

# Le projet DVDC « Durée de Vie Des Chaussées » le Guide Technique et ERASMUS

# Origine du projet

- **IREX**
- Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil
- Asso fondé en 1989 conjointement par les ministères de la Recherche, de l'Équipement et de la FNTTP
- Regroupe tous les acteurs de la construction : MO, MCE, entrepreneurs, industriels, laboratoires de recherche publics et privés, universités, écoles.
- A pour objet le montage et le suivi d'actions de recherche collectives

# Finalité du projet DVDC

- **Optimiser la planification et le dimensionnement des travaux d'entretien de chaussées**
- **Développer des méthodes de qualification de l'état et de la durée de vie des chaussées**

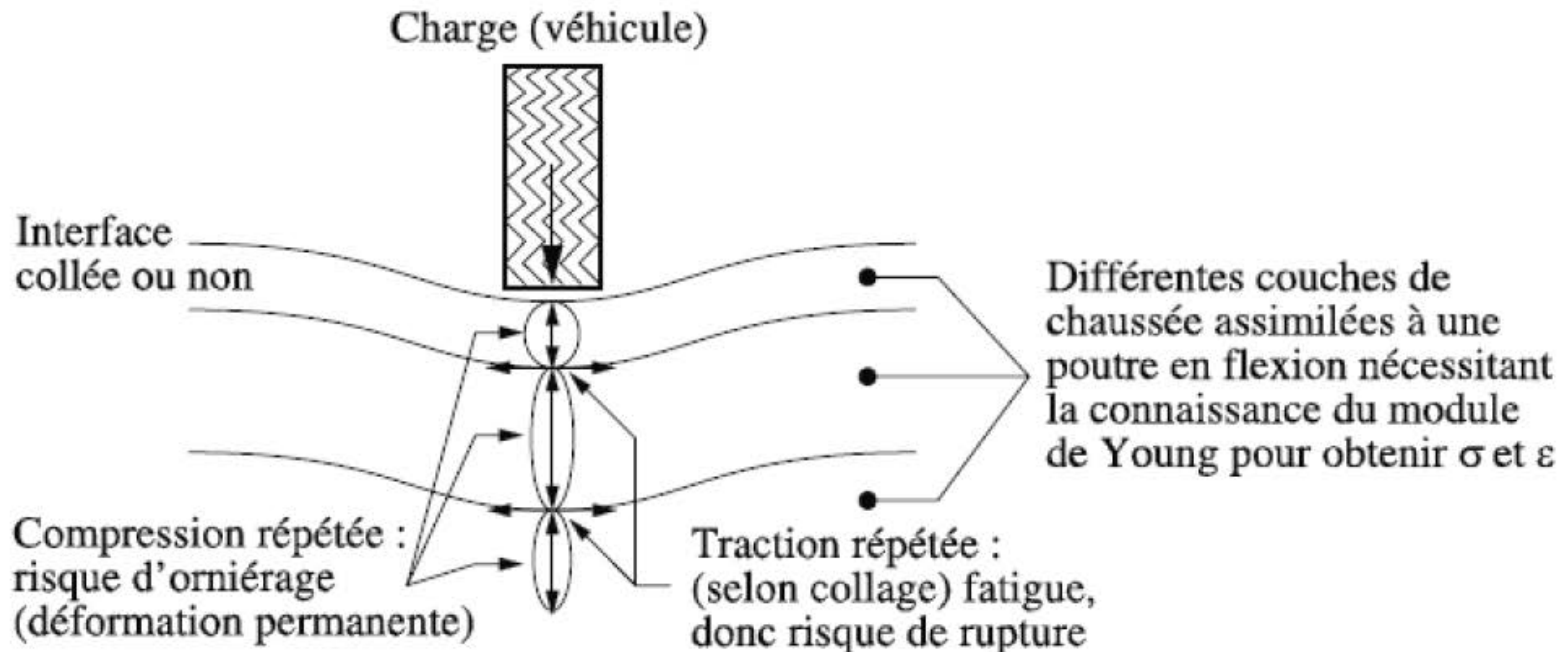
# Liste des sujets du projet

- Bibliographies sur :
  - L'autoréparation des enrobés
  - L'entretien, études, travaux, normes au niveau international
  - La gestion des chaussées sous l'angle économique
- Actions de recherche sur :
  - Les mécanismes de dégradation
  - La caractérisation de l'état d'un réseau
  - L'évaluation de la durée de vie résiduelle des chaussées

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

### Sollicitations induites par le trafic

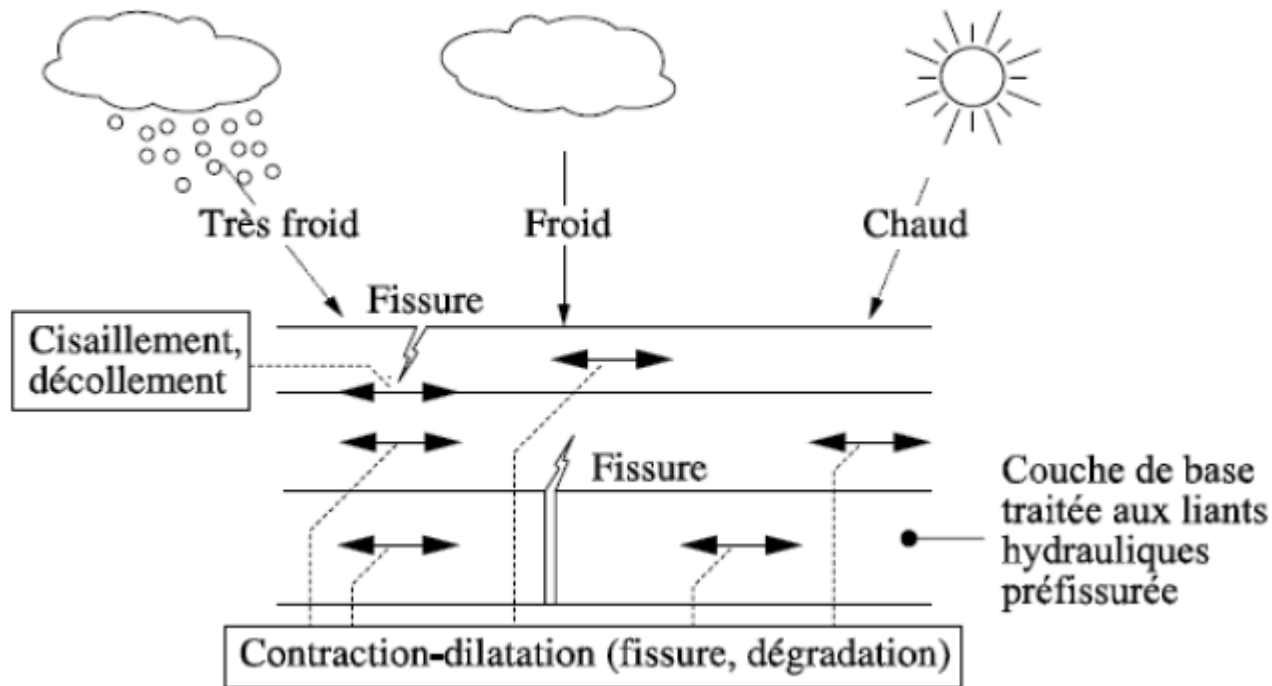


(Di Benedetto et Corté 2005)

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

## Sollicitations induites par la température

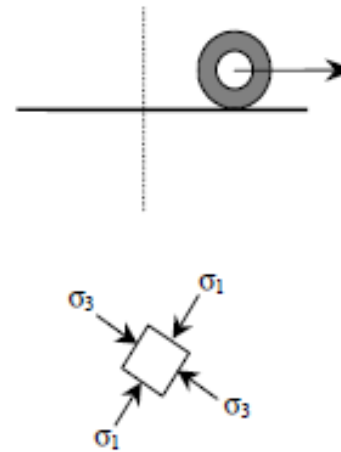
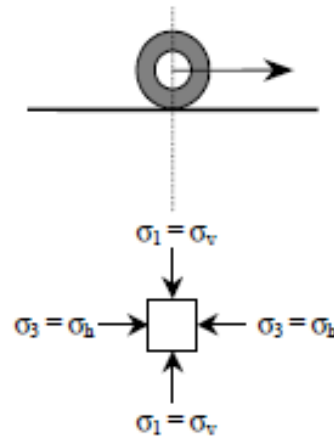
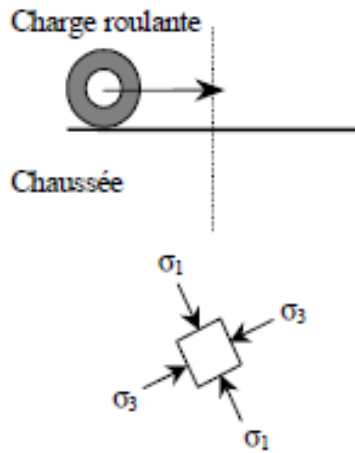


(Di Benedetto et Corté 2005)

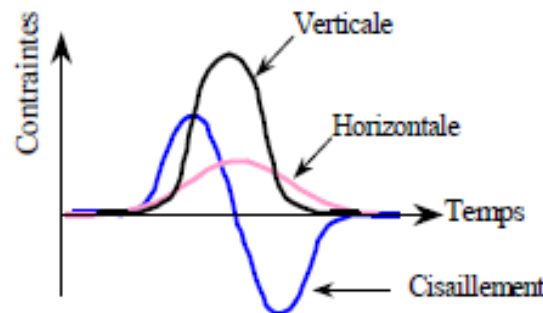
# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

Sollicitations induites par une charge roulante



Rotation des  
contraintes  
principales



Déviateur

$$q = \sigma_V - \sigma_H$$

Pression  
moyenne

$$p = (\sigma_V + 2\sigma_H)/3$$

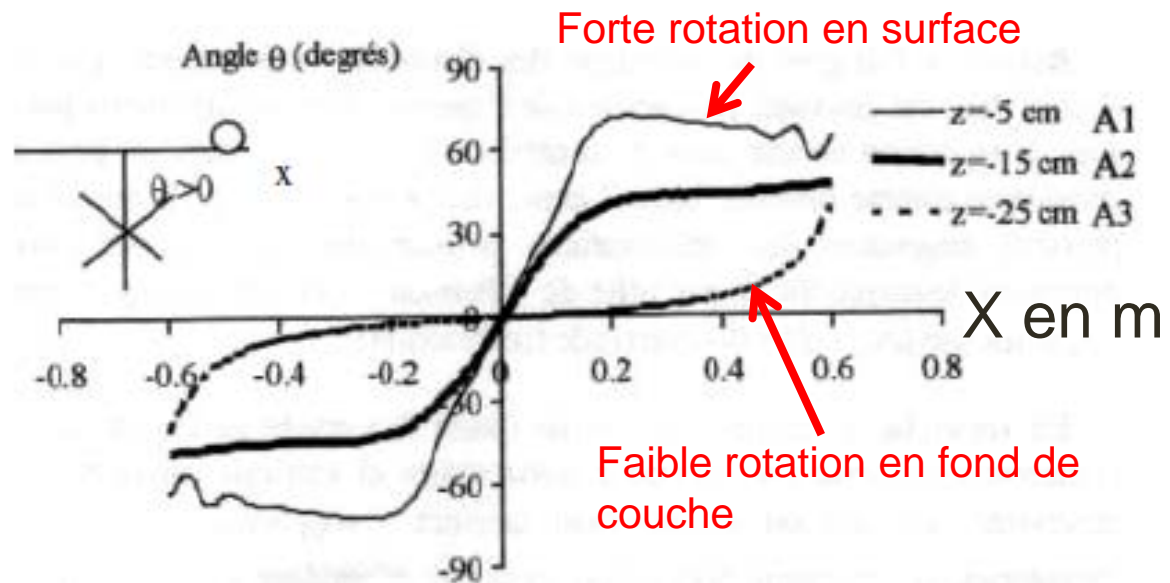
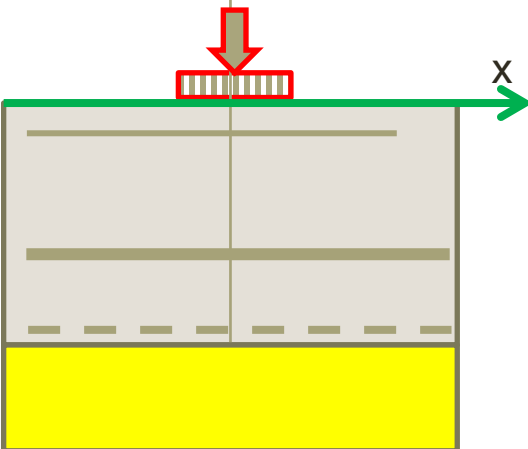
(Shaw 1980)

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

Angles des directions principales induites par une charge roulante

$R=12,5$  cm  
 $Q=0,662$  MPa



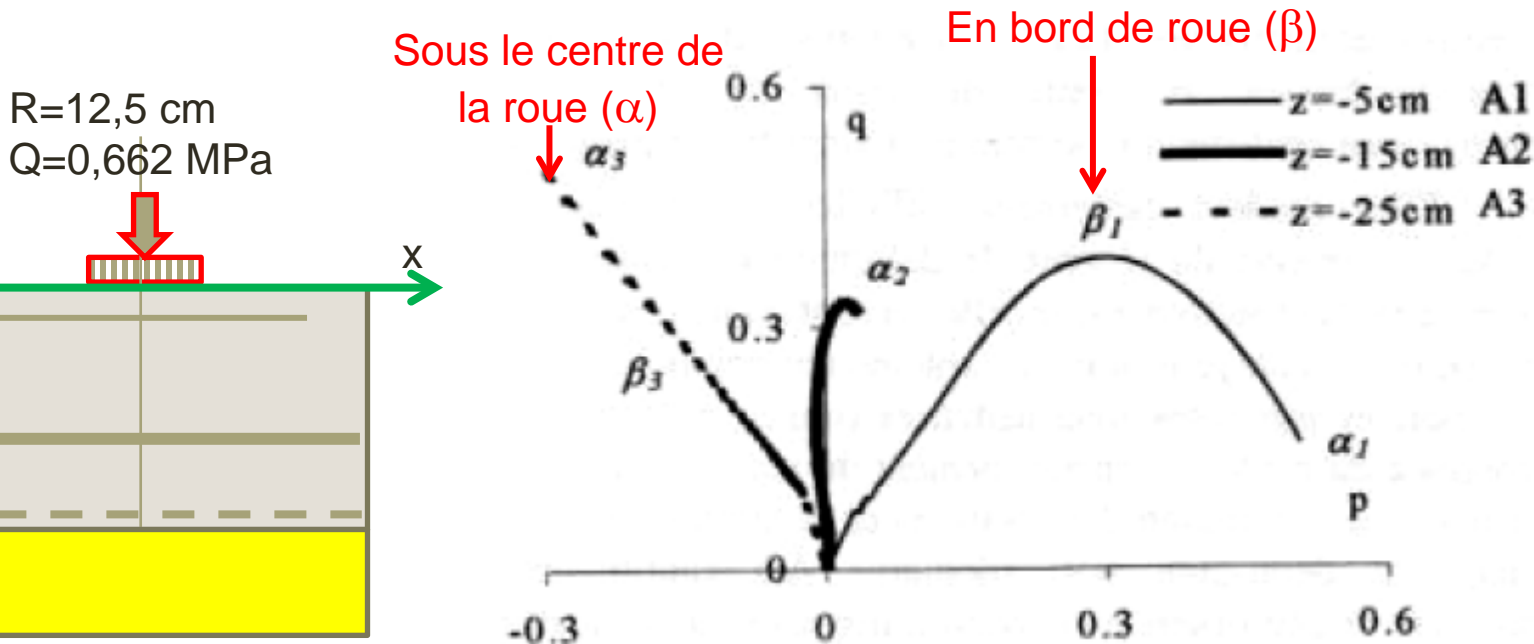
(Di Benedetto et Corté 2005)



# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

Chemin de contrainte dans le plan (p,q) induites par une charge roulante



(Di Benedetto et Corté 2005)

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

## Rappel

Les chemins de contrainte dans le plan (p,q) induits par une charge roulante montrent :

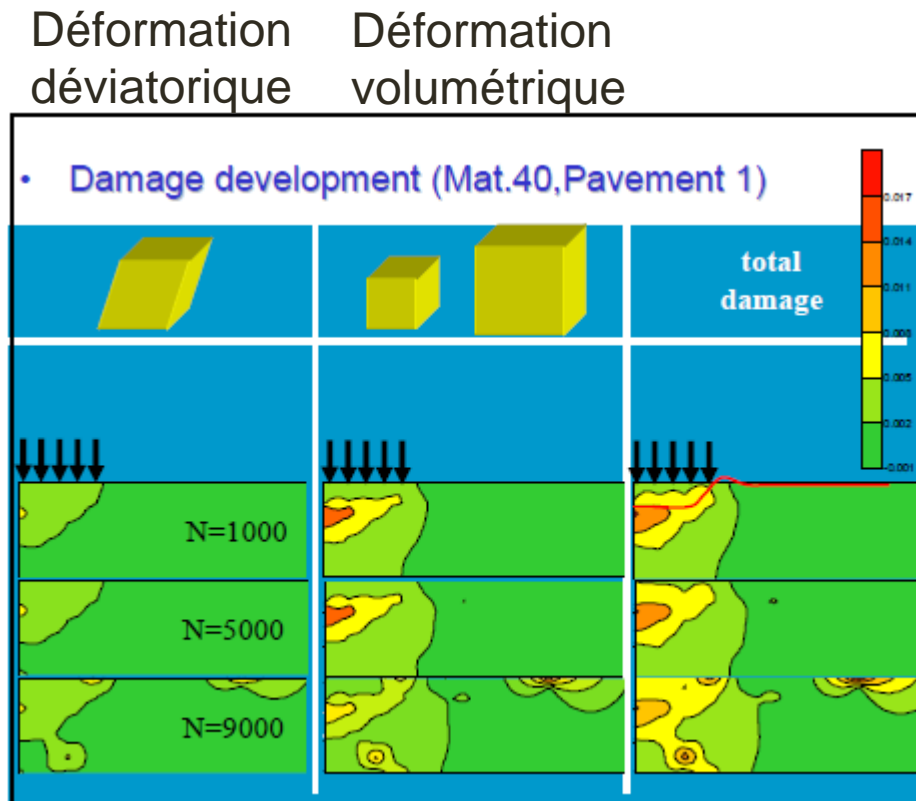
- le développement « possible » d'orniérage en bord de roue à la partie supérieure de la couche
- le fonctionnement en traction en fond de couche

## Nota

Sur une structure granulaire, sollicitée par une même charge : l'une roulante, l'autre appliquée sans déplacement, l'orniérage est 3 fois plus élevé pour la charge roulante (cisaillements provoqués par la rotation des contraintes)

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

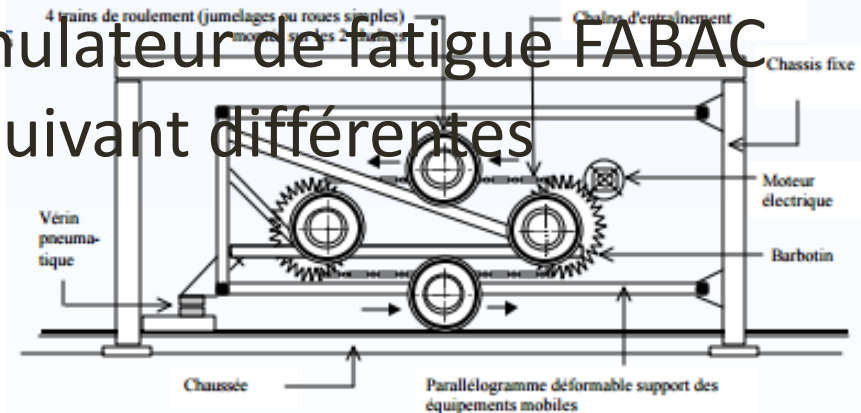
Dommages théoriques dans une couche en retenant l'évolution de ses caractéristiques en fonction du nombre de cycles



(André A.A. Molenaar 2009)

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

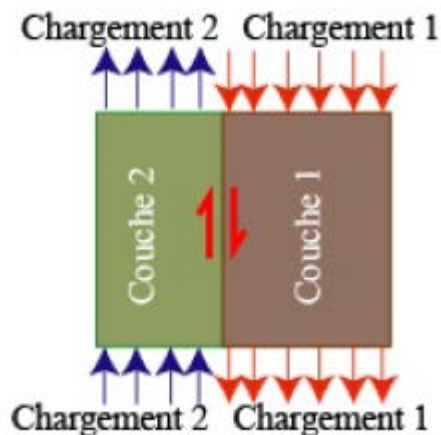
- Effectuer un bilan sur les différents suivis des chaussées réalisés ces 15 dernières années
  - Chartes innovations, expériences manège de fatigue...
- Importance de l'eau dans les chaussées,
  - Drainage, assainissement
  - Expériences avec le simulateur de fatigue FABAC de chaussées souples suivant différentes conditions hydriques



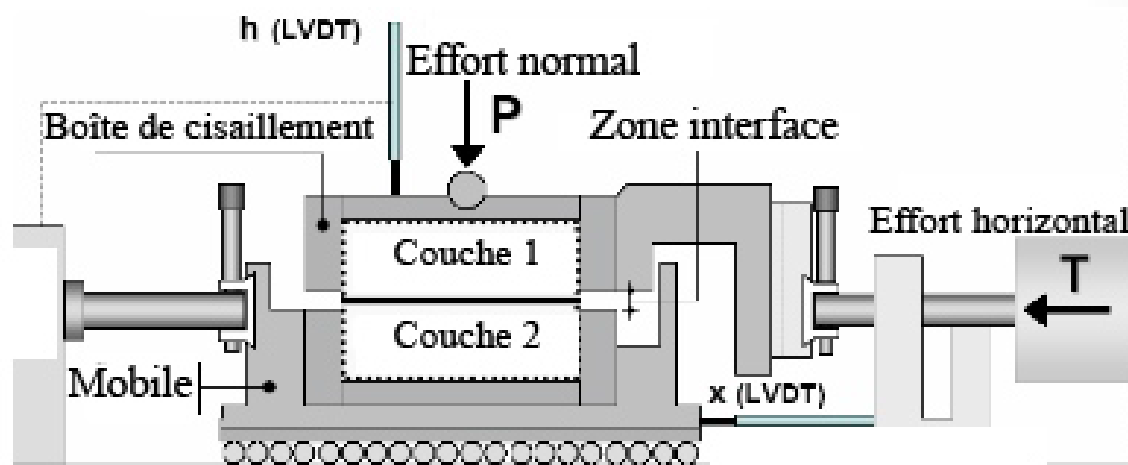
# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- **Etudes des Interfaces**
- Essais performanciels de rupture en cisaillement, en traction, en torsion
  - en laboratoire
  - sur des planches d'essais (manège)

# Essais en cisaillement

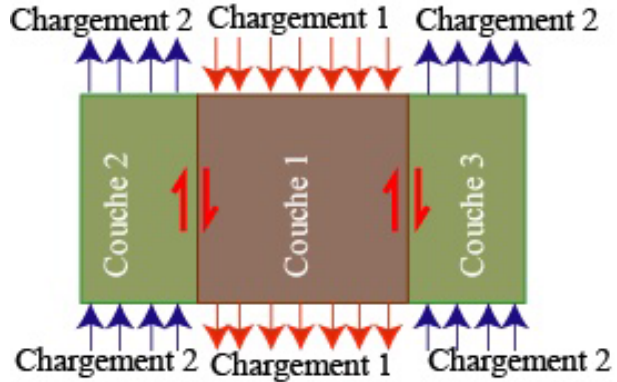


Essai de  
cisaillement  
direct

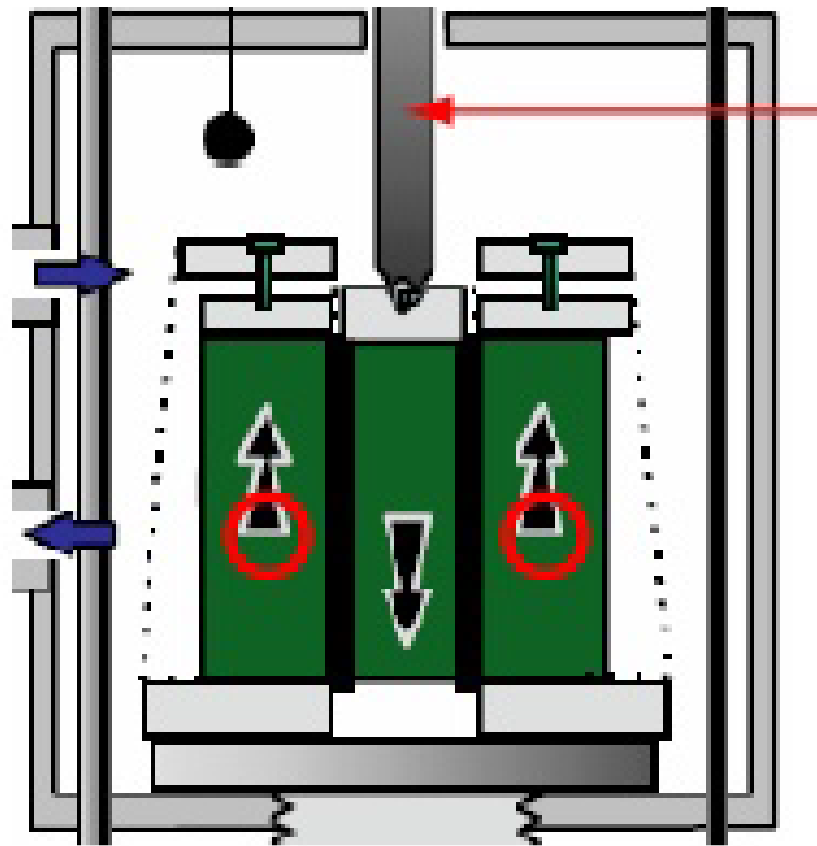


Dispositif d'essai ASTRA

# Essais en cisaillement

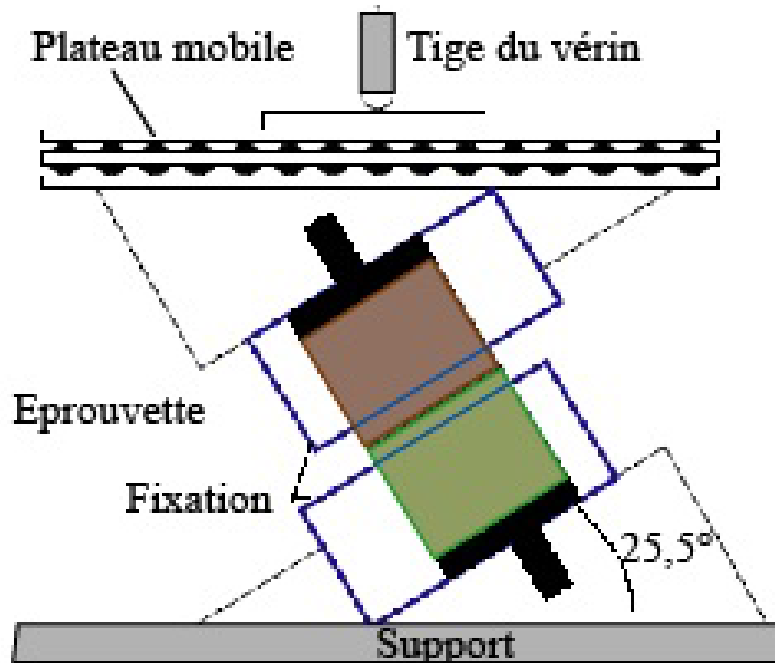


Essai de double cisaillement



Thèse Malick DIAKHATE

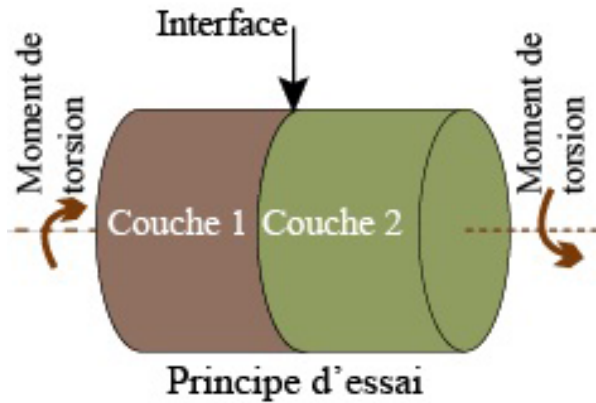
# Essais en cisaillement



Essai de cisaillement oblique en  
compression



# Essais de cisaillement en torsion



Dispositif d'essai sur chantier

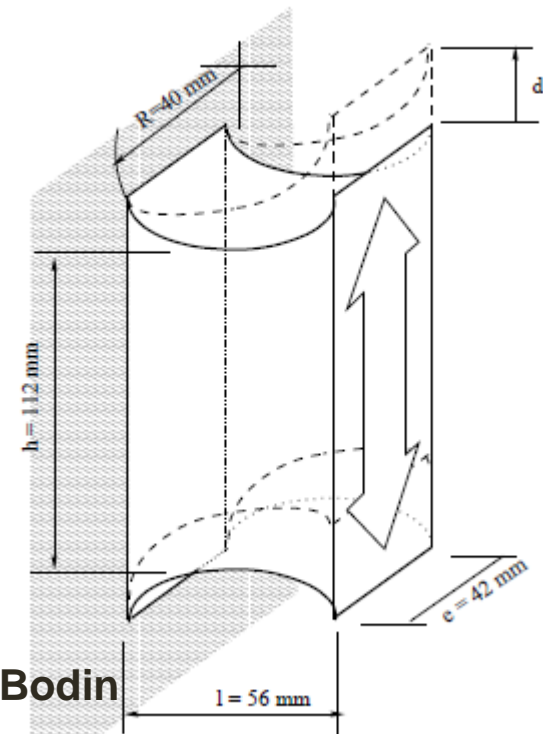
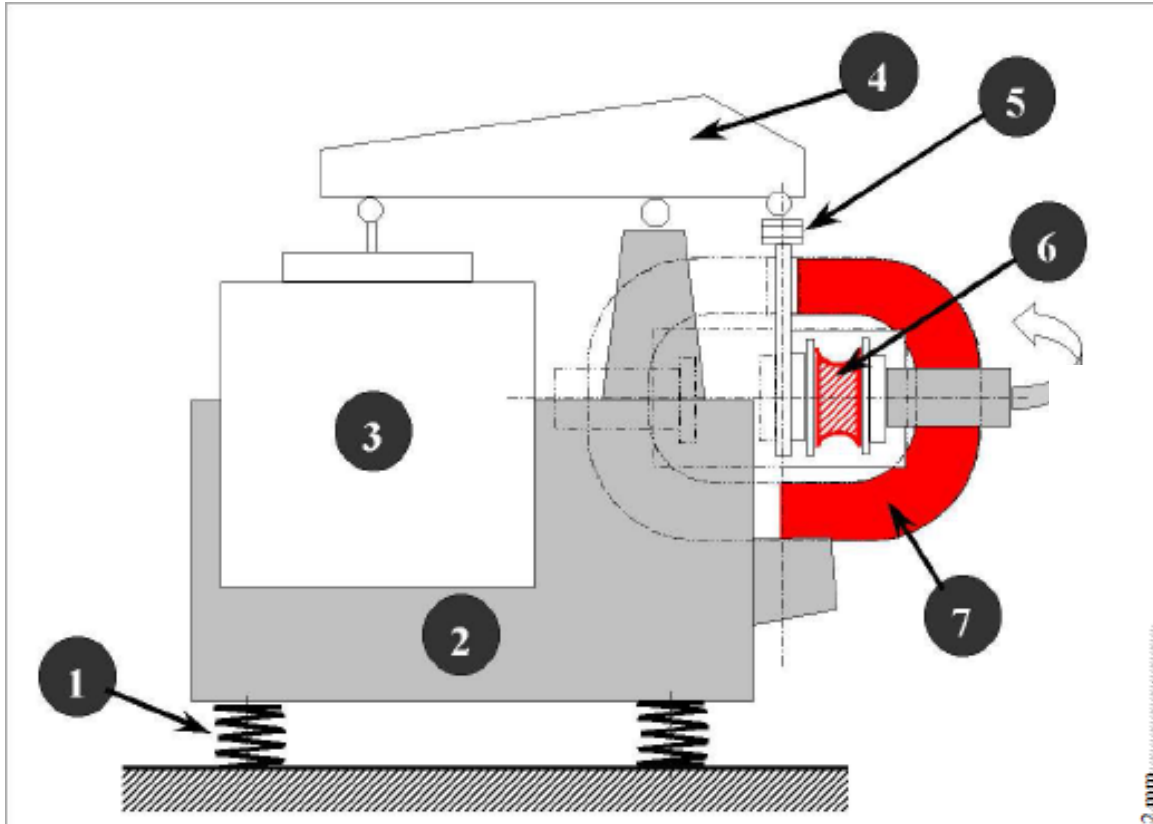
CRM EUROVIA

Thèse Malick DIAKHATE

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

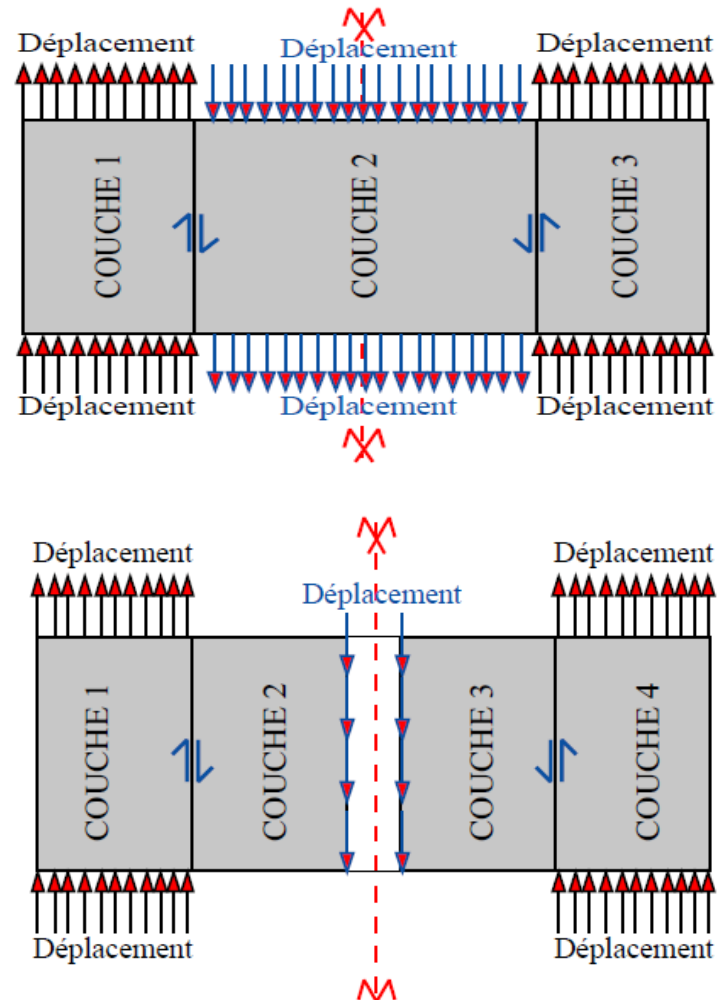
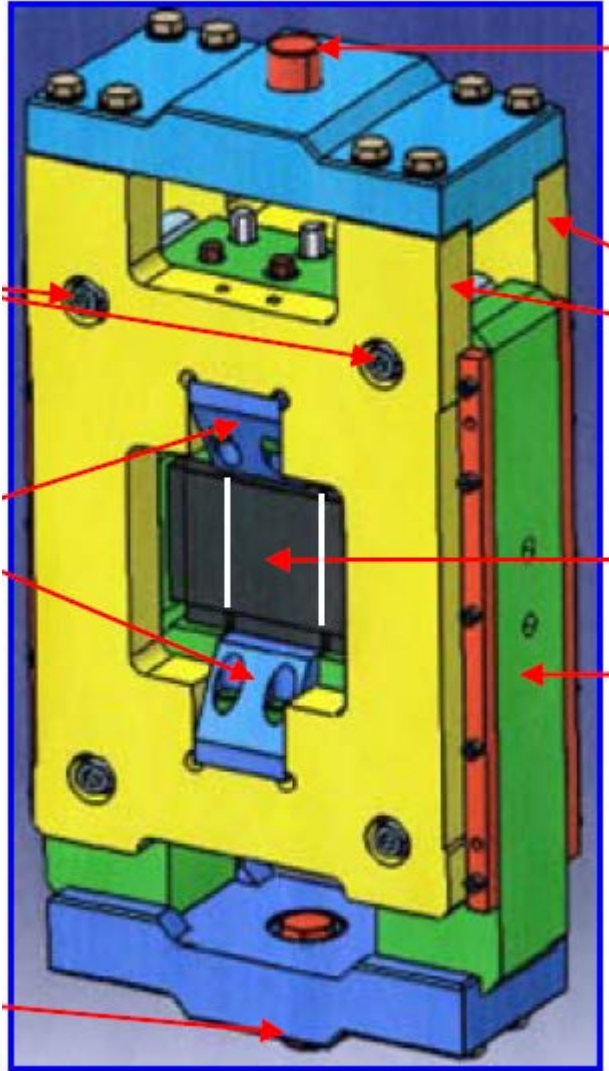
- **Etudes des Interfaces**
- Essais de fatigue pour connaître la durabilité mécanique des interfaces
  - Détermination des lois de fatigue des interfaces à retenir dans le modèle de dimensionnement et dans l'évaluation de la durée de vie des structures

# Machine de fatigue en cisaillement LCPC



Thèse Bodin

# Schéma des essais de fatigue des interfaces EUROVIA



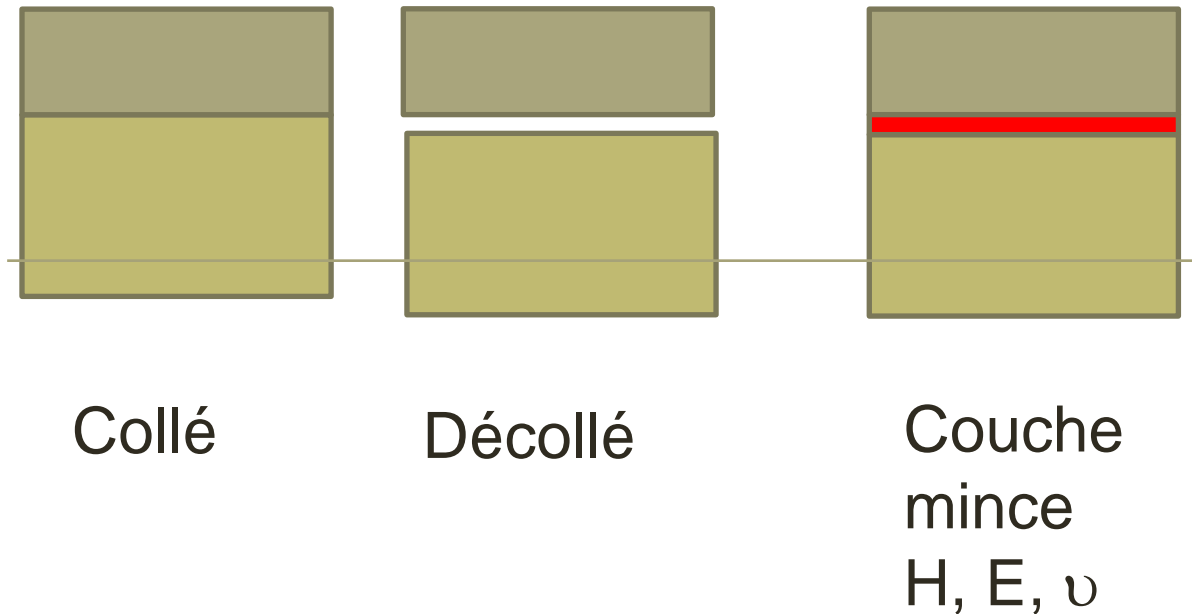
Thèse Malick DIAKHATE

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- **Etudes des Interfaces**
- **Finalité**
  - Définir un essai quantifiant les interfaces et son évolution dans la temps
  - Intégrer dans le calcul de dimensionnement un modèle « interface » (autre que collé ou décollé) prenant en compte les essais en laboratoire

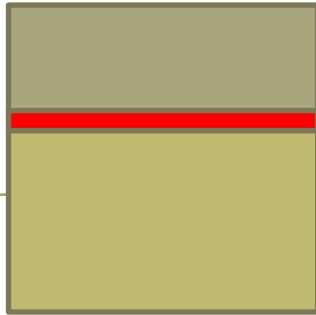
# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- **Les interfaces dans ERASMUS**
- Trois types d'interface



# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- **Les interfaces dans ERASMUS**
- Interface couche mince

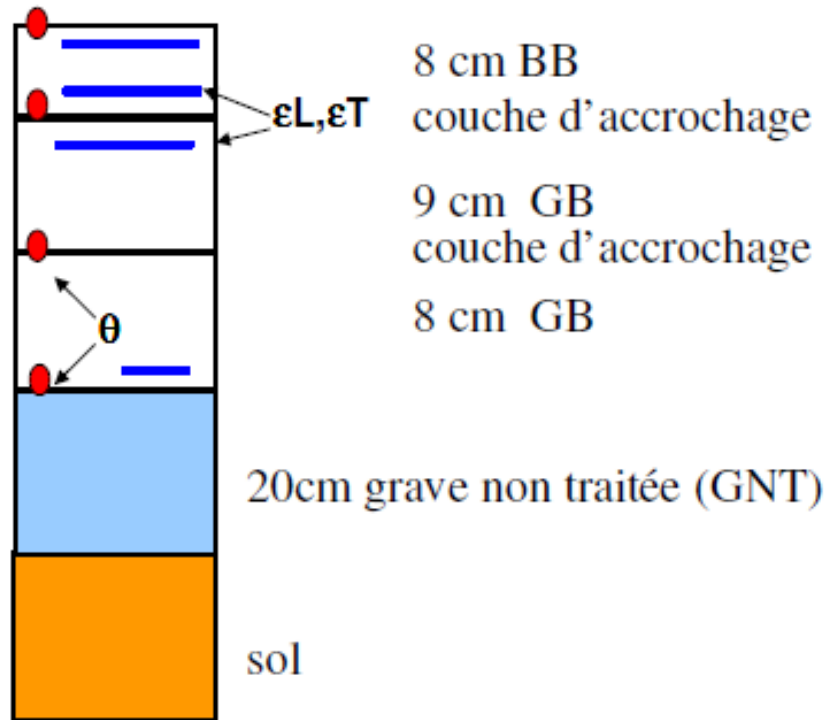


Couche  
mince  
 $H, E, \nu$

Validé par les  
essais sur le  
manège de fatigue  
de Nantes

## Etudes des interfaces

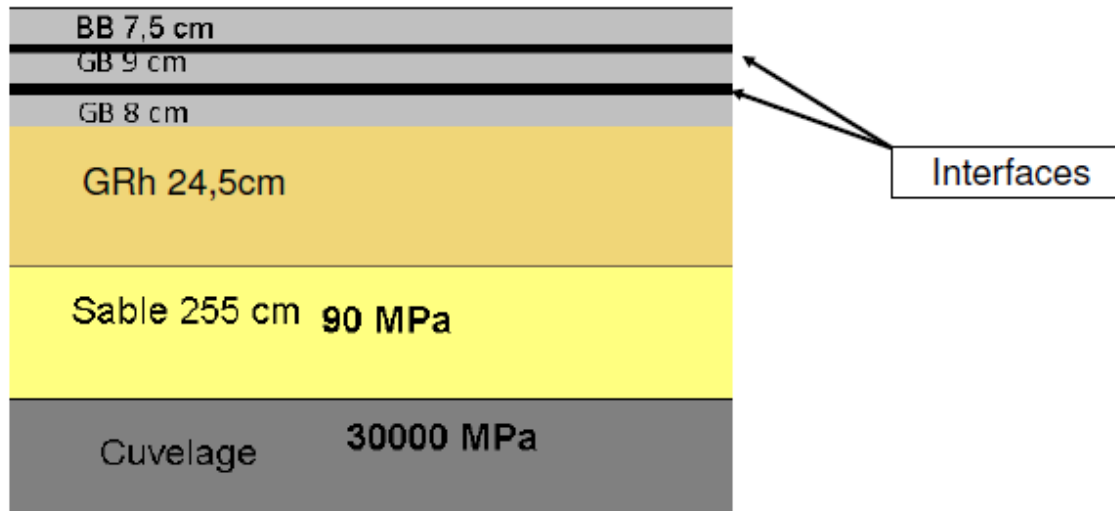
### Structure instrumentée sur le manège de fatigue IFSTTAR





# Etudes des interfaces

## Modélisation élastique-linéaire et viscoélastique (Viscoroute) : interfaces collées ou glissantes



### ■ Paramètres matériaux :

– EB → essais labo (module complexe)

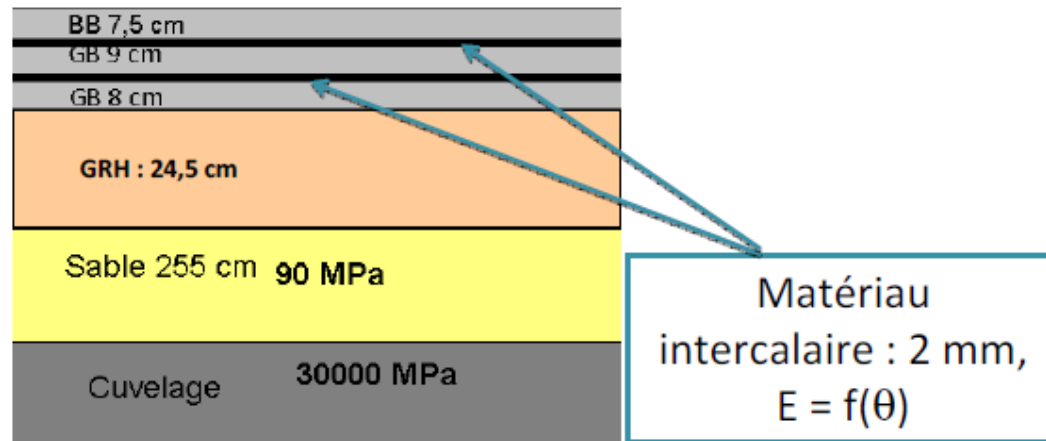
– Sable + GRH : essais de plaque + déflexion

Jean-Maurice Balay, Jean-Michel Piau, IFSTTAR

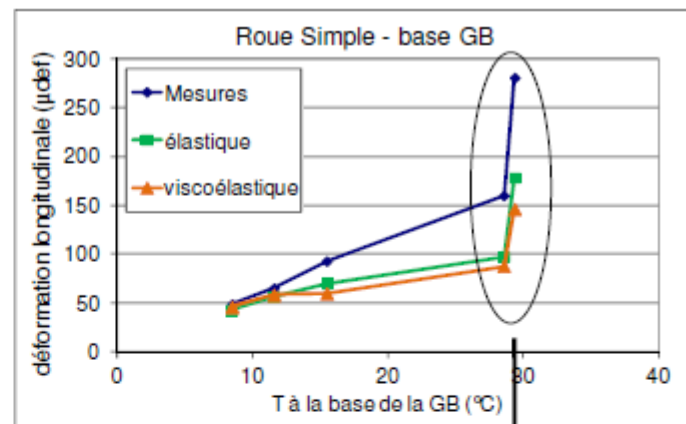
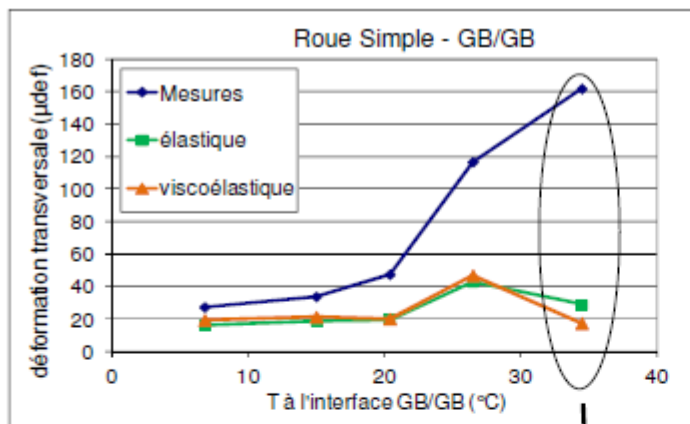
Congrès de l'IDRRIM – Lyon Eurexpo – 2/4 octobre 2012

## Modélisation avec couches intercalaires de faible épaisseur

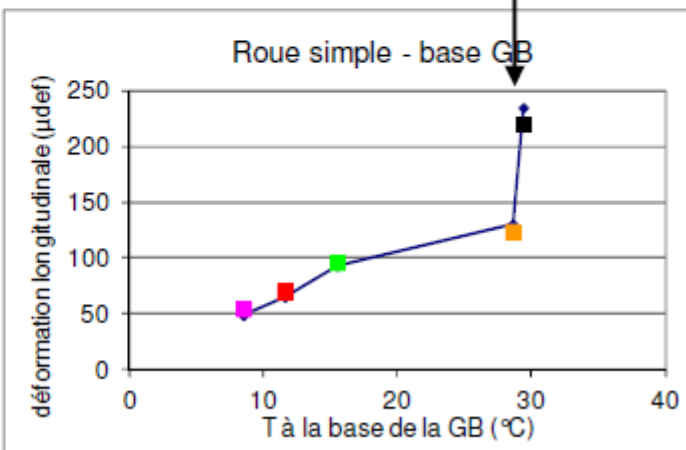
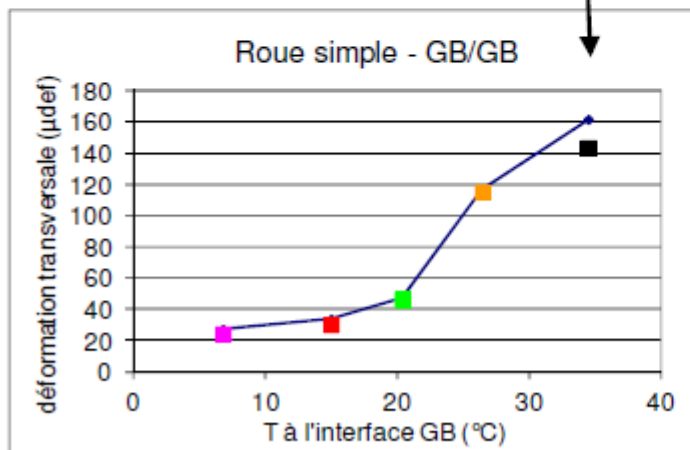
- Interface = couche mince de module variable (Alizé et ViscoRoute)
- Epaisseur arbitraire (2mm), fixée en fonction de critère de précision numérique



# Etudes des interfaces



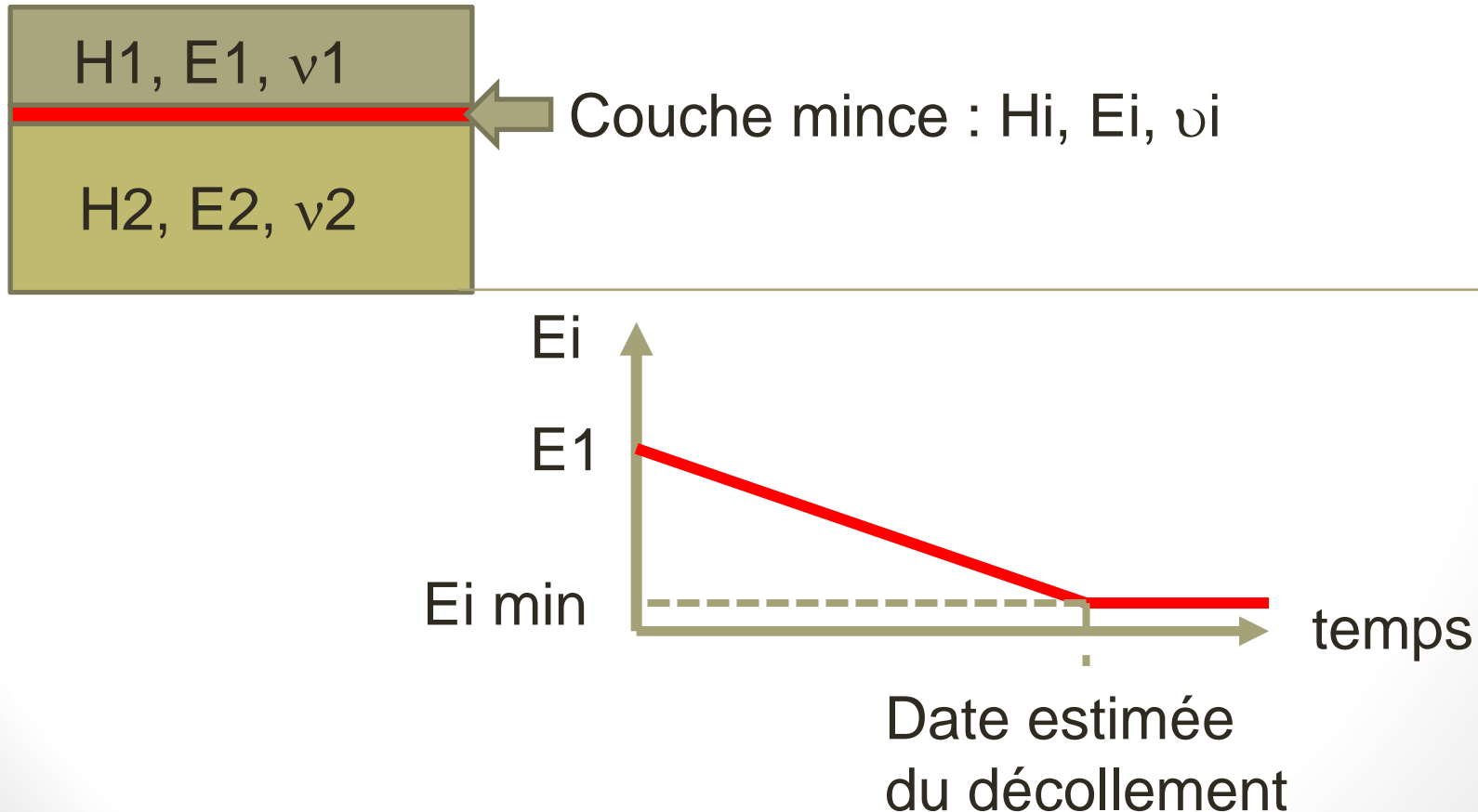
**Interface collé**



**Avec interfaces de 2mm et modules ad'hoc**

# Les interfaces dans ERASMUS

- **OPTION - Evolution des caractéristiques des interfaces dans le temps**



# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- Caractérisation des matériaux
- Effets du vieillissement sur les matériaux bitumineux des :
  - modules,
  - résistances en fatigue,
  - résistances à la fissuration
- Etudes à partir de prélèvements dans des chaussées anciennes connues
- Mise au point de méthodes de vieillissement en laboratoire

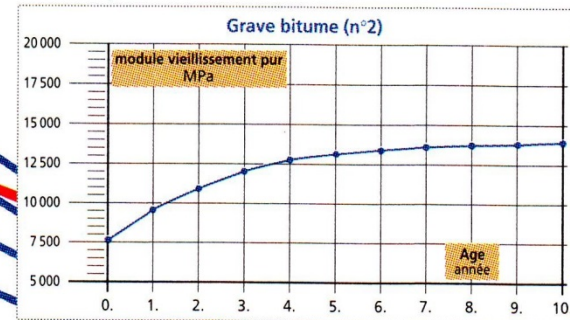
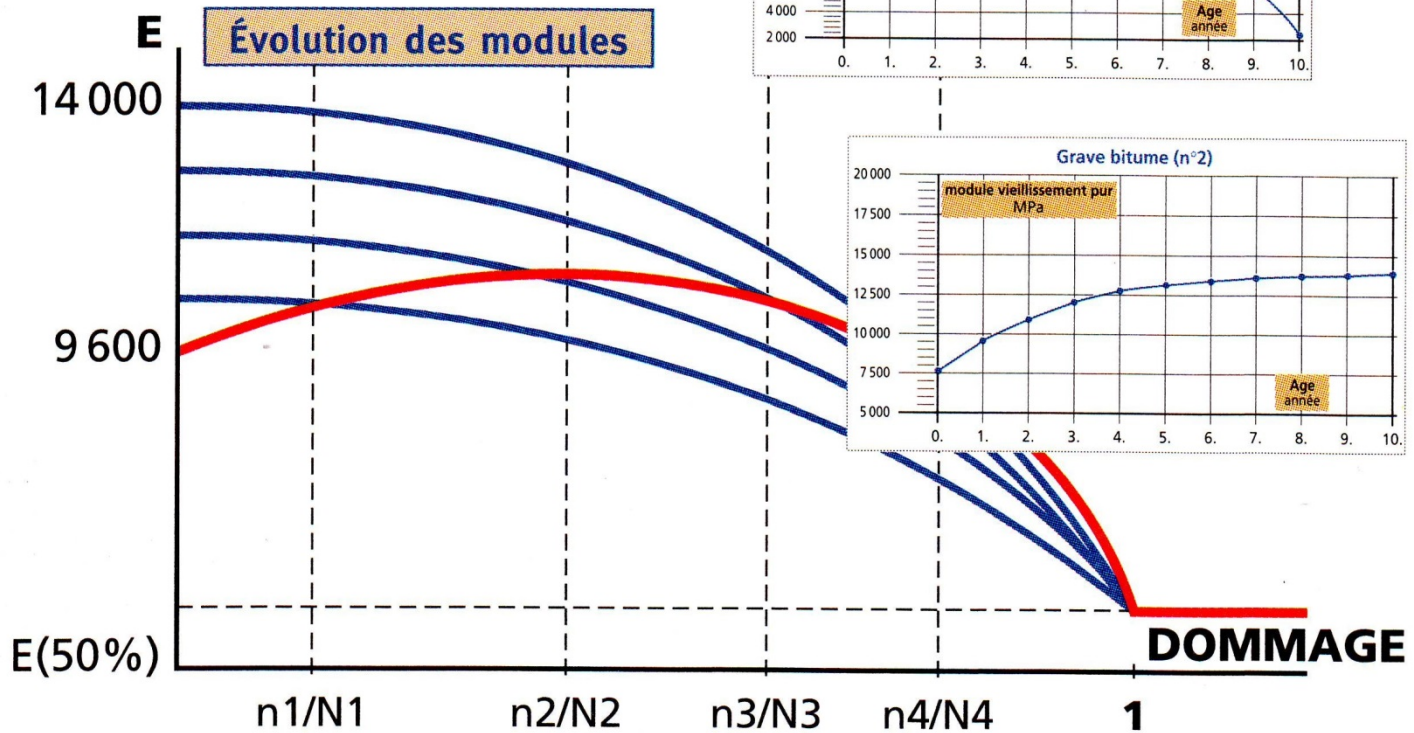
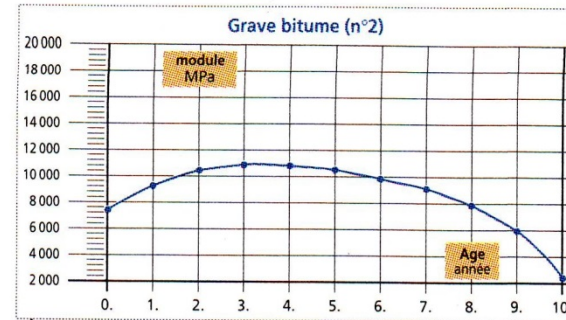
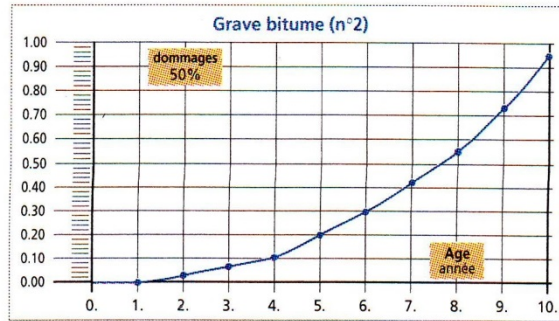
# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- Rappel
- Le vieillissement des matériaux bitumineux est fonction :
  - des conditions de fabrication et de mise en œuvre
  - des conditions climatiques (température, UV, humidité, gel...)
  - des dommages dus au trafic
- *Des actions de recherche sur les bitumes et les matériaux bitumineux (thème 17) ont été réalisées*

# ERASMUS

## prise en compte du vieillissement des matériaux bitumineux

- A partir de l'évolution des caractéristiques du bitume dans le temps (Péné, TBA)
  - $\Rightarrow$  rigidification
- A partir d'une loi de décroissance du module en fct de l'endommagement du matériau





# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- Caractérisation des matériaux
- Critères de performances des enrobés à la fissuration par temps froid
  - Essai de retrait thermique empêché
- Propagation dans les couches des fissures sous l'effet du trafic et des conditions climatiques
  - Essais en laboratoire
  - Développement de modèle pour le calcul de structures fissurées

# ERASMUS

## prise en compte de la fissuration thermique des matériaux bitumineux

- **Modèle FISTHERM**
  - Conditions climatiques
  - Caractéristiques thermiques des enrobés
  - Calcul des contraintes thermiques dans les couches
  - Détermination du dommage thermique

# Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- Caractérisation des matériaux
- Tenue au gel dégel des couches de surface
  - Développement d'un essai sur matériaux et interface prenant en compte les conditions hivernales (eau, gel, dégel...)

## Actions de recherche sur : La caractérisation de l'état d'un réseau

- Retours d'expériences par le suivi de sections tests
  - Tester les méthodes d'auscultation
  - Caractériser les matériaux anciens
  - Caler les modèles de calcul de durée de vie développés
  - *Note personnelle :*
  - *Reprendre des sections retenues pour le SHRP F, les thèmes 17 et BN 042*



● **SECTIONS TESTS F-SHRP**

1994 et 1998

Inventaire

Essais sur matériaux prélevés

Conditions climatiques

Trafic

Suivi (déflexions au FWD, uni,  
dégradations et orniérage)

## Thème 17 - Sections d'essais

A64 – Bayonne – Pau (PR 55+455 au PR 55+655)  
A64 - Pau – Bayonne (PR 52+600 au PR 52+370)  
A50 - Marseille – Toulon (PR 36+0 au PR 37+0)  
A7 - Marseille – Lyon (PR 195+0 au PR 194+0)  
A71 - Gannat – Clermont Ferrand (PR 375+500 au  
PR 376+000)

# Actions de recherche sur : La caractérisation de l'état d'un réseau

- Méthodes de mesure et d'auscultation *in situ*
  - Relevés de dégradation de surface
  - Mesures de déflections (avoir un modèle non linéaire pour le sol)
  - Mesures RADAR
  - Mesures de propagation d'ondes mécaniques (caractérisation de la fissuration par le haut)
  - *Note personnelle :*
  - *Développer un matériel d'ovalisation simple et performant pour l'étude des interfaces*

# Actions de recherche sur : L'évaluation de la durée de vie résiduelle des chaussées

- Evaluation de la durée de vie en fonction :
  - Des essais d'auscultation
  - Des calculs d'endommagement prenant en compte l'évolution des matériaux
  - Des lois statistiques d'évolution des dégradations
- Généraliser l'utilisation des lois probabilistes sur les autres paramètres que les essais de fatigue et les dispersion d'épaisseur
- Développer une méthodologie pour le dimensionnement des couches de surface



# Actions de recherche : Méthodes de dimensionnement et d'entretien

- **Rédiger des guides et des méthodes opérationnels s'appuyant sur les travaux réalisés**
  - Évolution du dimensionnement des chaussées neuves
  - Aménagement des méthodes d'entretien
  - Conception et dimensionnement des couches de surface
  - Méthode d'évaluation de la durée de vie résiduelle des chaussées

# Sur le même sujet

- La recherche IFSTTAR CEREMA (S. Wasner)
- Du Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures
  - Etudes et modélisation des mécanismes d'endommagement des chaussées
  - Moyens pour la recherche sur la gestion des réseaux
  - Mise en place d'un observatoire de la route
  - Gestion durables des réseaux

# Nos Souhaits

- Disposer de nouveaux outils pour améliorer le diagnostic et la conception des travaux d'entretien dans le guide technique et dans ERASMUS

**Merci de votre  
attention**