

Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures

J E R I

Calcul de renforcement:  
influence des hypothèses

N!buxs

Ingénieurs civils spécialisés en construction routière

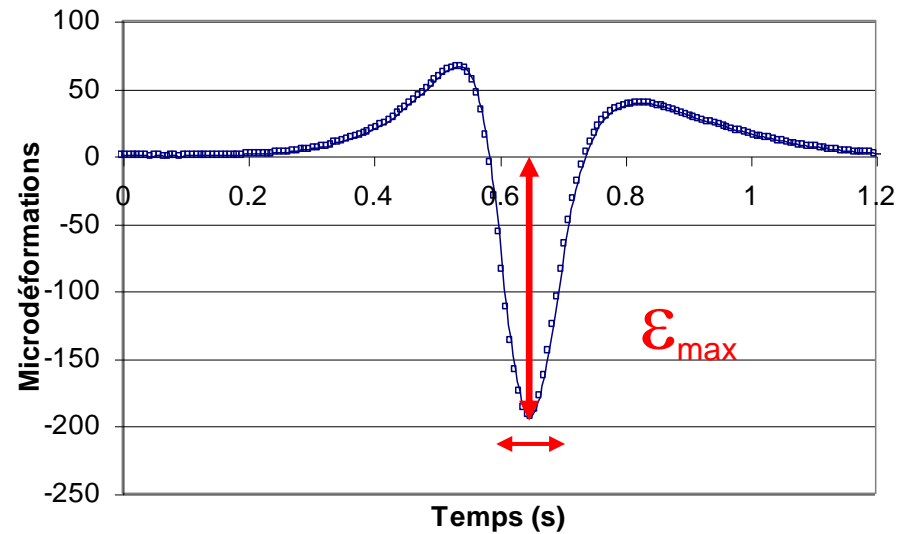
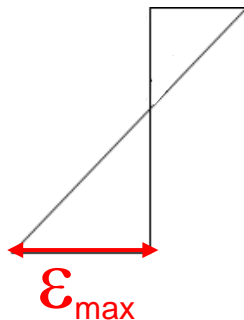
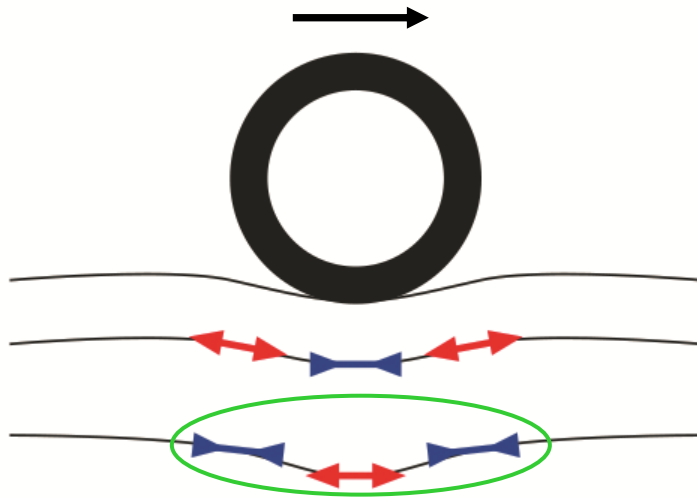
# Contenu

1. Aperçu méthode analytique
2. Effet du collage des couches
3. Prise en compte KMF
4. Utilisation EME type C2

1. Aperçu méthode analytique
2. Effet du collage des couches
  3. Prise en compte KMF
4. Utilisation EME type C2

# Aperçu méthode analytique

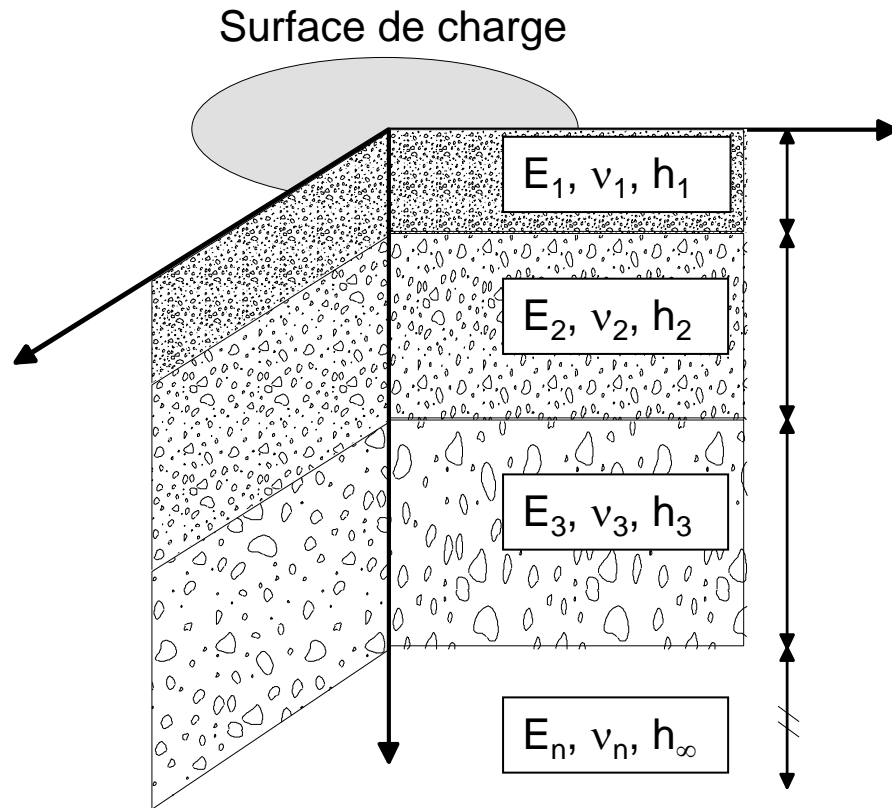
## ► Sollicitations couches bitumineuses



Fatigue

# Aperçu méthode analytique

## ► Modèle de calcul



- Système multicouche:
  - Épaisseur constante
  - Elastique-linéaire
  - Déformations

$\epsilon_{\max}$

# Aperçu méthode analytique

## ▶ Durée de vie

- ▶ Lois de fatigue ( $\epsilon_6$ ): par matériau

$$N_i = f(\epsilon_i) = A \cdot \epsilon_i^{-b}$$

$b=0.2$

- ▶ Rapport durée de vie (avec  $\epsilon_6$  identique)

- ▶  $\Delta\epsilon + 20\% \Rightarrow \Delta N - 67\%$
- ▶  $\Delta\epsilon + 10\% \Rightarrow \Delta N - 40\%$
- ▶  $\Delta\epsilon - 10\% \Rightarrow \Delta N + 60\%$
- ▶  $\Delta\epsilon - 20\% \Rightarrow \Delta N + 150\%$

$$K_i = \left( \frac{\epsilon_i}{\epsilon_{\text{réf}}} \right)^\alpha = \left( 1 + \frac{\Delta\epsilon}{\epsilon_{\text{réf}}} \right)^\alpha$$

$\alpha=5$

1. Aperçu méthode analytique
2. Effet du collage des couches
3. Prise en compte KMF
4. Utilisation EME type C2

# Collage des couches

## ▶ Structure de référence

▶ Roulement	AC MR 8	25 mm
▶ Liaison	AC B 11S	40 mm
▶ Base	AC T 22S	90 mm
▶ Fondation liée	KMF	90 mm
▶ Fondation non liée	Grave traitée	300 mm

## ▶ Cas d'étude

- ▶ Collage base (ACT) - fondation liée (KMF)



# Collage des couches

## ▶ Interface base-fondation liée

collée

$$\epsilon_{\max}: 72.5 \times 10^{-6}$$

non-collée

$$\epsilon_{\max}: 145.8 \times 10^{-6}$$

$$\Delta\epsilon +100\%$$

## ▶ Durées de vie

$$N_c = 5'000'000$$

$$N_{n-c} = 150'000$$

**Facteur 33!!!**

1. Aperçu méthode analytique
2. Effet du collage des couches
3. Prise en compte KMF
4. Utilisation EME type C2

# Prise en compte KMF

## ▶ Structure de référence

▶ Roulement	AC MR 8	25 mm
▶ Liaison	AC B 11S	40 mm
▶ Base	AC T 22S	90 mm
▶ Fondation liée	KMF	90 mm
▶ Fondation non liée	Grave traitée	300 mm

## ▶ Variante 1:

- ▶ 70 mm (ACT) + 110 mm (KMF)

## ▶ Variante 2:

- ▶ 60 mm (ACT) + 120 mm (KMF)

# Prise en compte KMF

## ► Bas couche de base (ACT)

Référence (90mm)

Var1 (70mm)

Var2 (60mm)

$$\epsilon_{\max}: 72.5 \times 10^{-6} > \epsilon_{\max}: 69.1 \times 10^{-6} > \epsilon_{\max}: 66.6 \times 10^{-6}$$

$\Delta\epsilon$  -5%

$\Delta\epsilon$  -9%

Durée de vie

$$N_{\text{réf}} = 5'000'000 < N_{\text{var1}} = 6'000'000 < N_{\text{var2}} = 7'700'000$$

???????

# Prise en compte KMF

## ▶ Bas couche de fondation (KMF)

Référence (90mm)

Var1 (70mm)

Var2 (60mm)

$$\varepsilon_{\max}: 129.9 \times 10^{-6} < \varepsilon_{\max}: 138.2 \times 10^{-6} < \varepsilon_{\max}: 142.2 \times 10^{-6}$$

## ▶ Réduction épaisseur ACT

- ▶ Diminution sollicitations ACT
- ▶ Augmentation sollicitations KMF
- ▶ Déformation KMF double déformation ACT
- ▶ **Mauvaise exploitation matériaux**




1. Aperçu méthode analytique
2. Effet du collage des couches
3. Prise en compte KMF
4. Utilisation EME type C2

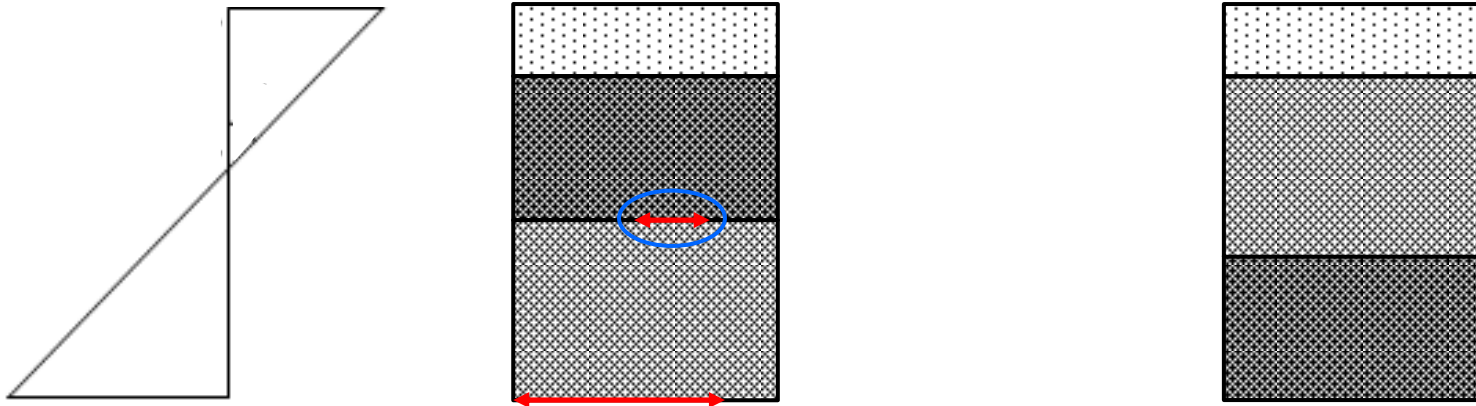
# Utilisation EME type C2

- ▶ Propriétés EME
  - ▶ Haut module
  - ▶ Forte résistance à la fatigue
- ▶ Effet dans méthode analytique
  - ▶ Réduction déformation
  - ▶ Augmentation durée de vie à la fatigue
- ▶ Dans méthode suisse (SN)
  - ▶ EME C1: coefficient 4.4 (fatigue  $\varepsilon_6 = 100 \times 10^6$ )
  - ▶ EME C2: coefficient 5.6 (fatigue  $\varepsilon_6 = 130 \times 10^6$ )

# Utilisation EME type C2

- ▶ Roulement
- ▶ Liaison
- ▶ Base
- ▶ Fondation

	AC 11	40 mm
	EME 22 C2	80 mm
	ACT 32S	100 mm
	Grave	530 mm



- ▶ Matériau performant (EME C2) mal exploité
- ▶ **Erreur conception: évaluation analytique nécessaire**
- ▶ EME C2 en bas de la structure



# Utilisation EME type C2

- ▶ Méthode suisse (SN): structures identiques

ACT en bas

EME C2 en bas

$$\varepsilon_{\max}: 85.7 \times 10^{-6} >$$

$$\varepsilon_{\max}: 68.3 \times 10^{-6}$$

$$\Delta\varepsilon -20\%$$

Durées de vie

$$N_{\text{ACT}} = 2'800'000 <<$$

$$N_{\text{EME2}} = 14'500'000$$

**Facteur 5**

# Enseignements

- ▶ Importance du collage sur chantier
- ▶ Conception des structures
- ▶ Méthode analytique (variantes matériaux)
  
- ▶ Mode de rupture des couches de fondation liées
- ▶ Evaluation des matériaux existants

# N!buxs

Ingénieurs civils spécialisés en construction routière

Merci pour votre attention