

# PRISE EN COMPTE DES POIDS LOURDS ET VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS DANS LA CONCEPTION, L'ENTRETIEN ET L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

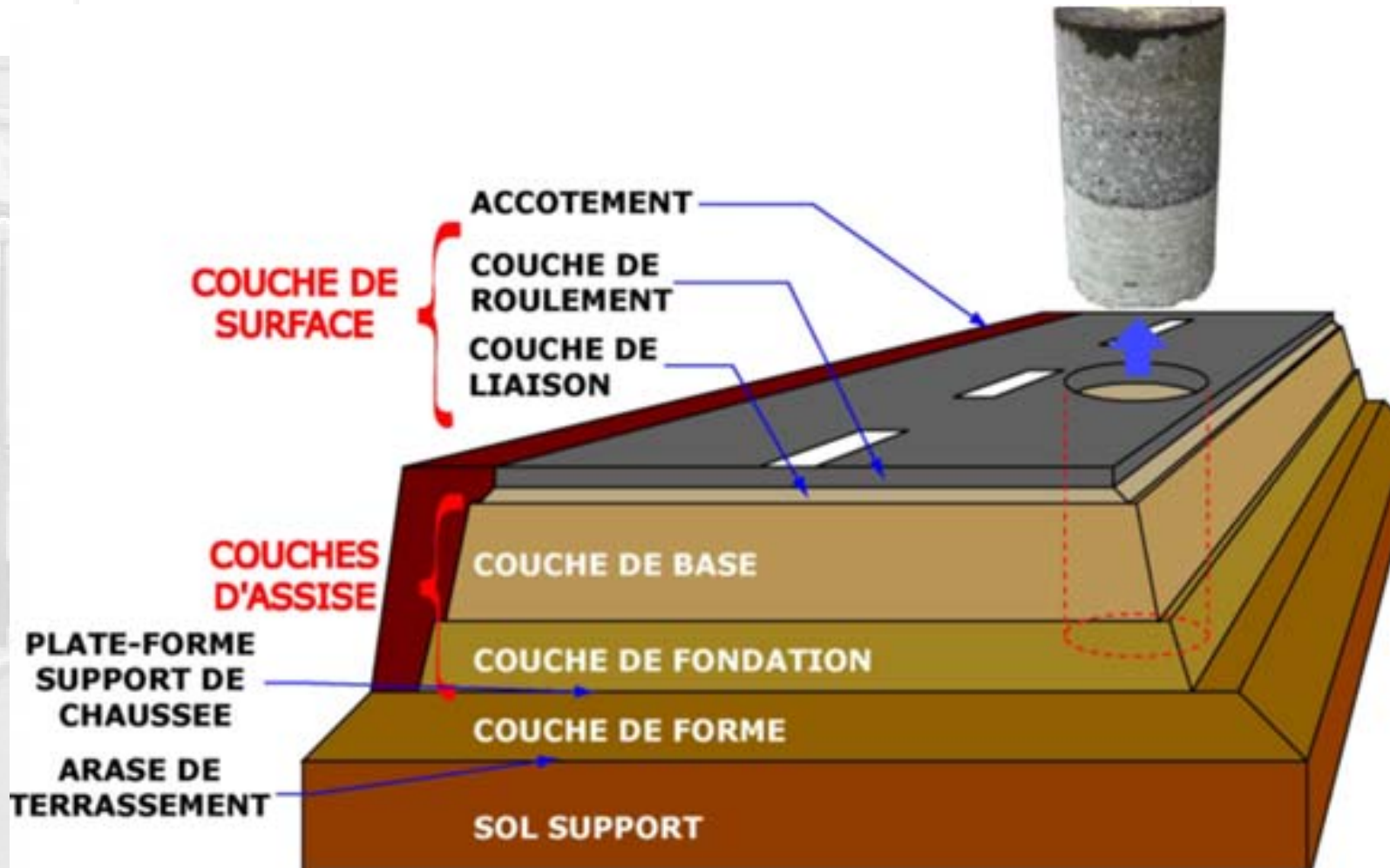
*S. 2-3 Conception, entretien des voiries urbaines  
à fort trafic de transport de marchandises (poids  
lourds et véhicules utilitaires légers)*

Emmanuel DELAVAL  
CETE Nord-Picardie  
Département CGI / AS

# Sommaire

- Qu'est ce qu'une chaussée ?
- Les facteurs de ruine des chaussées
- Principes de la méthode de dimensionnement
- Paramètres trafic, risques et agressivité
- Matériaux de surface
- Matériaux d'assise
- Exemples de détermination de structures

# Autopsie d'une chaussée



# Plusieurs fonctions

## ■ Terrassements :

- Permettre la circulation des engins de chantier
- Permettre le compactage des matériaux d'assise
- Participer à la tenue au gel

## Structure de chaussée

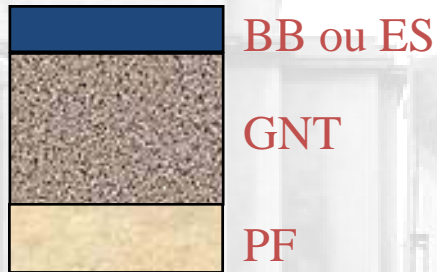
### Assise

- Rôle structurel : reprise des efforts générés par les charges lourdes, par diffusion/atténuation des contraintes
- Rôle thermique : participe à la tenue au gel

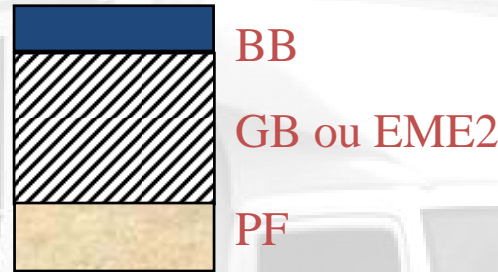
### Couches de surface

- Rôle de sécurité : garantir une adhérence la meilleure possible
- Rôle de confort : uni le meilleur possible
- Rôle d'étanchéité : empêcher les eaux de surface de pénétrer dans le corps de chaussée

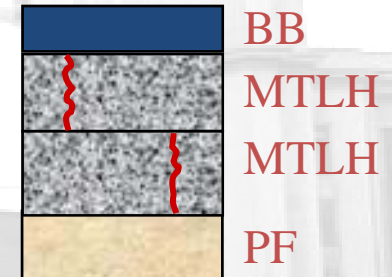
## Souple



## Bitumineuse épaisse



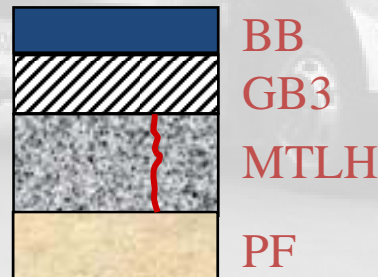
## Semi-rigide



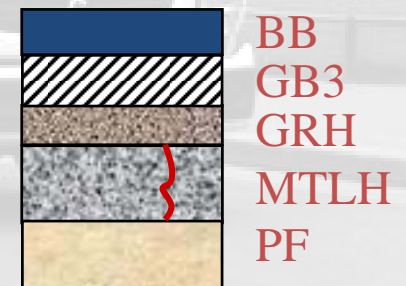
## Rigide (béton)



## Mixte



## Inverse



# Facteurs de ruine

Trafic (structure et surface)

Conditions météorologiques

Chaussée

Défaut de mise en œuvre, d'entretien

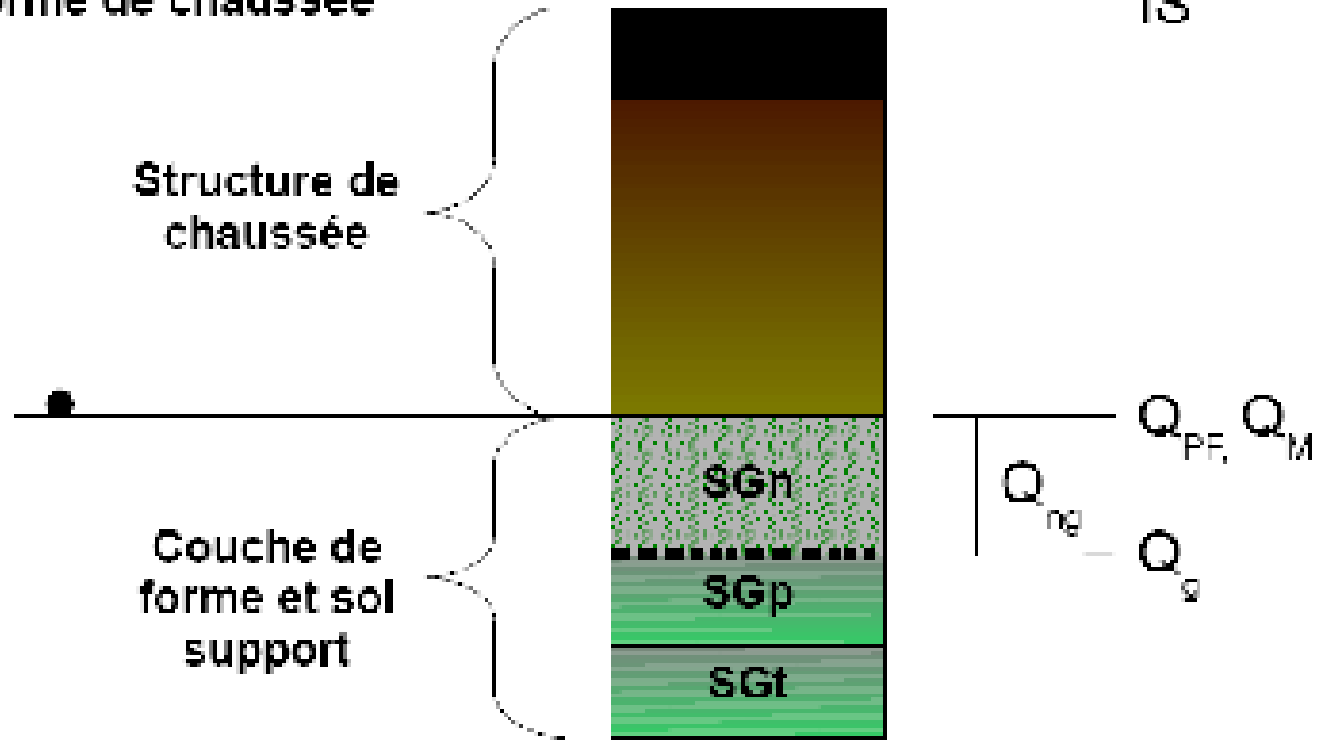
Qualité de l'assainissement



Dimensionnement mécanique	Vérification au gel
<p>Critère de <b>résistance à la fatigue</b> matériaux liés (GB, EME, MTLH, bétons)</p> $\sigma_t \text{ calculée} \leq \sigma_t \text{ admissible}$ <p>OU</p> $\varepsilon_t \text{ calculée} \leq \varepsilon_t \text{ admissible}$	<p><b>Indice de gel</b> admissible</p> $\geq$ <p><b>Indice de gel</b> référence</p>
<p>Critère de <b>résistance à l'orniérage</b> matériaux non traités (GNT, sols)</p> $\varepsilon_z \text{ calculée} \leq \varepsilon_z \text{ admissible}$	

# Vérification thermique vue générale

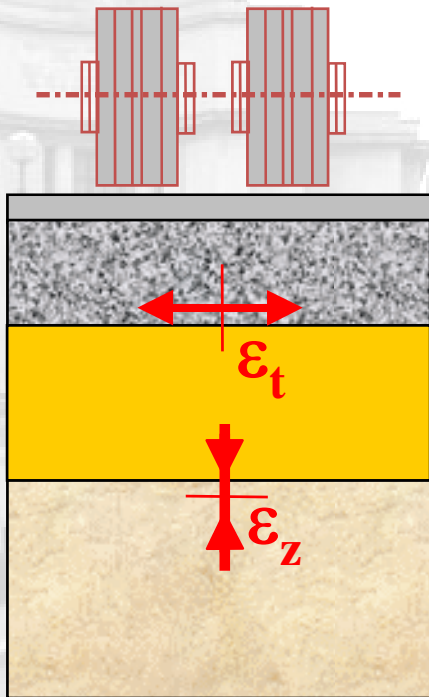
Plate-forme de chaussée





# Principe général du dimensionnement

## Modélisation mécanique

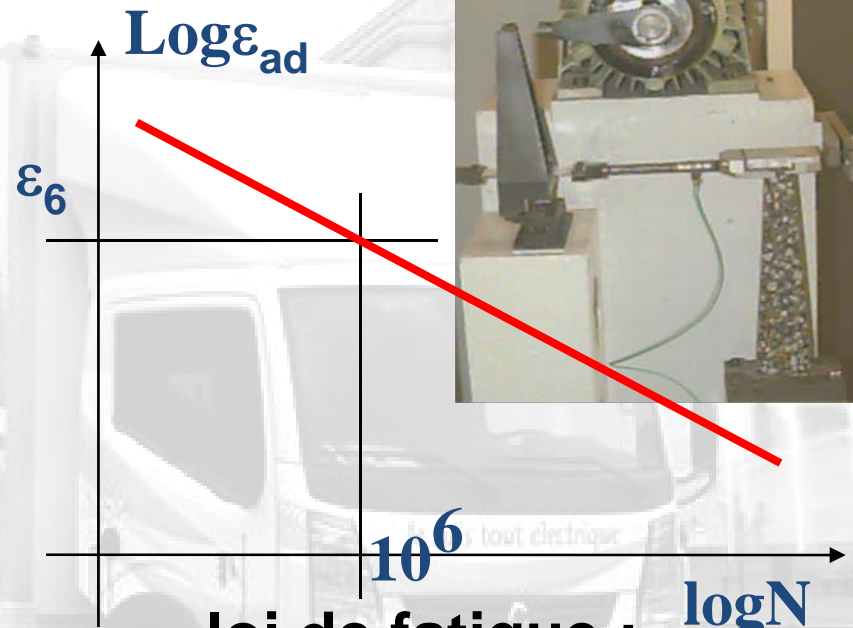


Charge  
réelle  $\pm$   
complexe



Charge de  
référence

## Comportement en fatigue

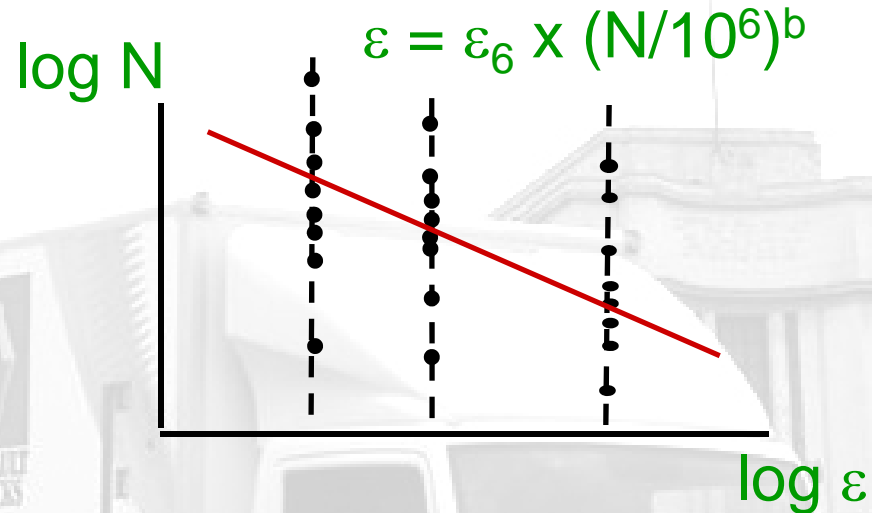
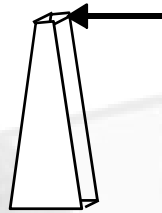


loi de fatigue :  $\log N$   
 $\epsilon_{adm} = \epsilon_6 \times (N/10^6)^b$

$\epsilon_t$  calculée  $\leq$   $\epsilon_t$  admissible **et**  $\epsilon_z$  calculée  $\leq$   $\epsilon_z$  admissible

# Valeur admissible et fatigue

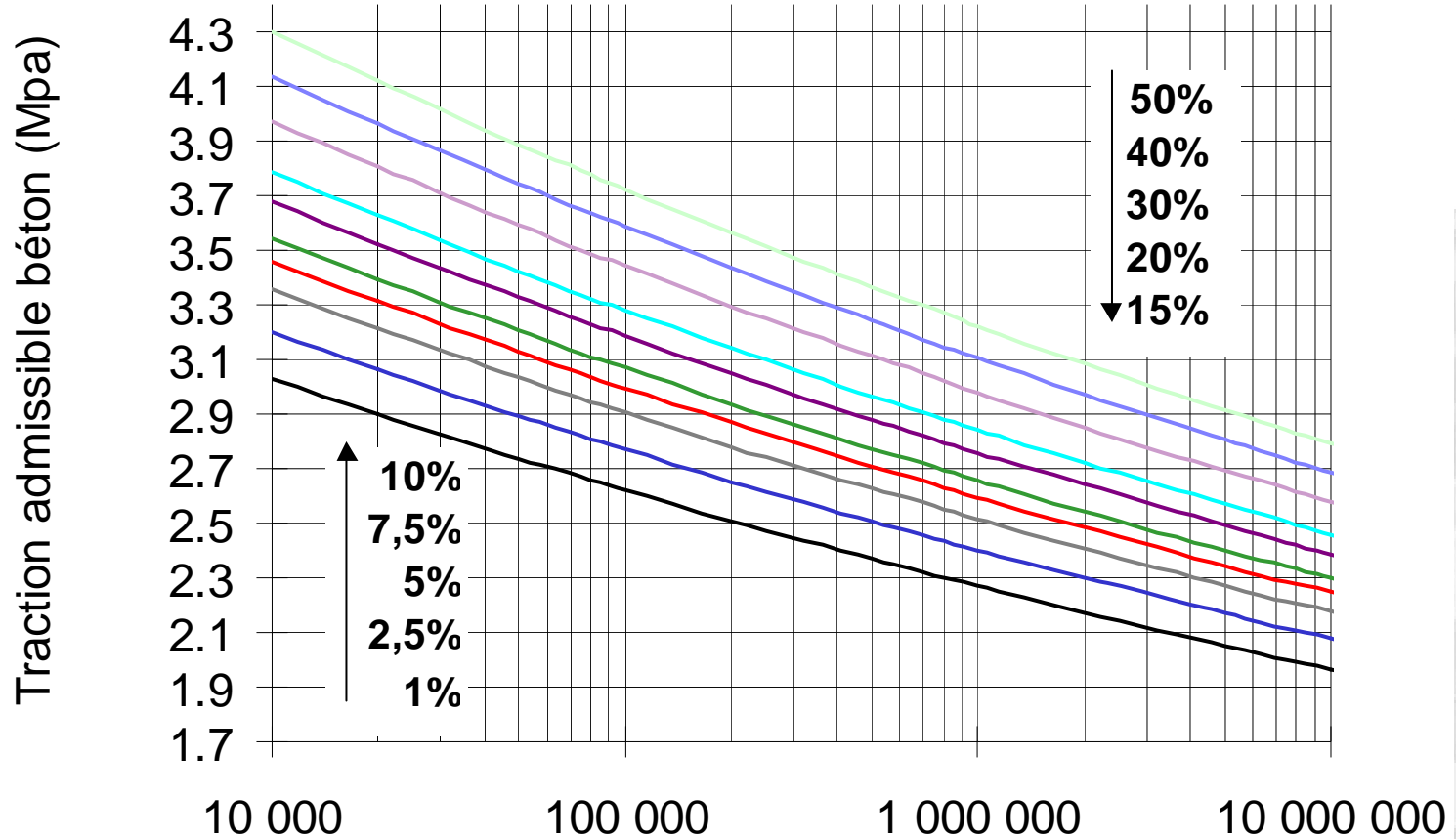
Essai de  
fatigue



Valeur admissible  $\epsilon_{t,adm}$  fonction du :

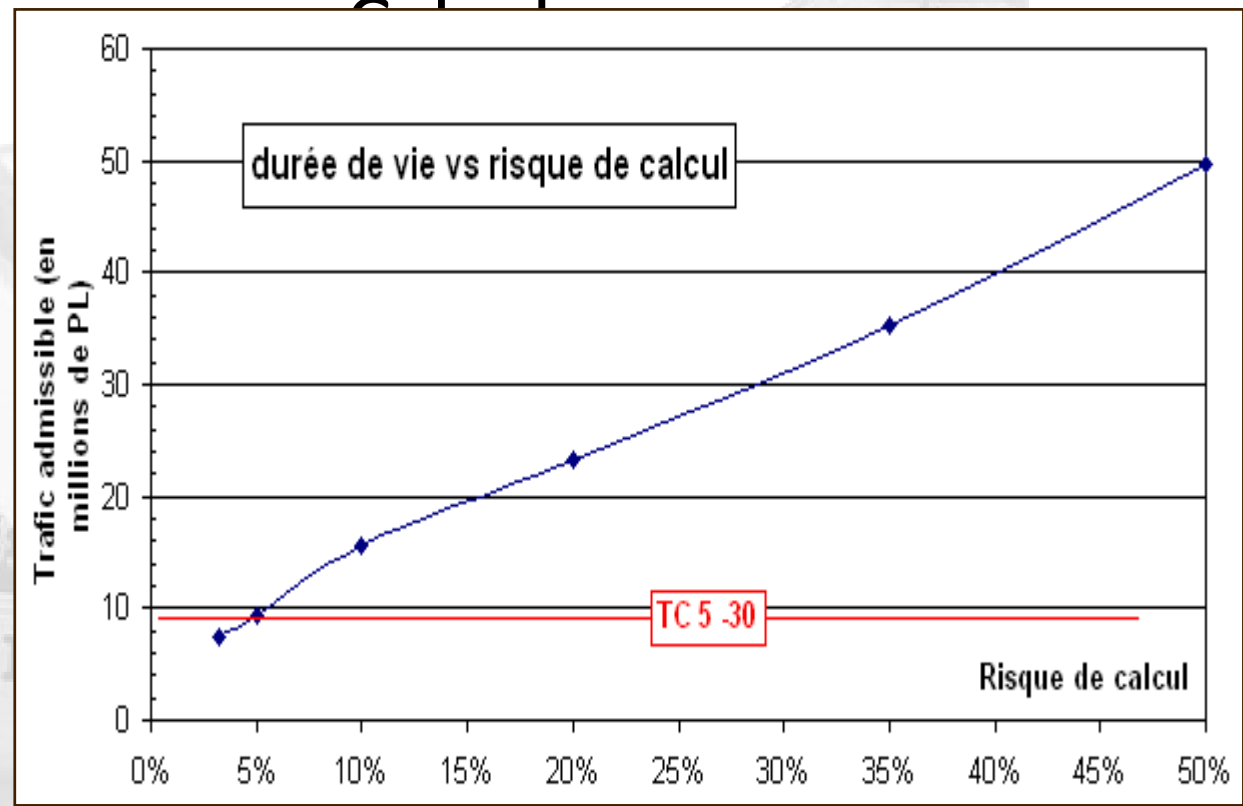
- comportement à la fatigue
- calage du modèle ( $k_c$ )
- risque de rupture du M.O. ( $k_r$ )
- portance du sol ( $k_s$ )

# Poids du facteur de risque



# Risques (effet sur la durée de vie)

## Structure



# Prise en compte du trafic

## ■ Caractérisé par :

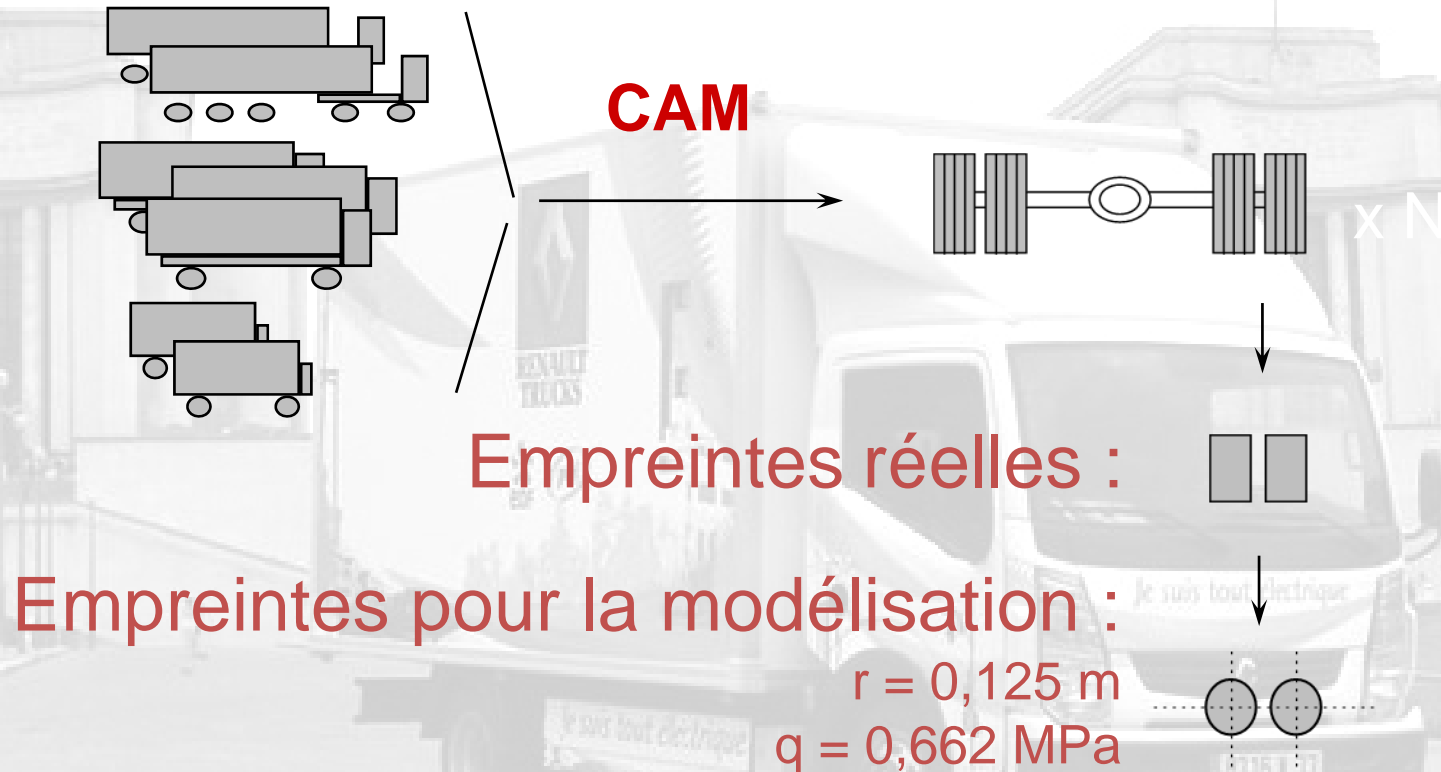
- MJA (moyenne journalière annuelle)
- Taux de croissance annuelle
- durée de calcul

➔ Trafic cumulé (PL « réels »)

- Agressivité (CAM)

➔ Trafic cumulé (essieux équivalents de 13 T)

## essieu de référence et coefficient d'agressivité



$$NE = CAM \times NPL$$



# Exemples de CAM

Type de réseau	CAM
Réseaux à caractère autoroutier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre 0,5 et 1,3</li> <li>•Varie selon la nature du matériau considéré</li> </ul>
Réseaux à caractère non autoroutier	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entre 0,3 et 1</li> <li>•Varie selon la nature du matériau considéré</li> </ul>
Milieu urbain	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entre 0,1 et 0.4</li> <li>•Varie : <ul style="list-style-type: none"> <li>•selon la nature de la voie</li> <li>•La nature du matériau</li> </ul> </li> </ul>
Giratoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entre 0.2 et 1</li> <li>•Varie selon la situation du giratoire (0.2 : voie de desserte – 0,5 voie de distribution – 1 : voie principale à trafic lourd)</li> </ul>

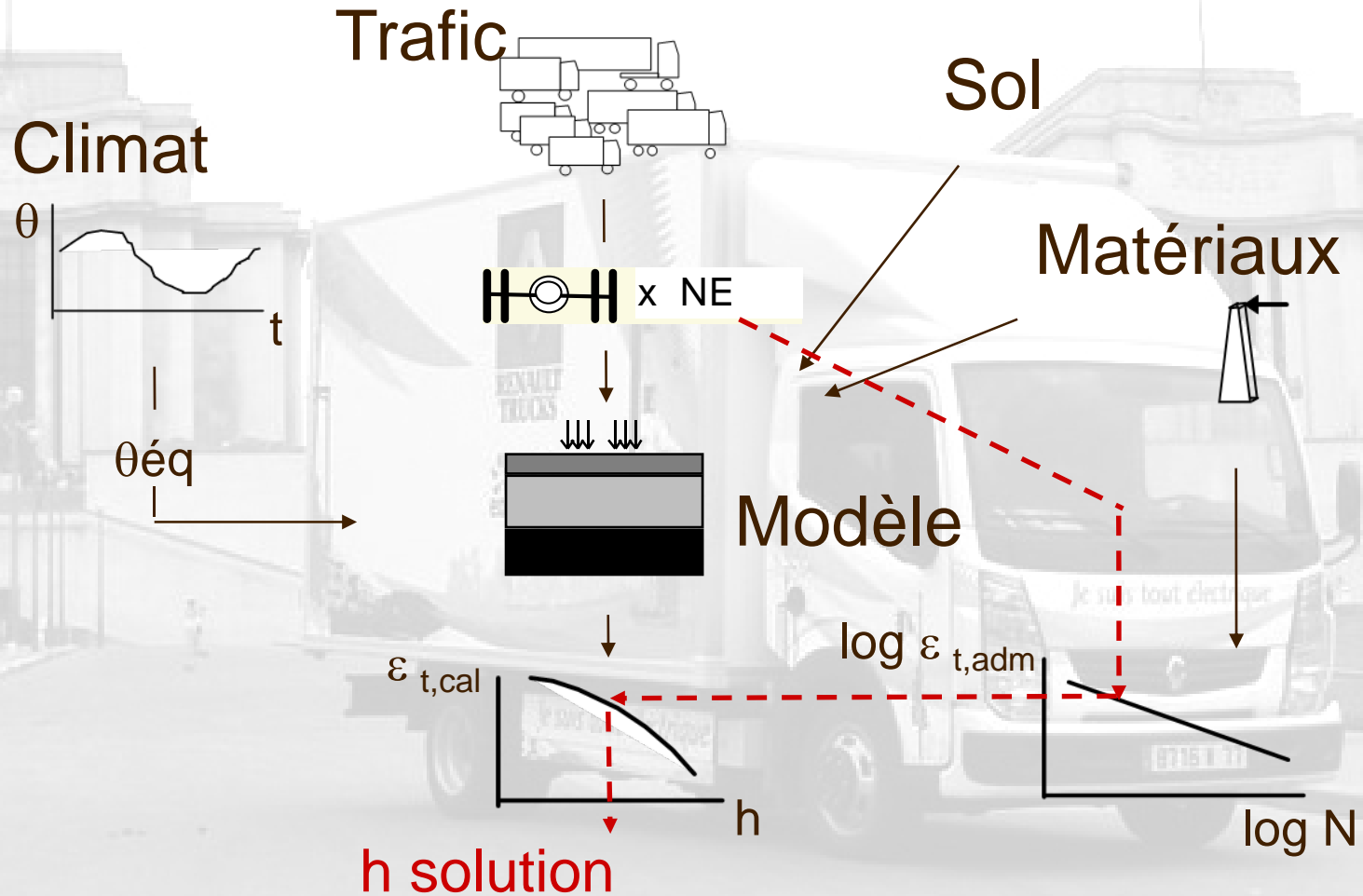
Doit dans certains cas faire l'objet d'un calcul spécifique

# Prise en compte de points particuliers

- Aires de stationnement
- Giratoires
- Feux tricolores



# Dimensionnement mécanique Synthèse



# Matériaux de surface

Critères	Paramètres
Sécurité et confort	Adhérence Unis longitudinal et transversal
Techniques	Résistance à l'agressivité des charges Contraintes climatiques Mise en œuvre Pollution de surface (ie hydrocarbures)
Esthétiques	Respect de l'esthétique du lieu
Réparabilité et entretien	Travaux sur réseaux → réparabilité Concordance des matériaux avec la politique d'entretien du gestionnaire Nettoyage aisé
Exigences économiques	Rapport qualité/prix pertinent, tant pour la construction que pour les séquences d'entretien

# Matériaux de surface

## ■ Matériaux bitumineux

- Résistance à l'ornièrage nécessaire  
(Prescription usuelle : 5 % max à 30 000 cycles)
- Sensibilité au fluage et au poinçonnement
- Mise en œuvre sur une épaisseur de 6 cm

## ■ Bétons de ciment

- Insensibilité à l'ornièrage, fluage et poinçonnement
- Constitue à la fois la couche de base et de roulement
- Sous-épaisseurs critiques pour la tenue mécanique
- Précautions particulières vis à vis des réseaux
- Plan de calepinage

## ■ Matériaux modulaires

- Nécessite une assise rigide et lit de pose en mortier
- Précautions particulières au delà de 50 PL/jour
- Précautions particulières pour le plan de calpinage



# Matériaux d'assise

Critères	Paramètres
Trafic	Quantité Agressivité
Durée de service	Longue / Moyenne / courte
Savoir-faire	Est-il courant?
Délai de remise en service	Long / court Contraintes du gestionnaire
Fissuration de l'assise	Acceptabilité par le gestionnaire
Mise en œuvre	Risque pour les réseaux Risques en cas de sous performances liées à la mise en œuvre
Usage possible pour des points particuliers	Résistance au poinçonnement



# Matériaux d'assise

Matériau d'assise	Remarques particulières
Matériaux bitumineux	<p>Chaussées bitumineuses épaisses</p> <p>Adaptées à tous trafics</p> <p>Faible sensibilité à la surcharge</p>
Matériaux traités aux liants hydrauliques	<p>Chaussées semi-rigides</p> <p>Adaptées aux trafics moyens et forts</p> <p>Forte sensibilité à la surcharge</p> <p>Contraintes météo pour la mise en œuvre</p>
Matériaux bétons	<p>Chaussées béton</p> <p>Adaptés aux trafics forts</p> <p>Forte sensibilité à la surcharge</p> <p>Couche d'assise qui doit être non érodable</p> <p>BCg/GB : solution qui permet une réparation facile</p> <p>Contraintes météo pour la mise en œuvre</p>

# Outils de calcul

## Méthode numérique

Implique l'usage d'un outil de calcul :

- Spécifique et basé sur le modèle de Burminster
- par la méthode des éléments finis

Comparaison des valeurs admissibles  
avec les valeurs calculées

Document de référence : NP P 98-086

## Méthode « sur catalogue »

Structures pré-calculées disponibles dans  
des guides techniques

Entrants :

- Trafic cumulé et agressivité
- Qualité des terrassements

# Calcul numérique (ALIZE)

Titre : Catalogue RRII 1998, VRS Fiche 2 - Structure gb3/gb3/pf2 - Trafic TC5

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	nu	matériau type
collé	0.08	5400	0.35	bb
collé	0.13	9300	0.35	gb3
collé	0.13	9300	0.35	gb3
	infini	50	0.35	pf2

Valeurs admissibles : données

matériau type :	gb3
coefficient CAM :	0.8
risque (%) :	2
trafic cumulé NE :	8.9968E+6
Epsilon6 (µdef) :	90
-1/b :	5

Calculer EpsiT admissible

Calcul inverse HE = f(EpsiT)

Calcul inverse Risk = f(EpsiT)

fréquence (Hz) :	10 Hz
Teta Equiv. (°C) :	15 °C
E(10°,10Hz) (MPa) :	12300
E(Teq,Freq) (MPa) :	9300
Hstructurel MB (m) :	.26
écart type Sh (m) :	0.025
écart type SII :	0.300
Kr (risque) :	0.691
Kc (calage) :	1.3
Ks : E(MPa) sousjacent égal ou sup. à 120 MPa	1

EpsilonT

59.9 µdef

Annotation libre :

Mémo ...

8 - EpsiT= 59.9 (gb3)

Catalogue RRII 1998, VRS Fiche 2 - Structure gb3/gb3/pf2 - Trafic TC5

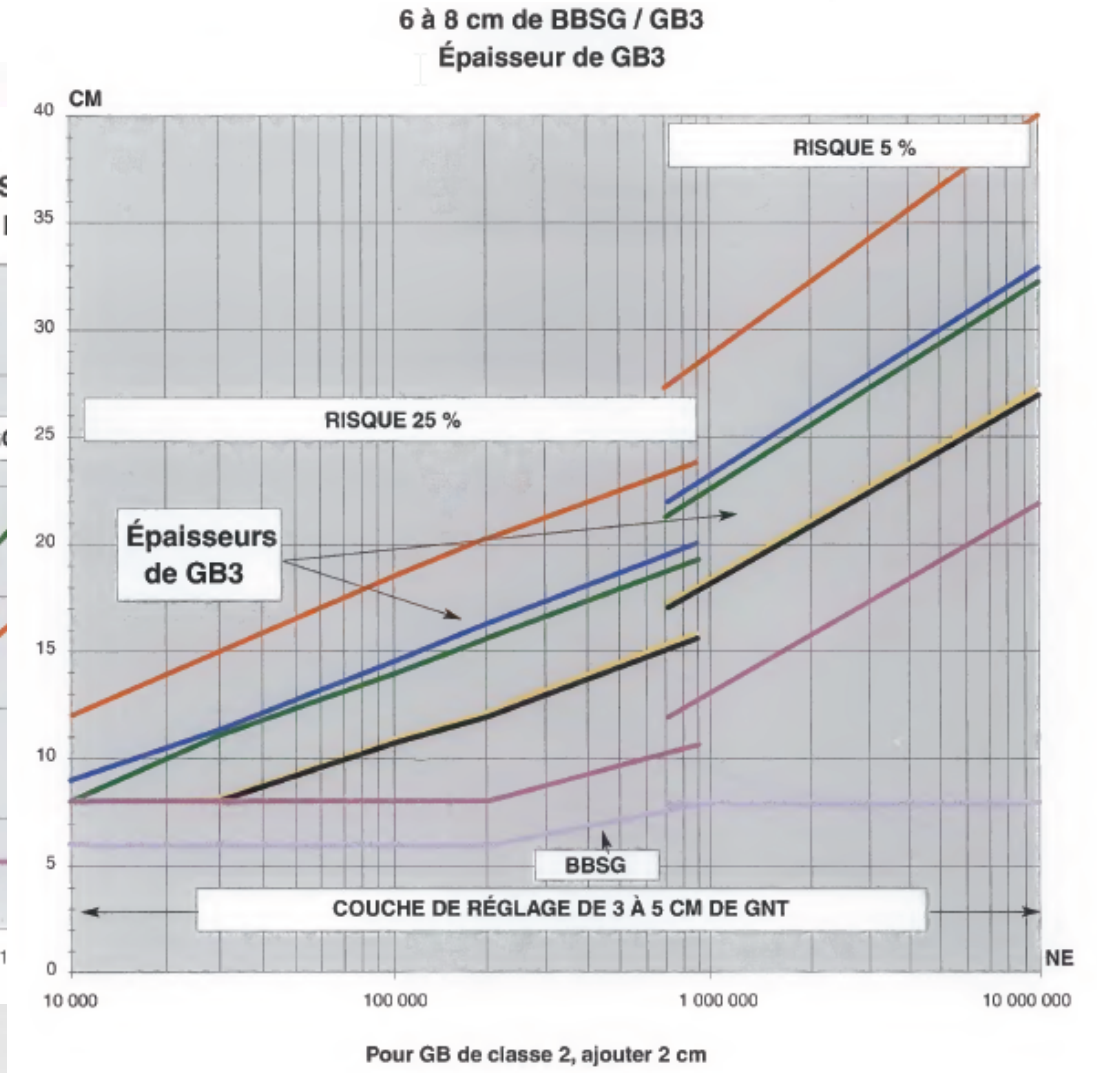
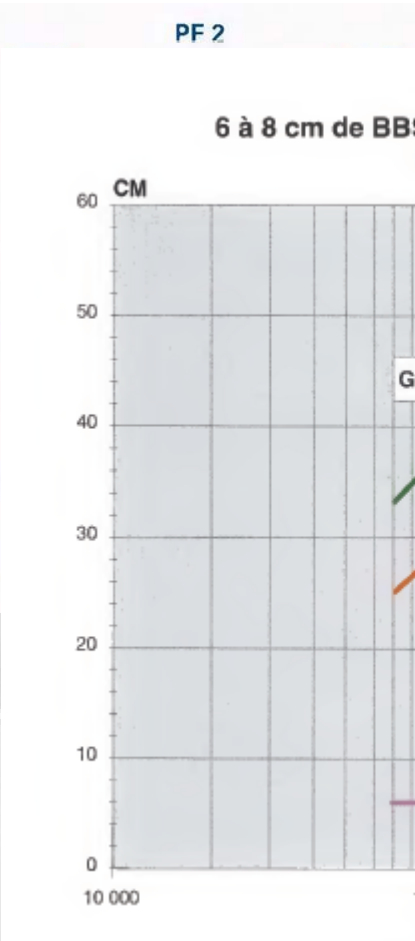
épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0.080	5400.0	0.350	0.000	32.9	0.345	13.0	0.658
			0.080	13.7	0.279	48.6	0.569
0.130	9300.0	0.350	0.080	13.7	0.450	21.0	0.569
			0.210	-15.9	-0.131	26.9	0.175
0.130	9300.0	0.350	0.210	-15.9	-0.131	26.9	0.175
			0.340	-59.4	-0.783	56.1	0.012
infini	50.0	0.350	0.340	-59.4	0.002	209.2	0.012

# Catalogues de chaussées exemples

**F**

**TC8<sub>30</sub>**  
94 millions PL  
(75 millions NE)

**TC7<sub>30</sub>**  
38 millions PL  
(30 millions NE)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION