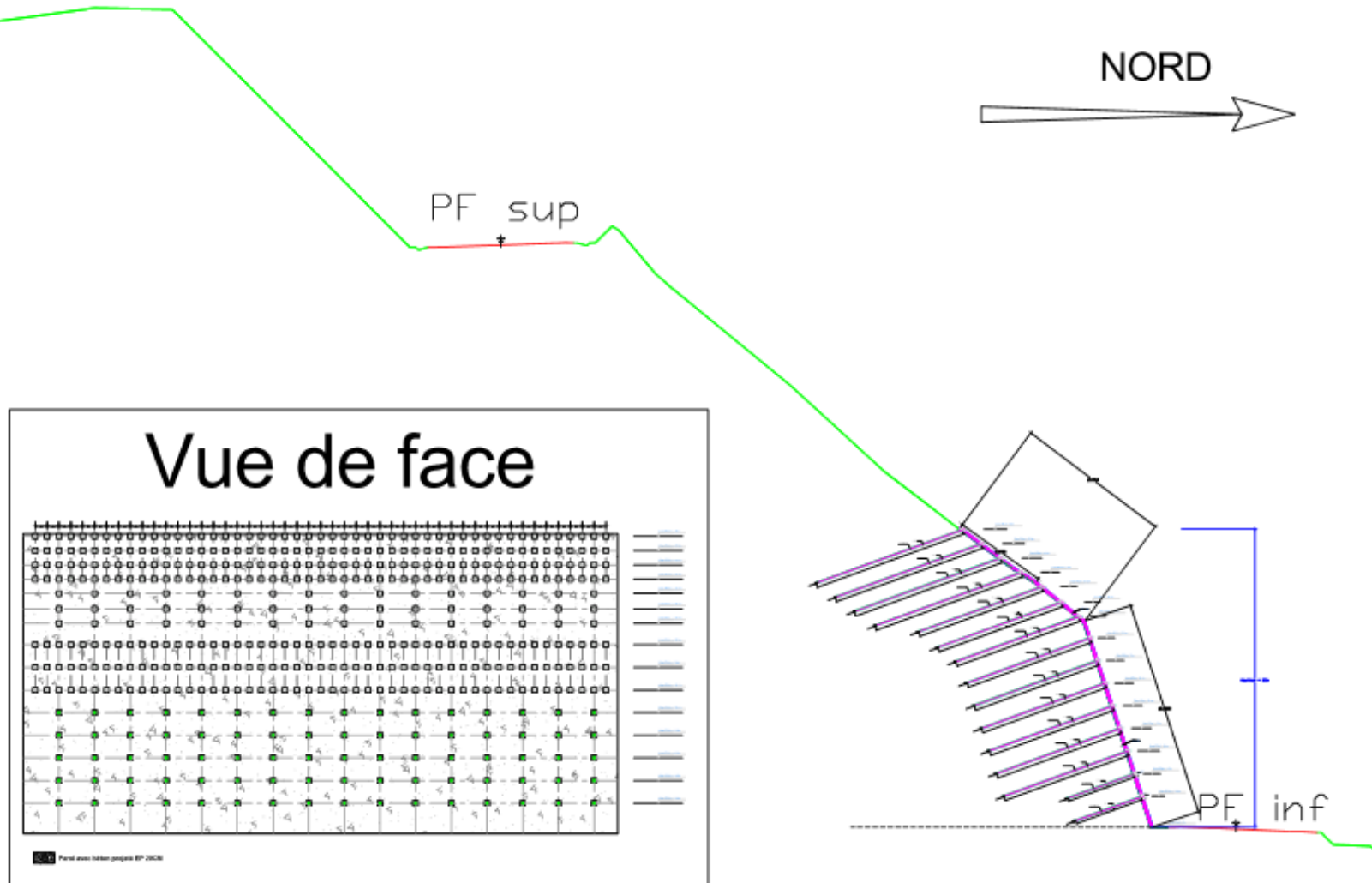
5. Solutions de traitement et de confortement

Quelles solutions de traitement et de confortement pour résoudre les problématiques suivantes ?

1. « Bancs » de schiste de grandes dimensions en équilibre limite (déblai)
2. Couverture meuble (déblai)
3. Risque de régression de l'instabilité de la PF inférieure à la PF supérieure
4. Glissements et mouvements rapides en grandes masses (côté aval des PF zones 2 et 5)

5. Solutions de traitement et de confortement

Zones 1 et 3 :

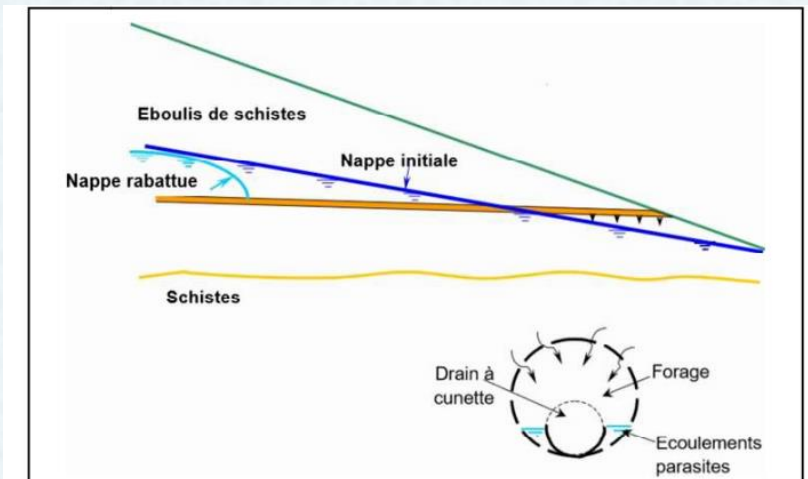


Instabilité de type

Ecroulement rocheux, schiste à pendage défavorable

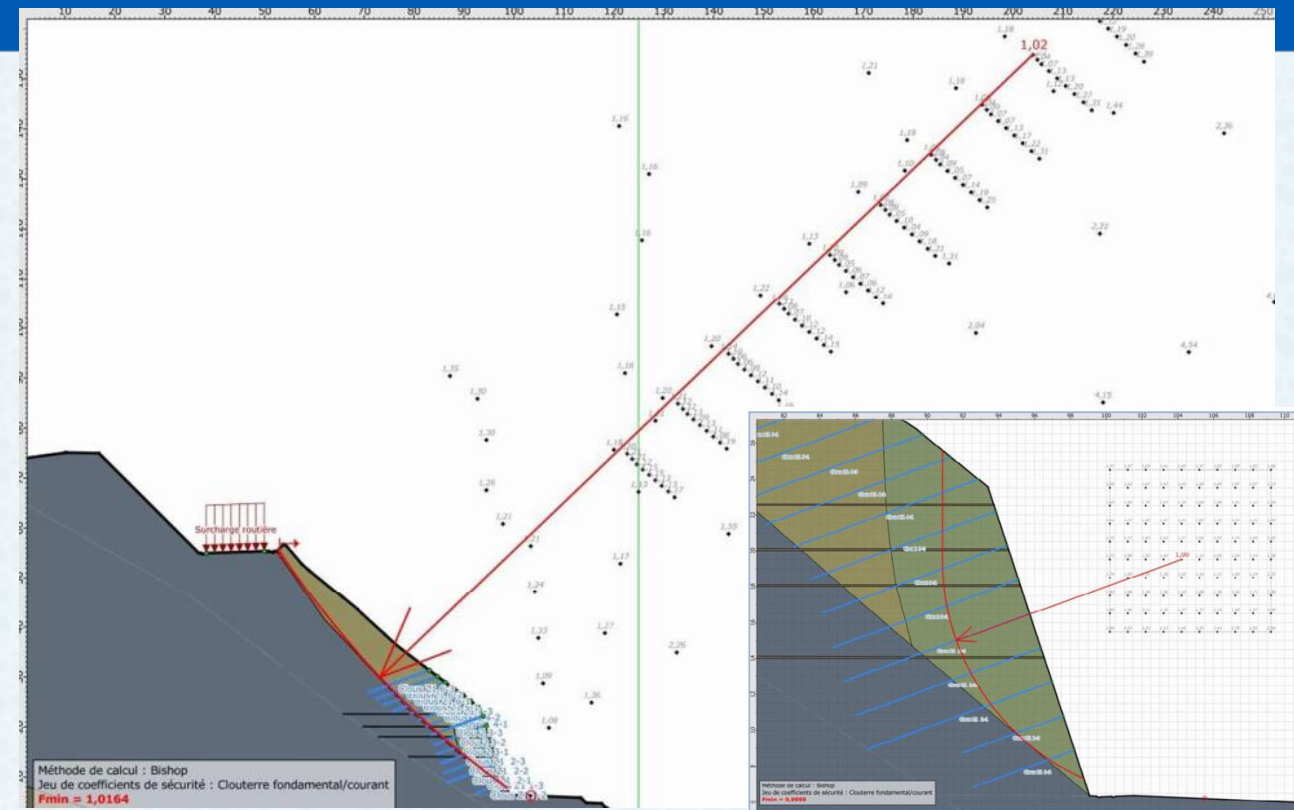
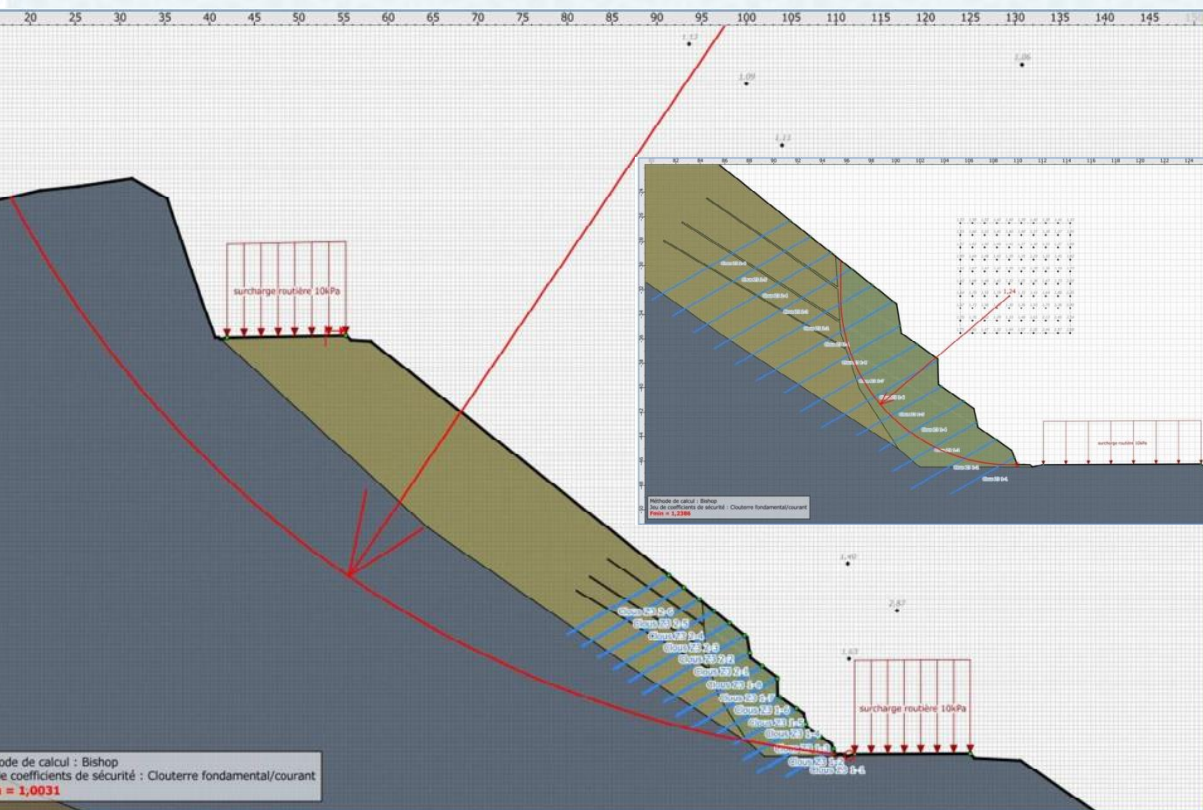
Solution de confortement

- clouage $\phi 32$
- confinement par béton projeté
20 cm de BP + 2 lits TS500 HA10
- drains subhorizontaux
 $Sh = 3 \text{ m}$, $Sv = 2 \text{ m}$



5. Solutions de traitement et de confortement

Zones 1 et 3 :



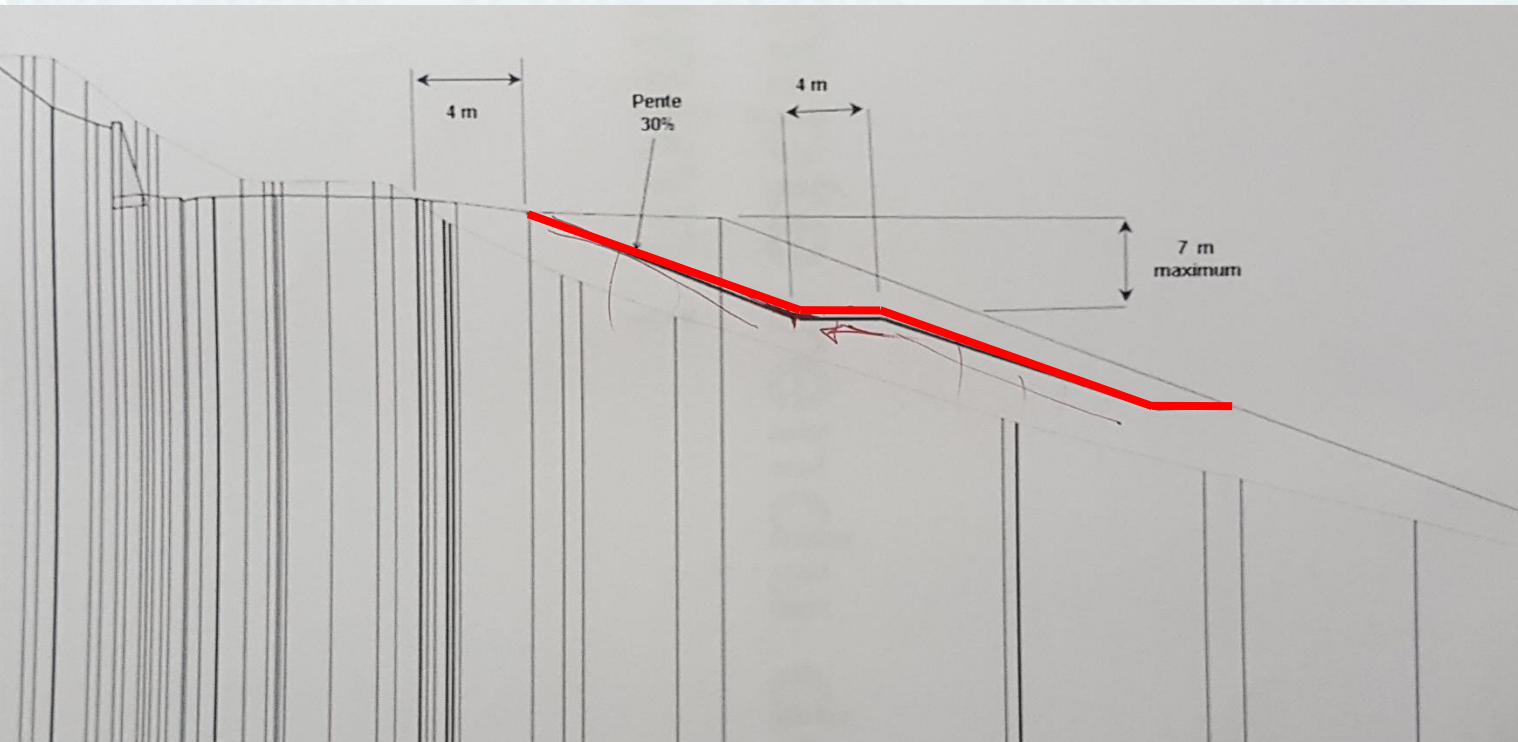
Stabilités globale & locale – zone 1

Stabilités globale & locale – zone 3

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 2 :

Caractère actif du mouvement → Traitement d'urgence : **purge partielle**
Volume ~ 21 000 m³



Profil type de la purge partielle réalisée en mai 2017 – talus aval de la PF inf de la zone 2

Instabilité de type

Glissement aval de la plateforme inf

Solutions de confortement:

1. Purge des masses instables
2. Changement de tracé
3. Soutènement par rangées de pieux

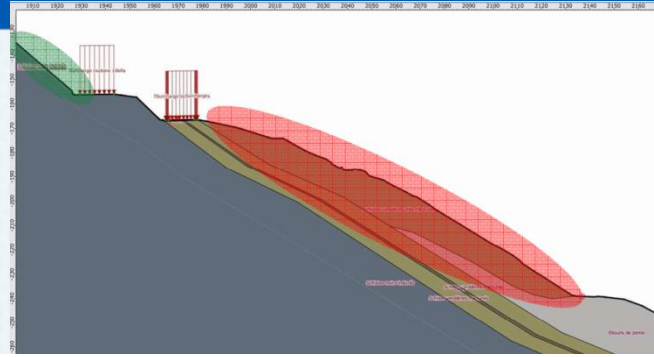
Dispositions complémentaires

- Drainage
- Géogridde de renforcement

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 2 :

En complément à la purge partielle:
Reprofilage « définitif » du talus aval



Instabilité de type

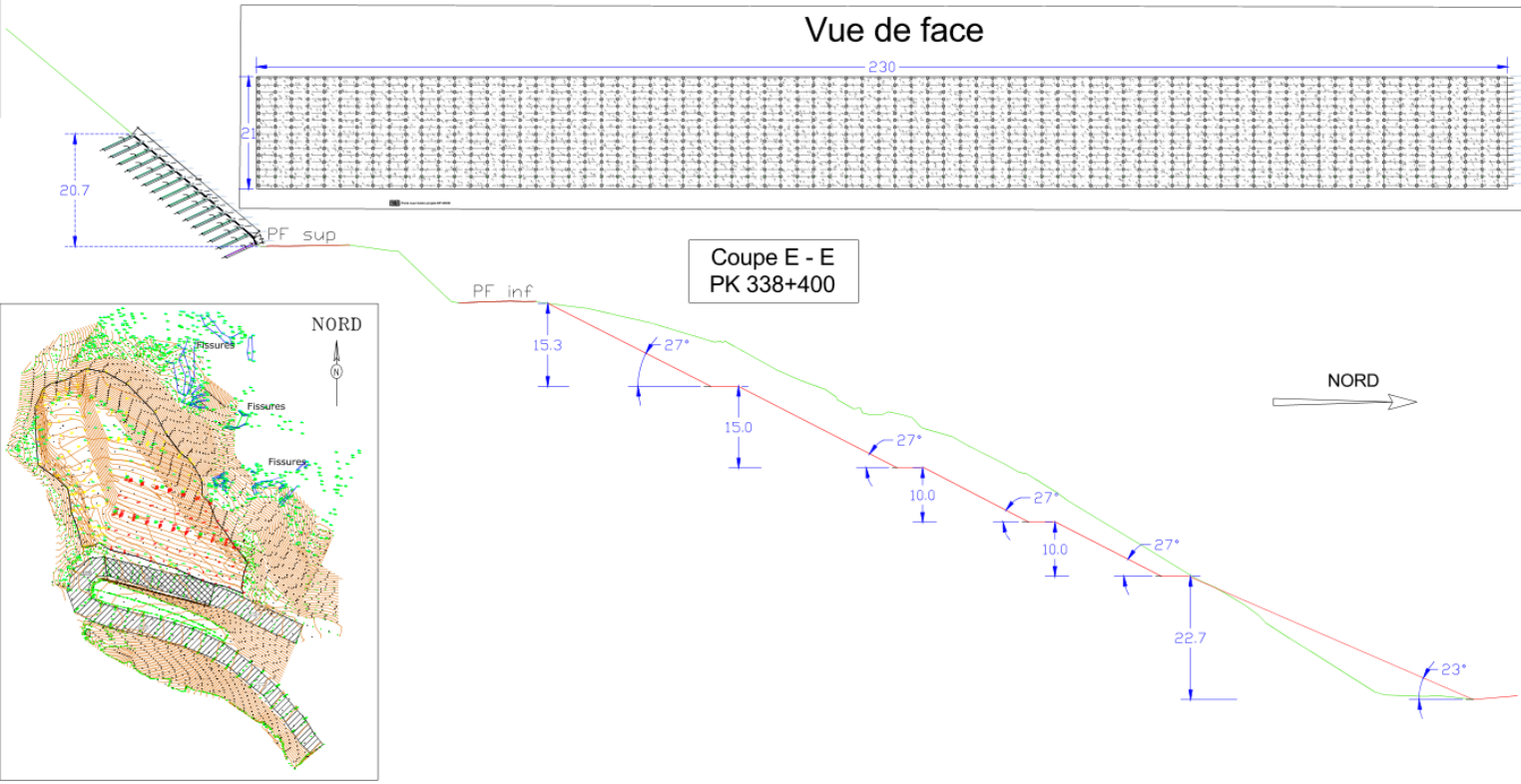
Glissement aval de la plateforme inf

Variante retenue

1. **Purge des masses instables**
2. Changement de tracé
3. Soutènement par rangées de pieux

Dispositions complémentaires

- Drainage
- Géogridde de renforcement

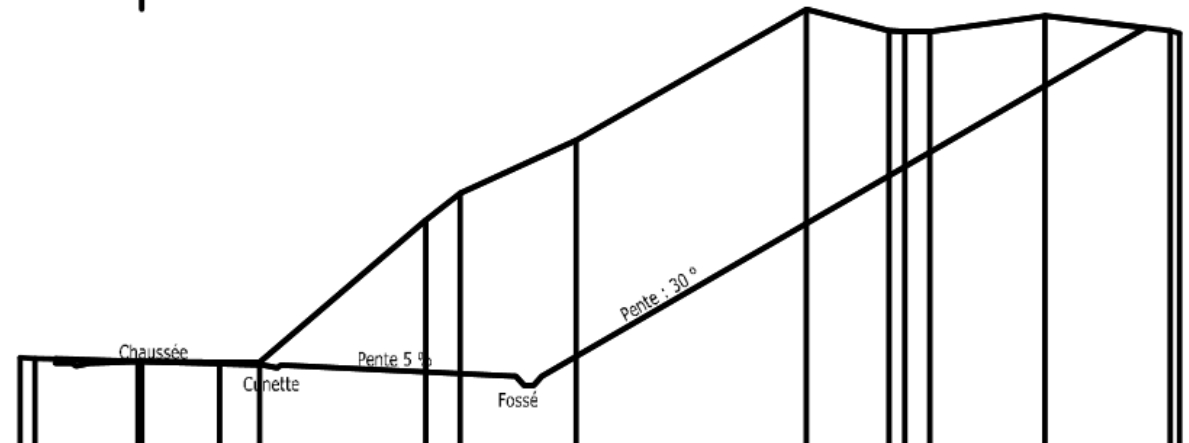


Profil type du reprofilage du talus aval de la PF inf – zone 2

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 2 :

PTG <= Profils types => PDr



Déblai : 420.59 m³

Dévers Gauche -0.00 %
Dévers Droite 0.00 %
X= 311056.55
Y= 83797.77
Gisement : 214.63 gr

PC : 1798.00 m

Altitudes TN	1802.54	1802.52	1802.53	1802.58	1802.59	1817.48	1813.08	1813.07	1822.25	1822.27	1822.28	1822.33	1822.35	1822.37
Distances à l'axe TN	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Distances partielles TN	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Altitudes Projet	1802.54	1802.52	1802.53	1802.58	1802.59	1817.48	1813.08	1813.07	1822.25	1822.27	1822.28	1822.33	1822.35	1822.37
Distances à l'axe Projet	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Distances partielles Projet	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

Date : 01/03/2018

Dossier : instabilité ZB

Instabilité de type

Ecrroulement rocheux du talus amont de la PF sup

Solutions de confortement:

1. Adoucissement de pente
2. Changement de tracé
3. Clouage

Dispositions complémentaires

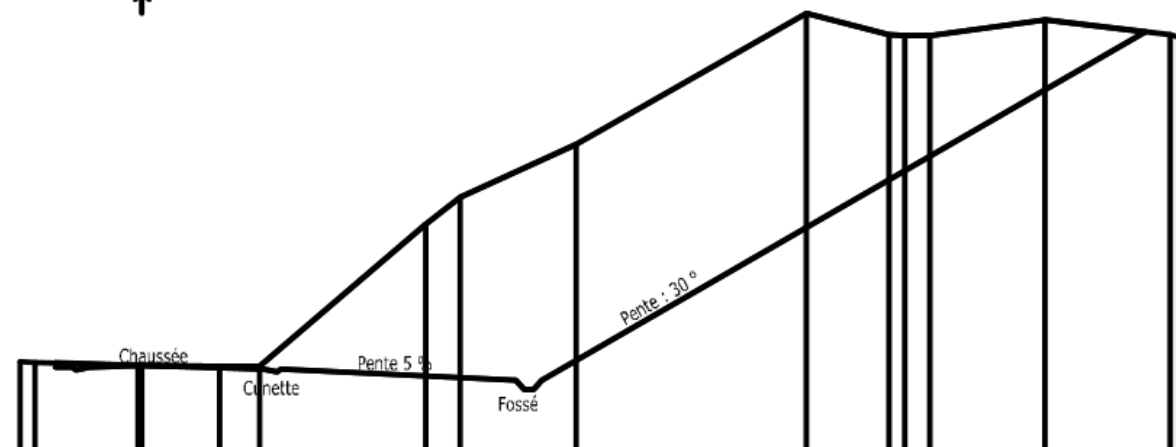
Drainage

Profil type de reprofilage du talus amont de la PF sup – zone 2

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 2 :

PTG <= Profils types => PDr



Déblai : 420.59 m³

Dévers Gauche -0.00 %
Dévers Droite 0.00 %
X= 311056.55
Y= 83797.77
Gisement : 214.63 gr

PC : 1798.00 m

Altitudes TN	1802.54	1802.52	1802.53	1802.58	1802.59	1817.48	1813.08	1813.07	1822.25	1822.27	1822.28	1822.33	1822.35	1822.37
Distances à l'axe TN	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Distances partielles TN	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Altitudes Projet	1802.54	1802.52	1802.53	1802.58	1802.59	1817.48	1813.08	1813.07	1822.25	1822.27	1822.28	1822.33	1822.35	1822.37
Distances à l'axe Projet	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Distances partielles Projet	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

Date : 01/03/2018

Dossier : instabilité ZB

Instabilité de type

Ecrroulement rocheux du talus amont de la PF sup

Variante retenue:

1. Adoucissement de pente
2. Changement de tracé
3. Clouage

Dispositions complémentaires

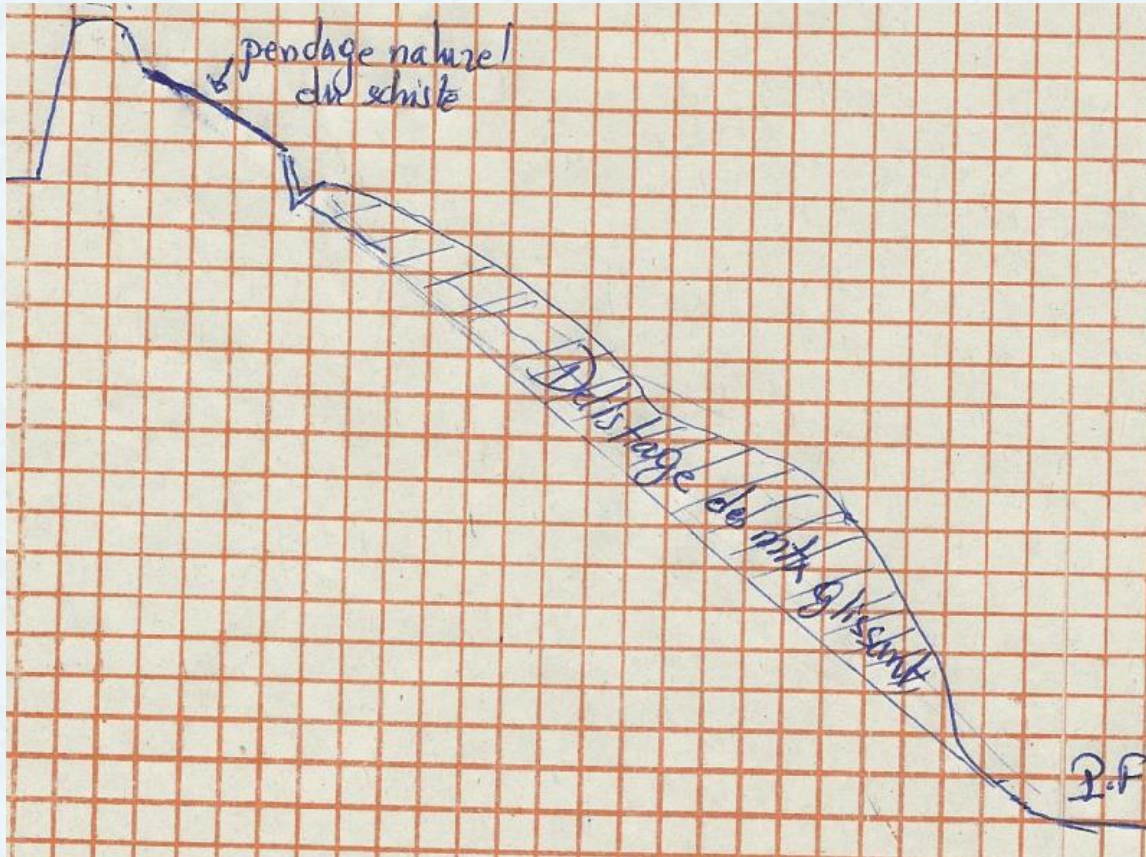
Drainage

Profil type de reprofilage du talus amont de la PF sup – zone 2

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 4 :

Chaussée menacée → Traitement d'urgence : **délestage partiel**



Instabilité de type

Glissement de la couverture meuble – talus amont de la PF sup

Solution de traitement:

Purge des masses instables

Dispositions complémentaires

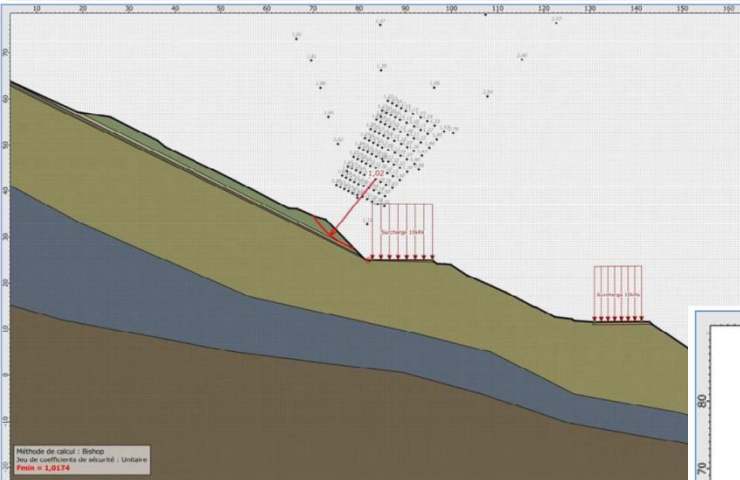
Drainage

Profil type du délestage partiel réalisé en mars/avril 2017 – talus amont de la PF sup de la zone 4

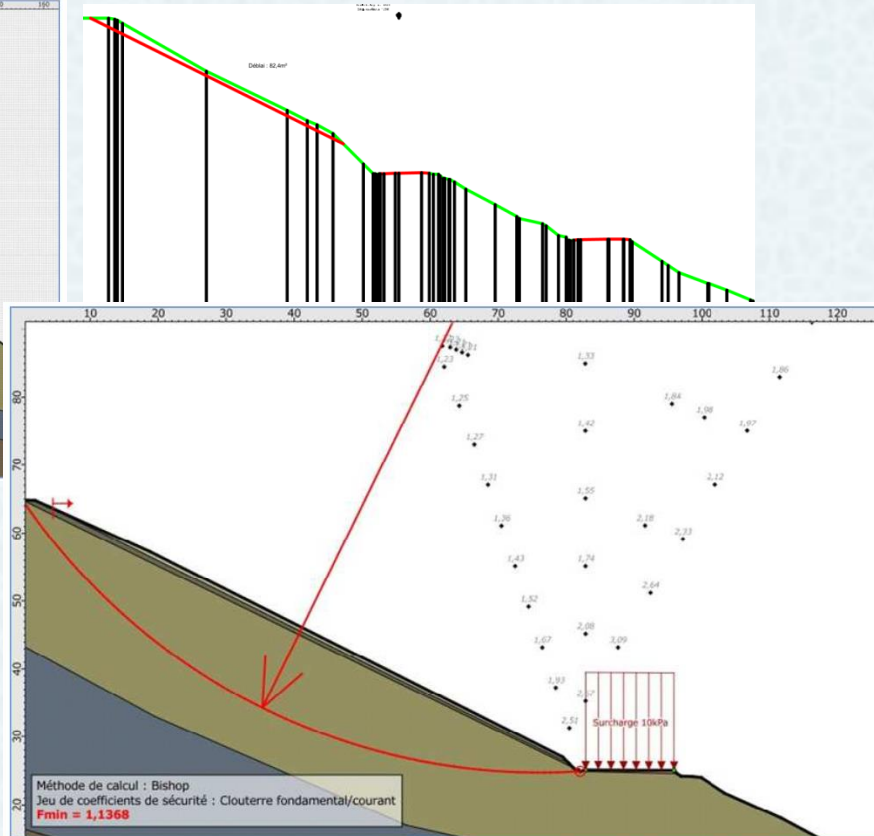
5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 4 :

Traitement définitif : **purge sur 2 m d'épaisseur $\sim V = 100 \text{ m}^3/\text{ml}$**



Profil du talus amont de la PF sup



Profil type de la purge « définitive » des masses instables du talus amont de la PF sup

Instabilité de type

Glissement de la couverture meuble – talus amont de la PF sup

Solution de traitement:

Purge des masses instables

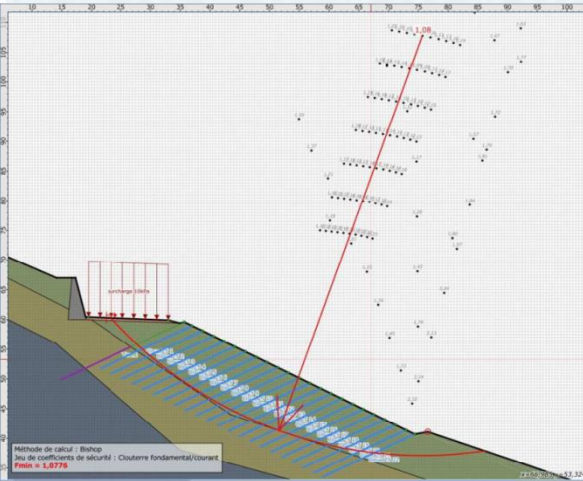
Dispositions complémentaires

Drainage

1 rangée de drains subhorizontaux - $Sh = 3 \text{ m}$

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 5 :



Clouage et tirants d'ancrage

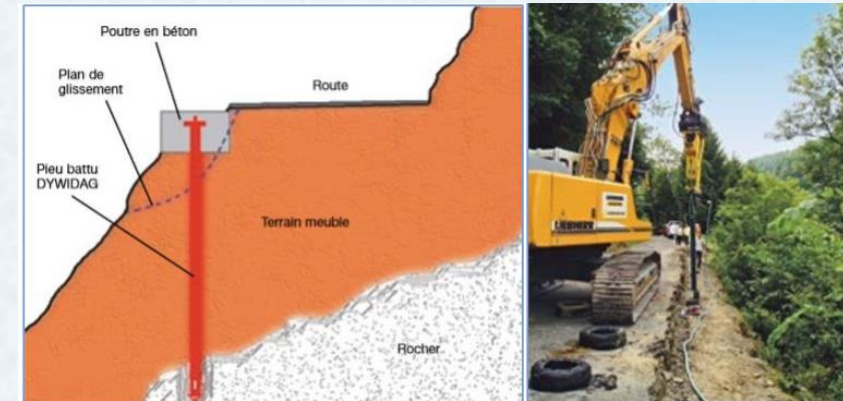
Instabilité de type: Glissement aval de la plateforme inf

Solutions de confortement:

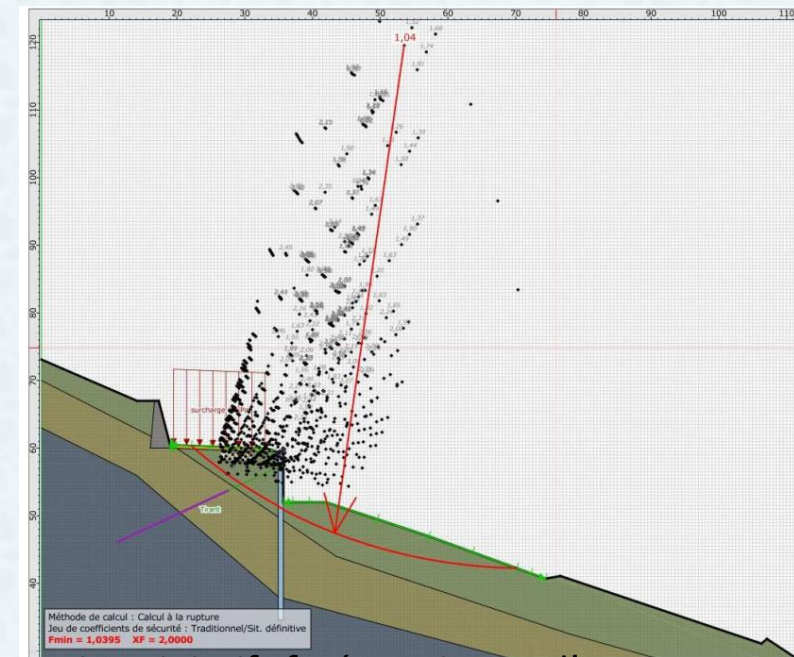
1. Clouage et tirants d'ancrage
2. Changement de tracé
3. Pieux battus et tirants d'ancrage
4. Pieux jointifs forés et tirants d'ancrage

Dispositions complémentaires

- Drainage
- Géogridde de renforcement



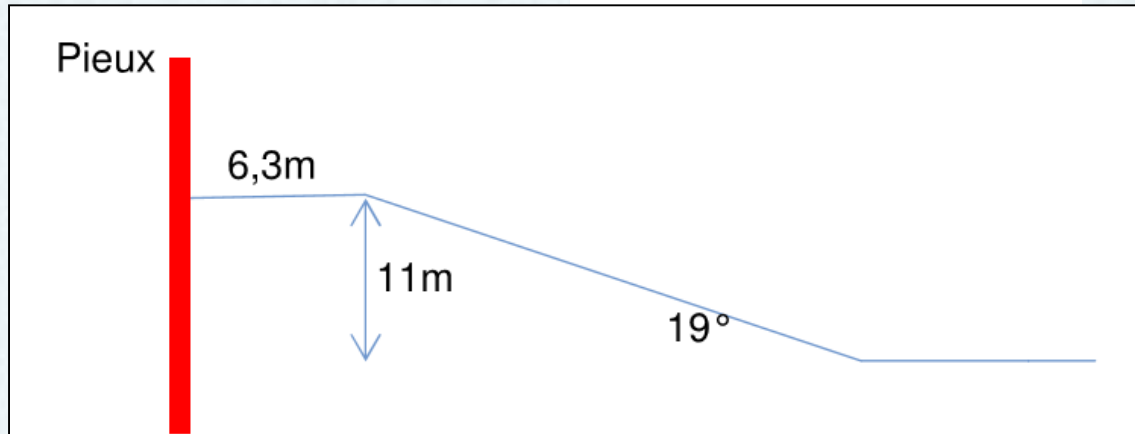
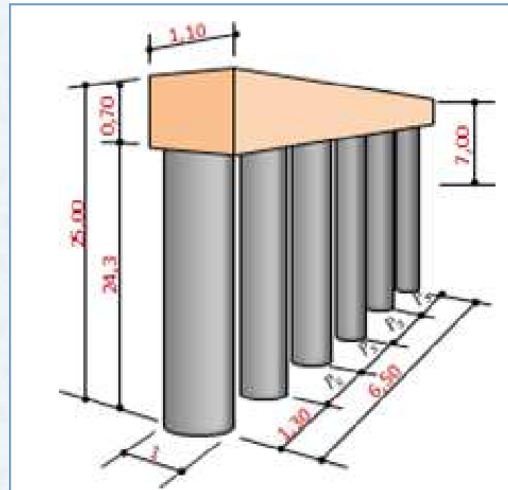
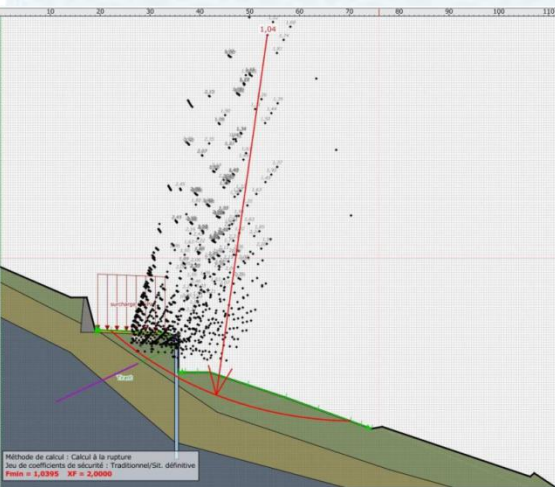
Soutènement par pieux battus



Pieux jointifs forés et tirants d'ancrage

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 5 :



Instabilité de type: Glissement aval de la plateforme inf

Solutions de confortement:

1. Clouage et tirants d'ancrage
2. Changement de tracé
3. Pieux battus et tirants d'ancrage
4. **Pieux jointifs forés et tirants d'ancrage**

Dispositions complémentaires

- Drainage
- Géogridde de renforcement

Allègement en tête aval associé au soutènement – zone 5

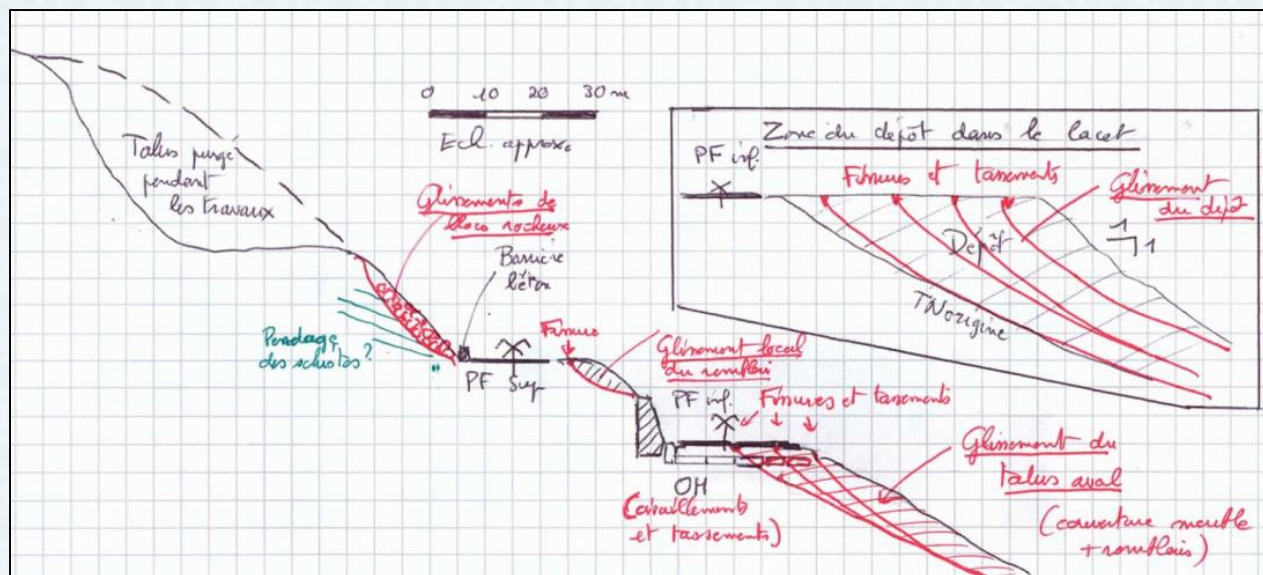


NATIONAL AUX DÉFIS DE FINANCEMENT
DE LA ROUTE ET DE GOUVERNANCE

5. Solutions de traitement et de confortement

Zone 5 :

Traitement d'urgence pendant les travaux : **purge/ crête de talus**



Instabilité de type

Ecroulement rocheux du talus amont de la PF sup

Solution de traitement:

Purge des masses instables

Profil schématique et schéma de rupture : purge réalisée en crête du talus amont de la PF sup – zone 5

PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
2. Diagnostic des zones d'instabilités
3. Reconnaissances géotechniques
4. Solutions de traitement et de confortement
- 5. Analyse des risques géotechniques**
6. Conclusions et recommandations

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°1, PK338.30/338.40

Les éléments d'analyse pérennante et leurs interprétations
Eclatement du versant sur le talus aval



5. Analyse des risques géotechniques

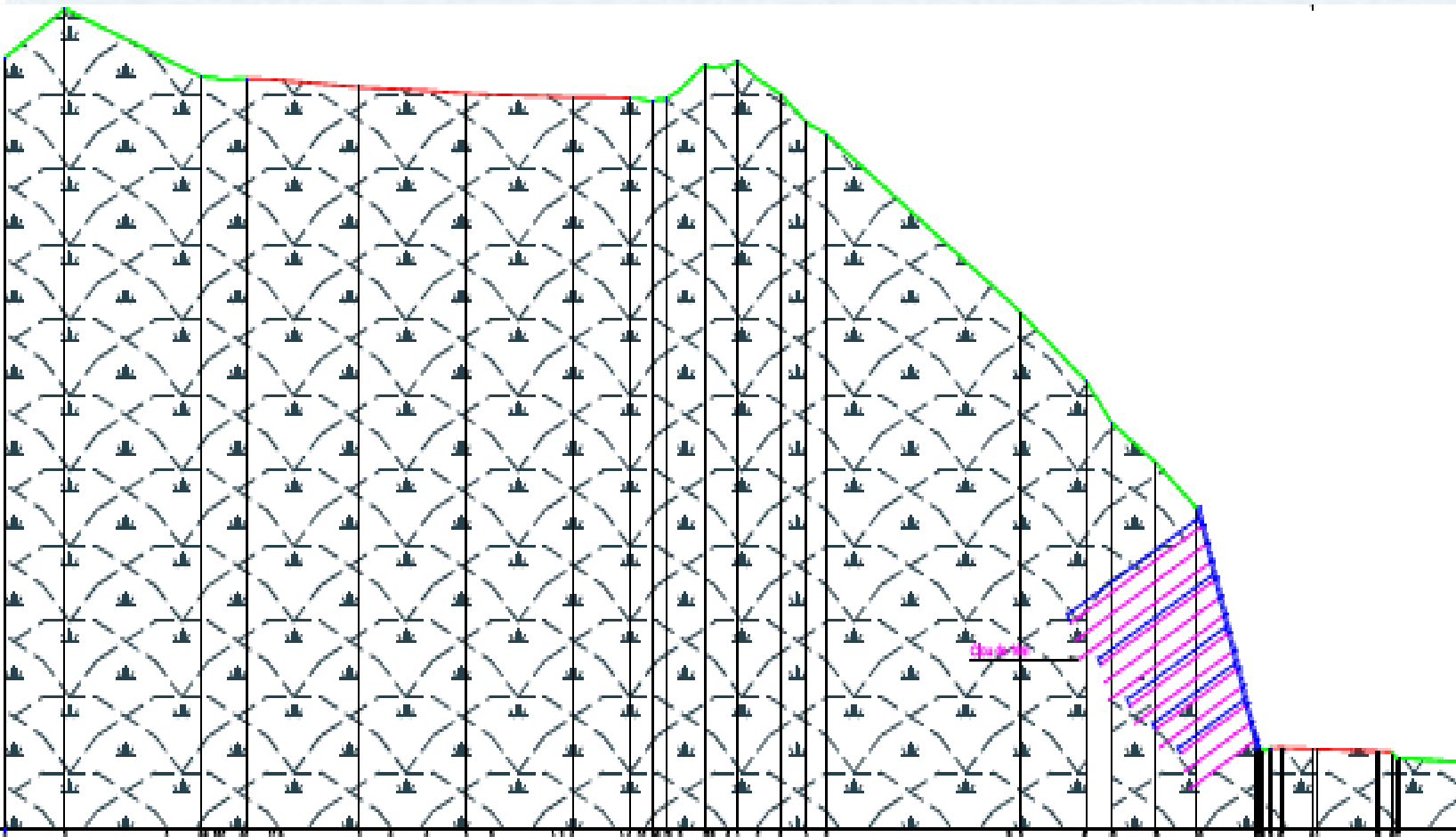
zone d'instabilité n°1, PK338.30/338.40

Mouvement de l'assise du mur en pierre soutenant la plate forme supérieure



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°1, PK338.30/338.40



1-Clouage de talus entre les plateformes en sa partie inférieure

2- Ripage du tracé ou démontage du mur et pose du mur sur poutre avec ancrage

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82



*Mouvement affectant la plate
forme*

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82



*Mouvement du versant sur
300 m du côté oued (en aval)
affectant la plateforme*

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82



*Mouvement mobilisant
toute la zone en aval*

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82

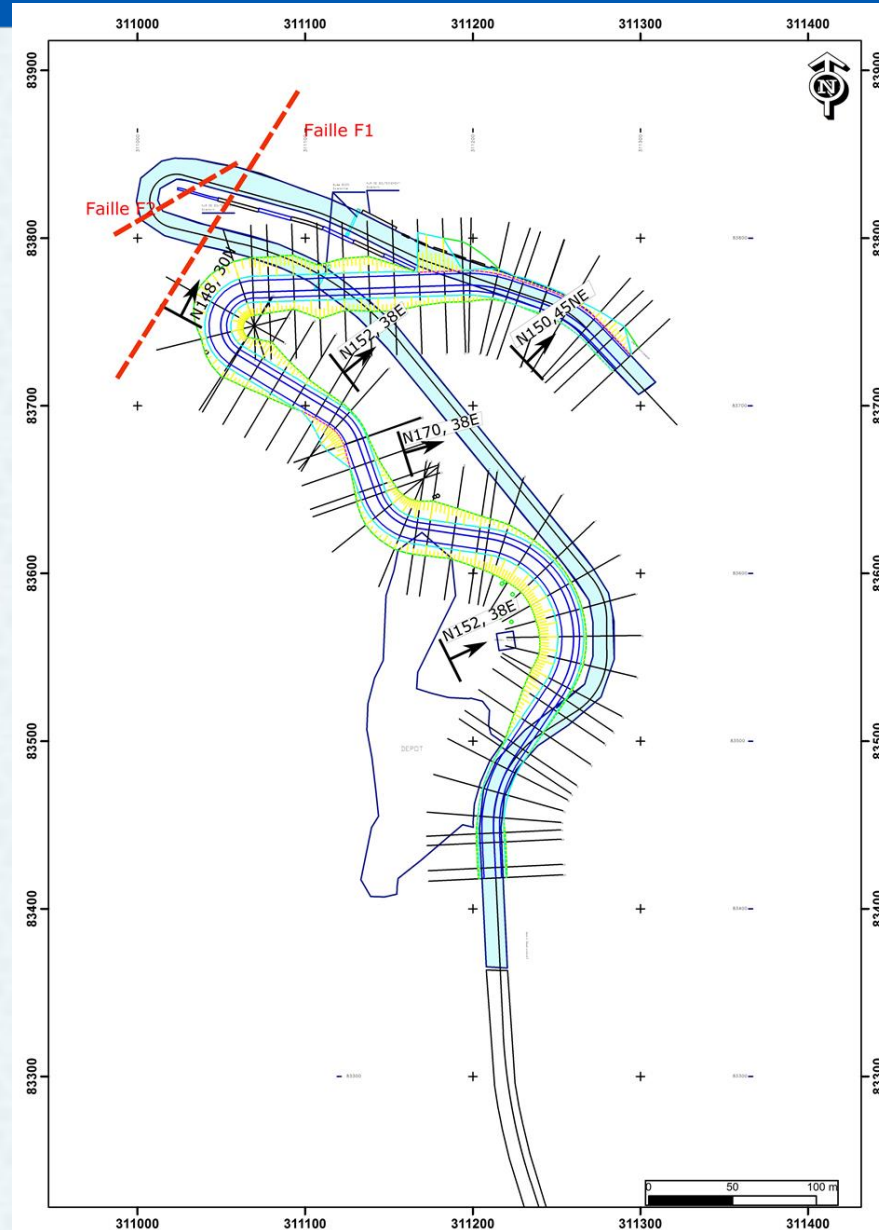


*Peut-on éviter la mobilisation
des montagnes (étude d'impact
dans les règles de l'art) ?*

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82

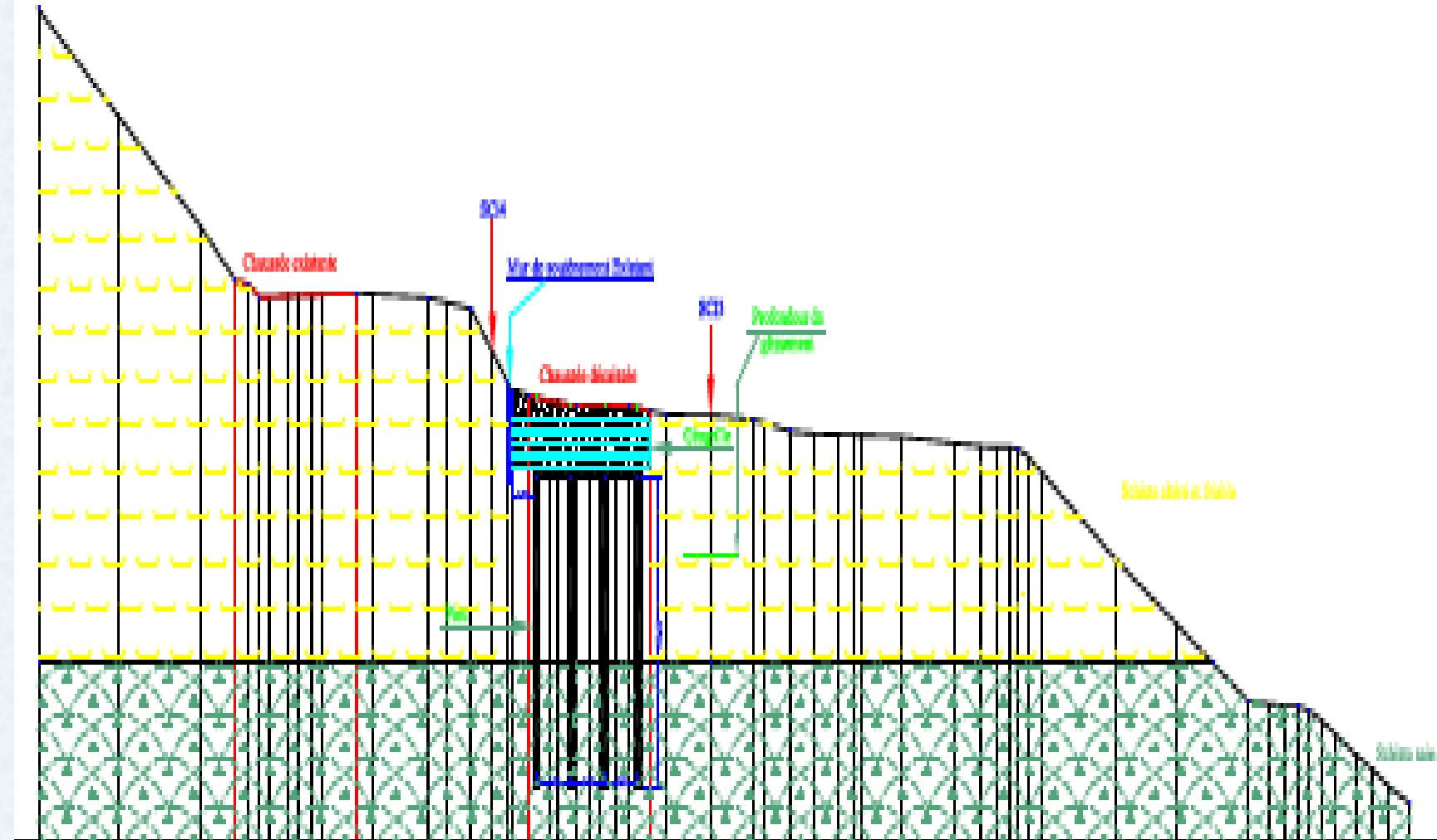
Parmi les solutions envisageables:
Variante changement de tracé



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82

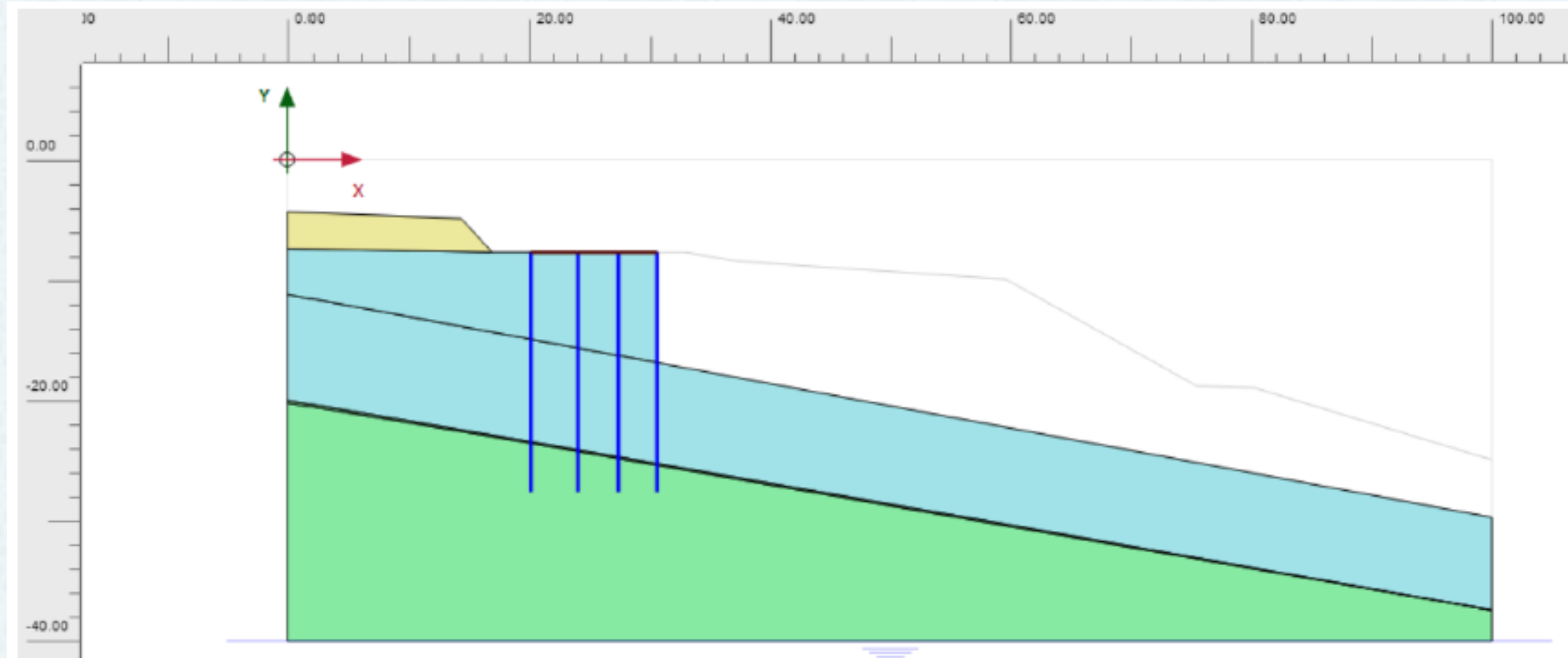
Maintien du tracé avec une solution
mécanique



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82

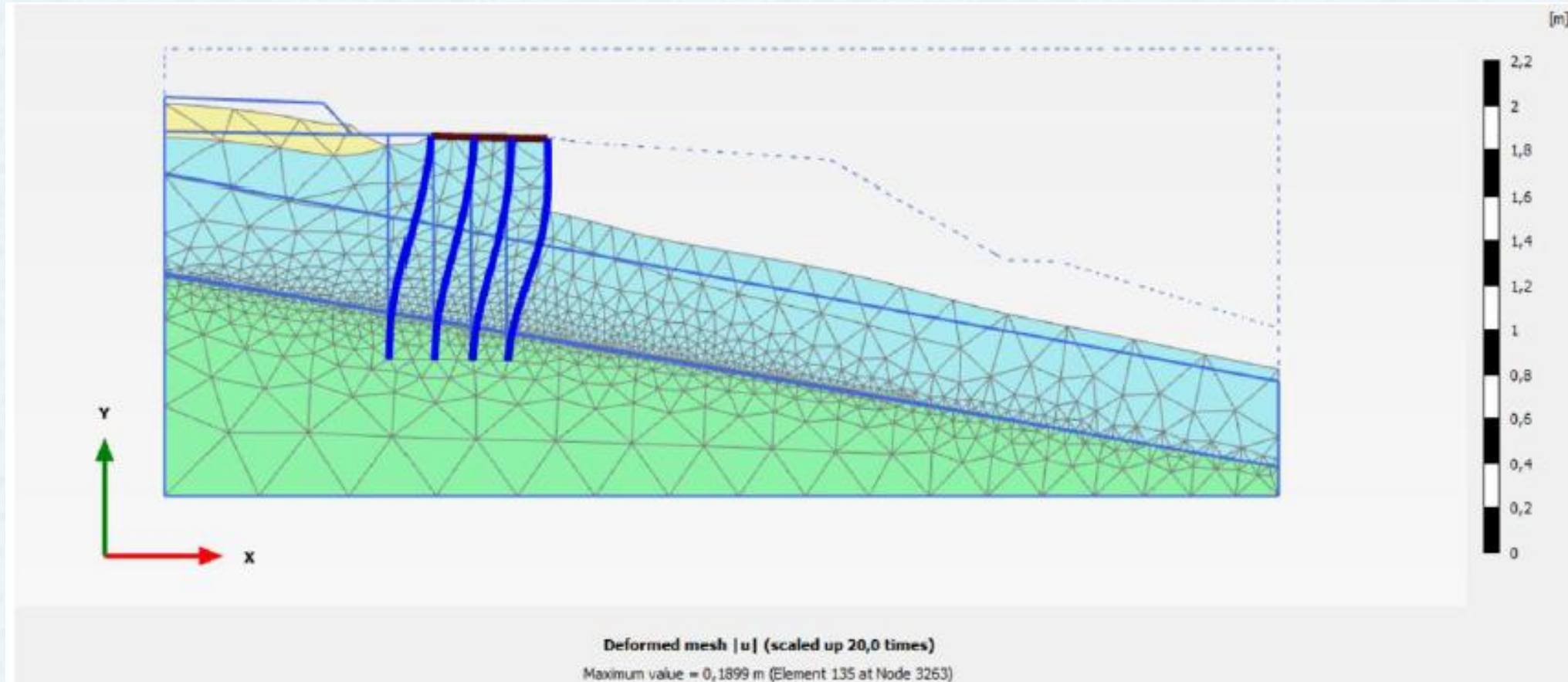
Hypothèse de mouvement



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°2, PK338.400/338.82

Analyse en déplacement



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°3, PK340.546



*Mouvement affectant le talus
entre les plates formes deux
axe de mouvement*

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°3, PK340.546



Fissuration et dislocation des massifs à cause de la pente raide au pied malgré le pendage local favorable à la stabilité

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°3, PK340.546

Fissuration et dislocation des massifs menaçant la plate forme supérieure

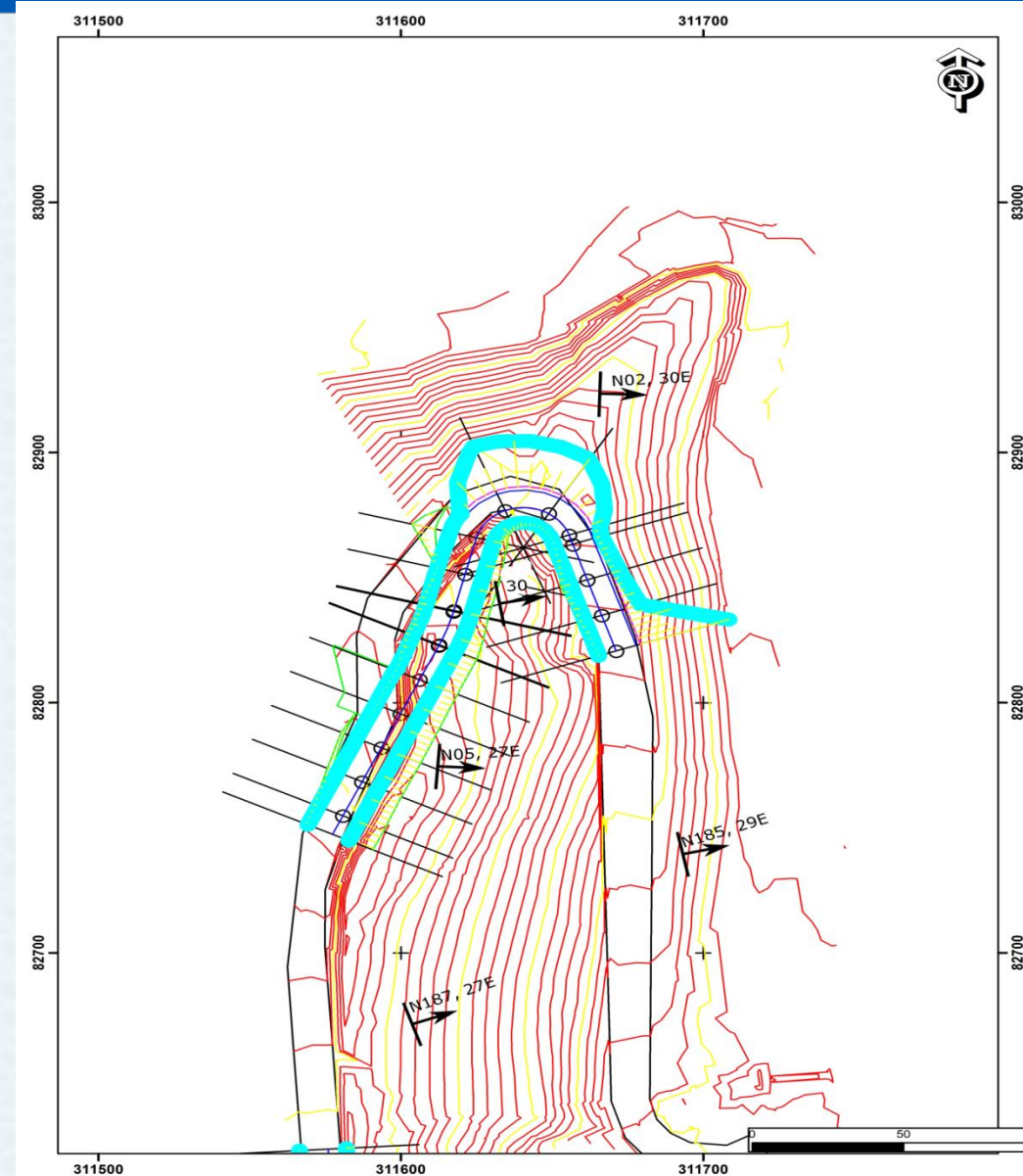
*Pourquoi le massif amont
tient à la verticale?*



5. Analyse des risques géotechniques

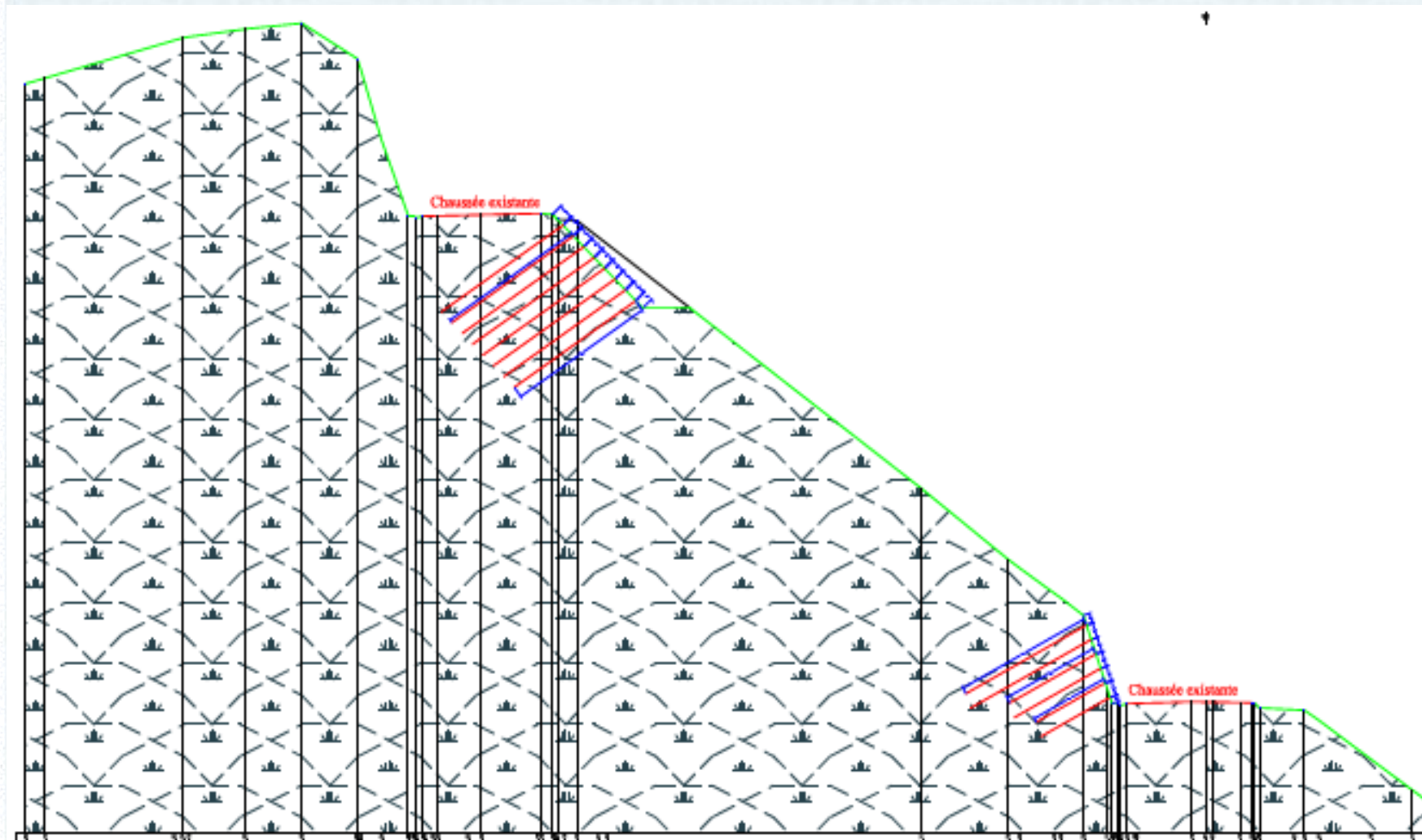
zone d'instabilité n°3, PK340.546

Parmi les solutions envisageables:
Variante de ripage de l'axe de la route



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°3, PK340.546



Clouage du pied et la crête du versant

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°4, PK341.16/341.37

Mouvement affectant le talus amont et risque de mouvement de la plate forme



1- délestage du talus amont,

5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°4, PK341.16/341.37



Mouvement après la période de neige



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°4, PK341.16/341.37

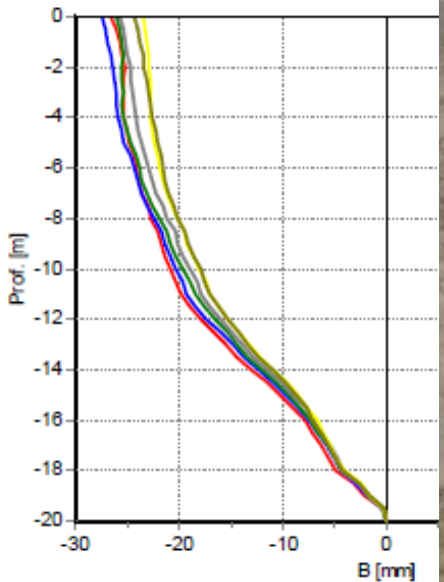
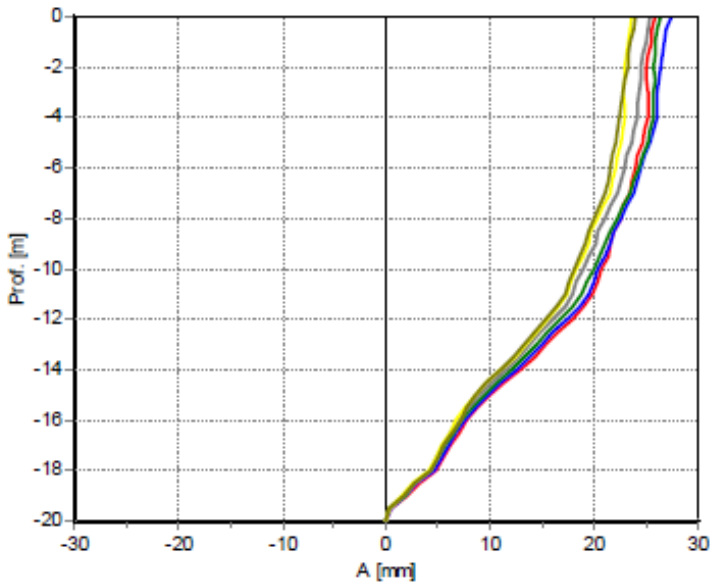
- 1- délestage du talus amont,
- 2-mouvement stabilisant (plate forme)



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°4, PK341.16/341.37

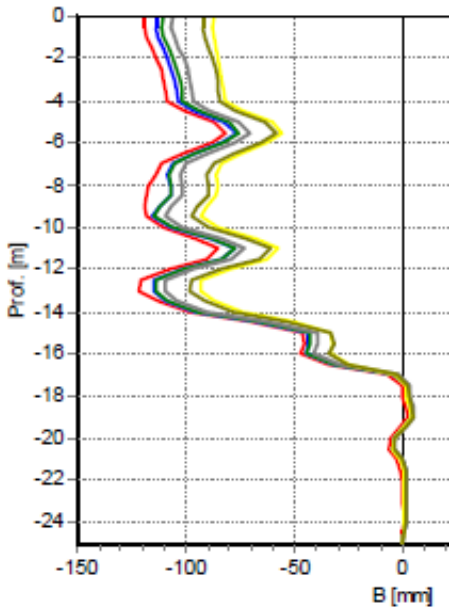
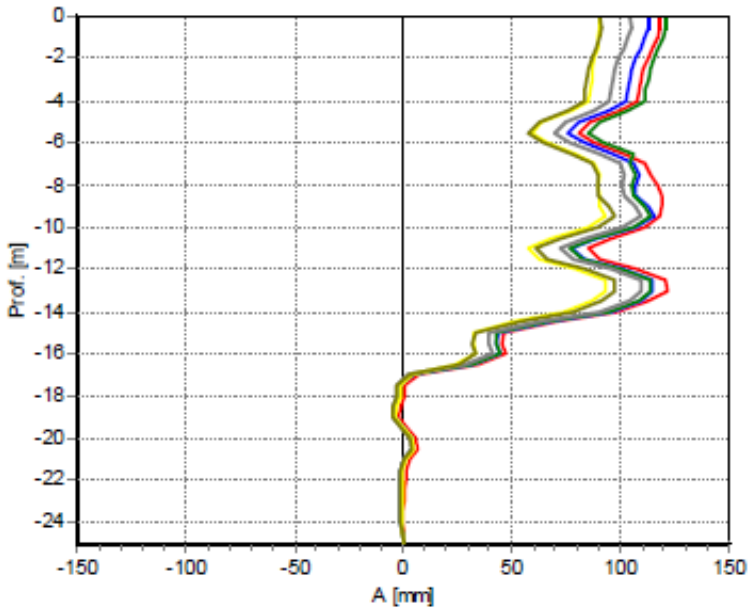
- 1- délestage du talus amont,
- 2-mouvement stabilisant (plate forme



Courbe	Niveau de mesure	Séries de mesure	Date	Diff.jours	Prof.	Remarque
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-36 - Pr360-I1-00	29/06/2018 - 20/11/2016	586	20.0 m	
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-35 - Pr360-I1-00	16/05/2018 - 20/11/2016	542	20.0 m	
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-34 - Pr360-I1-00	18/04/2018 - 20/11/2016	514	20.0 m	
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-33 - Pr360-I1-00	21/03/2018 - 20/11/2016	486	20.0 m	
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-32 - Pr360-I1-00	03/03/2018 - 20/11/2016	468	20.0 m	
	RN9 Pr 360 I1	Pr360-I1-31 - Pr360-I1-00	20/02/2018 - 20/11/2016	457	20.0 m	

Projet: RN9 TIZI NTICHKA

Déformation



Courbe	Niveau de mesure	Séries de mesure	Date	Diff.jours	Prof.	Remarque
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-35 - Pr360-I2-00	29/06/2018 - 26/11/2016	580	25.0 m	
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-34 - Pr360-I2-00	16/05/2018 - 26/11/2016	536	25.0 m	
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-33 - Pr360-I2-00	18/04/2018 - 26/11/2016	508	25.0 m	
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-32 - Pr360-I2-00	21/03/2018 - 26/11/2016	480	25.0 m	
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-31 - Pr360-I2-00	03/03/2018 - 26/11/2016	462	25.0 m	
	RN9 Pr 360 I2	Pr360-I2-30 - Pr360-I2-00	20/02/2018 - 26/11/2016	451	25.0 m	



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

Mouvement de versant amont



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

Mouvement systématique de la plate forme



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

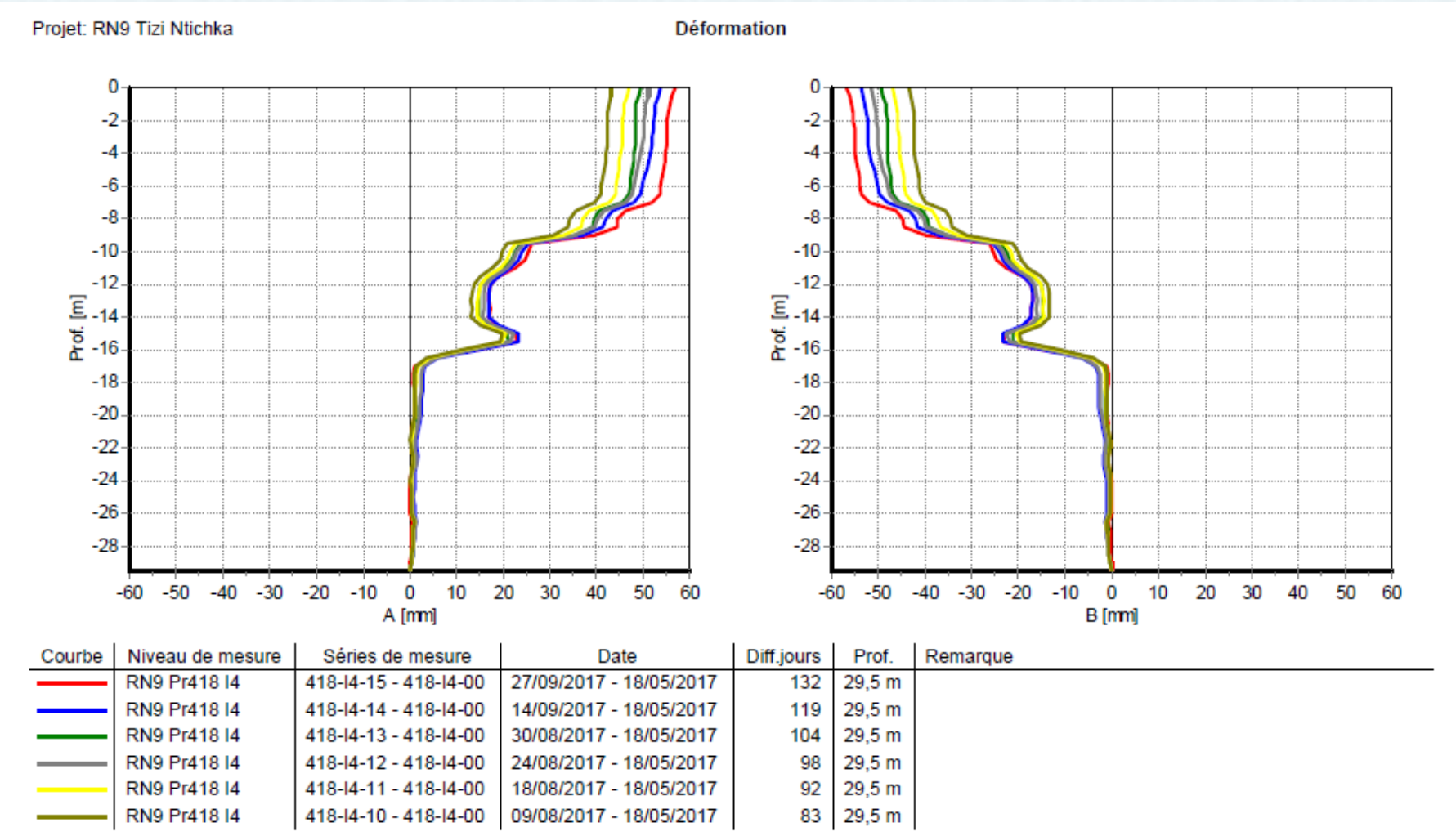
Mouvement de mur de soutènement (pas de façon significative)



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

Mouvement de la plate forme



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

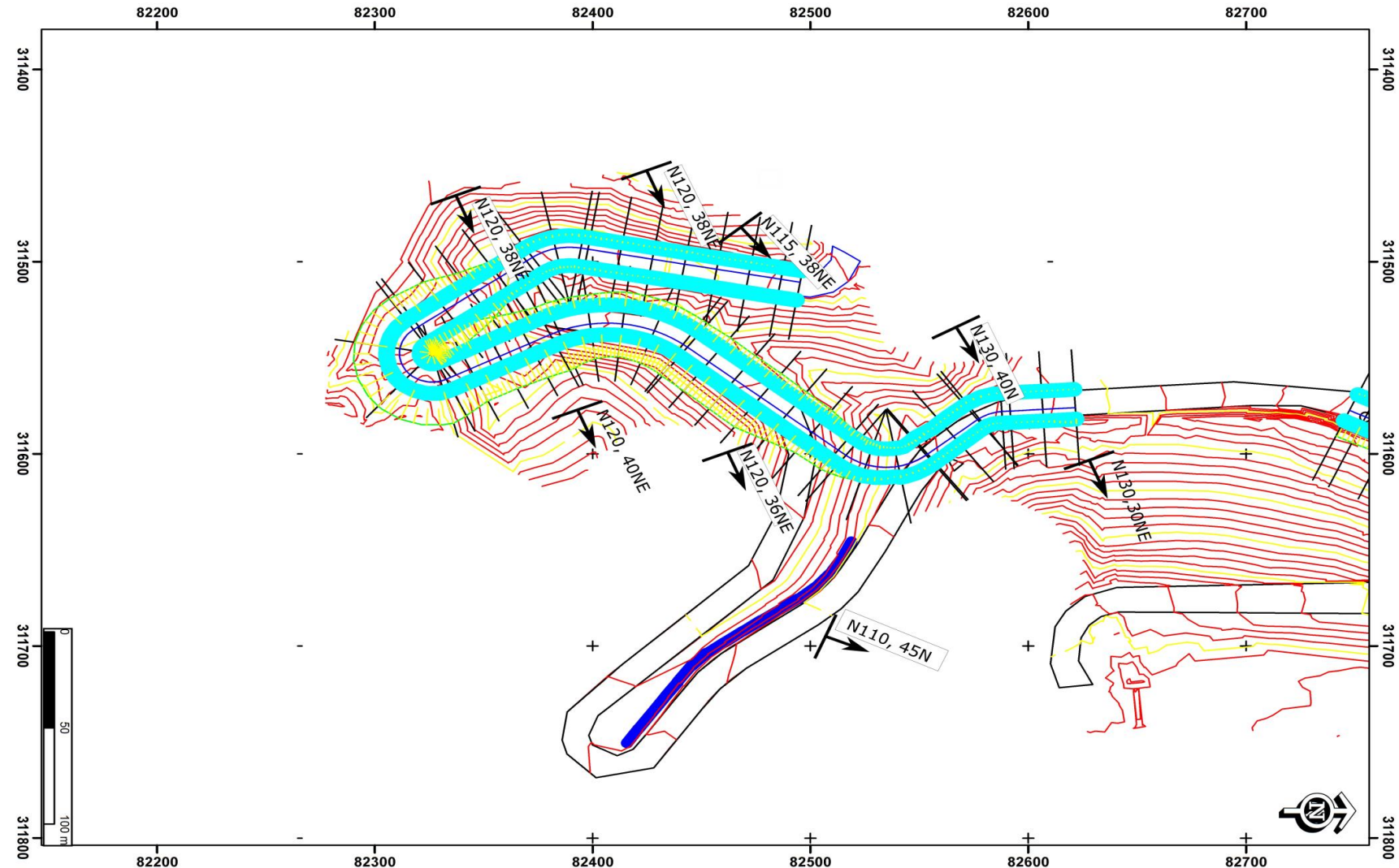
Mouvement des buses et amplification du mouvement



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

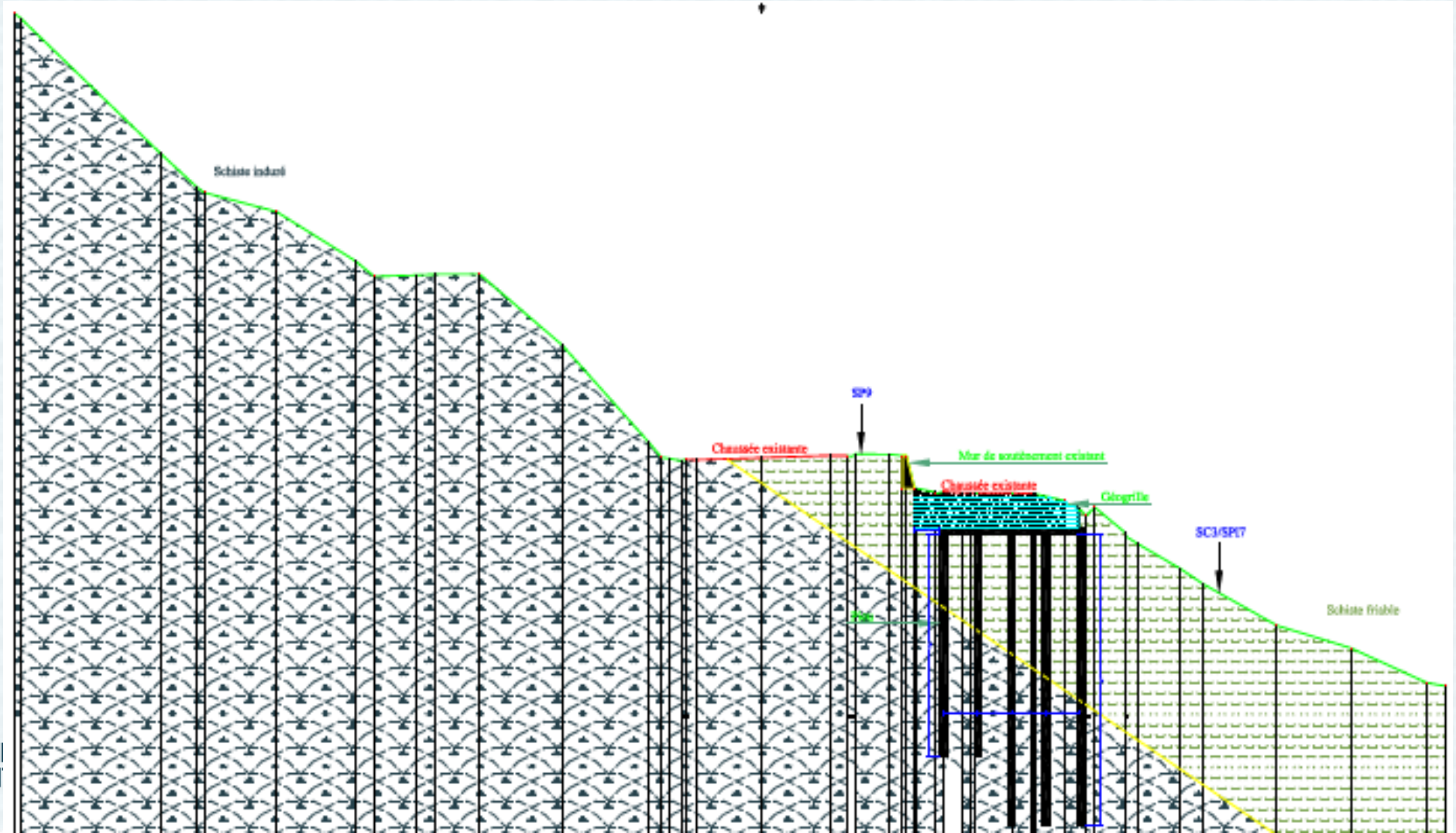
Mouvement et amplification du mouvement



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

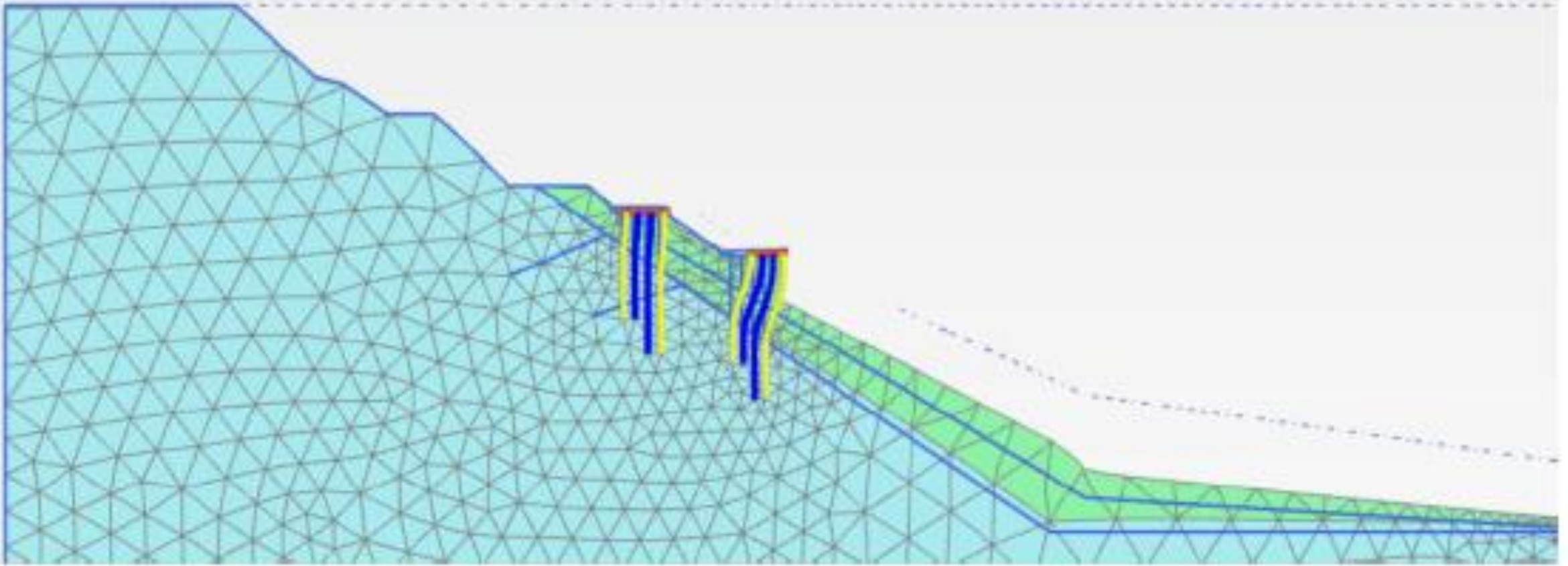
Maintient de tracé



5. Analyse des risques géotechniques

zone d'instabilité n°5, PK341.91/342.10

Analyse de la solution



PLAN DE L'EXPOSÉ

1. Situation du projet et des zones d'instabilité
2. Diagnostic des zones d'instabilités
3. Reconnaissances géotechniques
4. Solutions de traitement et de confortement
5. Analyse des risques géotechniques
- 6. Conclusions et recommandations**

6. Conclusions et recommandations

1. Le coût de traitement par rapport au coût du projet
2. On aurait pu éviter ces instabilités. D'autres zones similaires?
3. Les mécanismes de ruine face à l'évolution de la pensée et de l'expertise géotechniques
4. Prévoir au préalable à toute intervention des études géotechniques spécifiques étayées par une expertise géotechnique
5. Collaboration entre les ingénieurs de tracé et les géotechniciens et les experts, chaque intervenant avec des missions à part entière.

6. Conclusions et recommandations

A- zone de failles et terrain déstructuré



Apport d'eau (faible nappe)
mais avec des failles qui
mettent en charge les lacets

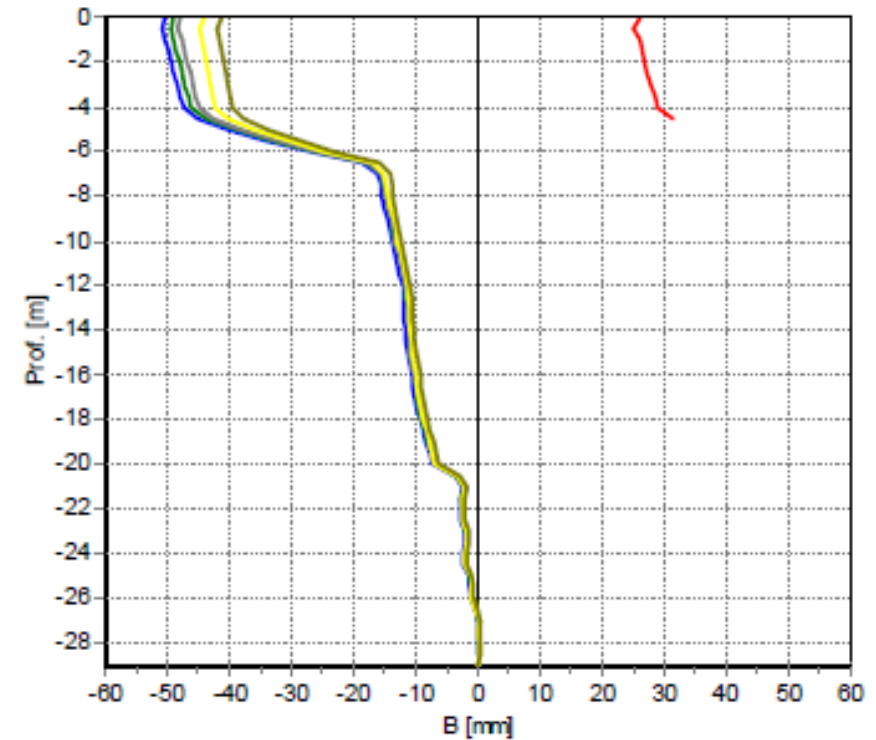
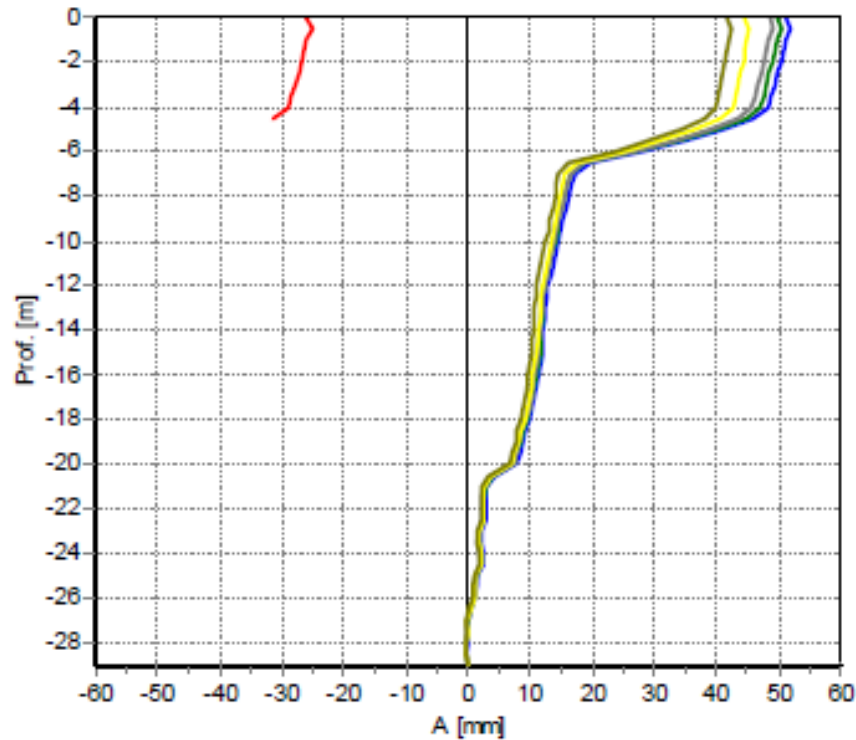
6. Conclusions et recommandations

Fente de la neige



6. Conclusions et recommandations

Conséquence sur les zones déstructurées zone de vallées «mouvement existait bien avant »



Courbe	Niveau de mesure	Séries de mesure	Date	Diff.jours	Prof.	Remarque
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-16 - 418-I3-00	27/09/2017 - 10/05/2017	140	4,5 m	
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-15 - 418-I3-00	14/09/2017 - 10/05/2017	127	29,0 m	
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-14 - 418-I3-00	30/08/2017 - 10/05/2017	112	29,0 m	
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-13 - 418-I3-00	24/08/2017 - 10/05/2017	106	29,0 m	
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-12 - 418-I3-00	18/08/2017 - 10/05/2017	100	29,0 m	
—	RN9 Pr418 I3	418-I3-11 - 418-I3-00	09/08/2017 - 10/05/2017	91	29,0 m	

6. Conclusions et recommandations

Zones en glissement systématique



6. Conclusions et recommandations

Exemple de lecture de la zone dans son contexte,



6. Conclusions et recommandations

Vue de près de la zone en talweg,

- Gradient de compétence
- Talweg cachés



6. Conclusions et recommandations

Surcharge des versant dans un équilibre précaire,



6. Conclusions et recommandations

B- zone en butée topographique élevée, en montagnes



pendage favorable au mouvement mais sur une faible étendue

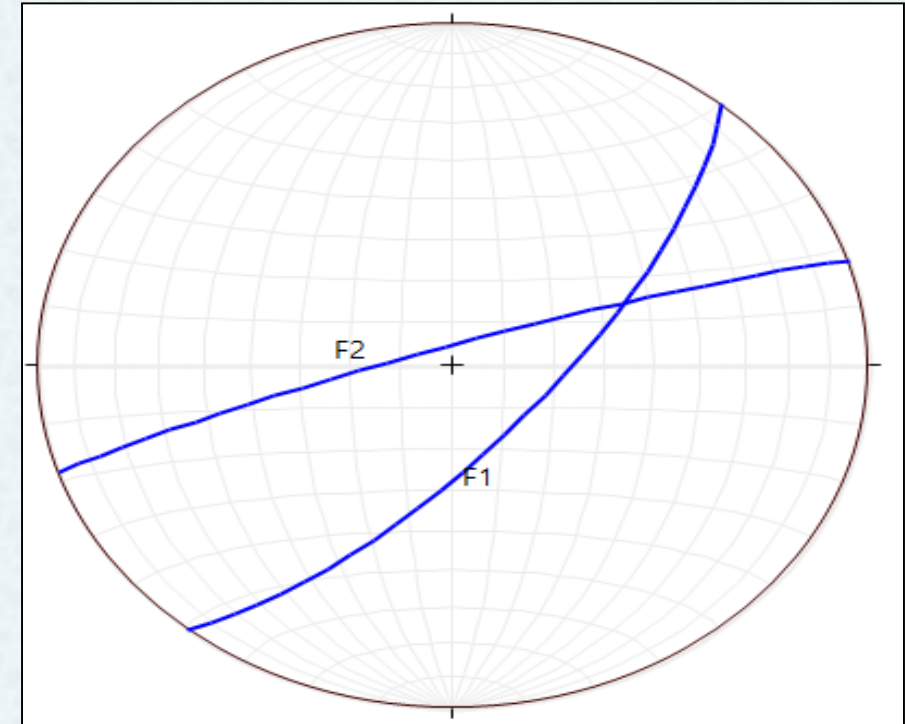
6. Conclusions et recommandations

Elargissement du coté déblai - désorganisation et écrasement de la roche tendre le long des discontinuités



6. Conclusions et recommandations

Elargissement du coté déblai - désorganisation et écrasement de la roche tendre le long des discontinuités



6. Conclusions et recommandations

Est-il possible de faire un calcul à rebours pour caler les paramètres? Source d'erreurs de justifications

Cette procédure est délicate et doit être faite avec beaucoup de vigilance:

- La roche change d'orientation et de discontinuité par rapport à la direction des terrassements,
- La compétence de la roche change suivant les endroits,
- L'exposition aux venues d'eau,
- Position par rapport aux failles,

Est-il possible de faire un traitement post-terrassement? Opération à double effet

- Opération qui permettra de ne traiter que les zones réellement en mouvement et non potentiel,
- Attention de rater les glissements de grandes ampleurs !!!,
- Elle nécessite un pilotage et un suivi des opérations,
- Attention à l'évolution de la déstructuration de la roche (cas de glissement zone2),

6. Conclusions et recommandations

1- Prévoir au préalable à toute intervention des études géotechniques spécifiques (géologie, hydrogéologie, hydraulique, mécanique des sols et des roches) étayées par une expertise technique

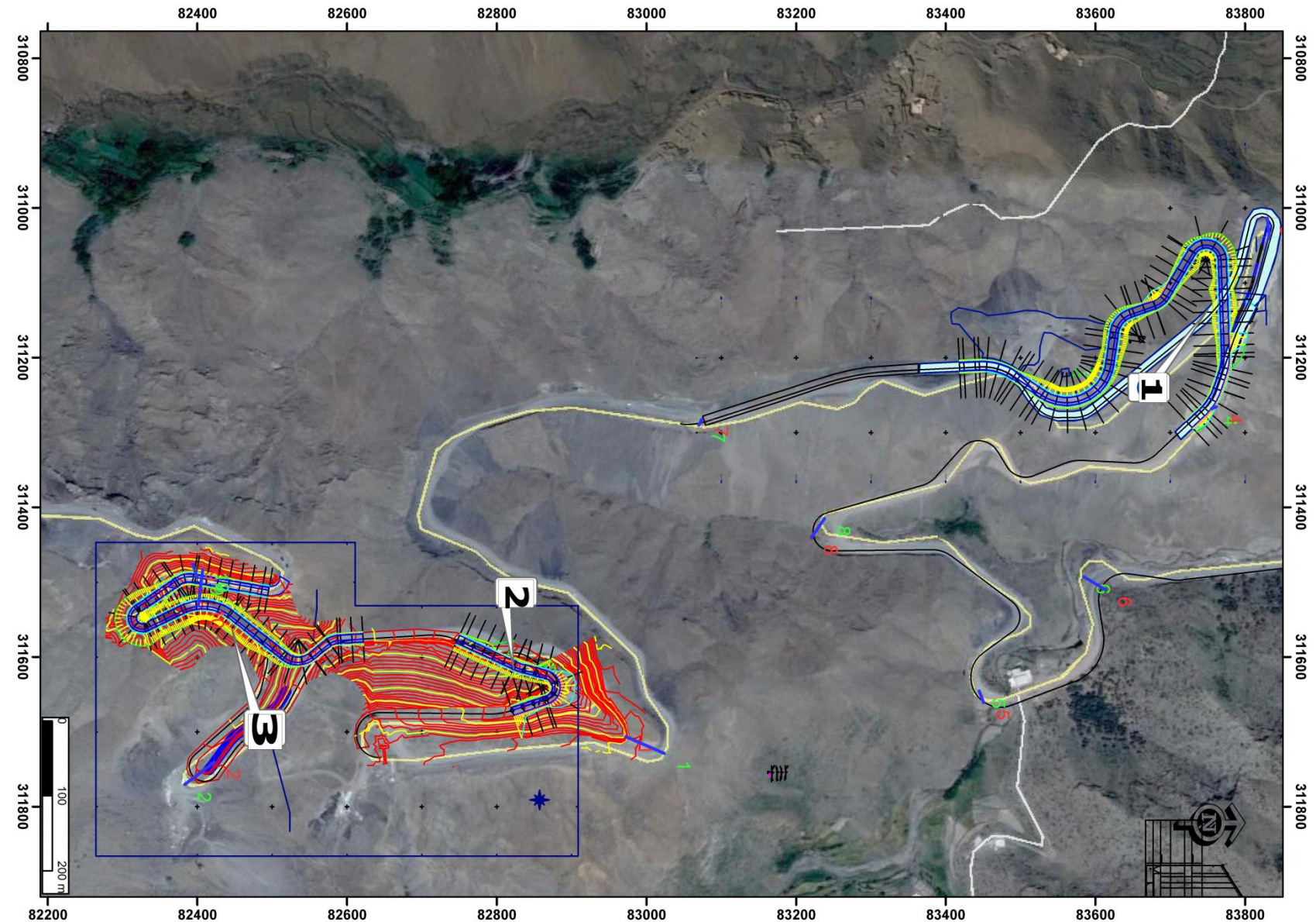
2-Travailler en collaboration avec les ingénieurs de tracé, les géotechniciens et les experts, avec chacun des missions à part entière

3-Examiner au fur et à mesure de l'avancement des investigations les possibilités de changement ou de ripage de tracé pour éviter les risques majeurs qui peuvent engendrer des surcoûts,

4-Prévoir une assistance géotechnique avec la possibilité d'adapter le projet,

6. Conclusions et recommandations

Zone de ripage confondue
avec des failles en mouvement



Merci pour votre attention