

Les enrobés pour chaussées à longue durée de vie



Pierre Langlois, ing. M. Ing.

L'expérience acquise



- ❑ Certaines chaussées ont des durées de vies écourtées malgré une mise en œuvre impeccable:
- ❑ Dégradations conduisant à une intervention majeure de la chaussée:
 - Fatigue;
 - Orniérage structural;
 - Gonflement et soulèvement au gel.

L'expérience acquise



- D'autres chaussées sont mieux réussies et ont mieux vieilli...

Autoroute 30 St-Constant (1993)

Autoroute 73 Stoneham (1994)

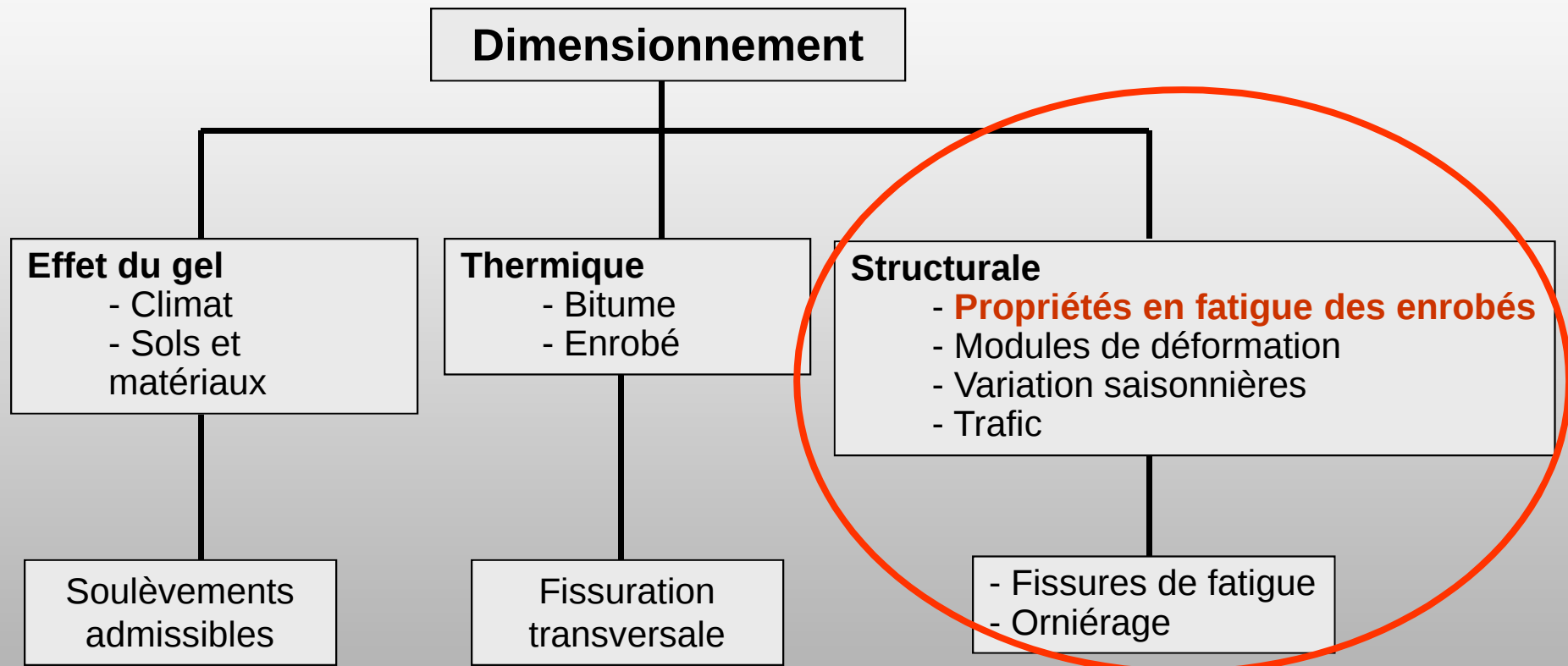
Route 132 Longueuil (1995)

Route 155 St-Célestin (1998)

- Points communs:

- Respect des normes:
- Bon comportement au gel
- Bonne capacité portante de la fondation
- Bonne épaisseur de revêtement
- Bon suivi de la qualité durant les travaux
- Mise en place selon les règles de l'art

Conception des chaussées souples à durée de vie prolongée au Québec



Des concepts éprouvés

- ❑ Cette présentation traite essentiellement du phénomène de fatigue des revêtements;
- ❑ **S'applique seulement en construction;**
- ❑ **Le concept considère les fondations granulaires comme étant performantes;**
- ❑ Utilisation de concepts déjà existant:
 - Revêtements bitumineux de forte épaisseur;
 - Distribution des contraintes en profondeur;
 - Planage et resurfaçage;
- ❑ Utilisé de plus en plus aux USA et Europe

Les objectifs

- ❑ Structures de chaussées à longue durée de vie
 - Augmentation de la durée de vie actuelle
- ❑ Les dégradations se limitent à la couche de surface
 - Entretiens mineurs (scellement de fissures, etc)
 - Planage et resurfaçage

Le pourquoi ?

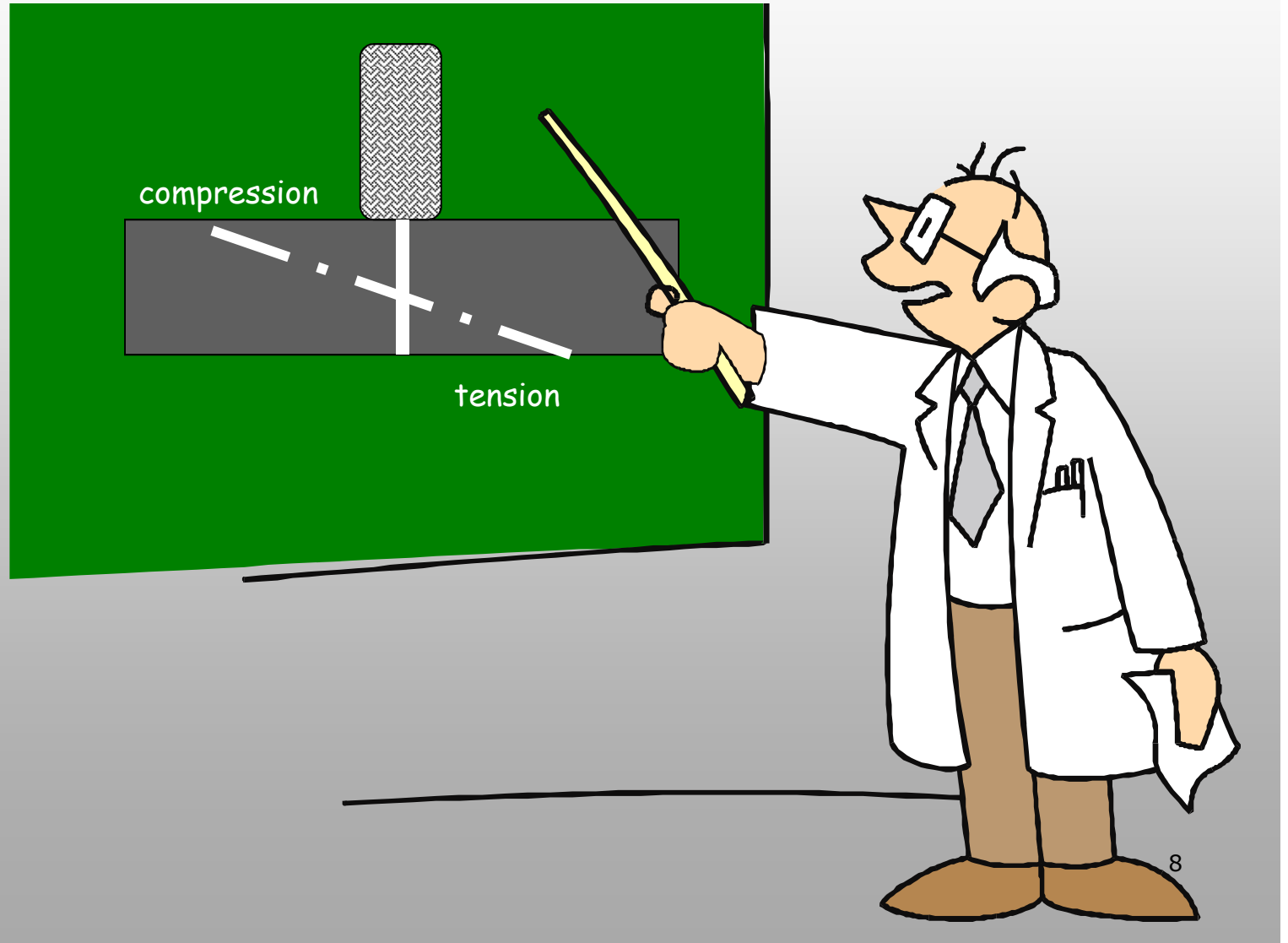
□ Avantages

- Moins d'interventions et d'entretien
- Moins d'inconvénients pour les usagers
- Coûts inférieur en entretien

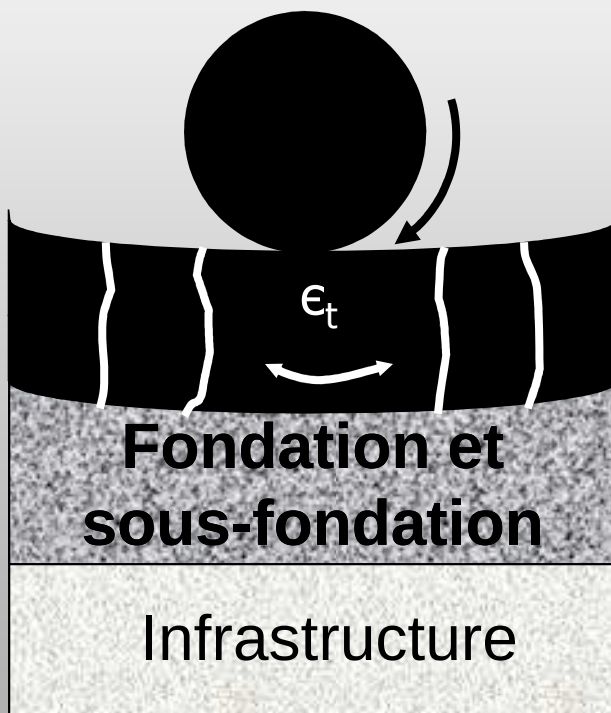
□ Désavantage

- Coûts supérieur à la construction

Un peu de théorie

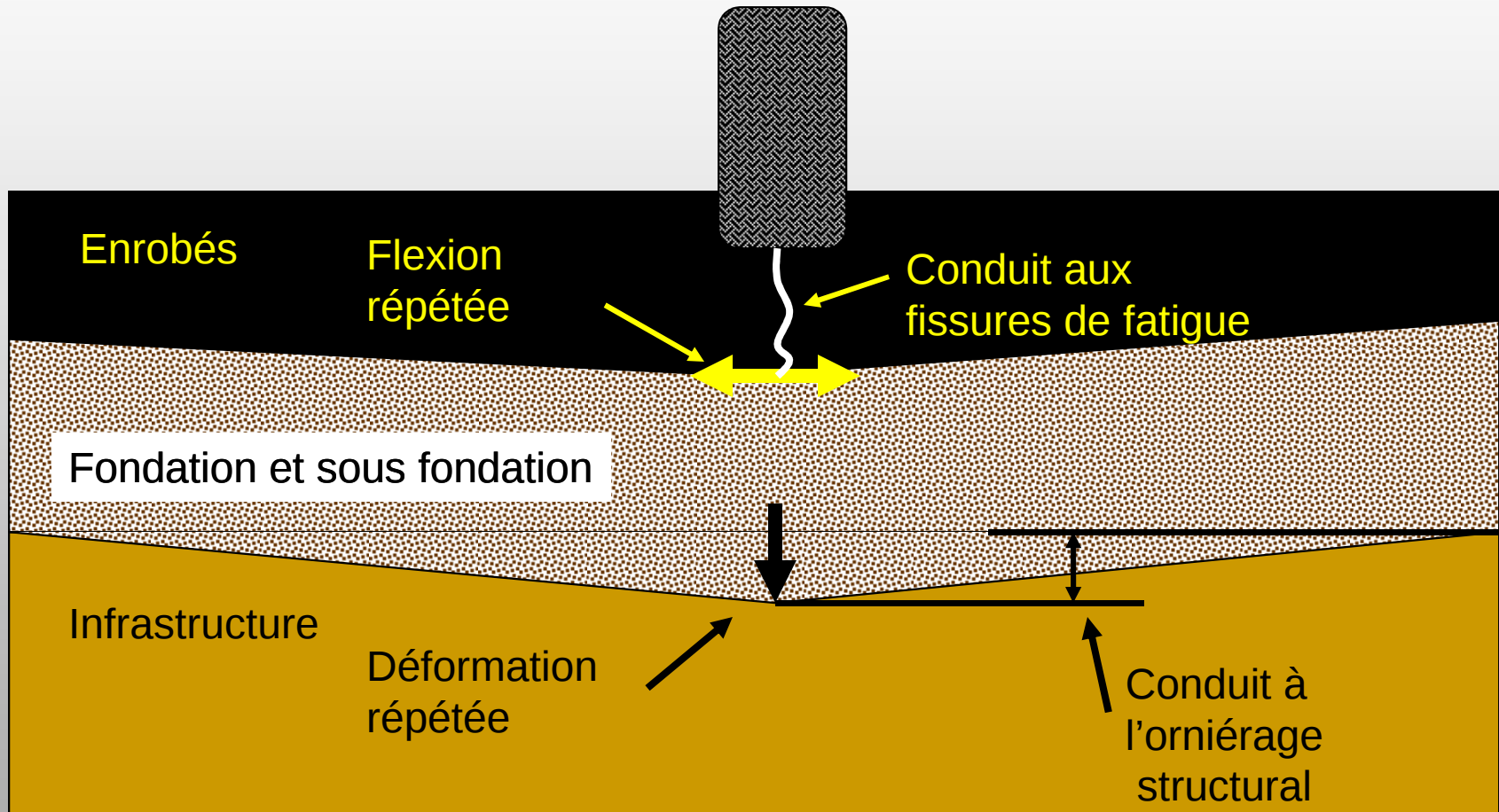


La réaction de la chaussée sollicitée



Déformation
en tension (ϵ_t) à la base
de l'enrobé bitumineux.

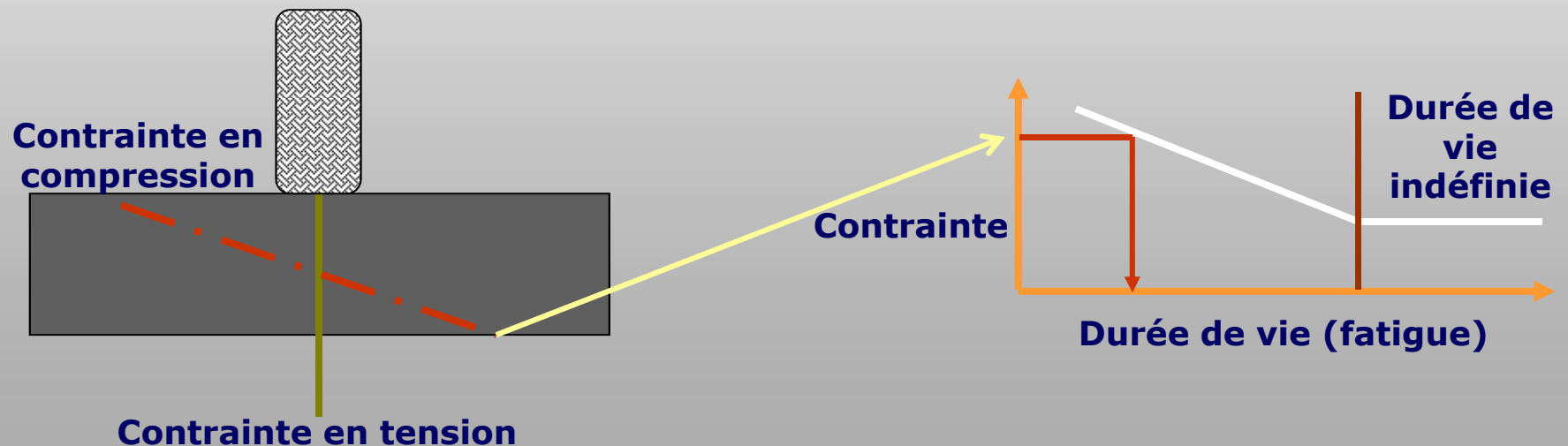
Le mécanisme de déformation d'une chaussée



Les effets de la fatigue

□ La fatigue dans le revêtement;

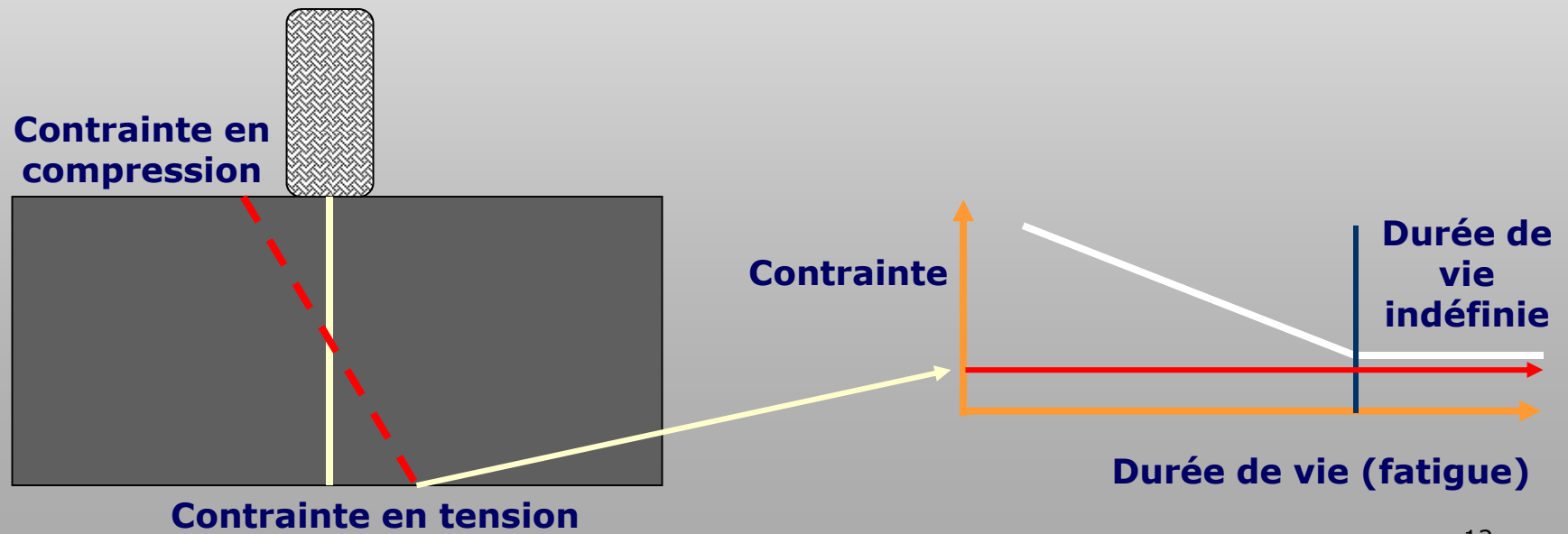
- Contrainte en tension diminue avec l'épaisseur du revêtement;
- Faible épaisseur = Contrainte élevée;
- Contrainte élevée = Durée de vie raccourcie.



Les effets de la fatigue

□ La fatigue dans le revêtement;

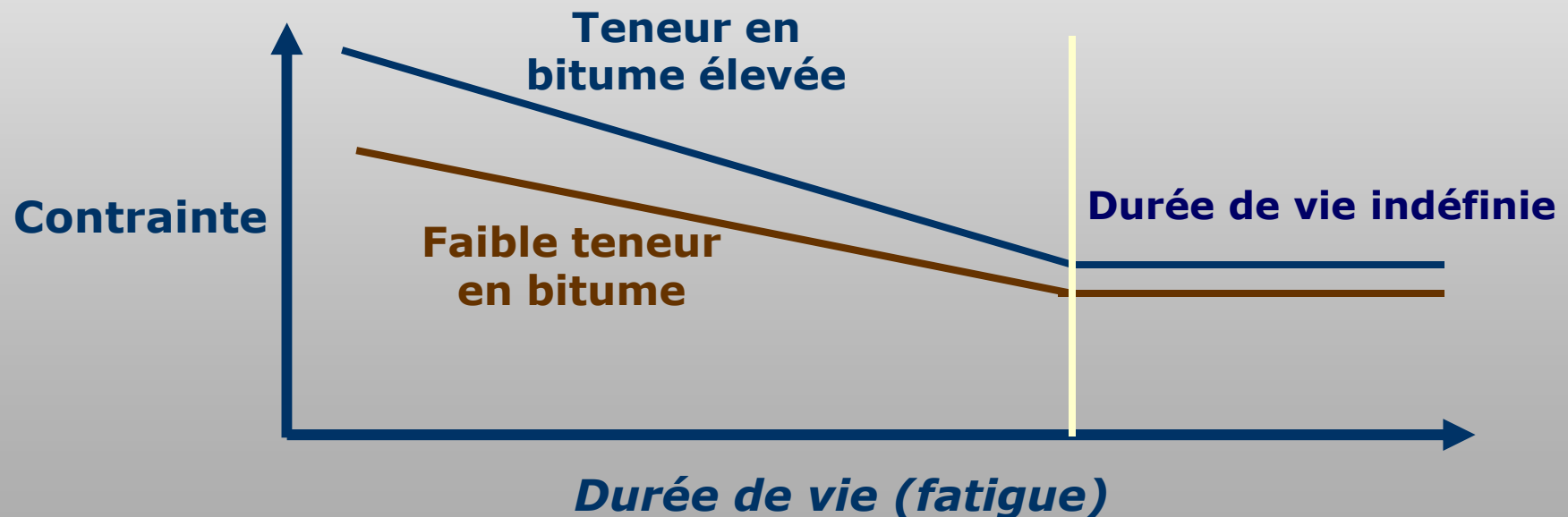
- Contrainte en tension diminue avec l'épaisseur du revêtement;
- Épaisseur élevée = Contrainte plus faible;
- Contrainte plus faible sous la limite = Durée de vie indéfinie.



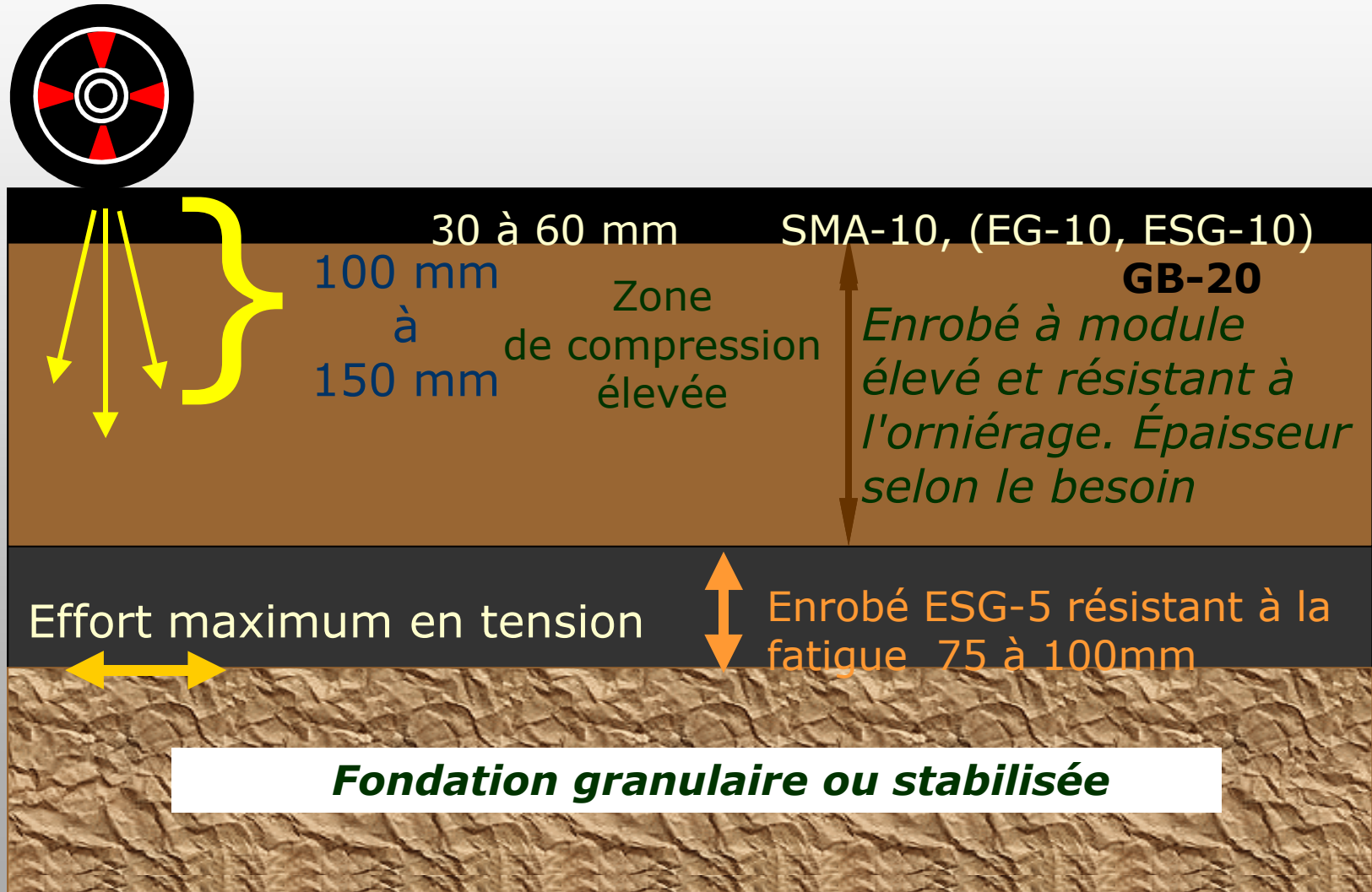
Les effets de la fatigue

□ La fatigue dans le revêtement;

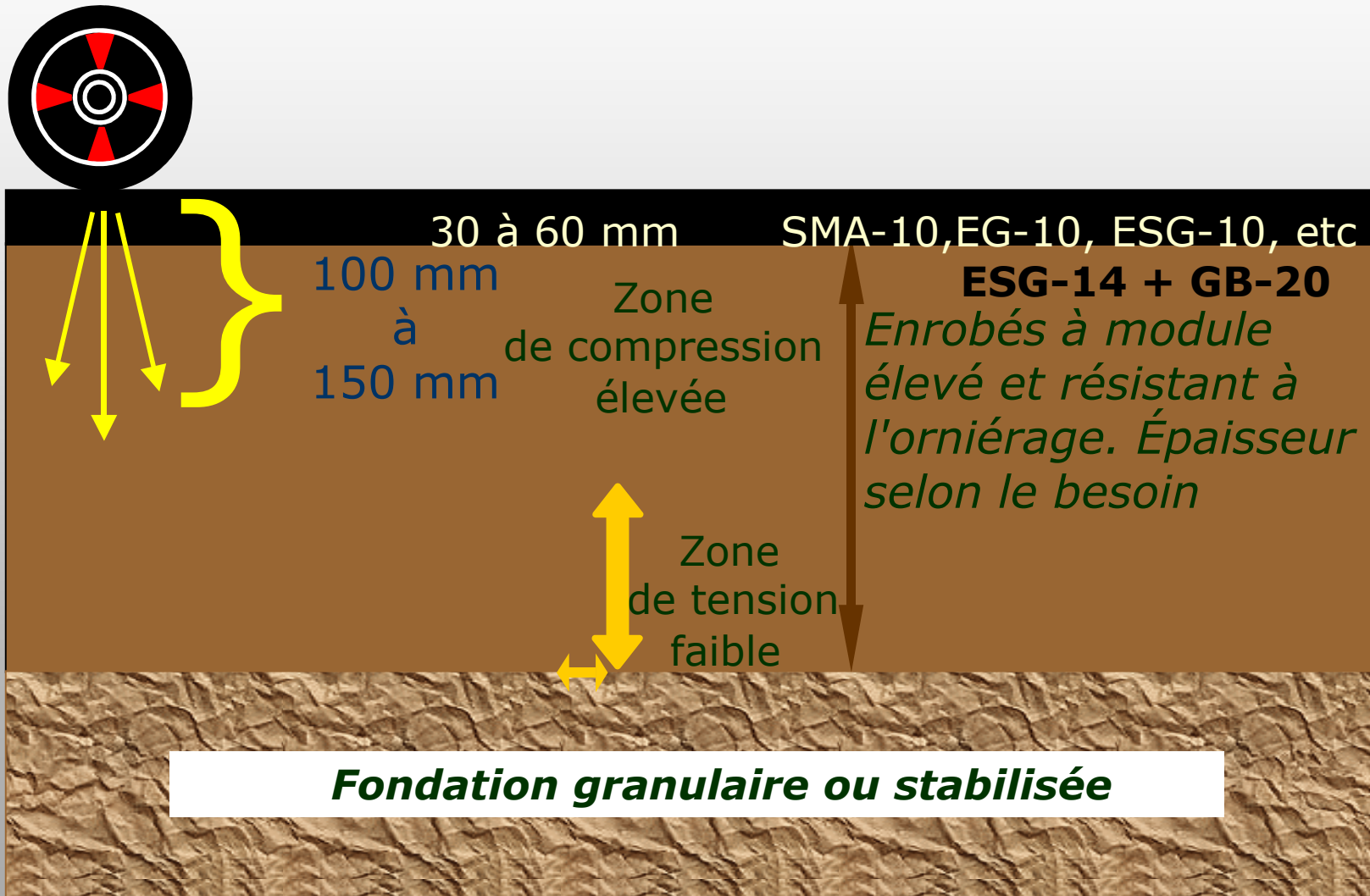
- Teneur en bitume élevée = meilleure résistance en tension;
- Bitume modifiés = meilleure résistance en tension.



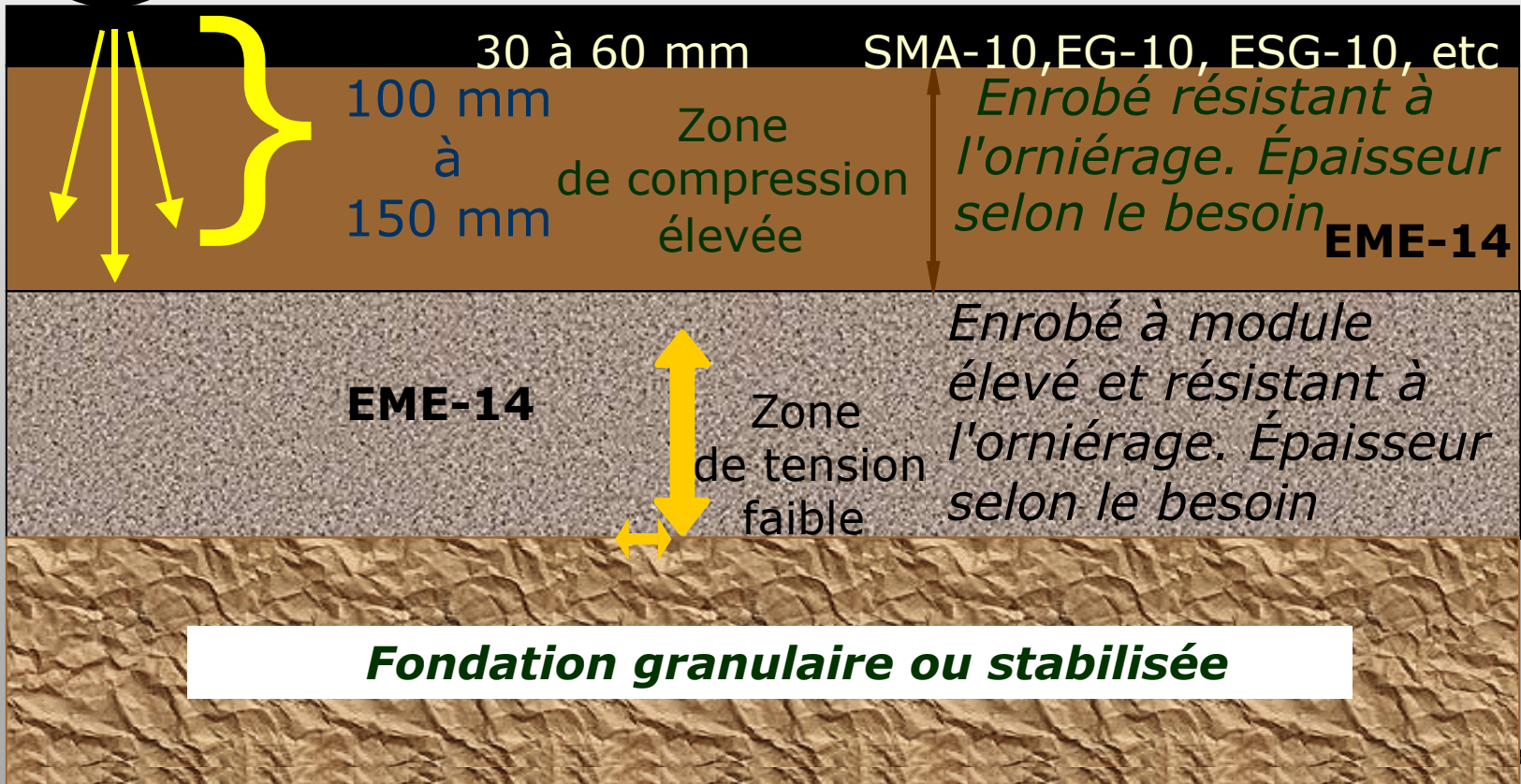
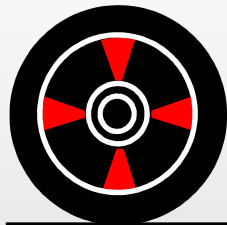
Une première solution



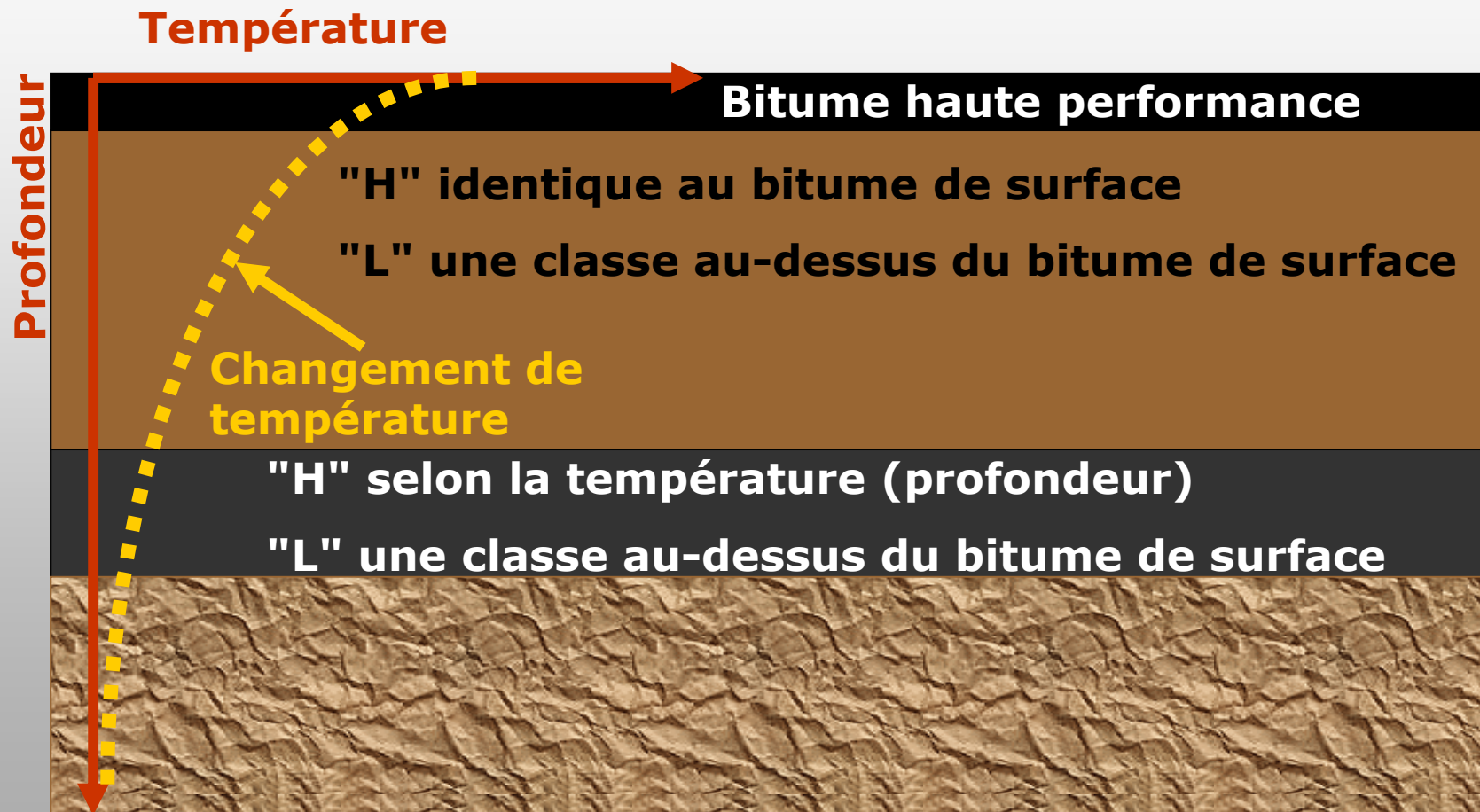
Une deuxième solution



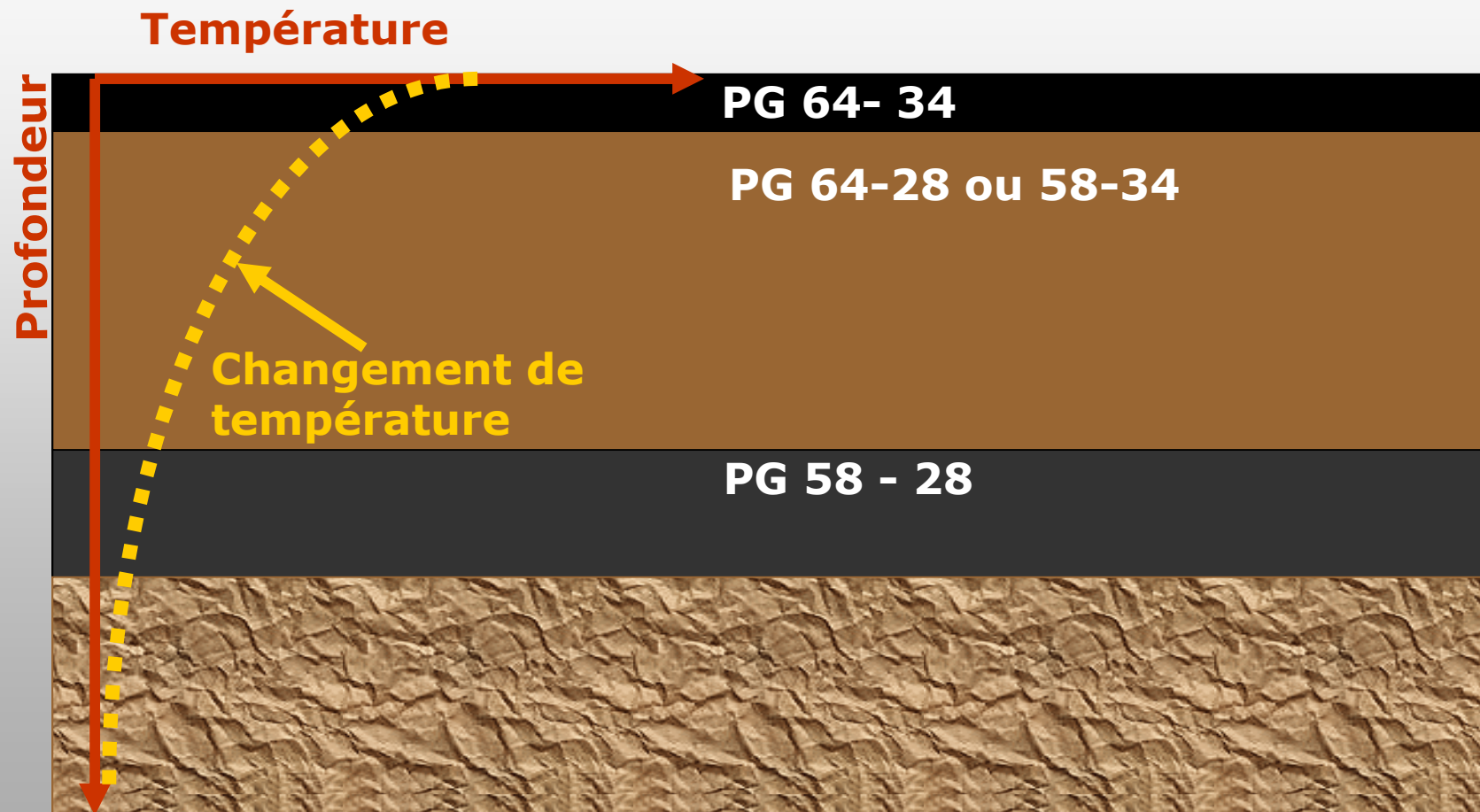
Une troisième solution



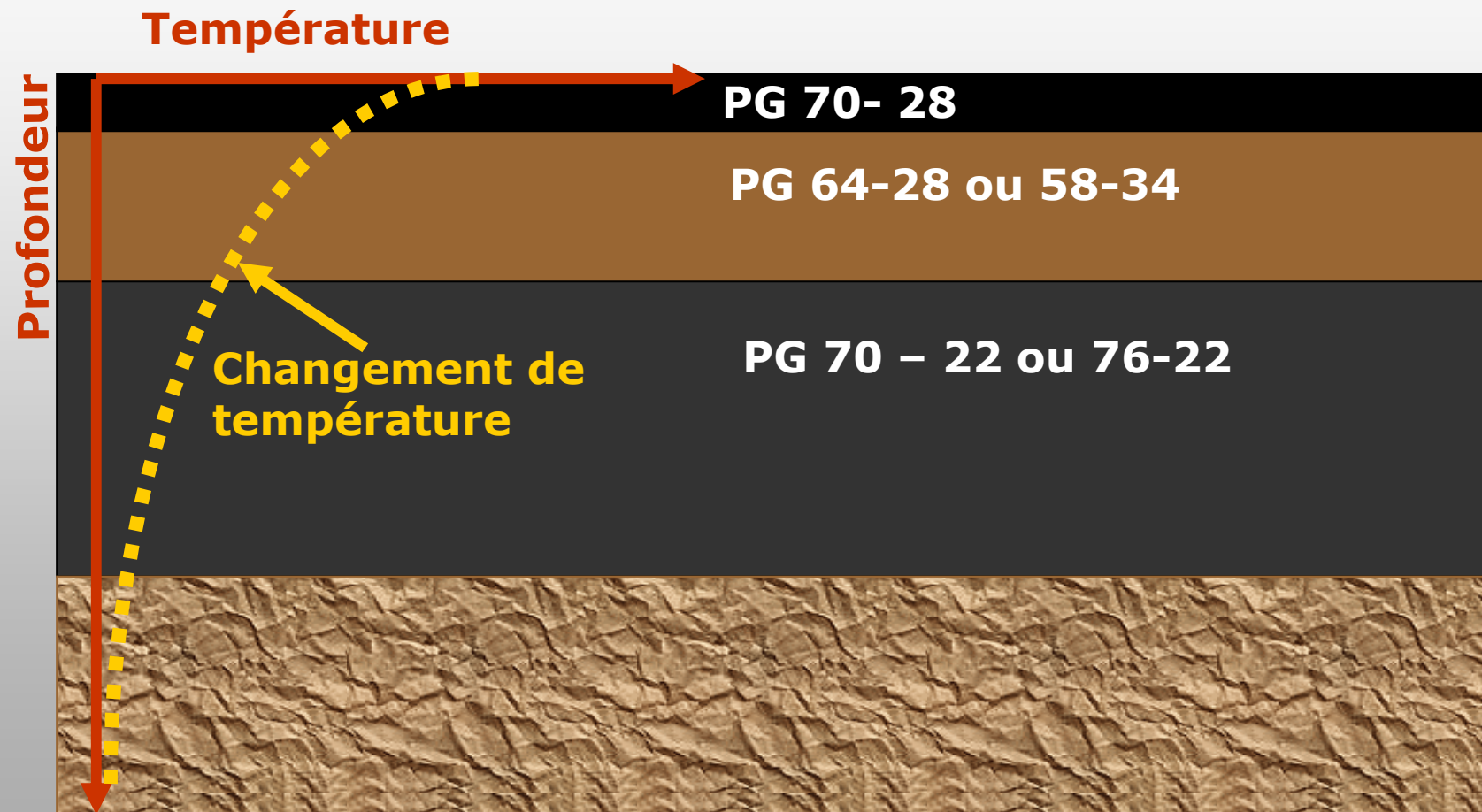
Le choix du bitume



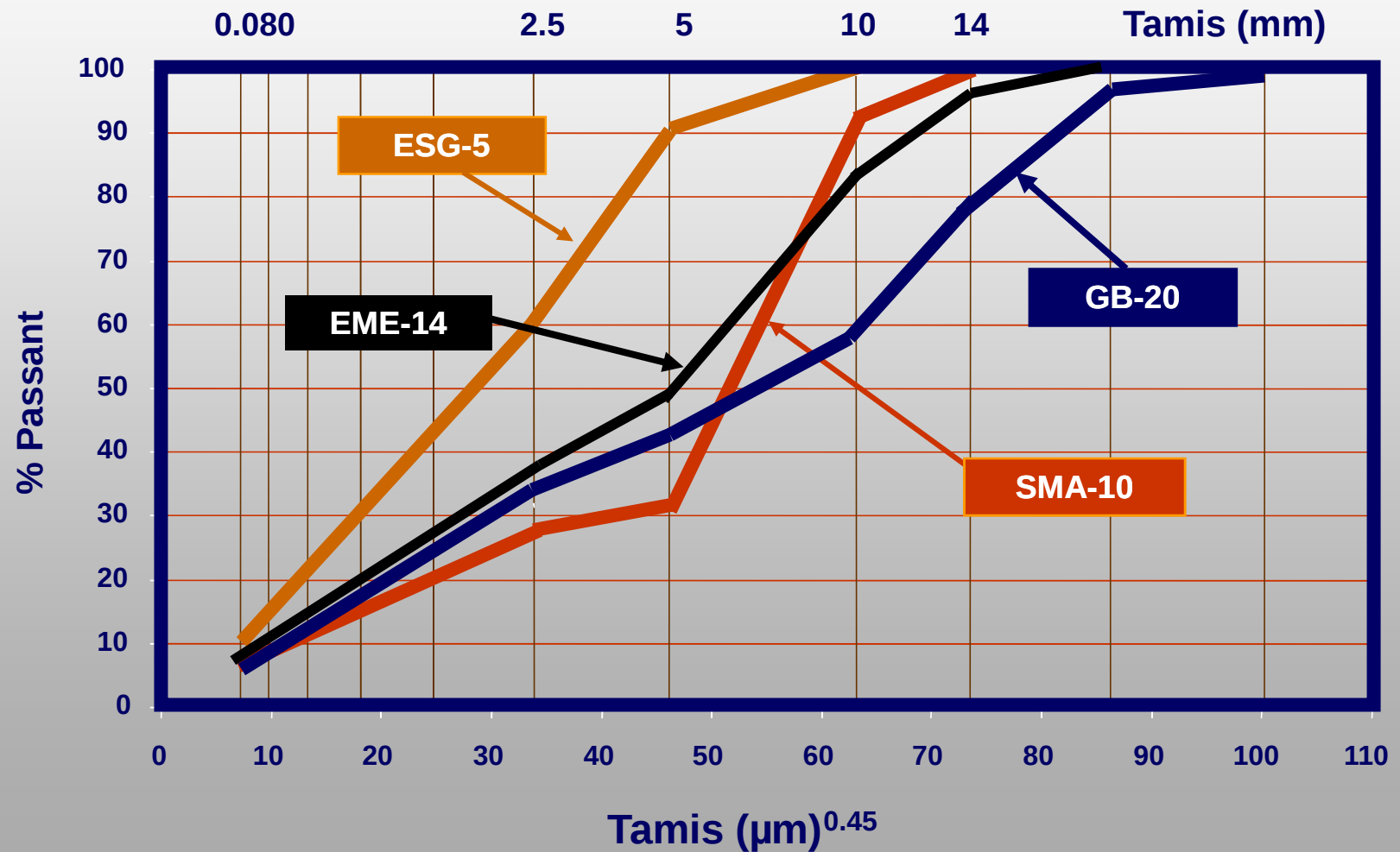
Le choix du bitume (exemple zone 2)



Le choix du bitume (exemple zone 1)



Exemples de granulométries d'enrobés pouvant être utilisés



L'enrobé anti-fatigue



ESG-5

- **Revêtement de base résistant à la fatigue**
 - Blocage des granulats
 - 100% fracturés
 - Teneur élevée en fines
 - Bitume
 - Teneur en bitume élevé
 - Polymères
 - Addition possible de fibres minérales
 - Teneur en vides
 - Compacité minimale de 93%

ESG-5

- ▣ Enrobé semi grenu 5 mm;
- ▣ Enrobé anti fissure;
- ▣ Enrobé couche de base
(Chaussée à durée de vie prolongée)

ESG-5



L'enrobé anti-fatigue

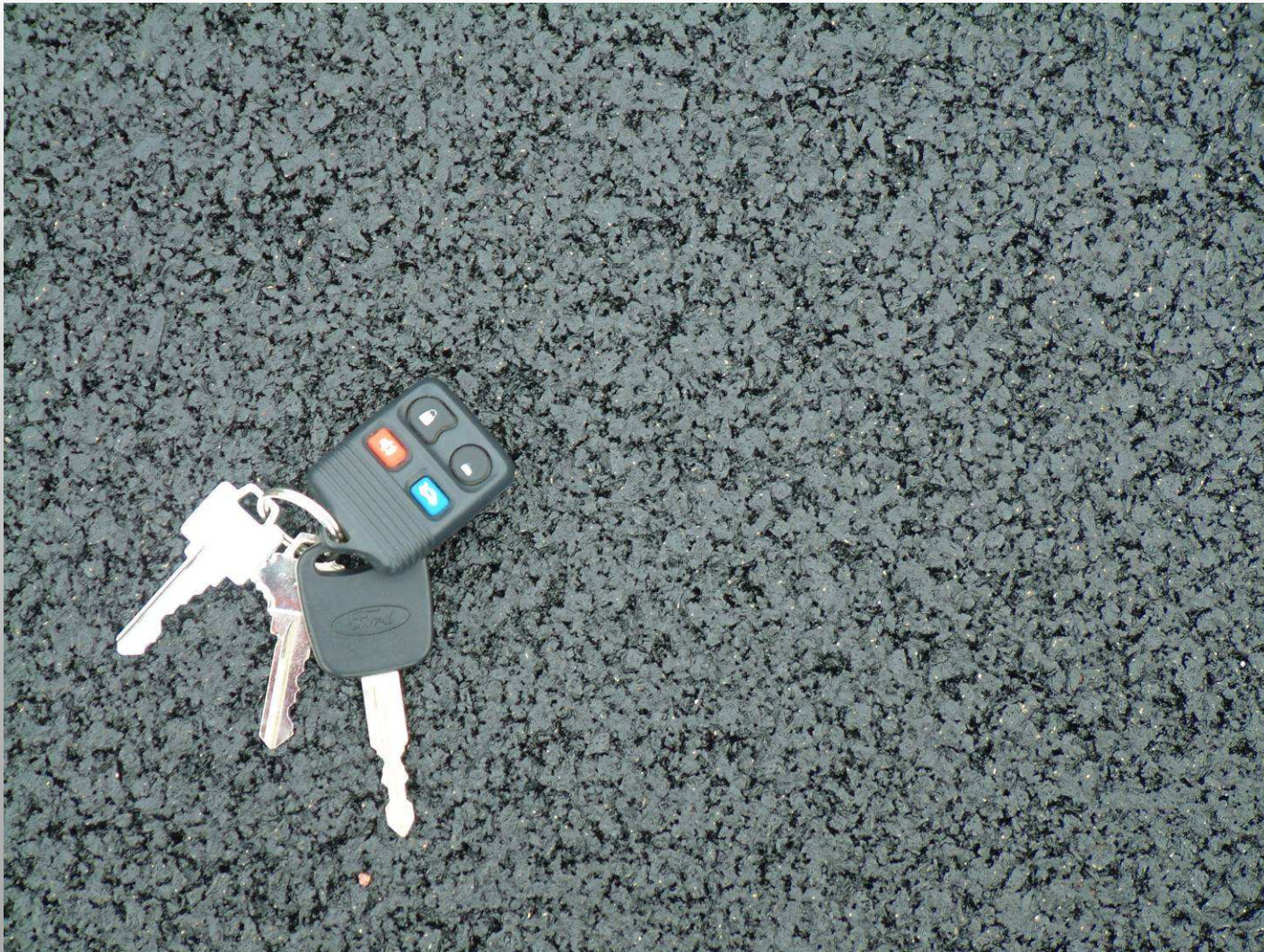
□ Caractéristiques de l'enrobé ESG-5

- Tamis 10 mm = 100%
- Tamis 5 mm = 85-100%
- Tamis 2,5mm = 50-70%
- Tamis 80 μ m = 4-12%
- Vbe = 16,0%
- Vides à 6 girations = $\geq 11\%$
- Vides à 50 girations = 4-7%
- Vides à 75 girations = $\geq 2\%$

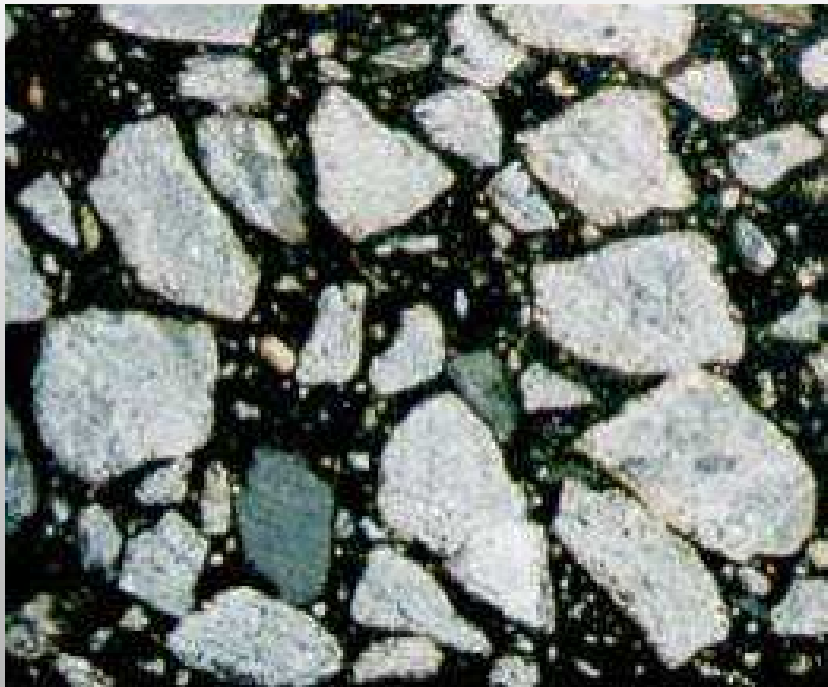
L'enrobé anti-fatigue



L'enrobé anti-fatigue



La couche intermédiaire



GB-20

■ Revêtement intermédiaire résistant à l'orniérage

- Blocage des granulats
 - 100% fracturés
 - Gros granulats en contact
- Bitume
 - Polymères si requis
- Teneur en vides
 - Compacité minimale de 93%

La couche intermédiaire

- Type d'enrobé pour couche intermédiaire
 - GB-20 (similaire à l'enrobé EB-20, mais formulé à la presse à cisaillement giratoire selon la méthode LC).



GB-20



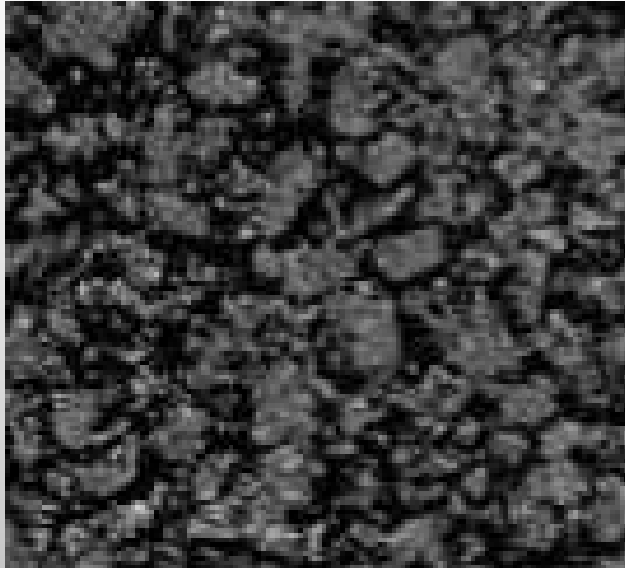
La couche intermédiaire



L'enrobé à module élevé

- Par rapport aux formulations des GB, celles des EME sont plus voisines de celles des enrobé épais pour couche surface (ESG-14) que des graves-bitume (GB-20);
- Les caractéristiques mécaniques et de fabrication, concernant l'angularité, la propreté par exemple, des gravillons et des sables, sont conformes à celles des GB. Comme pour la formulation des GB, il est permis d'utiliser des agrégats d'enrobés (matériaux bitumineux à recycler) selon le contexte du chantier. Un maximum de 40 % est envisageable. La teneur en fines est de 7 à 9 %.
- Un bitume de grade traditionnel (PG 64-22) peut être utilisé avec des additifs de nature organique (gilsonite, apshalte dur,...) sous forme de fines ou de granulés, pour durcir le liant et augmenter la rigidité de l'enrobé. Des bitumes de classes PG 76-22, PG 70-22 et PG 64-28 pourraient être envisagés.

La couche de surface



- **Revêtement supérieur résistant à l'orniérage**

- Blocage des granulats

- 100% fracturés
- Gros granulats en contact

- Bitume

- Valeur H élevée
- Polymères
- Fibres

- Teneur en vides

- Compacité minimale de 93%

- Surface

- Adaptée
- renouvelable

La couche de surface



- ▣ Types d'enrobés de surface
 - SMA-10
 - EG-10
 - ESG-10
 - Enrobés d'entreprises

La couche de surface



La couche de surface



La durabilité

- ▣ Prévention de la dégradation de la chaussée:
 - Choix judicieux des composantes:
 - ▣ Classes des bitume utilisés;
 - ▣ Granulats performants fonction des types d'enrobés;
 - Liant d'accrochage et d'imprégnation;
 - Essai de résistance à l'orniérage;
 - Essai d'adhésivité bitume/granulat;
 - Assurer un contrôle de qualité serré des travaux de construction.

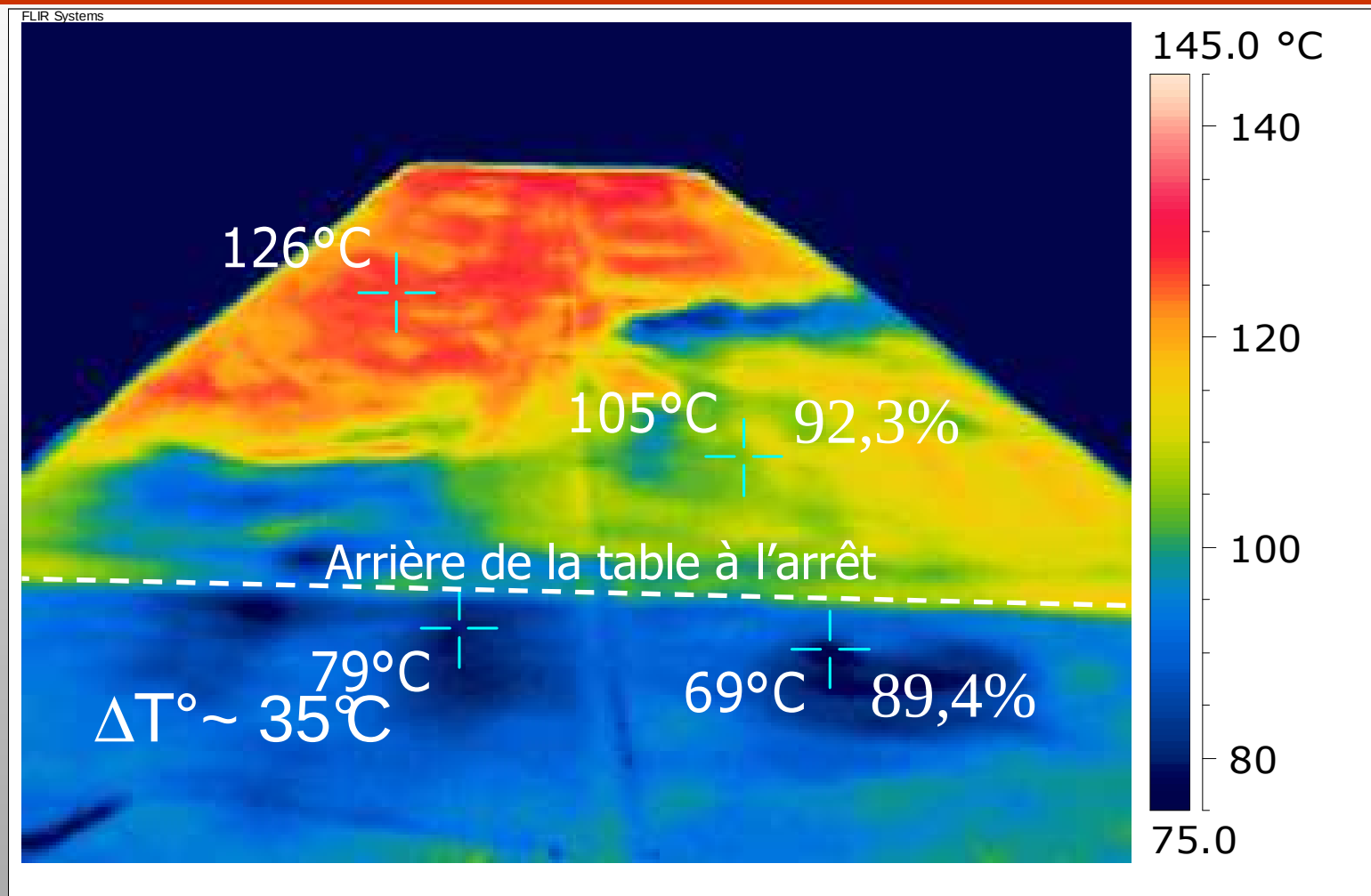
La mise en place

- ▣ La mise en place des matériaux dont les enrobés doit être impeccable pour obtenir la performance souhaitée.
- ▣ La qualité de la mise en place passe entre autre par:
 - Excellente adhésion entre les couches d'enrobés;
 - Uniformité granulaire et thermique ainsi qu'un excellent uni sont essentiels à la durabilité de la chaussée.

La mise en place

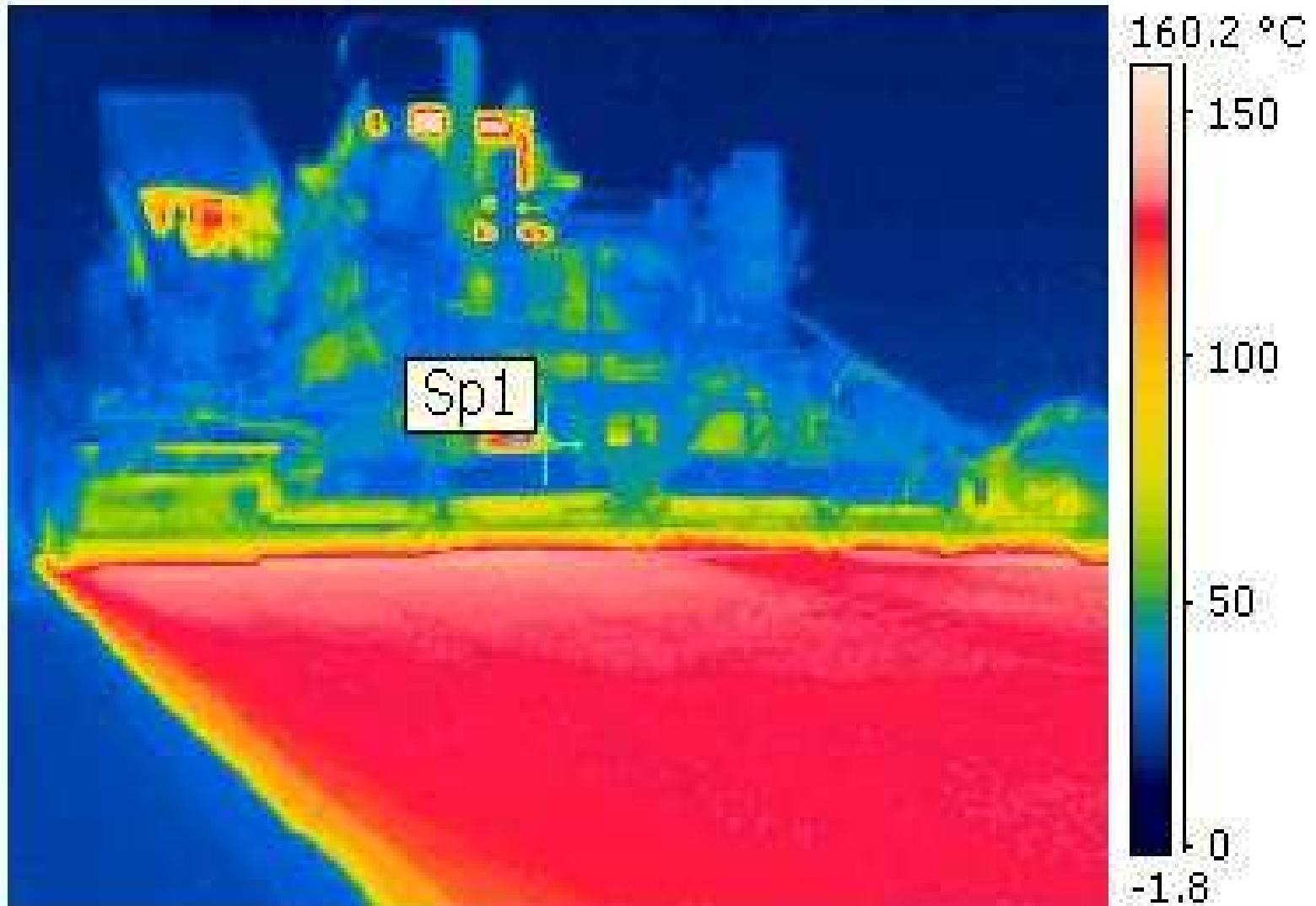


La mise en place



ΔT° important et zone non compactée pendant l'attente

La mise en place



La mise en place



Le désenrobage et arrachement

- ▣ Adhésivité du bitume/granulat;
 - Méthode LC 25-009



PG 58-28

PG 64-34

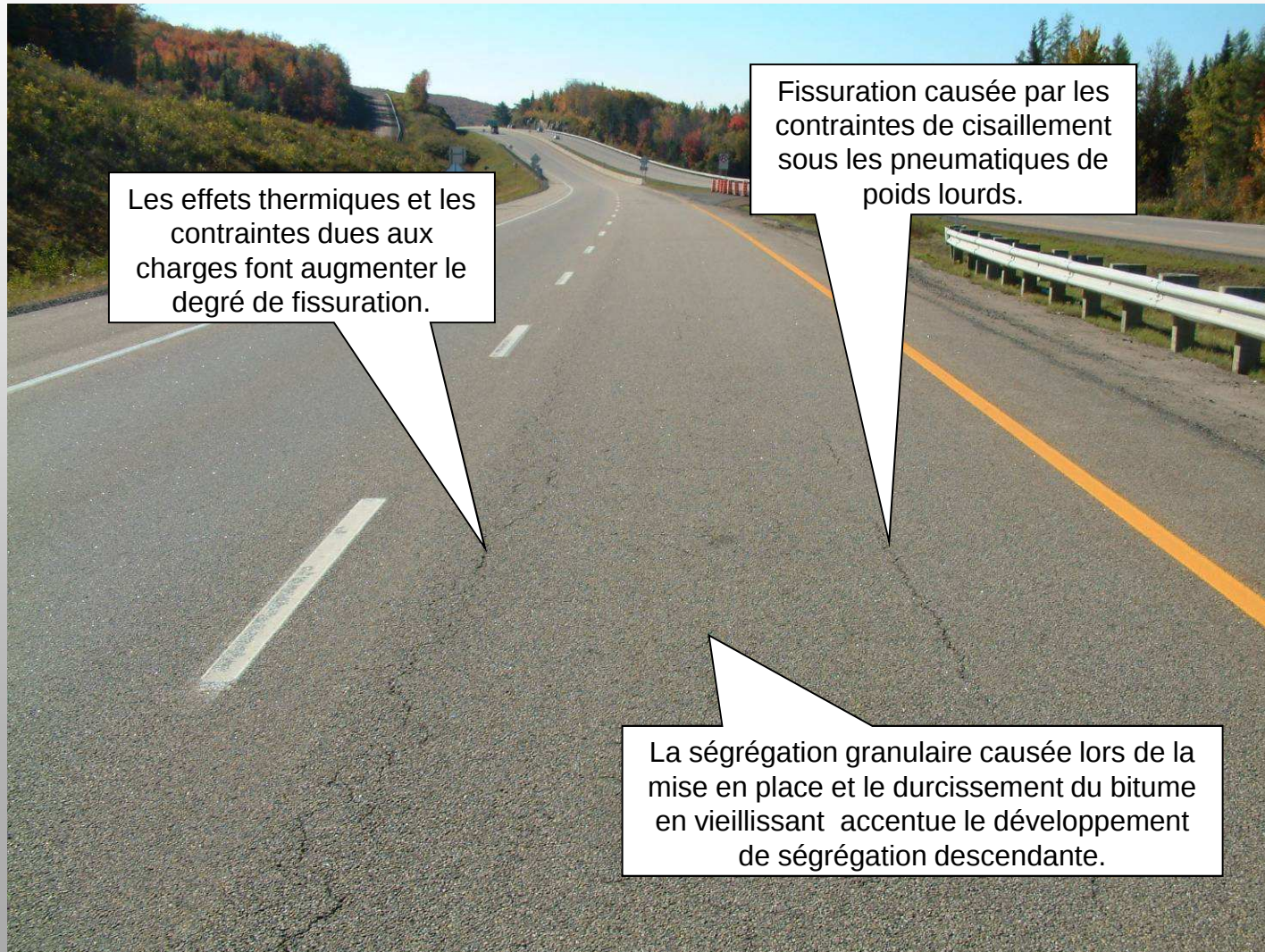
Système de préhension de la DLC



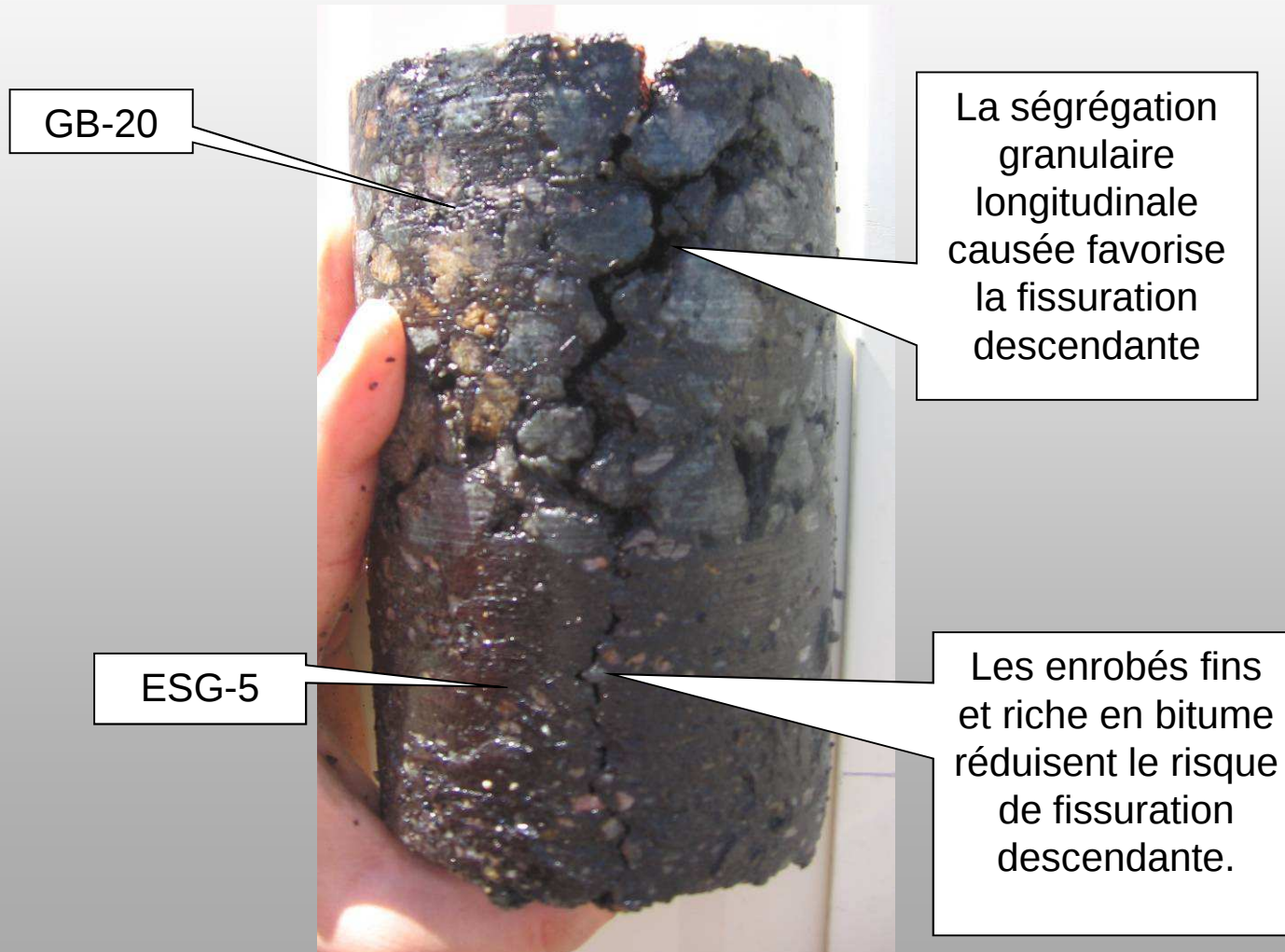
SMA-10

GB-20

Des fissures apparaîtront



Des fissures apparaîtront

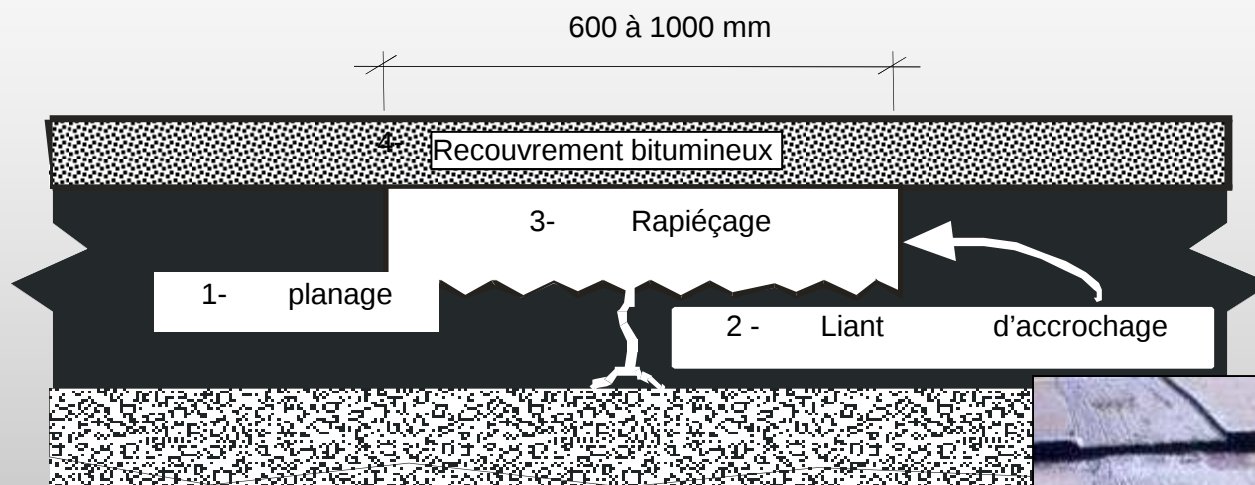


Des fissures apparaîtront

- ▣ La chaussée vieillira!
 - Fissuration par retrait thermique;
 - ▣ Sera toujours présente;
 - ▣ Fonction:
 - Du climat et de la classe de bitume;
 - De la masse d'enrobé (épaisseur, largeur);
 - ▣ Peut être colmatées efficacement.

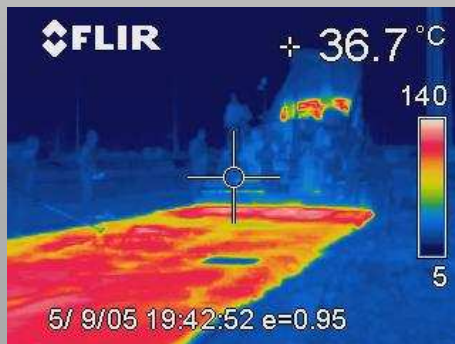


Les réparations des fissures transversales avant resurfaçage



- ❑ Planage
- ❑ Nettoyage de la surface (Balayage, jet d'air)
- ❑ Liant d'accrochage
- ❑ Rapiécage (respecter les épaisseurs de pose des enrobés)
- ❑ Recouvrement bitumineux

Le planage et le resurfaçage



■ L'enrobé de surface vieillira !

■ Entretien de la chaussée

- Planage de la couche de roulement;
- Réparations des fissures de retrait thermique;
- Liant d'accrochage;
- Resurfaçage avec un enrobé adapté et à une épaisseur fonction du niveau de circulation;
- Contrôle sévère de la qualité.

Le coût ?

- ▣ L'ajout de l'enrobé anti-fissures ou une épaisseur élevée d'un enrobé à module élevée engendre un coût supplémentaire à la construction.
- ▣ La durée de vie prolongée de la structure de chaussée permettra une économie sur l'entretien du revêtement qui compensera largement cette dépense supplémentaire.

Se rappeler:

- S'applique en construction seulement;
- Ne règle pas les problèmes de fondations, dont:
 - Le soulèvement au gel;
 - Le tassement et le soulèvement;
- Il reste des travaux de laboratoire a effectuer;
- **Mais:**
 - Peut contribuer à diminuer le phénomène de retrait thermique;
 - Avec un " bon design", peut empêcher le phénomène de fissuration par fatigue des revêtements bitumineux;
 - Augmenter la durée de vie des chaussées;
 - Réaliser des économies à long terme.

Des questions?

