

Performances mécaniques et dimensionnement

Alan Carter, ÉTS

Formation sur le retraitement à froid des chaussées
souples
Montréal, 4-6 décembre 2007

Plan de la présentation

- Caractère évolutif
- Performances mécaniques
 - Stabilité Marshall
 - Résistance à la traction
 - Résistance à l'orniérage
 - Résistance à la fissuration thermique
 - Résistance à la fatigue
 - Module
- Dimensionnement de chaussées
 - Méthode AASHTO

Caractère évolutif



- La rigidité des matériaux retraités à froid change avec le temps
- Surtout pour les matériaux retraités à l'émulsion
 - Temps
 - Température
 - Humidité
 - trafic



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Caractère évolutif



- Mousse
 - Évacuation de l'eau
 - Évaporation
 - Action du trafic



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Caractère évolutif

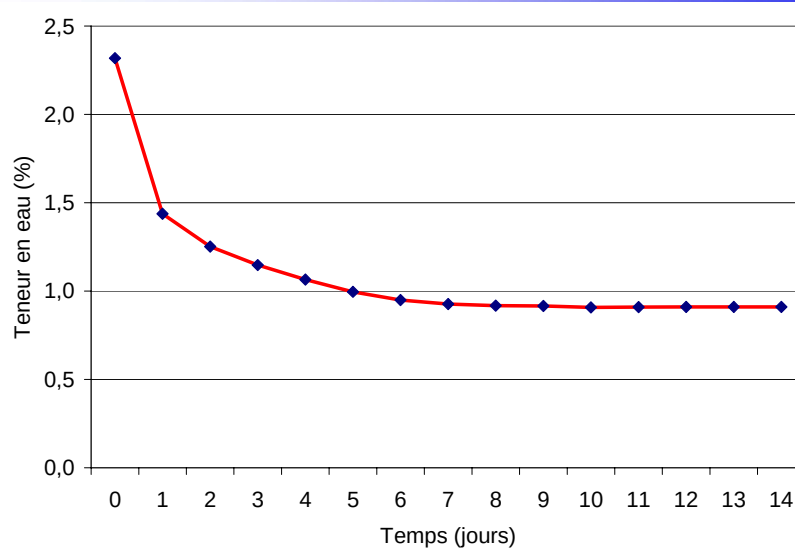


- Émulsion
 - Rupture de l'émulsion et création d'un film de bitume
 - Densification sous trafic
 - Augmentation de la cohésion du bitume
 - Densification finale sous trafic

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

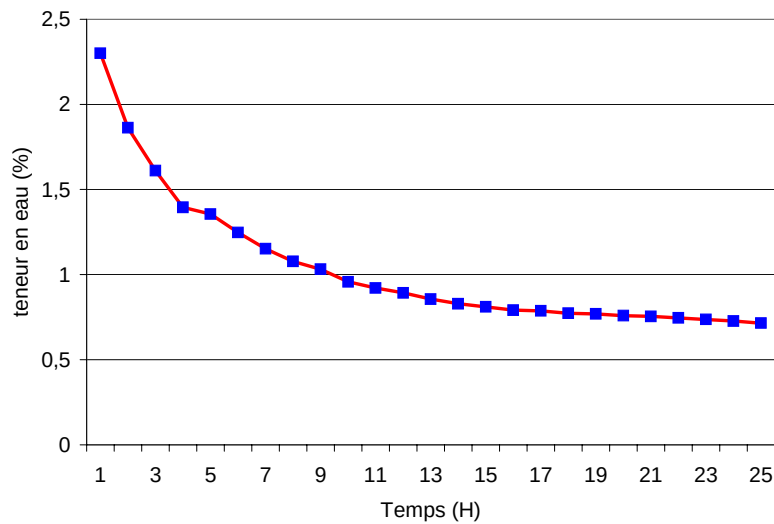
Caractère évolutif (temp. ambiante)



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Caractère évolutif (étude)



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Stabilité Marshall

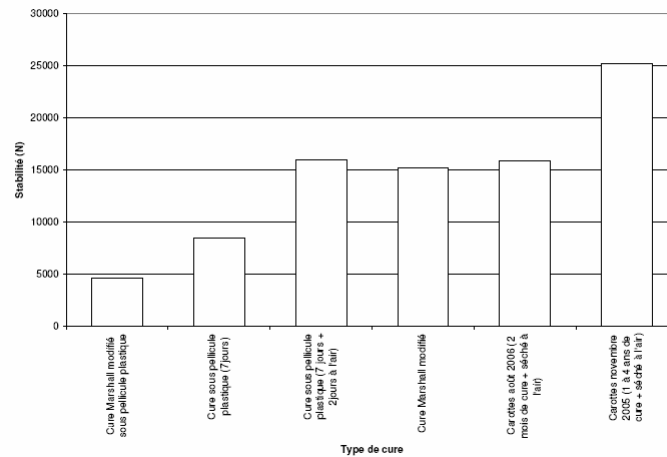
- 1939 par Bruce G. Marshall au Mississipi
 - WWII
- Simple
- Rapide
- Très répandue



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Stabilité Marshall



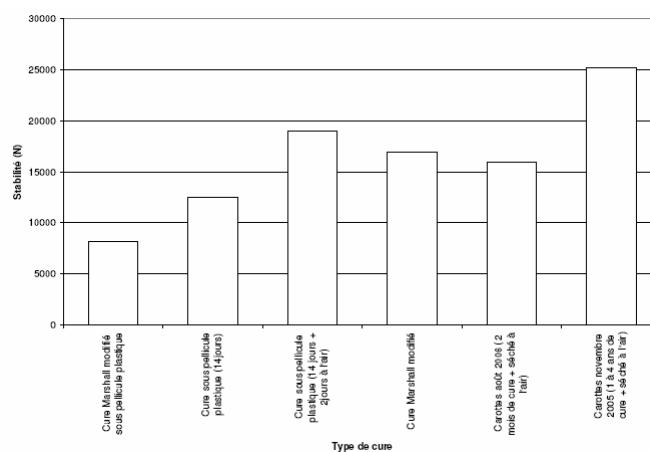
15% de vides sans ciment

Lacombe et al. (2007)

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Stabilité Marshall



15% de vides avec ciment

Lacombe et al. (2007)

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Tension indirecte



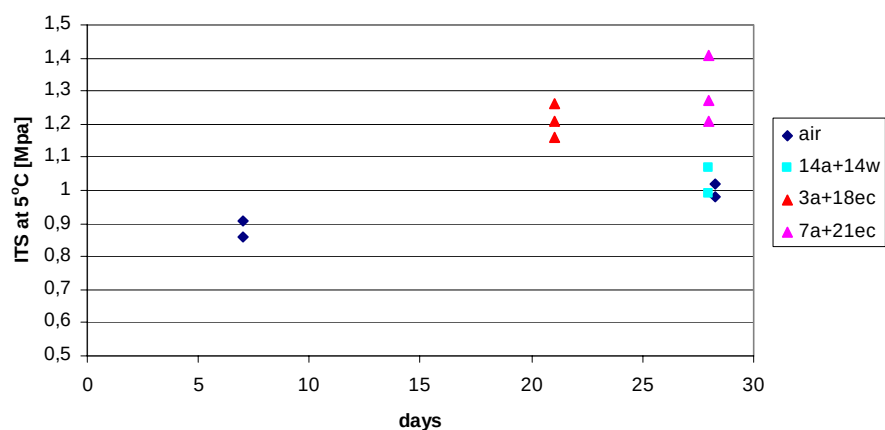
- Semblable à Marshall
- Essai non-homogène
- Rapide
- simple



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Tension indirecte



2,2% émulsion et 2% ciment

Carter et al. (2007)

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Résistance à l'orniérage



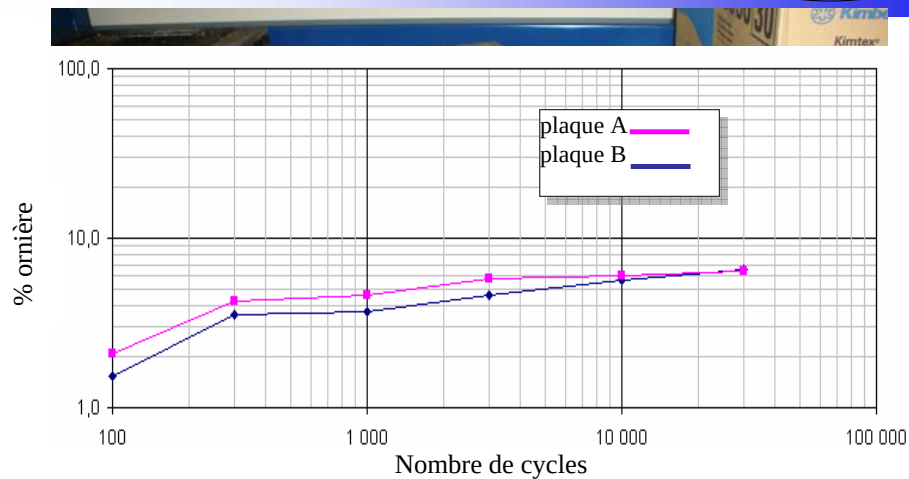
- À l'orniéreur
- Encore la cure!!!



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Résistance à l'orniérage



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

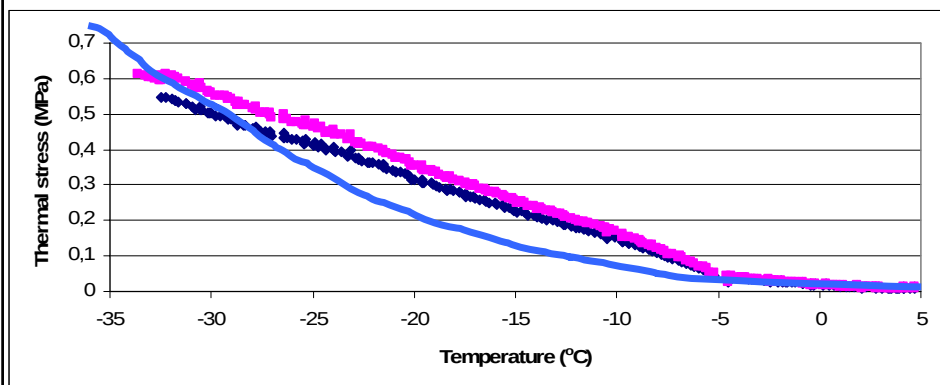
Résistance à la fissuration thermique



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Résistance à la fissuration thermique



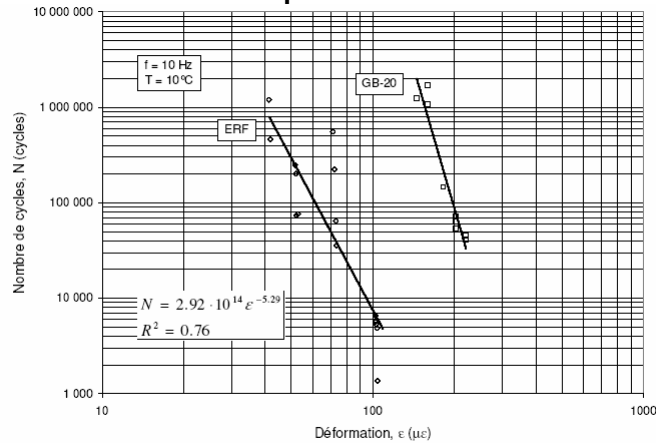
LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Résistance à la fatigue



- Peu de résultat disponible



10°C, 10Hz

Lacombe et al (2007)

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES, Montréal, 4, 5, 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Module



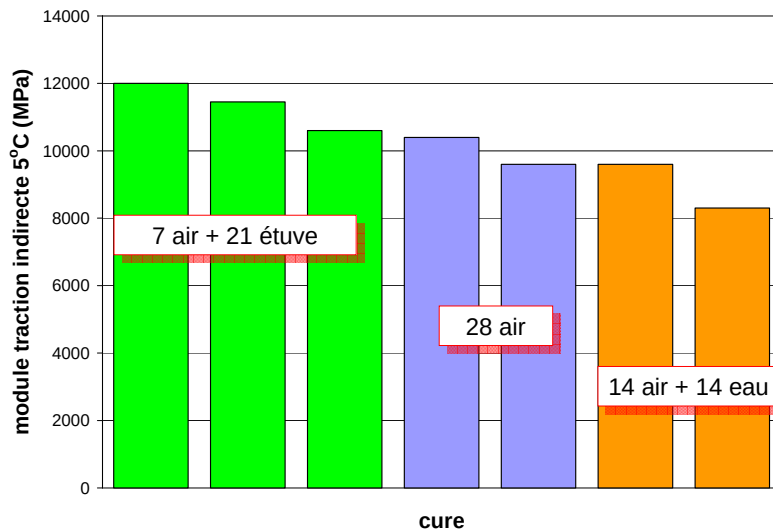
- Plusieurs modules selon essai
 - Compression, tension, tension-compression
 - Homogène ou non
 - Différentes fréquences
 - Différentes températures

- On choisit lequel ? ? ?

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES, Montréal, 4, 5, 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

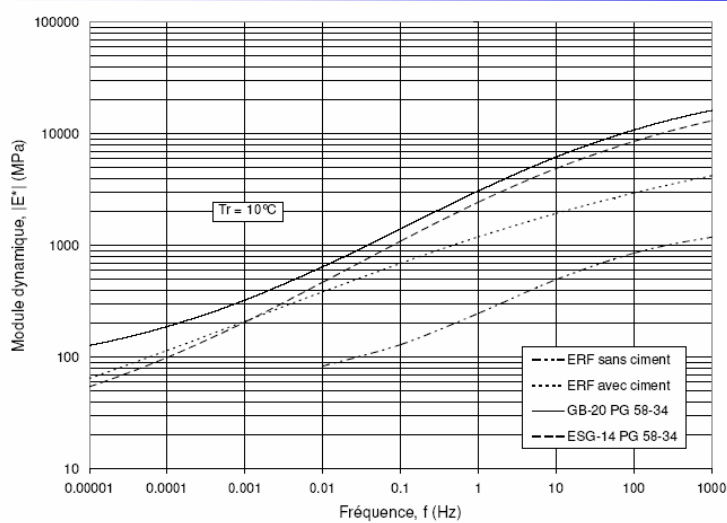
Module



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Module



Lacombe et al (2007)

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

Dimensionnement



- Plusieurs méthodes disponibles
 - Empirique
 - Mécanistique-empirique

Dimensionnement



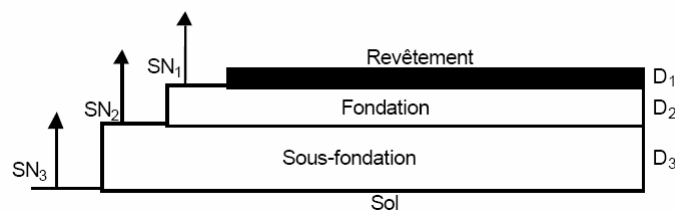
- Chaussée 2 
 - Méthode de dimensionnement du MTQ
 - Disponible gratuitement depuis 2001
 - Basé sur la méthode AASHTO
 - Calcul de la profondeur du gel

Dimensionnement



- Méthode AASHTO

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \log (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log (145,04 Mr) - 8,07$$



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES, Montréal, 4, 5, 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Dimensionnement



- Comment tenir compte des matériaux retraités?
 - Module évolutif
 - Module qui change selon le matériau en place
 - Banque de donnée limitée

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES, Montréal, 4, 5, 6 décembre 2007

Alan Carter, ÉTS

Chaussée - [8-Recyclage à froid d'enrobé (RFE)]

Fichier Edition Affichage Modules Outils Fenêtre ?

Segment homogène
colloque ERF

Objectifs
Type de route: Autoroute
Classe de trafic (DJMA projeté): inférieur à 20000
Années: ECAS (millions): 30 12,0
BB reporté à l'an prochain: 0 mm

Climat
Station météorologique: Choisir
Zone: T_{BB} T_{ma} IG_n σ_{IG}
Simulation: PR IG
n: IG_s

Couches de matériaux
Matériau H (mm)
1 BB 110
2 ERF émuls + 0,5% ciment 100
3 BB fissuré 60
4 MG 20 350
5 MG 112 (fuseau entier) 975
6
7
S CL, ML, CH, MH (IL > 0,9) Total = 1595

STRUCTURAL | GEL | GEL (1994)
nf 1400
f 1366
rapport nf / f > 2

STRUCTURAL
Mr effectif (MPa): 2094
a (po⁻¹): 0,43
m: 1,0
SN: 1,87
W18 (en millions): 51,946
Coût (\$/m²): 15,51

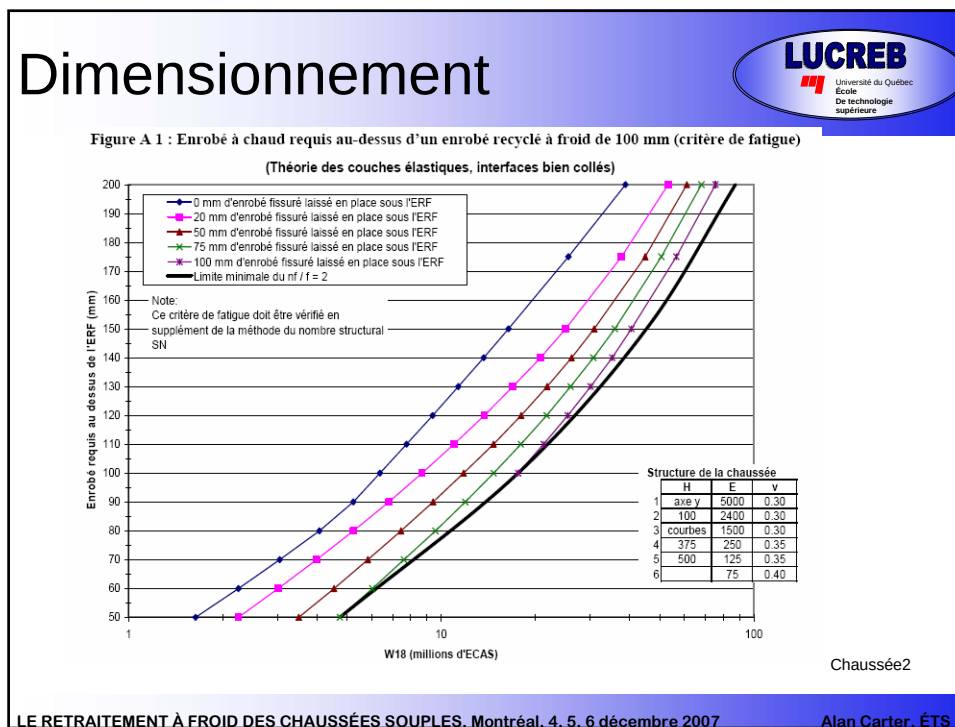
GEL
Mr effectif (MPa): 1400
a (po⁻¹): 0,3
m: 1,0
SN: 3,76
W18 (en millions): 12,283
Coût (\$/m²): 0,00

GEL (1994)
Mr effectif (MPa): 122
a (po⁻¹): 0,08
m: 0,8
SN: 4,64
W18 (en millions): 15,218
Coût (\$/m²): 0,00

Équivalences d'été (FAS = 0,6)
Mr = 33 MPa
CBR = 3,9
Cu = 117 kPa

Total
Coût (\$/m²): 22,51

Réinitialiser les matériaux



Dimensionnement



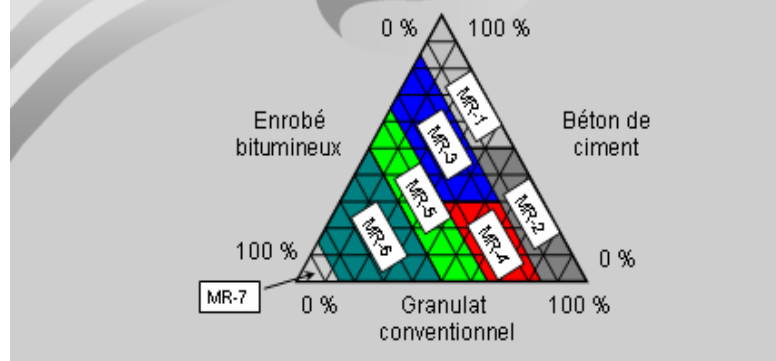
Matériaux retraités	Mr (MPa)
ERF émuls. + 0,5% ciment	1400
MR5 (40%BB)	137
MR5 (50%BB)	127
MR5 stabilisé avec émulsion	218
MR5 (150mm) émuls. +0,8% ciment	424
MR5 (150mm) émuls. +1,5% ciment	688
MR5 (200mm) émuls. +0,8% ciment	716

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS

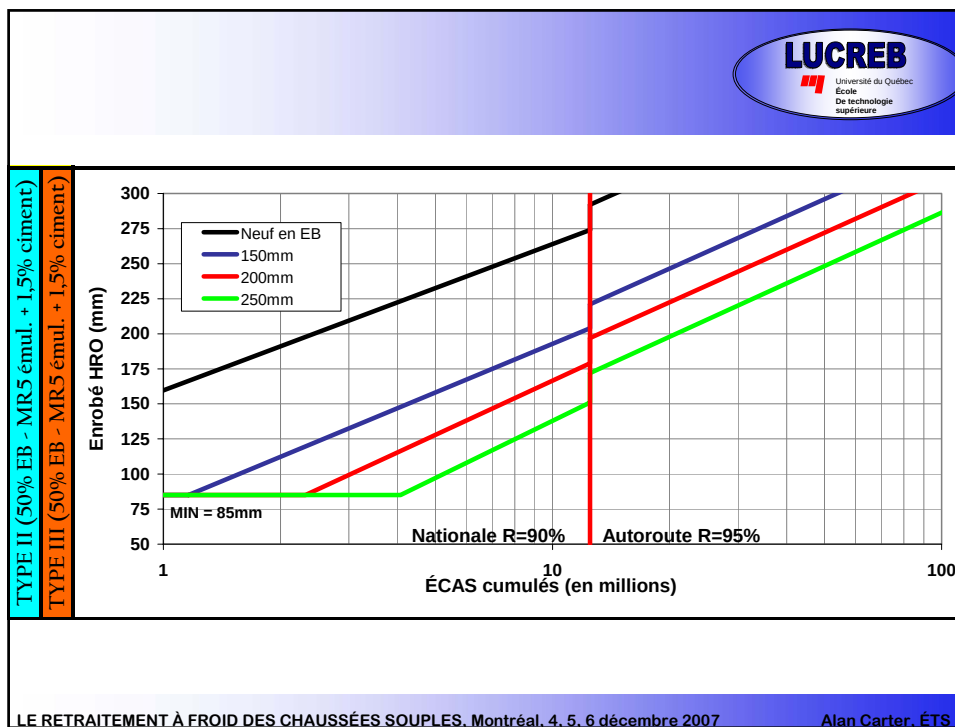


Classification de matériaux recyclés (MR)



LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSÉES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS



B
Bitume Québec

LUCREB
Université du Québec
École De technologie
supérieure

QUESTIONS?

LE RETRAITEMENT À FROID DES CHAUSSEES SOUPLES. Montréal. 4. 5. 6 décembre 2007

Alan Carter. ÉTS