



Journée d'étude Franco-Belge « Soutènements »
Lille 12 mai 2011



Groupe Belge de Mécanique des Gais et de la Géotechnique

Retour sur la conception de 25 ans de murs ancrés et analyse de leur comportement

Dominique ALLAGNAT

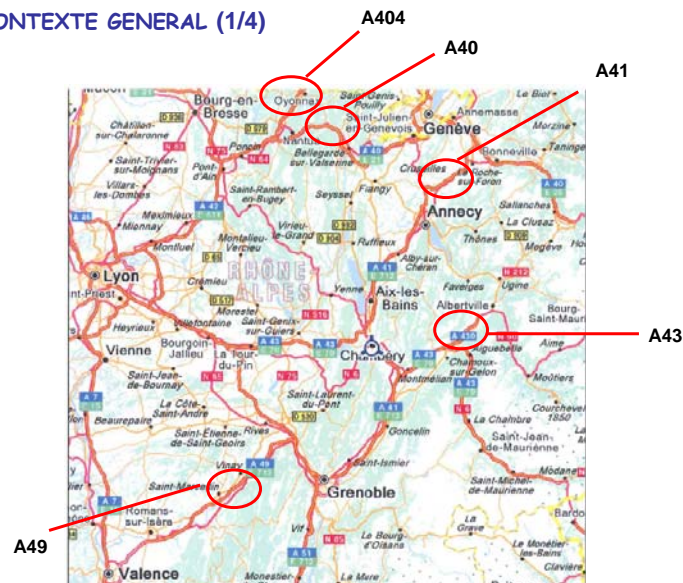


SOMMAIRE

- 1 - CONTEXTE GENERAL
- 2 - PRESENTATION DES OUVRAGES
- 3 - POINTS PARTICULIERS DE CONCEPTION
- 4 - MAITRISE DE LA CONSTRUCTION
- 5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE
- 6 - CONCLUSIONS



1 - CONTEXTE GENERAL (1/4)



1 - CONTEXTE GENERAL (2/4)

Ouvrages de soutènement sur versant pour :

- Réalisation de déblais subverticaux/sols meubles (versant de pente < 35 deg, accès difficile).
- Stabilisation à long terme des versants parfois en limite d'équilibre (masses en jeu importantes).

Murs ancrés par TIRANTS PRECONTRAINTS



1 - CONTEXTE GENERAL (3/4)

Contextes géotechniques variés

- Éboulis de pente (crus à silto-argileux).
- Dépôts fluvioglaciaires (silteux, sableux, sablo-graveleux,...)
- Moraines (+/- argileuses).

Hydrogéologie

- Nappes perchées.
- Circulations hydrauliques diffuses.



1 - CONTEXTE GENERAL (4/4)



2 - PRESENTATION DES OUVRAGES (1/5)

Ouvrages	Années MES	Surface M2	Nb de tirants	Puissance TS kN
A40	1986 1989	30 000	2 700	600 à 1 200
A404	1998	3 500	320	600 à 1 350
A49	1992	10 000	900	500 à 1000
A43	1991 1998	8 500	750	60 à 1 200
A41	2008	3 500	410	600 à 1 650

Tableau des ouvrages de soutènement ancrés (plus de 5 000 Tirants d'ancrage précontraints)



2 - PRESENTATION DES OUVRAGES (2/5)

Les ouvrages ancrés s'inscrivent dans un ensemble complexe de renforcements et soutènements de versant.



2 - PRESENTATION DES OUVRAGES (3/5)



Association d'ouvrages de soutènement ancrés et murs en Terre Armée.



CFMS-GBMS Journée Franco-Belge - 12 mai 2011 - Polytech'Lille - Soutènements

9

2 - PRESENTATION DES OUVRAGES (4/5)



CFMS-GBMS Journée Franco-Belge - 12 mai 2011 - Polytech'Lille - Soutènements

10

2 - PRESENTATION DES OUVRAGES (5/5)



3 - POINTS PARTICULIERS DE CONCEPTION (1/3)

Reconnaissance géotechnique spécifique

- Largement en amont et en aval de l'ouvrage
- Analyse de la stabilité initiale
- Evaluation des risques d'évolution

Ouvrages complexes

- Associations de plusieurs techniques (tirants, clouage, sol renforcé,...)
- Géométrie adaptée (perturbation minimale du versant, équilibre des déblais et des remblais)
- Confortements provisoires
- Pistes d'accès (phasage des travaux en conservant l'accès)



3 - POINTS PARTICULIERS DE CONCEPTION (2/3)

Phasage de construction

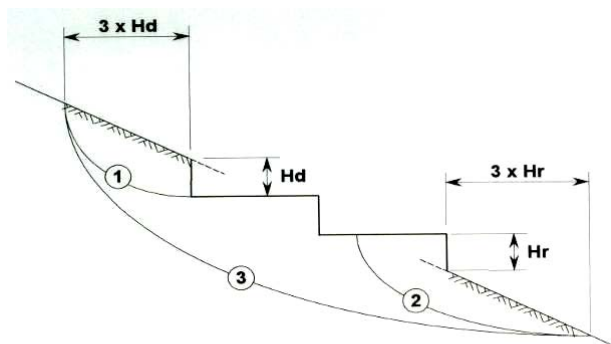
- Prise en compte de toutes les phases de construction :
 - . pistes,
 - . déblais successifs,
 - . arase terrassements,
 - . assainissement, etc...
- Surdimensionnement provisoire si nécessaire

Versants situés en zone sismique

- Double vérification
 - . Stabilité générale de chaque ouvrage
 - . Stabilité du versant



3 - POINTS PARTICULIERS DE CONCEPTION (3/3)



- ① et ② Stabilité générale locale
- ③ Stabilité générale globale

Définition domaine d'influence

Stabilité « générale locale » $F_s = 1.50$ ou états limites

Stabilité « générale globale » $F_s = 1.50$ ou $F_s = 1.20 \times F_{initial}$



4 - MAITRISE DE LA CONSTRUCTION (1/4)

MAITRISE ASSUREE PAR LES CONTROLES

Avant le début des travaux

TIRANTS D'ESSAI (près d'une centaine pour tous les ouvrages cités)

Recommandations TA86 → TA95

- Pas réutilisés comme tirants de service.
- Implantation représentative pour tester tous les terrains de scellement.
- Couple de tirants, le premier servant à déterminer la tension pour laquelle sera réalisé un essai de fluage.



4 - MAITRISE DE LA CONSTRUCTION (2/4)

Contrôle des forages

- ⇒ Indications sur la nature et les propriétés des sols rencontrés (couleur des cuttings)
- ⇒ Les arrivées d'eau éventuelles
- ⇒ Les vitesses d'avancements et les incidents éventuels de forage

Contrôle des scellements

- ⇒ Méthode d'injection utilisée
- ⇒ nombre de passes d'injection réalisées
- ⇒ Les consommations unitaires par passes et les pressions de mise en oeuvre



4 - MAITRISE DE LA CONSTRUCTION (3/4)

Contrôle de la mise en tension

- Programme de mise en tension : ordre, T_e , T_s , allongement théorique,...
- Mesure allongement de l'armature lors de la mise en tension
- Mesure de déplacement du scellement
- Mesure des tassements des structures d'appui
- Détermination longueur libre apparente



4 - MAITRISE DE LA CONSTRUCTION (4/4)

Contrôle des tensions et reprise



5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE (1/5)

Objectif : comportement à long terme du mur de soutènement pour les tirants précontraints = permanence de l'effort

Risques :

Fluage du scellement

Essais en cours de travaux

Consolidation de la structure d'appui (blocage définitif différé)

Suivi par cales dynamométriques :

8 à 10 % du nombre total de tirants

→ Fréquence trimestrielle puis annuelle

Corrosion

→ double protection (qualité de l'exécution)

→ Protection de la tête/partie libre (capot + graisse)



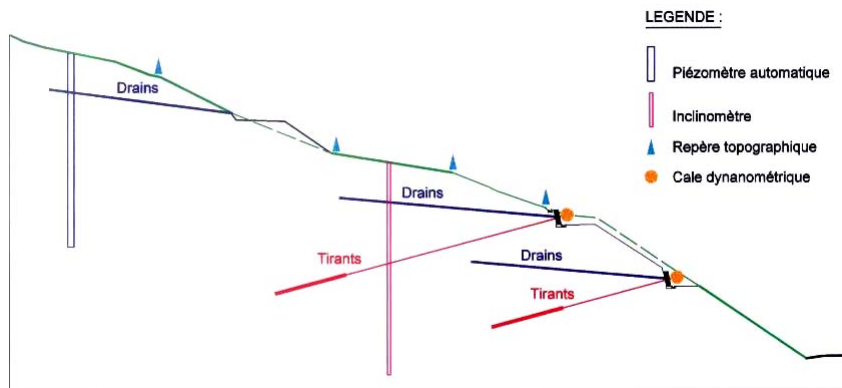
5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE (2/5)

Plan de surveillance à long terme (périodes de 3 à 5 ans)

- Suivi topographique (en général, premières années).
- Suivi piézométrique.
- Cales dynamométriques.
- Suivi inclinométrique (tubes installés en amont et aval de l'ouvrage).
- Inspections visuelles périodiques.



5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE (3/5)



Instrumentation (ex : A404-D23)



5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE (4/5)

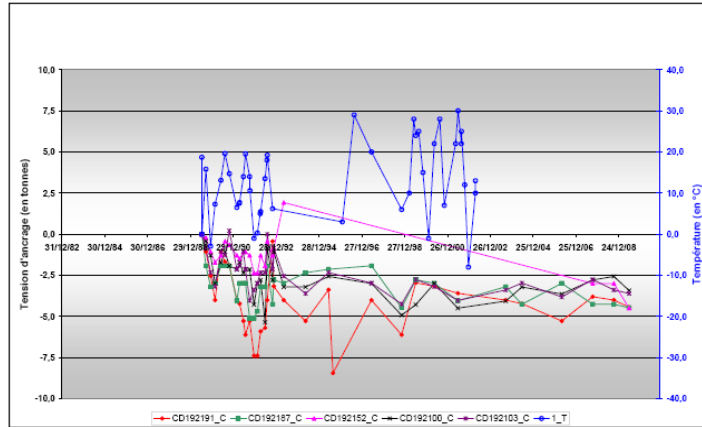
Définition Seuils d'alerte (en moyenne) pour le long terme :

- Tension des tirants précontraints : +/- 0.15 Ts
- Déplacement sur tubes inclinométriques installés dans le versant : 20 à 25 mm.
- Piézométrie : écarts/piézométrie normalement prévisible



5 - SUIVI A LONG TERME ET RETOUR D'EXPERIENCE (5/5)

Exemple de suivi de cales dynamométriques (20 ans)

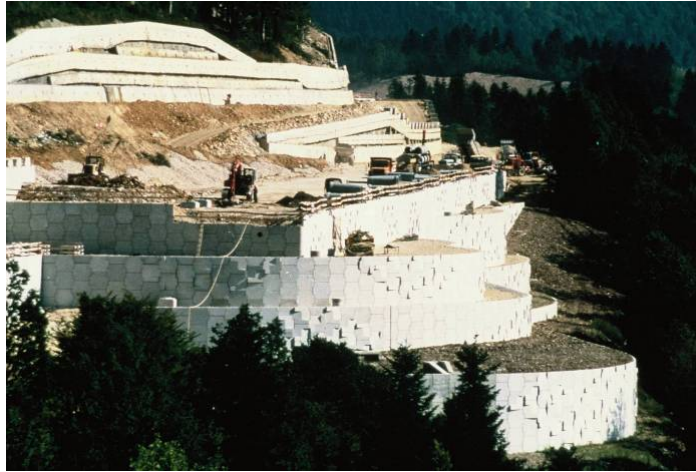


6 - CONCLUSION

Retour d'expérience sur la conception et le suivi pendant 25 ans :

- Pas de pathologie recensée sur les murs ancrés
- Importance d'une conception prévue pour le suivi à long terme et d'un contrôle très rigoureux des travaux
- Difficulté de maintenir les capteurs dynamométriques au-delà de 20 ans (réflexion sur alternatives et nécessité de relais).





Merci de votre attention

