

# Renforcement en base de remblai sur sol compressible

*Route nationale 1 au Congo*

Tronçon Kinkala-Mindouli

Date 15 Mars 2018

Journée technique du CFG

Auteurs Sébastien Gastaud  
Alexandre Plastre

Responsable Géosynthétiques  
Directeur Technique

**MACCAFERRI**



Gruppo  
Industriale  
Maccaferri



## 1. Contexte : développement Axe Brazzaville – Pointe Noire

- Axe majeur entre les 3 plus grandes villes du Pays
- 8 ans de travaux : 2008 - 2016
- Financement : Partenariat stratégique Chine – Congo et Fond Européen de Développement
- 765 milliards de francs CFA soit environ 1,1 milliard d'Euro





## 1. Contexte : tronçon Kinkala-Mindouli

**Entreprises attributaires** : Groupement RAZEL Congo et DTP

### Le lot en quelques chiffres :

- Longueur : 53,6 km
- Durée des travaux : 32 mois (2014 – 2016)
- 2 millions de m<sup>3</sup> de terrassement
- 800 000 tonnes de granulats
- 60 000 tonnes d'enrobés
- 4 ouvrages d'art





# 1. Contexte : forêt équatoriale





## 2. Problématique rencontrée lors de l'exécution

Zones très peu portantes découvertes en EXE pouvant compromettre le chantier





## 2. Problématique rencontrée lors de l'exécution

---

Etude géotechnique AVP partielle : portance des sols mal caractérisée

La route traverse des zones de *bas-fonds* très humides :

- Sols vasards très compressibles et peu porteurs
- Purge non prévue de 1 à 4 m de profondeur sur 20 à 50 m de large  
>> 70 000 m<sup>3</sup> de matériau à purger et à substituer

Volume à purger fortement sous évalué en AVP :

- Equilibre économique du chantier compromis
- Délai d'exécution : risque de retard important

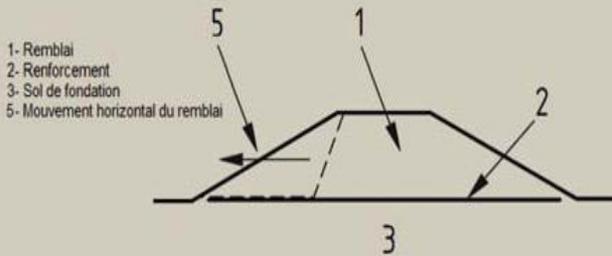
L'entreprise cherchait une solution alternative pour réaliser le chantier dans les meilleures conditions.



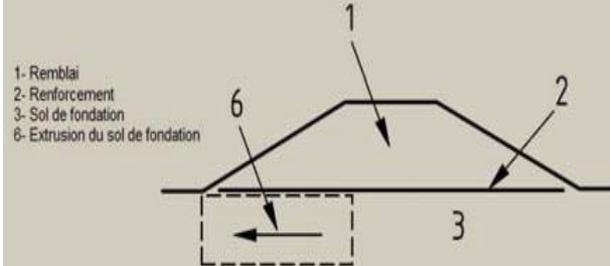
## 2. Problématique rencontrée lors de l'exécution

Trois modalités de rupture à craindre lors de l'exécution :

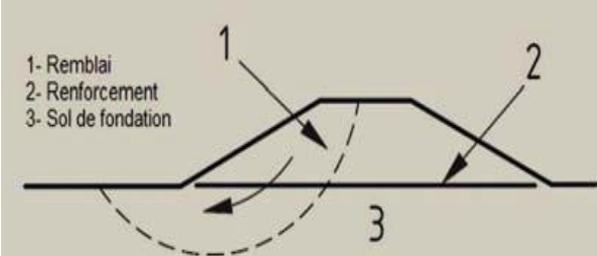
### Rupture par glissement sur la base



### Rupture par extrusion du sol de fondation



### Rupture par glissement circulaire



### Solution traditionnelle :

1. **Purge et substitution** : 70 000 m<sup>3</sup> de matériau à déblayer et autant à approvisionner
2. **Phasage** : remblaiement par étapes selon temps de consolidation :
  - > Estimation réalisée : 4 phases (2 m) séparées de 4 mois avec drainage à la base

### Solution Géosynthétique :

- > Installation d'une géogridde à haute résistance à la traction en base du remblai pour éviter toute forme de rupture du remblai



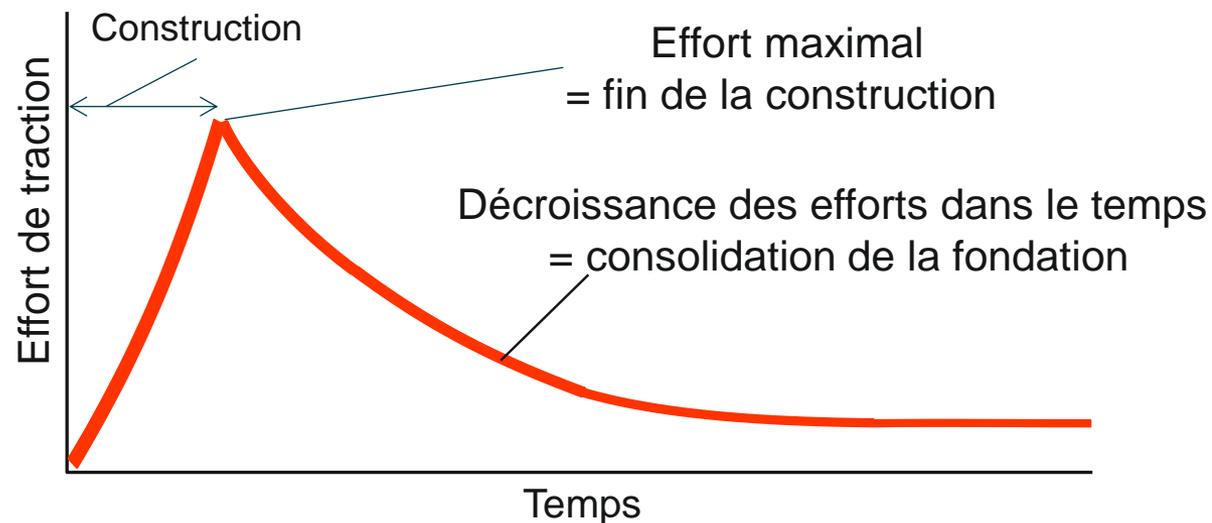
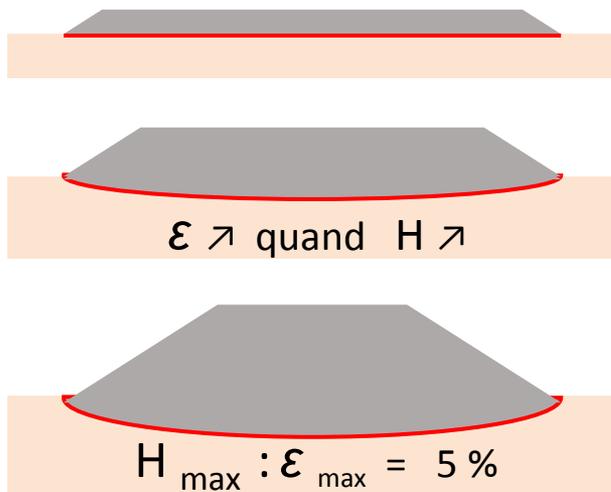
### 3. Solution GSY : Renforcement en base de Remblai

#### Installation d'une géogridde en base de remblai :

- Transfert des efforts transversaux du remblai vers le renfort GSY
- Diminution des efforts cisailants sur la fondation
- Répartition plus homogène de la descente de charge sur la fondation

#### Evolution des efforts dans le temps

- Déformation du renfort lors de la mise en place du remblai
- Relaxation lors de la consolidation





### 3. Solution GSY : Dimensionnement

- **Etape 1** : 2 calculs de stabilité selon la norme BS 8006 > efforts maximaux
  - Glissement latéral du remblai
  - Poinçonnement de la fondation
- **Etape 2** : Justification de la géogridde : résistance à long terme > efforts
- **Etape 3** : Vérification de la stabilité mixte face à une rupture circulaire du remblai, du renforcement et du sol de fondation avec logiciel interne

*Application des facteurs partiels des Eurocodes 7 sur les **actions** (efforts appliqués), les **matériaux** (remblai, sol de fondation, renforcement) et les **résistances** (sol)*

**Caractéristiques géo-  
mécaniques à court terme**  
= sans consolidation

Nature du Remblai	Sablo limoneux
Hauteurs considérées	4 m < H < 8 m
Poids volumique du remblai	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Angle de frottement du remblai	$\phi = 25^\circ$
Cohésion du remblai	<b>C = 10 kPa</b>
Pente des talus	3H:2V
Cohésion non drainée du sol de fondation	<b>C<sub>u</sub> = 30 kPa</b>





### 3. Solution GSY : Dimensionnement

#### Etape 2 : Justification de la géogridde proposée

- Géobandes assemblée en Géogridde par thermocollage : **REX > 40 ans**
- Fils de Polyester haute ténacité sans tissage, ni tressage : **module fils = module géogridde**
- Gaine PE extrudé: **protection du renfort** = Facteurs de réduction les plus faibles du marché

Certification BBA fait référence sur renfort GSY : mesure en labo indépendants des facteurs de réduction :

Facteurs de réduction 25°; 4<pH<9 ; 120 ans	Géogridde PET non testé Valeurs NF G38-064	Géogridde proposée certifiée BBA Valeurs mesurées
Endommagement mise en œuvre	2,50	1,25 (D <sub>50</sub> = 75mm )
Dégradation chimique	1,30	1,08 <i>fs</i> R <sub>2</sub> inclus
Fluage	3,00	1,38 <i>fs</i> R <sub>1</sub> inclus
<b>Facteur de réduction Global</b>	<b>9,75</b>	<b>1,86</b>

- Effort calculé : **340 kN/m** = résistance à long terme minimale
- Coefficient de matériau Eurocodes : 340 x **1,25** = **425 kN/m**
- Calcul résistance nominale minimale: 425 x **1,86** = **791 kN/m**
- **Géogridde proposée : résistance nominale = 800 kN/m > 791 kN/m**

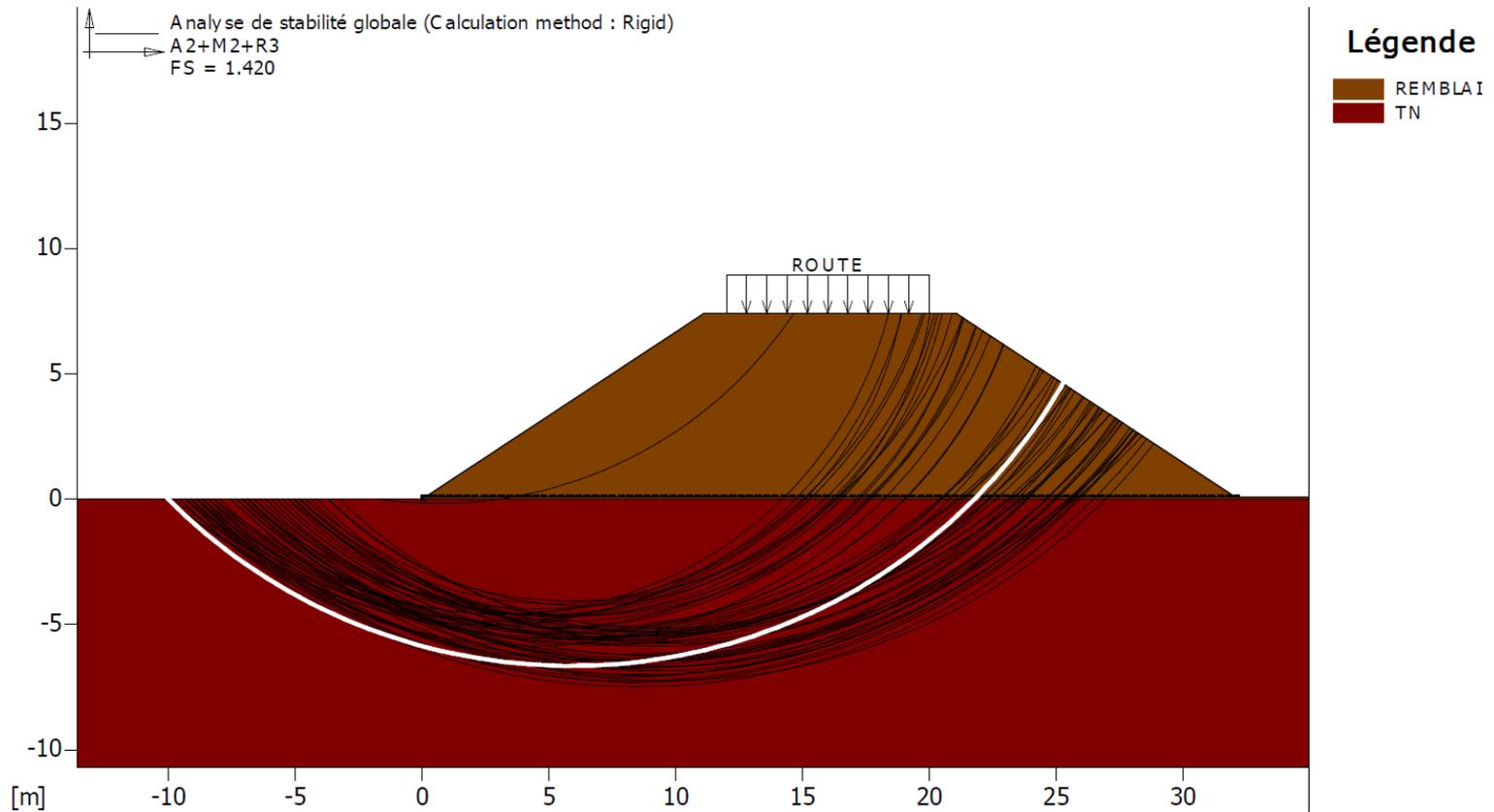


### 3. Solution GSY : Dimensionnement

#### Etape 3 : Logiciel interne MACSTARS :

Vérification de la stabilité face à une rupture circulaire du remblai, du renforcement et du sol de fondation  
Ex. H = 7,5 m et Géogrille 800 kN/m à la base

- Facteur de sécurité global FS = 1,4





### 3. Solution GSY : Avantages

- **Gain de temps** : Remblaiement en 1 seule phase = délai EXE tenu
- **Gain écologique** : 50 000 m<sup>2</sup> de géogrille contre 70 000 m<sup>3</sup> de matériaux à purger / substituer = facilité d'approvisionnement

**1 conteneur 40' HC**



=

**1000 Rotations de Dumper A40**



**Gain économique : moins de temps, moins de travail, moins de matériaux**



## 4. Travaux : décapage





## 4. Travaux : réglage arase de terrassement





## 4. Travaux : pose géotextile filtration / séparation





## 4. Travaux : sable limoneux en base





## 4. Travaux : préparation lit de pose





## 4. Travaux : pose de la géogrille

Rouleaux sur mesure : longueur = largeur de la base de remblai





## 4. Travaux : pose de la géogrille



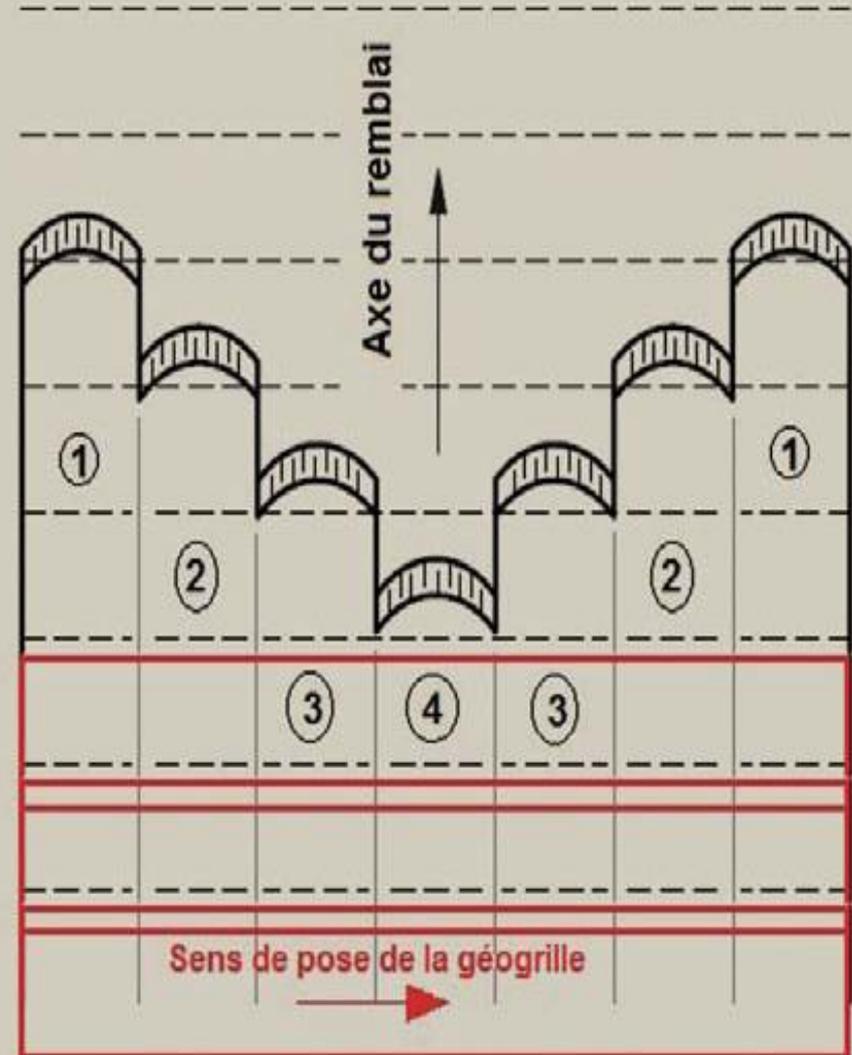


## 4. Travaux : remblaiement





## 4. Travaux : remblaiement





## 4. Travaux : dispositif complet



Matériau de remblai

Géogrille PET thermocollée

Lit de pose : sable limoneux

Géotextile de séparation

Arase



## 4. Conclusion

---

**Un chantier d'ampleur** : 50 km en foret humide....

...mauvaise reconnaissance géotechnique en AVP....

.... mauvaises surprises en EXE

### **Les solutions traditionnelles :**

- Purge systématique et substitution total
- Phasage selon consolidation
- >> Délai et cout trop important

**Solution alternative** : renforcement par géogridde de la base du remblai

- Réduction voire suppression des purges
- Réduction des besoins en matériau de remblai
- Optimisation des ateliers mobiles
- Réduction des délais d'intervention
- Technique économiquement viable



# Merci de votre attention

