

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**

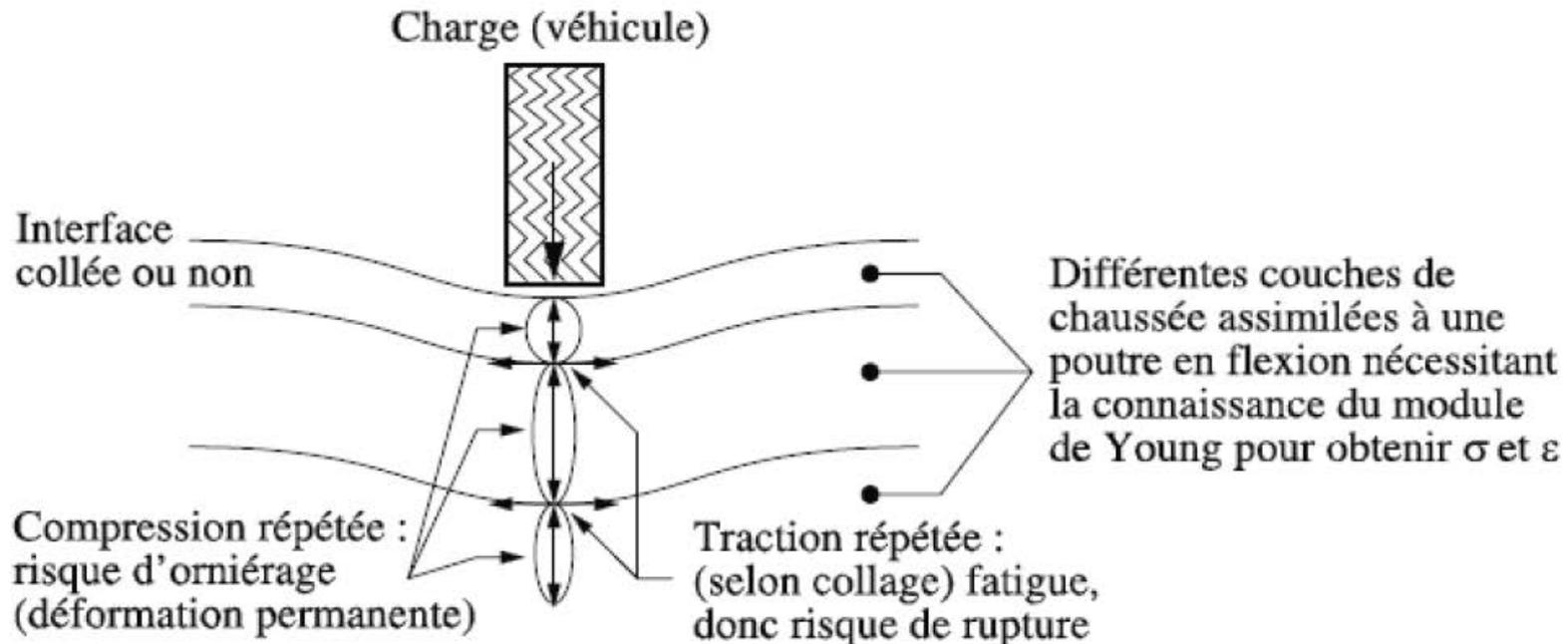
Liste des sujets du projet

- **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

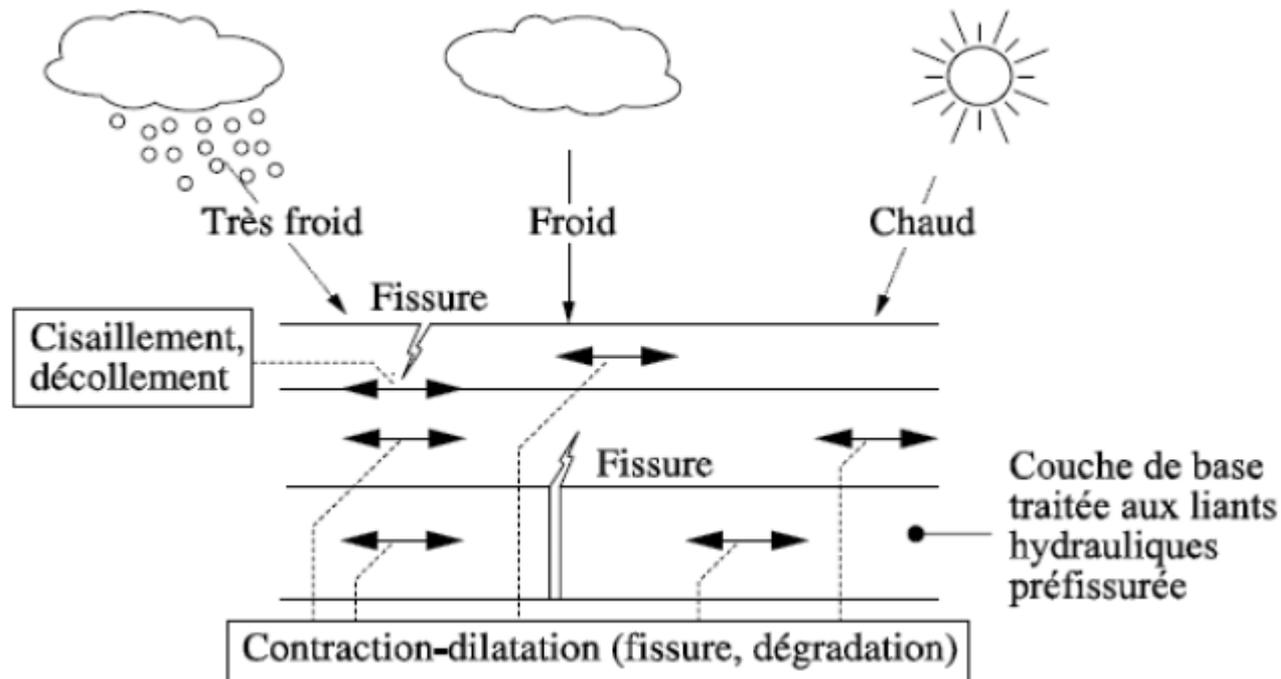


(Di Benedetto et Corté 2005)

Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

Rappel

Sollicitations induites par la température

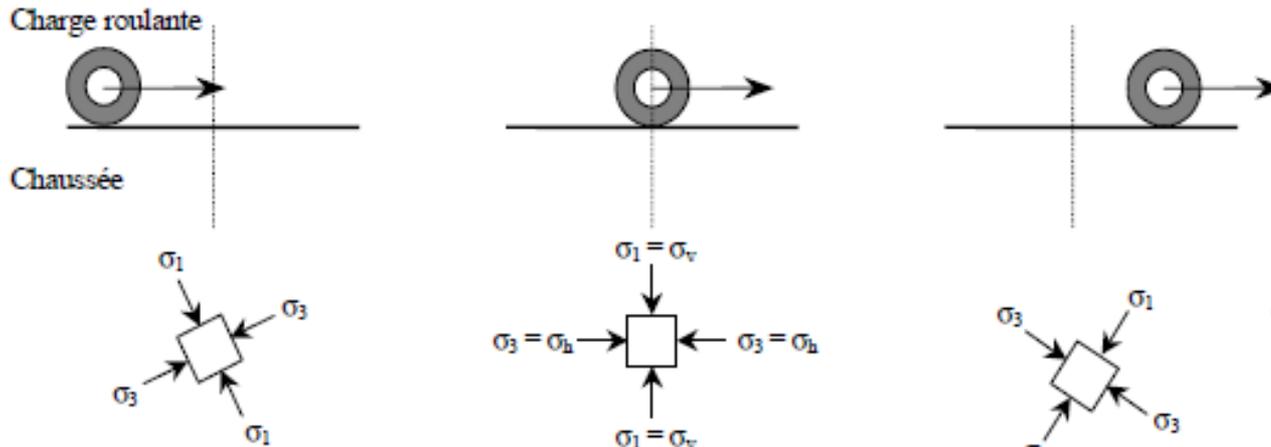


(Di Benedetto et Corté 2005)

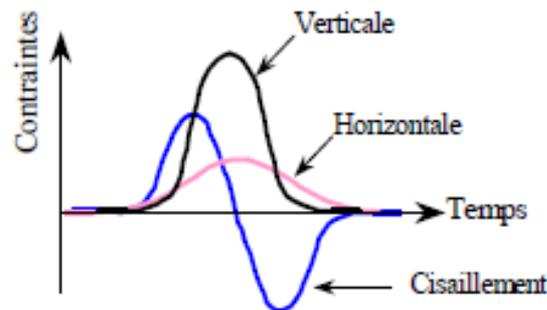
Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

Rappel

Sollicitations induites par une charge roulante



Rotation des
contraintes
principales



Déviateur

$$q = \sigma_V - \sigma_H$$

Pression
moyenne

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

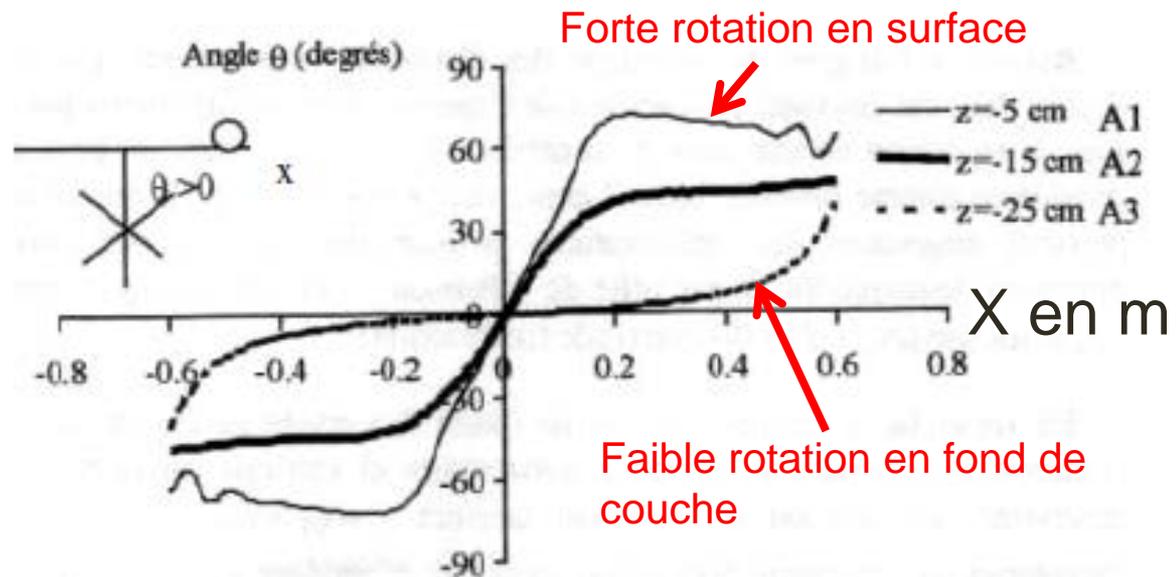
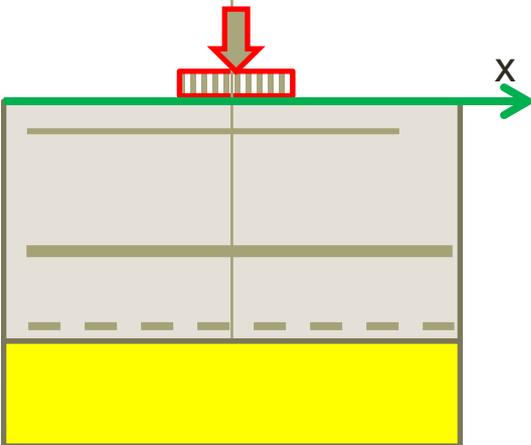
(Shaw 1980)

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



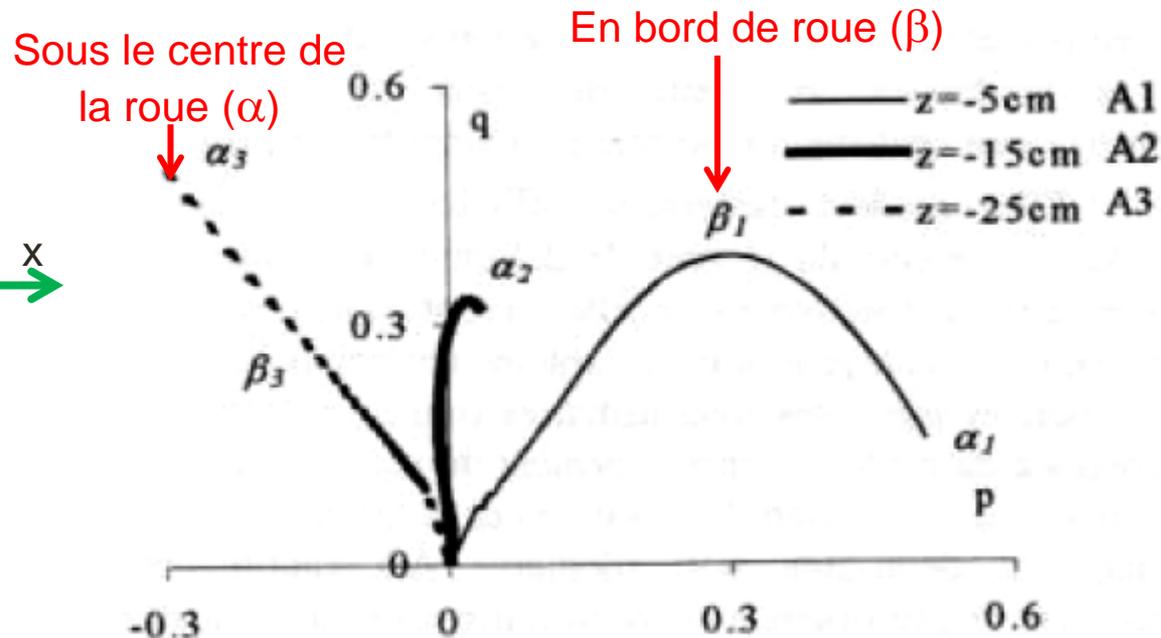
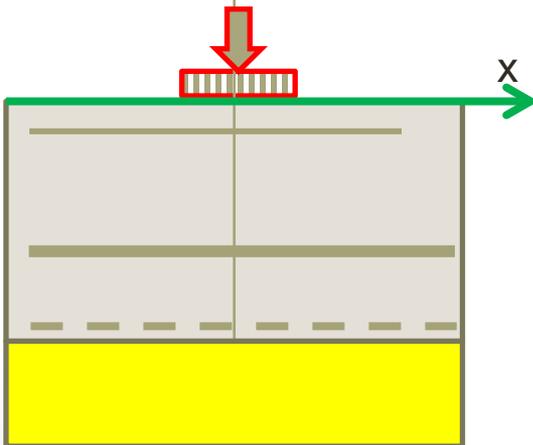
(Di Benedetto et Corté 2005)

Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

Rappel

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

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



(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

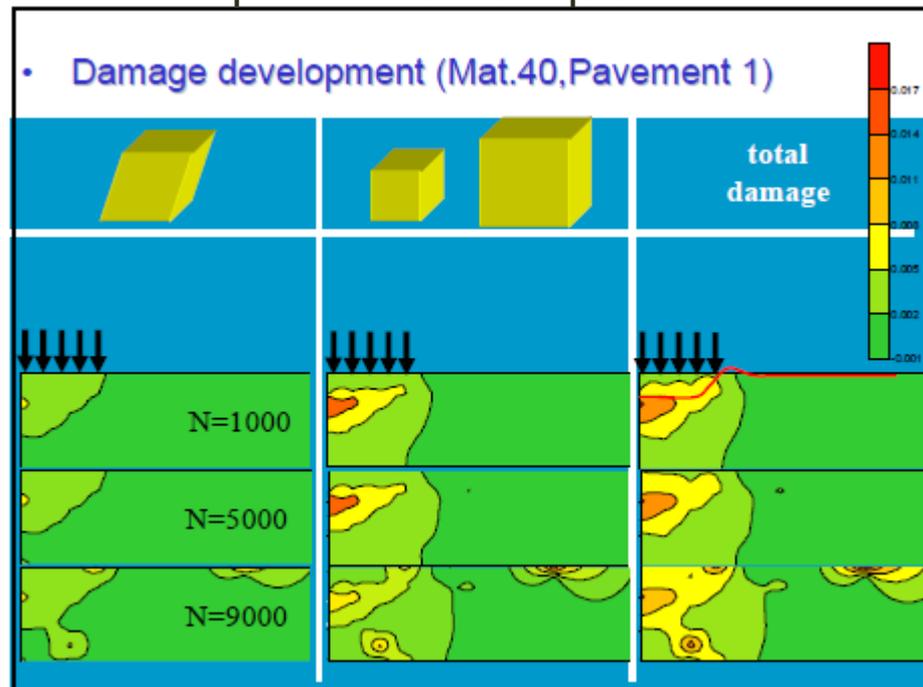
Nota

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

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

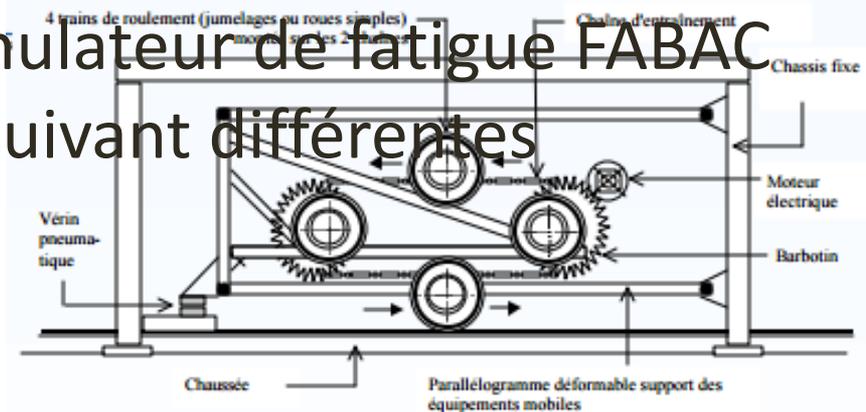
Déformation déviatorique Déformation volumétrique



(André A.A. Molenaar 2009)

Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

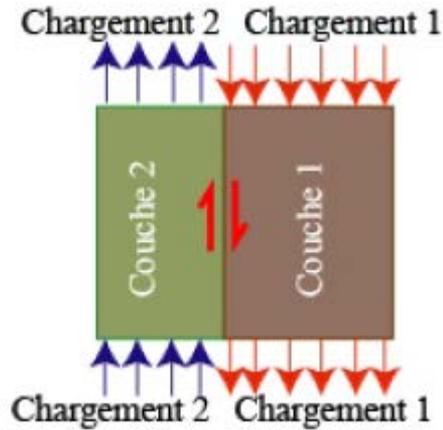
- Effectuer un bilan sur les différents suivis des chaussées réalisés ces 15 dernières années
 - Chartes innovations, expériences manège de fatigue...
- Importance de l'eau dans les chaussées,
 - Drainage, assainissement
 - Expériences avec le simulateur de fatigue FABAC de chaussées souples suivant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



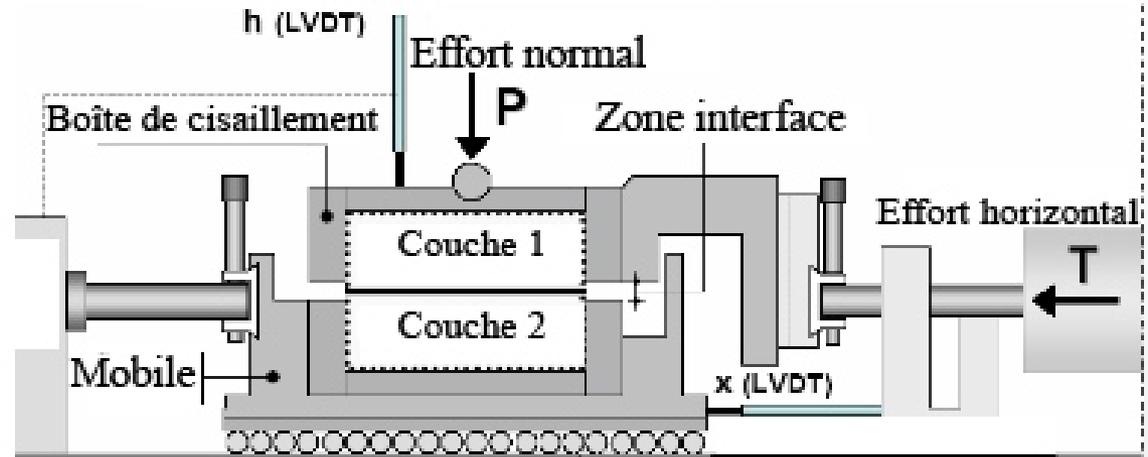
Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

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

Essais en cisaillement

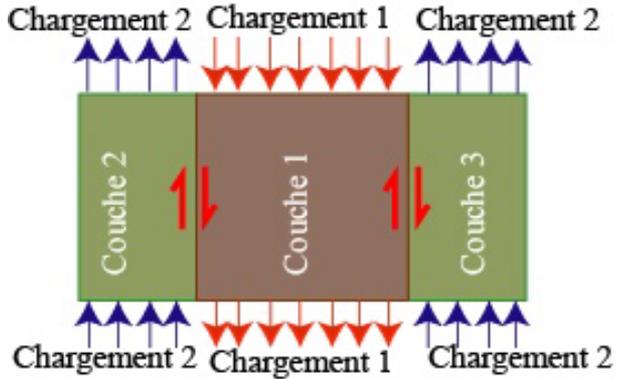


Essai de
cisaillement
direct

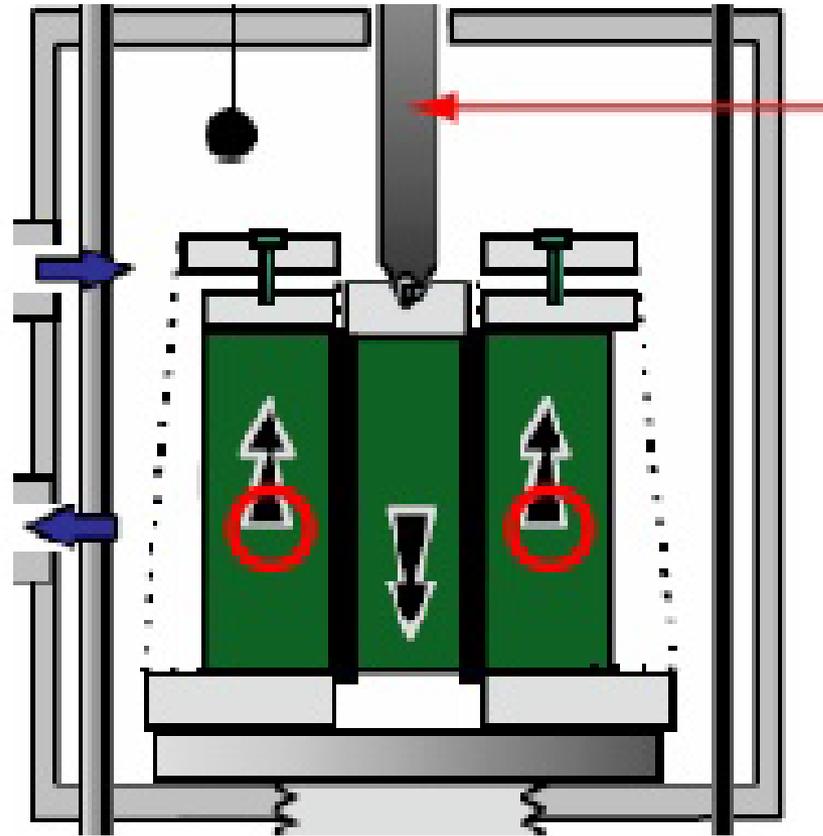


Dispositif d'essai ASTRA

Essais en cisaillement

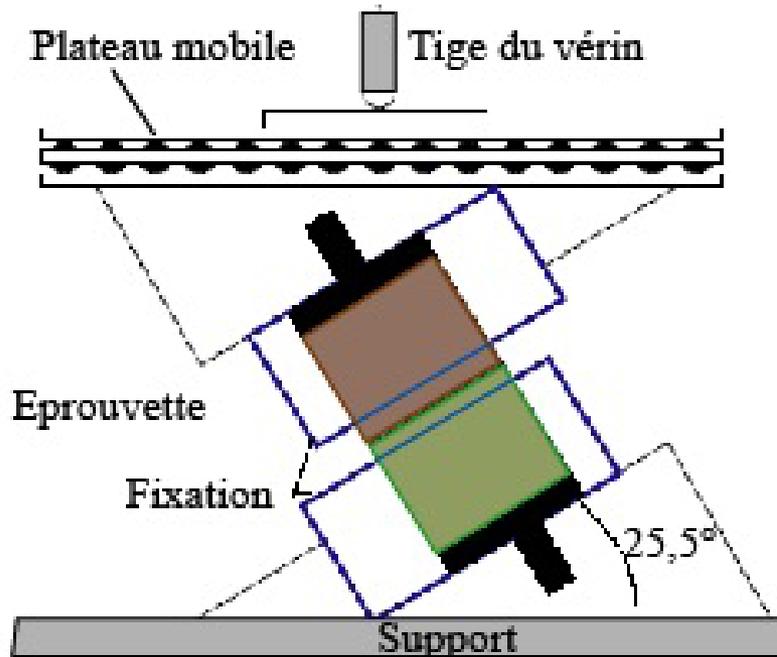


Essai de double
cisaillement



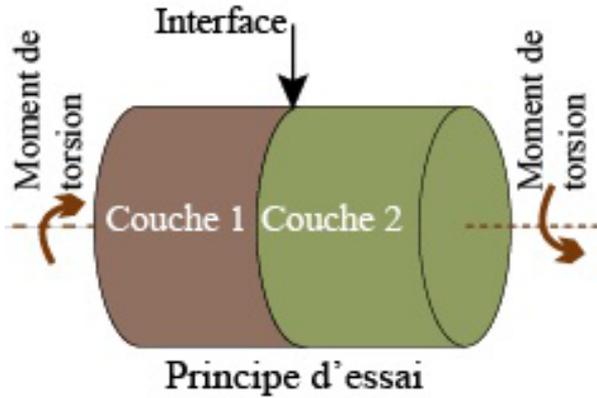
Thèse Malick DIAKHATE

Essais en cisaillement



Essai de cisaillement oblique en compression

Essais de cisaillement en torsion



Dispositif d'essai sur chantier

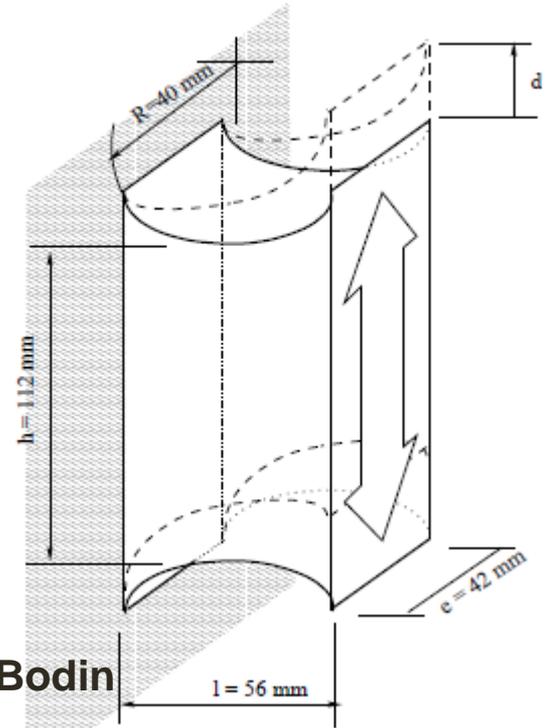
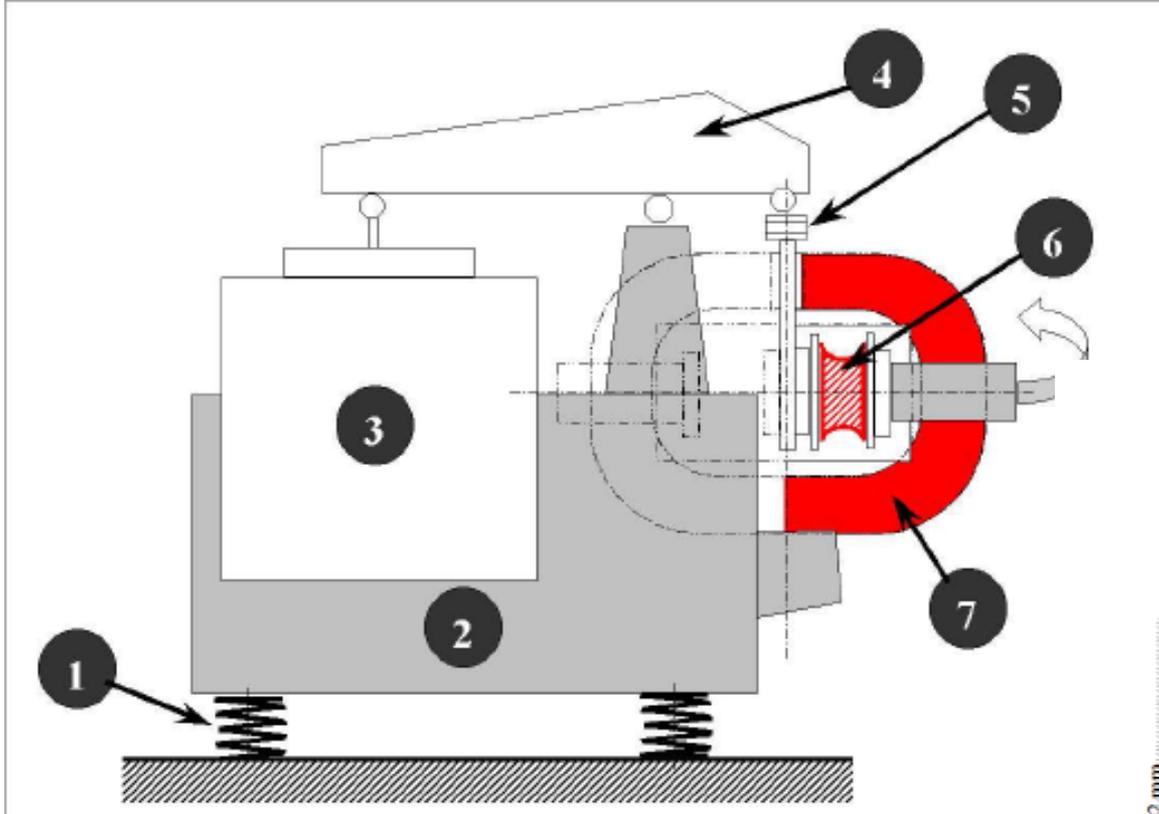
CRM EUROVIA

Thèse Malick DIAKHATE

Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

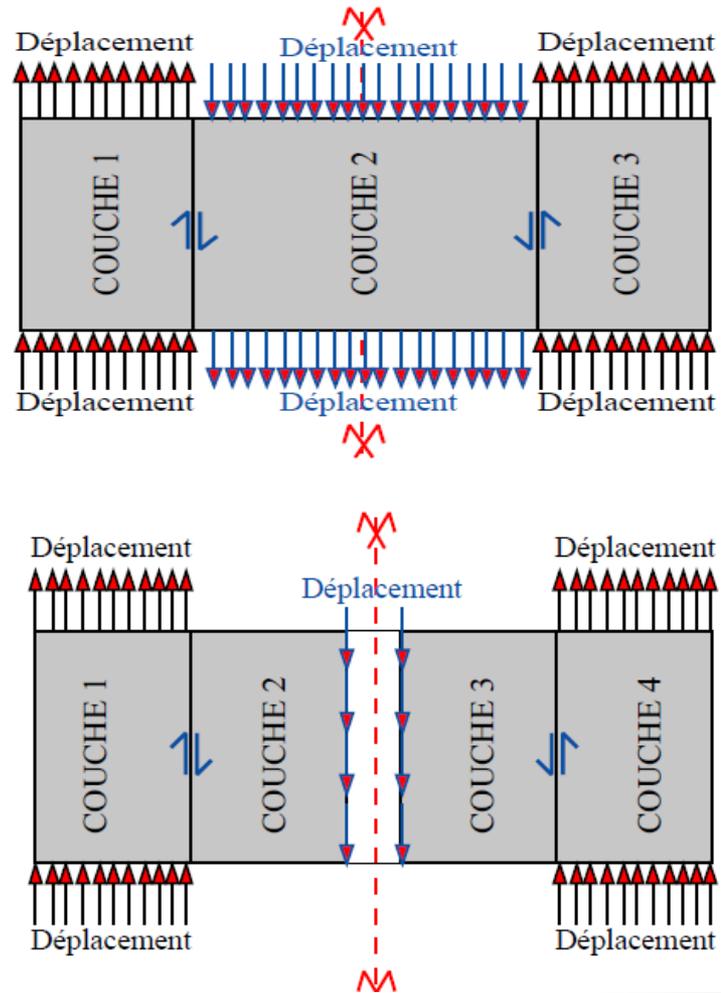
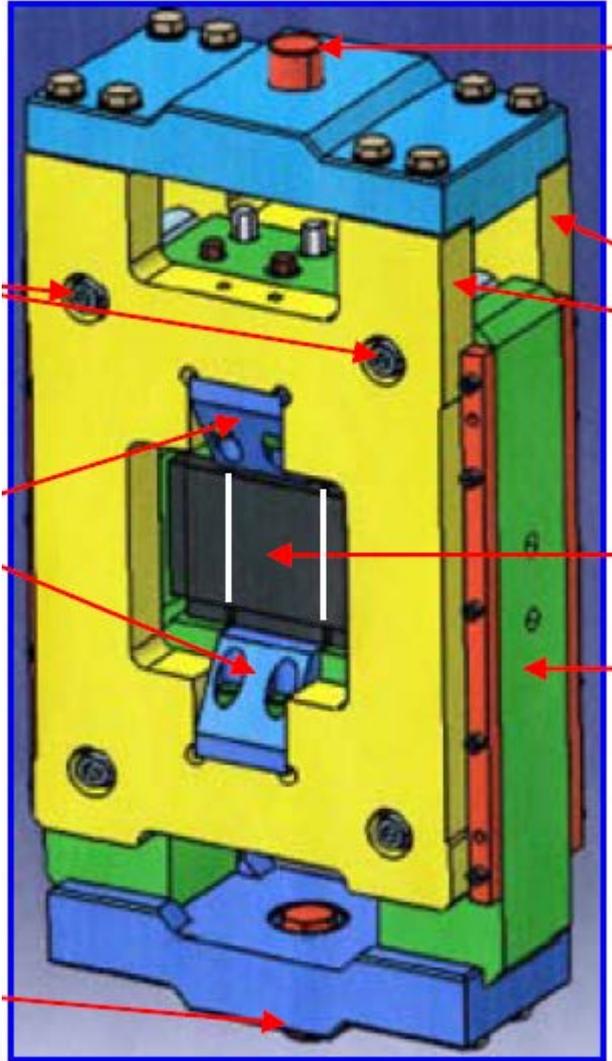
- **Etudes des Interfaces**
- Essais de fatigue pour connaître la durabilité mécanique des interfaces
 - Détermination des lois de fatigue des interfaces à retenir dans le modèle de dimensionnement et dans l'évaluation de la durée de vie des structures

Machine de fatigue en cisaillement LCPC



Thèse Bodin

Schéma des essais de fatigue des interfaces EUROVIA

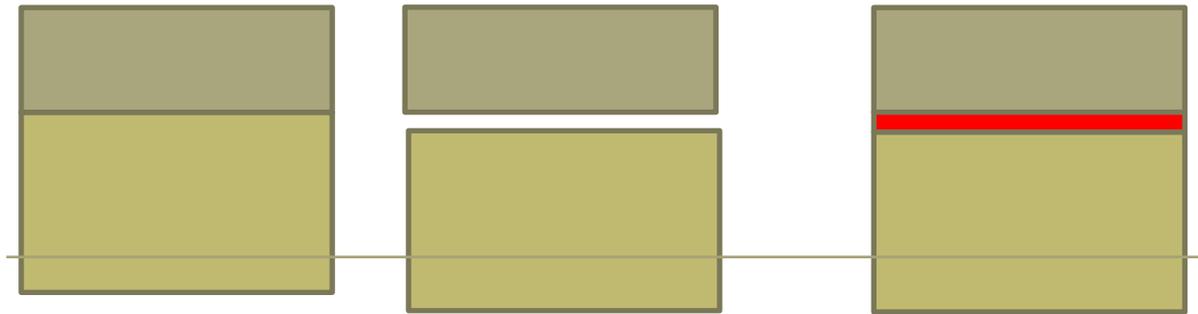


Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- **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



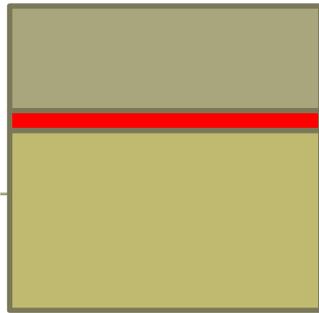
Collé

Décollé

Couche
mince
H, E, ν

Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

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

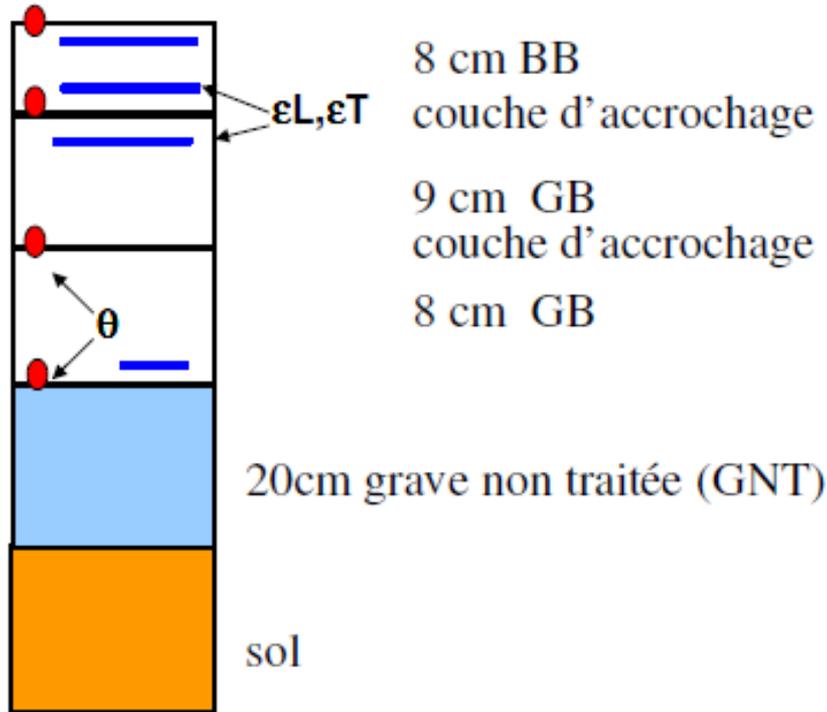


Couche
mince
H, E, ν

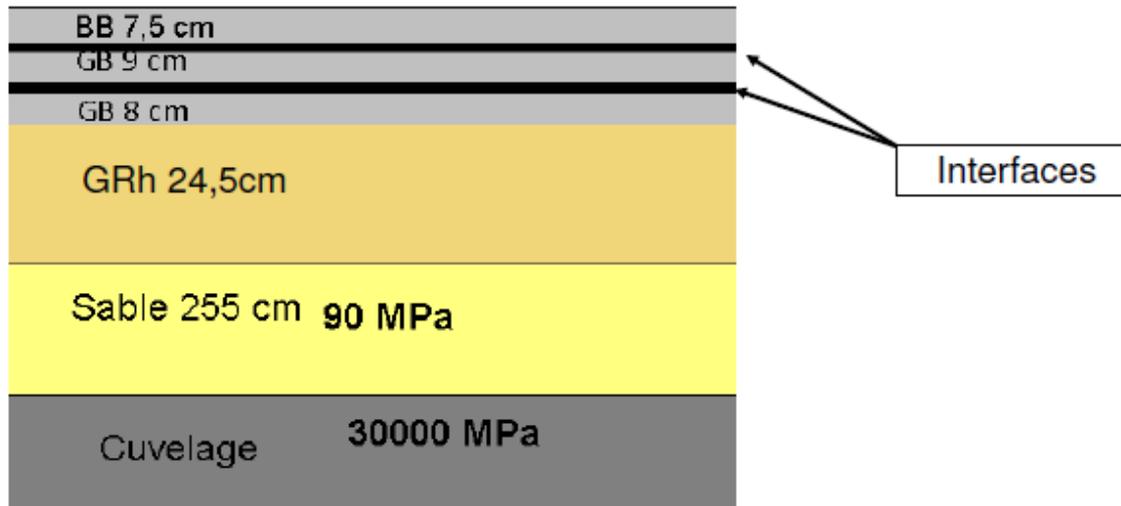
Validé par les
essais sur le
manège de fatigue
de Nantes

Etudes des interfaces

Structure instrumentée sur le manège de fatigue IFSTTAR



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



■ Paramètres matériaux :

– EB → essais labo (module complexe)

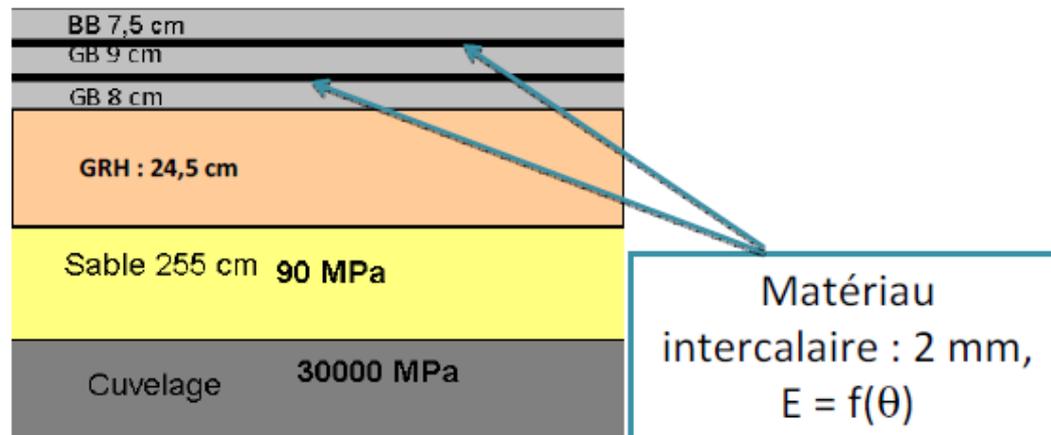
– Sable + GRH : essais de plaque + déflexion

Jean-Maurice Balay, Jean-Michel Piau, IFSTTAR

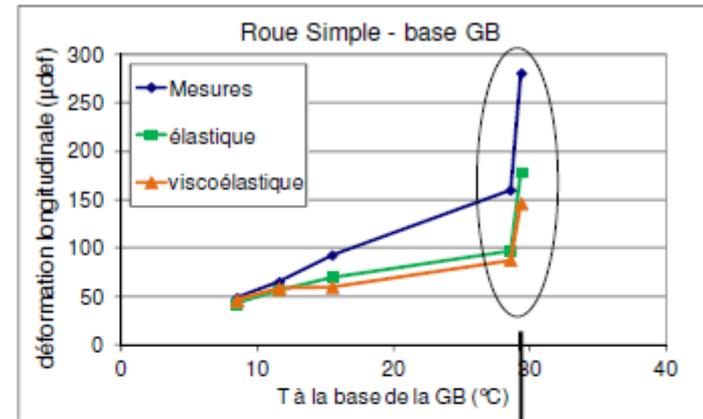
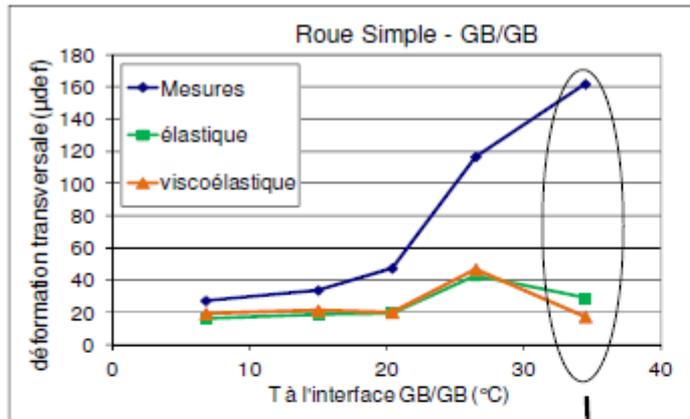
Congrès de l'IDRRIM – Lyon Eurexpo – 2/4 octobre 2012

Modélisation avec couches intercalaires de faible épaisseur

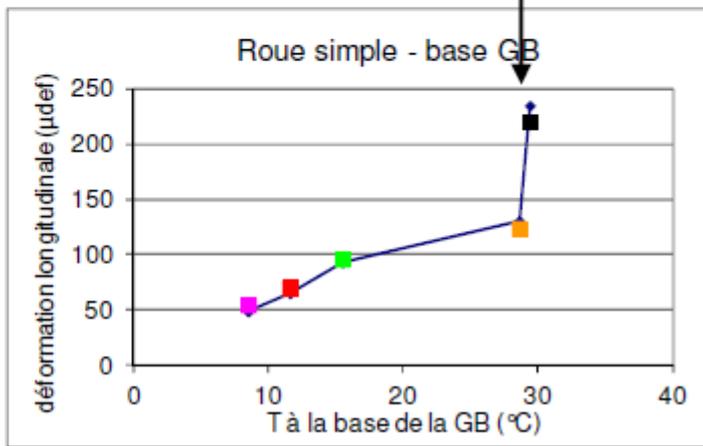
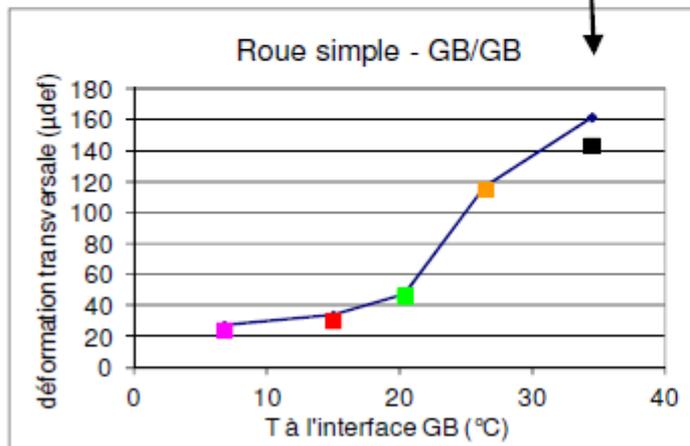
- Interface = couche mince de module variable (Alizé et ViscoRoute)
- Epaisseur arbitraire (2mm), fixée en fonction de critère de précision numérique



Etudes des interfaces

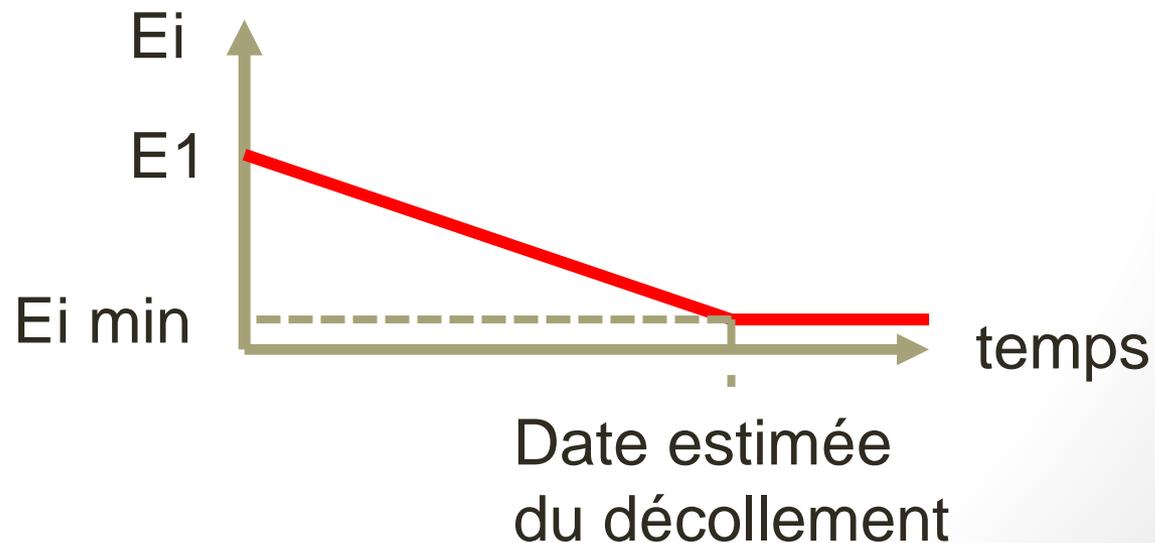


Interface collé



Avec interfaces de 2mm et modules ad'hoc

- **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

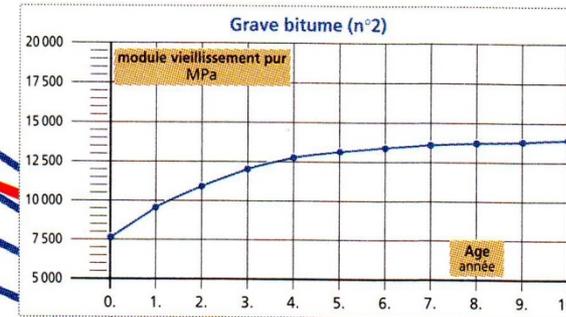
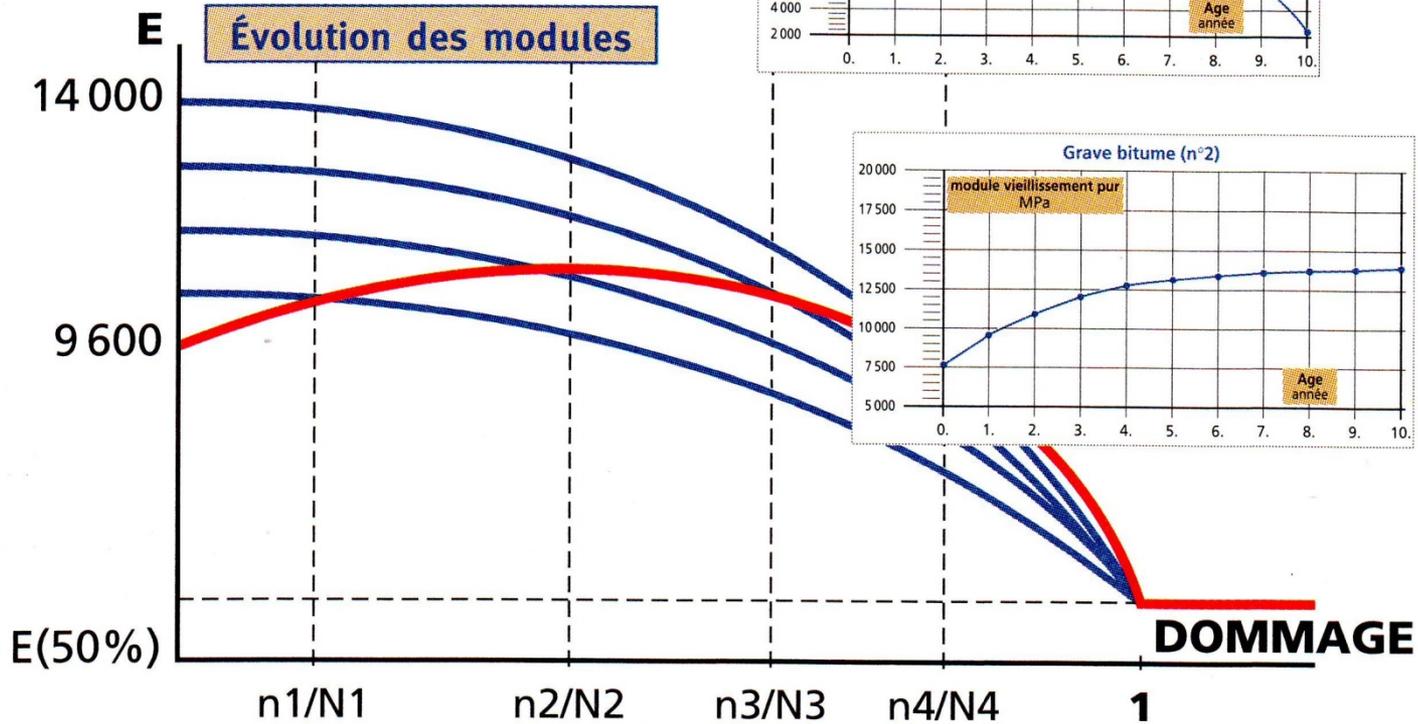
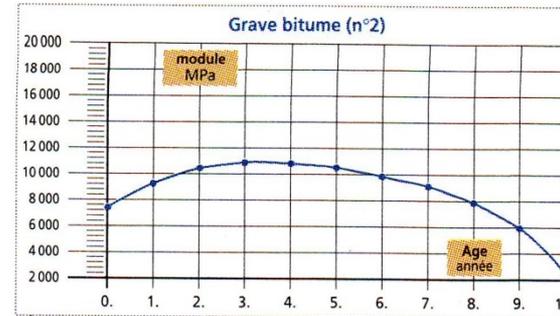
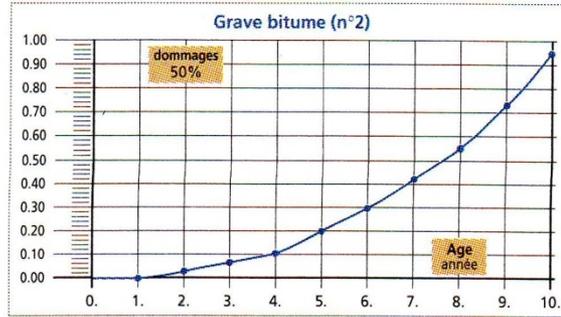
Actions de recherche sur : Les mécanismes de dégradation

- 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

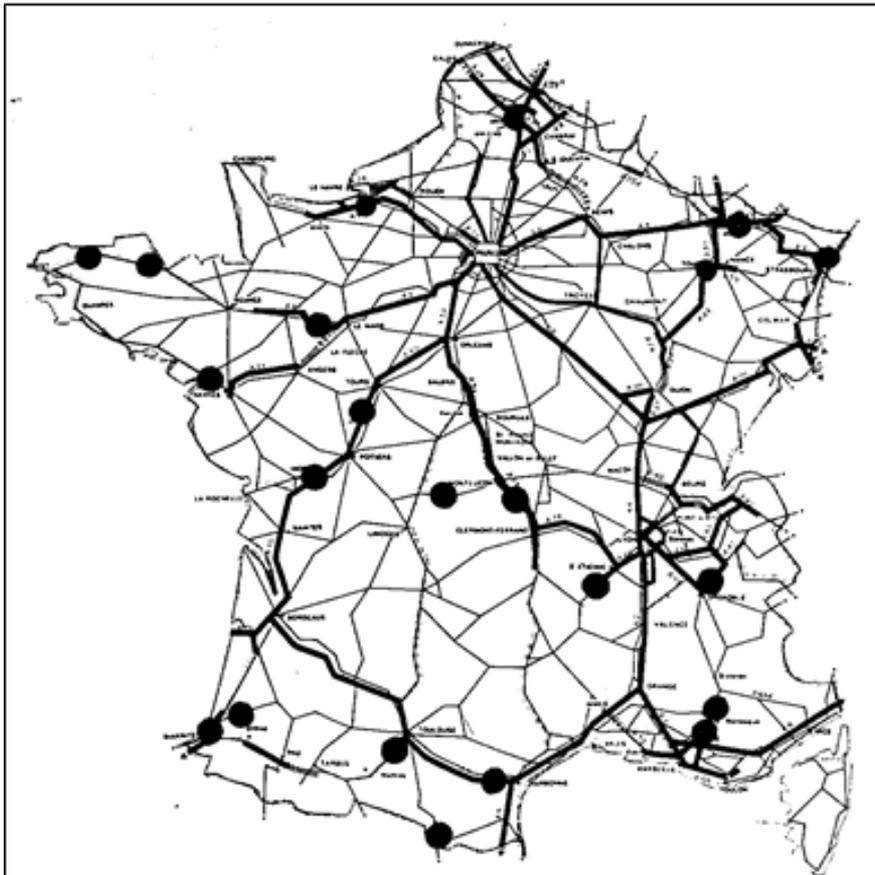
- **Modèle FISTHERM**
 - Conditions climatiques
 - Caractéristiques thermiques des enrobés
 - Calcul des contraintes thermiques dans les couches
 - Détermination du dommage thermique

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 déflexions (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**