

## SCHEMA DE RENFORCEMENT OPTIMUM PERMETTANT DE STABILISER UNE PENTE EN CONDITIONS STATIQUES

**Objectif(s)** : Evaluer la stabilité d'une pente en recherchant un optimum du schéma de renforcement.

**Client** : INGEMA

**Date** : 2005

**Lieu** : Maroc

**Partenaires** : Aucun

**Responsable du projet** :  
Céline BOURDEAU

**Logiciel(s) utilisé(s)** : FLAC

Dans un contexte de construction de nouvelles voies de chemin de fer au Maroc, INGEMA souhaitait s'assurer de la **stabilité des talus artificiels** situés de part et d'autre de ces voies de chemin de fer. INGEMA a donc chargé Itasca Consultants SAS de définir, par la modélisation numérique et pour une géométrie de pente et une géologie données, le **schéma de renforcement optimum** garantissant un coefficient de sécurité statique de 1,5 et des coûts matériels minimisés.

La méthode de **réduction de la résistance au cisaillement** implémentée dans le logiciel FLAC a été utilisée pour mettre en évidence le **mécanisme de rupture** de la pente (Figure 2) en faisant varier le nombre des ancrages, leur position le long de la pente, leur longueur, leur inclinaison et leur espacement horizontal. Une poutre a été positionnée le long de la pente pour simuler une couche de béton projeté et le modèle a été soumis à l'action de la gravité. La Figure 1 présente le schéma de renforcement optimum ainsi obtenu. Celui-ci est caractérisé par 4 ancrages.

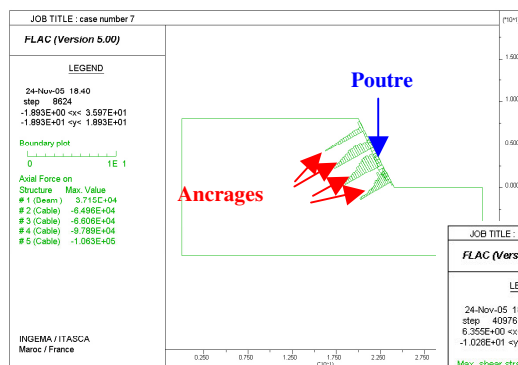
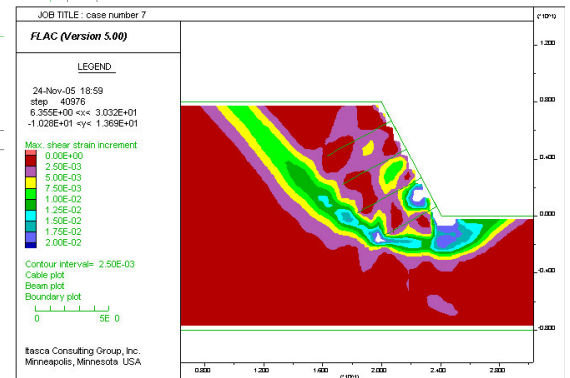


Figure 1 : Schéma de renforcement optimisé et forces axiales le long des éléments de renforcement.

Figure 2 : Mécanisme de rupture de la pente pour un coefficient de sécurité statique de 1,5.



### MOTS-CLES :

- Eléments de renforcement
- Mécanisme de rupture

### ⇒ RESULTATS :

Les **éléments de renforcement** situés dans la partie inférieure de la pente sont ceux qui contribuent le plus à la stabilité d'ensemble du talus (Figures 1 et 2). En effet, **c'est le long de ces éléments que se développent les plus forts efforts de traction**, l'ancrage le plus proche de la crête étant quant à lui très peu sollicité.

## OPTIMUM REINFORCEMENT SCHEME TO PREVENT SLOPE FAILURE IN STATIC CONDITIONS

**Purpose(s):** Assessment of slope stability considering an optimum reinforcement scheme

**Client:** INGEMA

**Date:** 2005

**Location:** Morocco

**Partners:** None

**Project executive manager:**  
Céline BOURDEAU

**Code(s) used:** FLAC

In the frame of the construction of new railway tracks in Morocco, INGEMA was concerned with **the stability of artificial embankments** located on both sides of the tracks. They asked Itasca Consultants SAS to define, by means of numerical simulations and for a given slope geometry and geology, the **optimum reinforcement scheme** that would result in a static factor of safety of 1.5 and minimize material costs.

The **shear-strength reduction technique** implemented in FLAC was used to obtain the **failure mechanism** of the slope with respect to various reinforcement schemes characterized by the number of cables, their position along the slope, their length, their angle with respect to the horizontal and their horizontal spacing. A beam also was included along the slope to simulate a concrete layer, and the model was subjected to gravity. Figure 1 shows the optimum reinforcement scheme obtained: it is characterized by 4 cables.

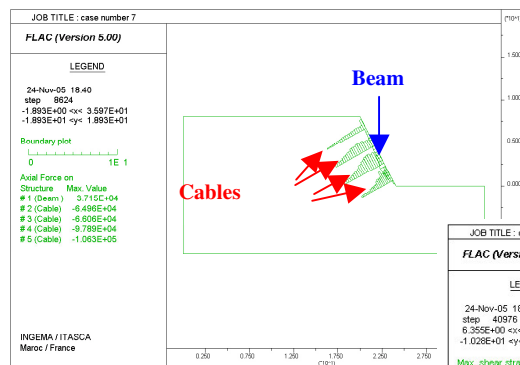


Figure 1: **Optimum reinforcement scheme** and distribution of axial forces along the reinforcement elements.

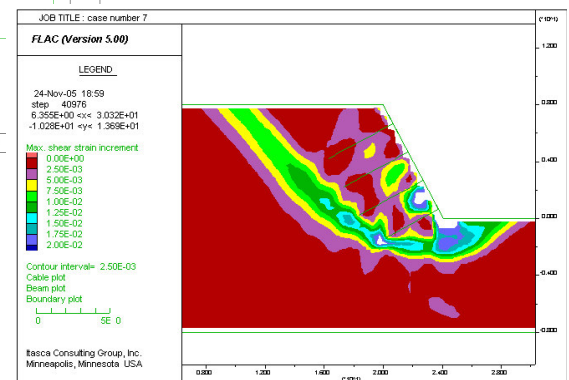


Figure 2: **Failure mechanism of the slope** for a static factor of safety equal to 1.5.

**KEYWORDS:**

- Reinforcement elements
- Failure mechanism

⇒ **RESULTS:**

Slope stability is mainly dependent on the characteristics of the lowest cables. Indeed, **the largest axial forces develop along these cables** while almost no axial force is observed along the upper-most cable.