

Alan Carter



**Augmenter la durée de
vie par l'utilisation de véhicules de
transfert de matériaux**

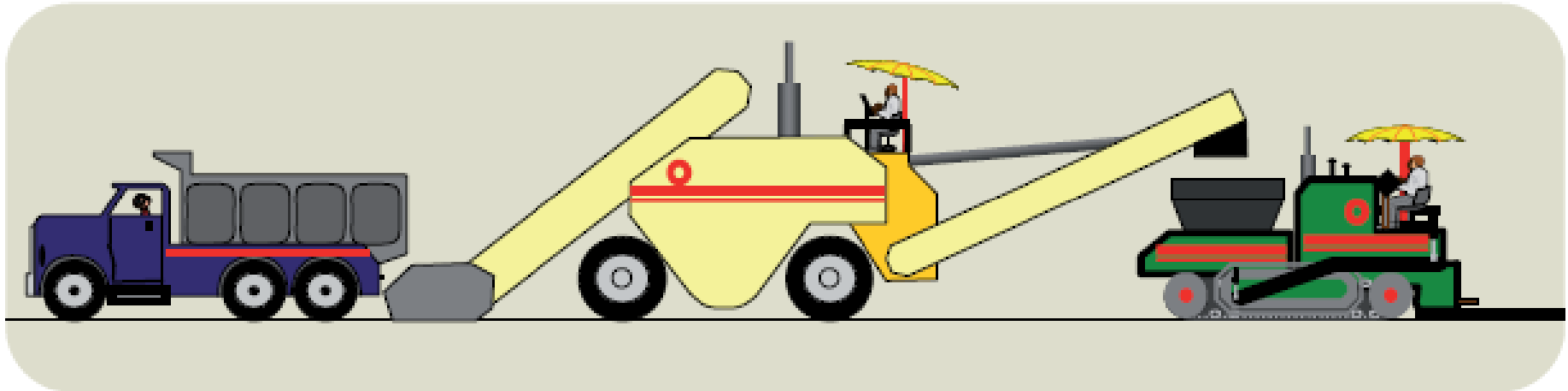
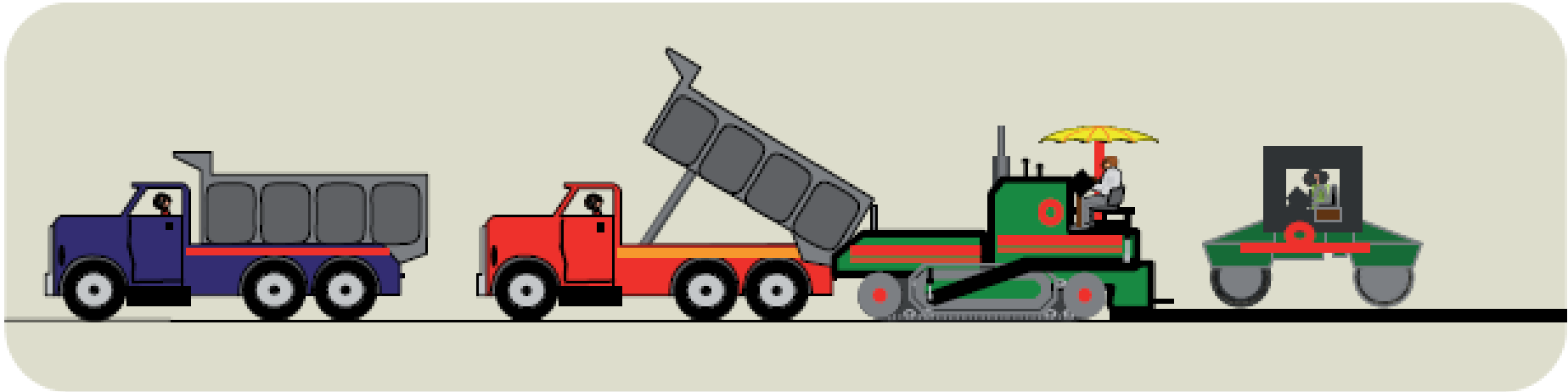
Plan de la présentation

- Dégradations des chaussées
- Véhicules de transfert de matériaux (VTM)
- Effet des VTM sur
 - La ségrégation
 - L'uni de la chaussée
- Impact de la ségrégation et de l'uni sur la durée de vie des chaussées
- conclusion





Véhicule de transfert de matériaux VTM

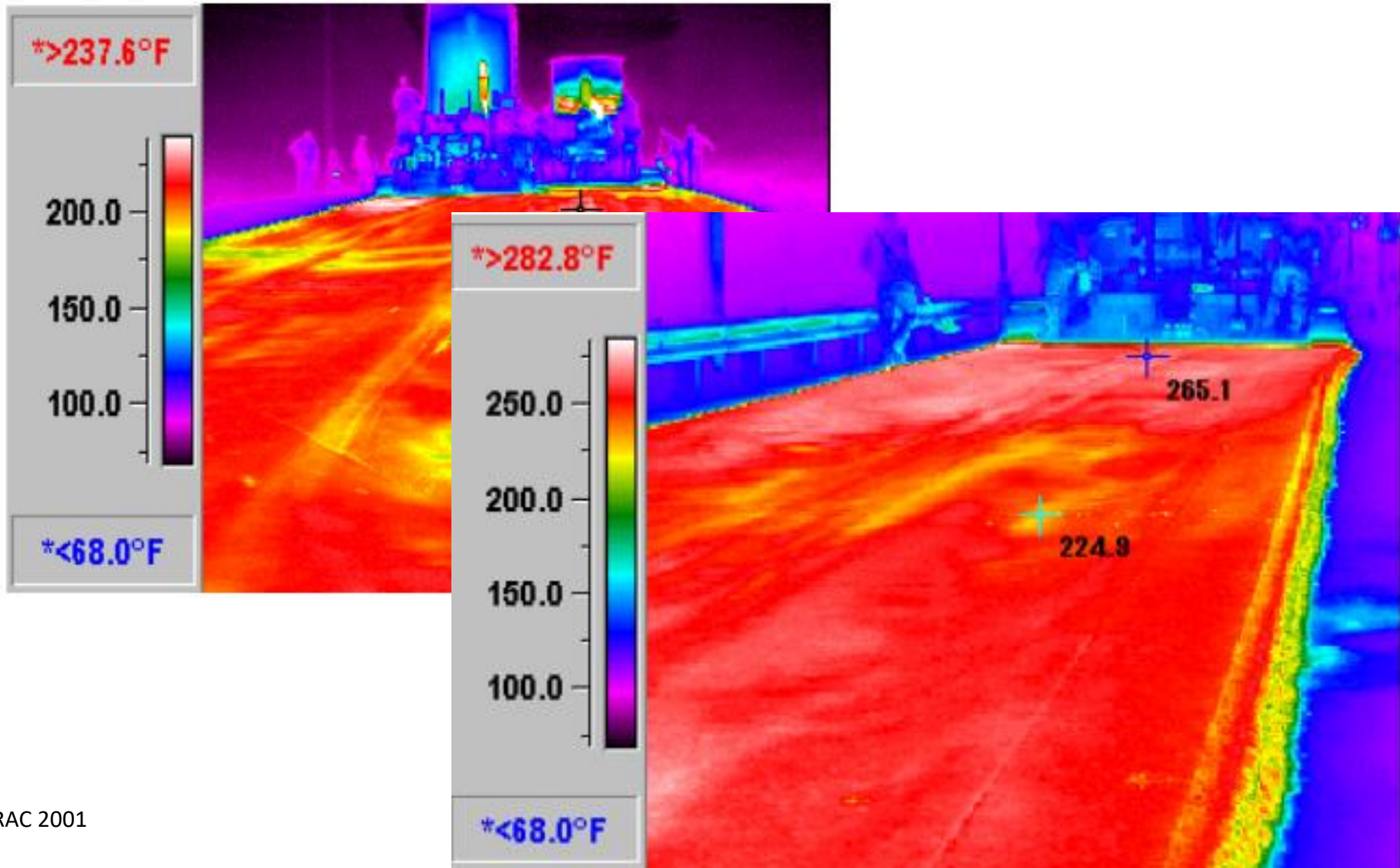


VTM

Fabricants	Modèles	Capacité en tonnes métriques ¹			
		Chambre de stockage-malaxage	Trémie de réception	Convoyeurs	Trémie supplémentaire
Roadtec	SB-2500	22,7	15 ⁽²⁾		13,6
Roadtec	SB-1500	13,6	15 ⁽²⁾		13,6
Roadtec	MTV-1000	—	12 ⁽²⁾		13,6
Blaw-Knox	MC-330	—	12,7	14,5	12,7
Terex	CR662RM	—	15	24	
Weiler	E2850	22,7	7 ⁽²⁾		11,8 ⁽³⁾
Weiler	E1250	—	5 ⁽²⁾		11,8 ⁽³⁾

Fabricants	Modèles	Taux d'opération (t/h)
Roadtec	SB-2500	544
Roadtec	SB-1500	544
Roadtec	MTV-1000	544
Blaw-Knox	MC-330	1500
Terex	CR662RM	544
Weiler	E2850	817
Weiler	E1250	544

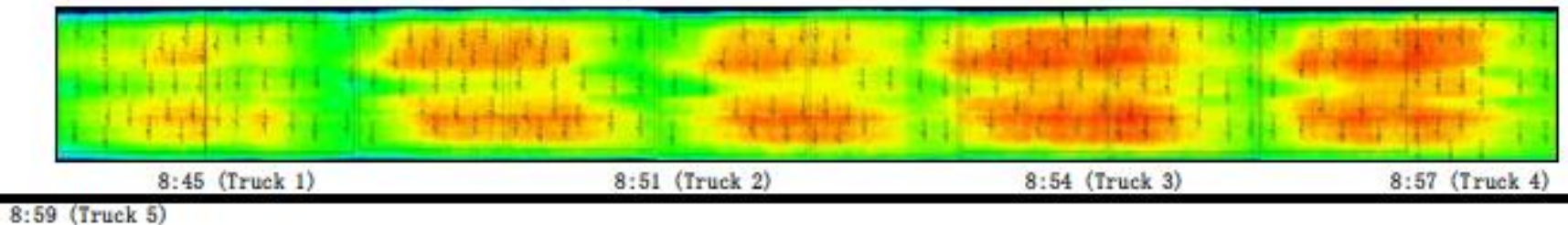
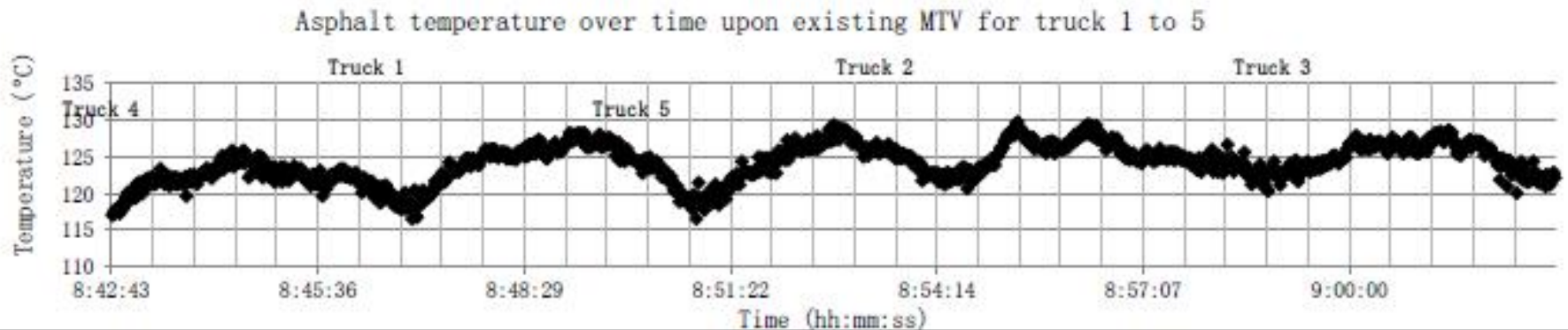
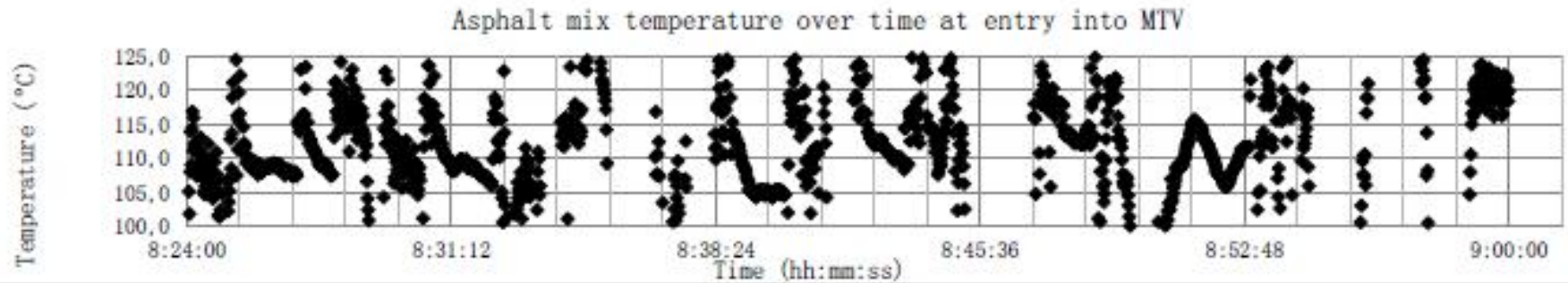
Effet des VTM sur la ségrégation



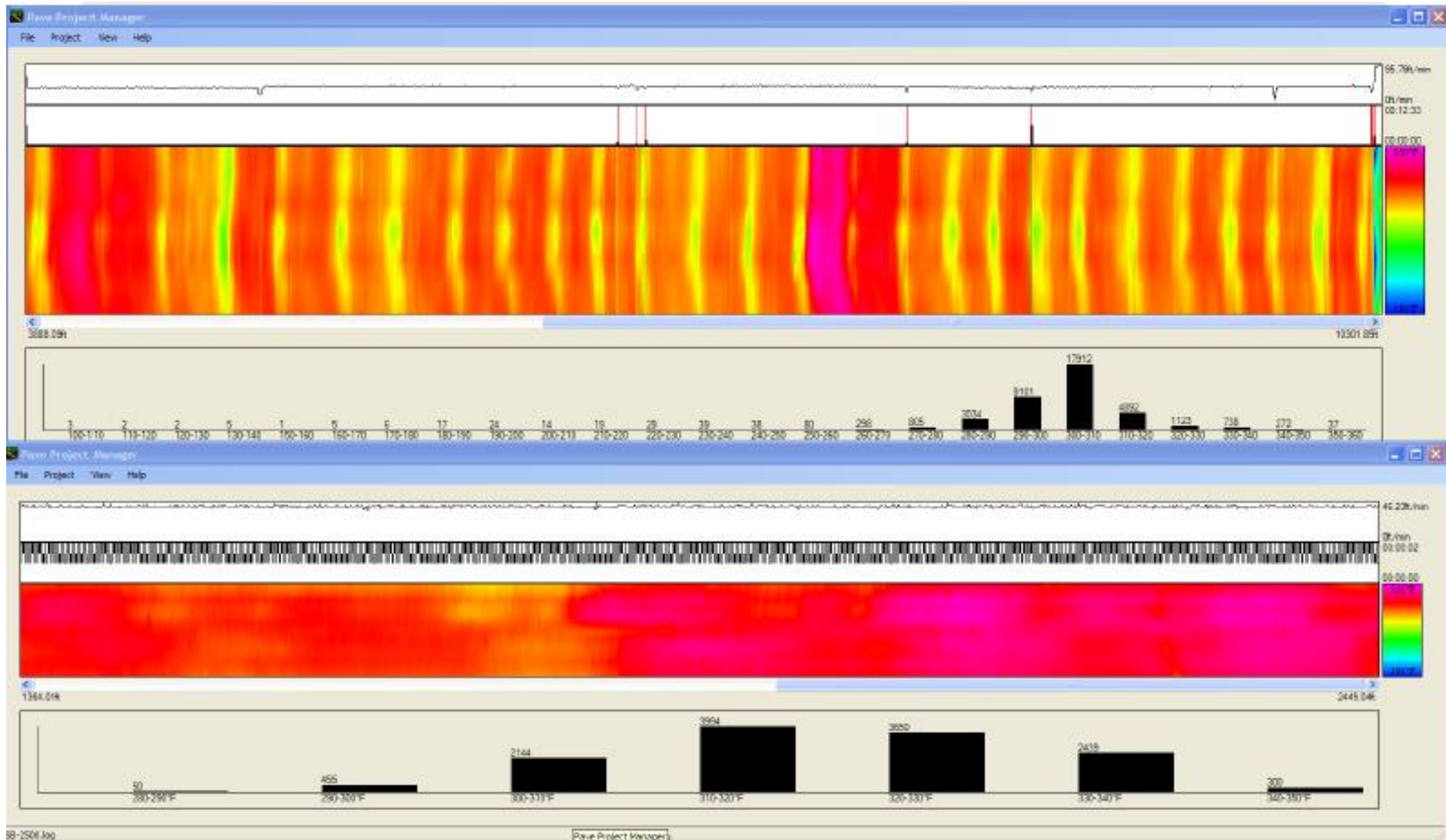
MISE EN OEUVRE DES ENROBÉS DÉGRADATIONS



Effet des VTM sur la ségrégation



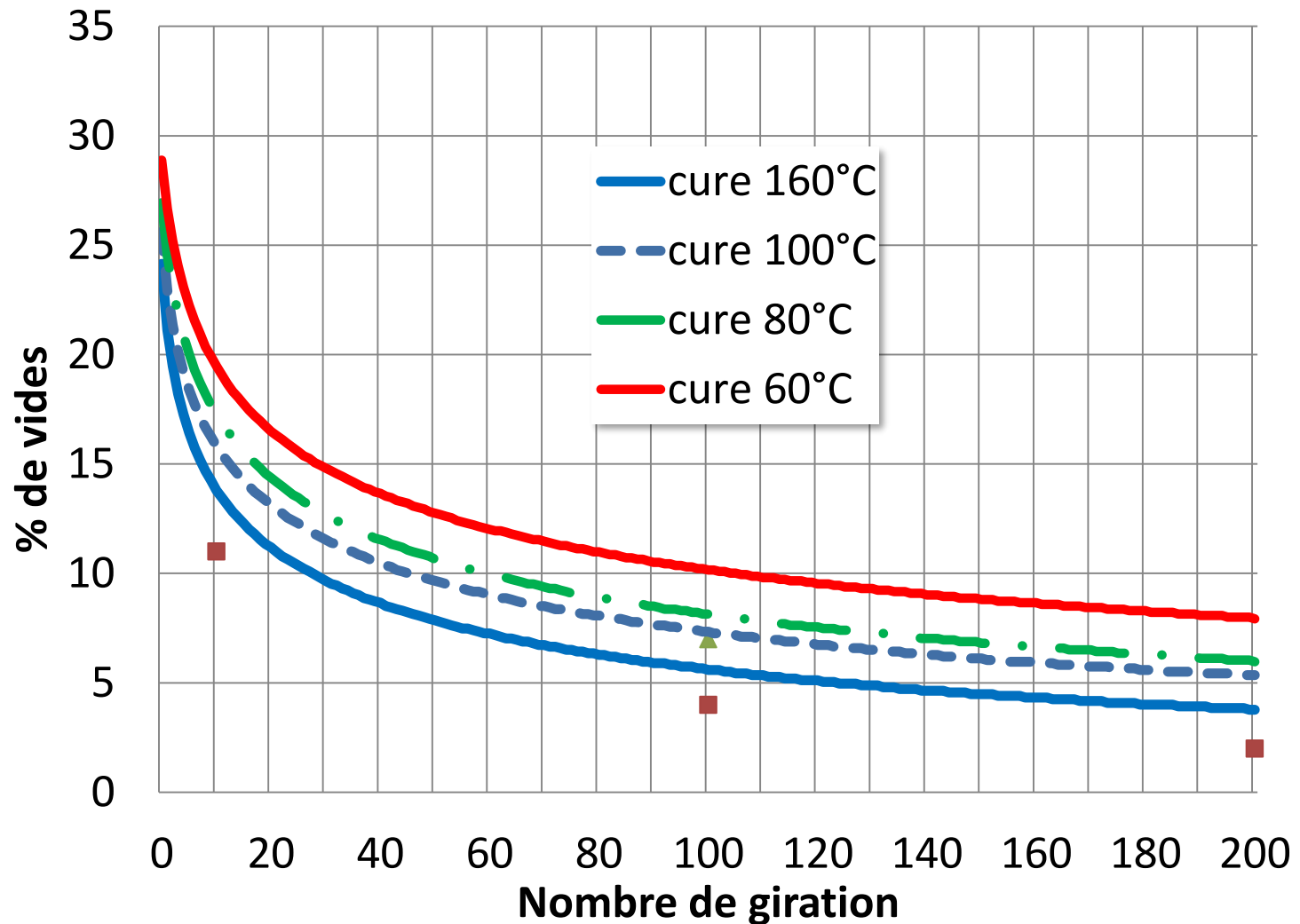
Effet des VTM sur la ségrégation



Section		with MTD AIRI	w/o MTD AIRI	t stat	t critical	Significantly Different ?
US 280	Mainline	65	76	6.73	4.30	Yes
US80	Binder	56	66	27.67	4.30	Yes
	Surface	62	94	22.17	3.18	Yes
US 82	Binder	58	68	20.82	2.78	Yes
	Surface	41	50	79.65	2.78	Yes
I 85	Binder	63	70	34.93	4.30	Yes

Location		Percentage of 15-foot lengths with Non-Uniform Temperatures, %	
		without MTD	with MTD
Phenix City	Mainline	21.8	3.7
	Frontage	23.1	14.5
Selma	Binder	46.7	10.3
	Surface	63.1	20.6
Reform	Binder	37.8	40.6
	Surface	12.4	5.6
Opelika	Binder	33.6	5.0
AVERAGE		34.1%	14.3%

Température vs compacité



Effet des VTM sur l'uni

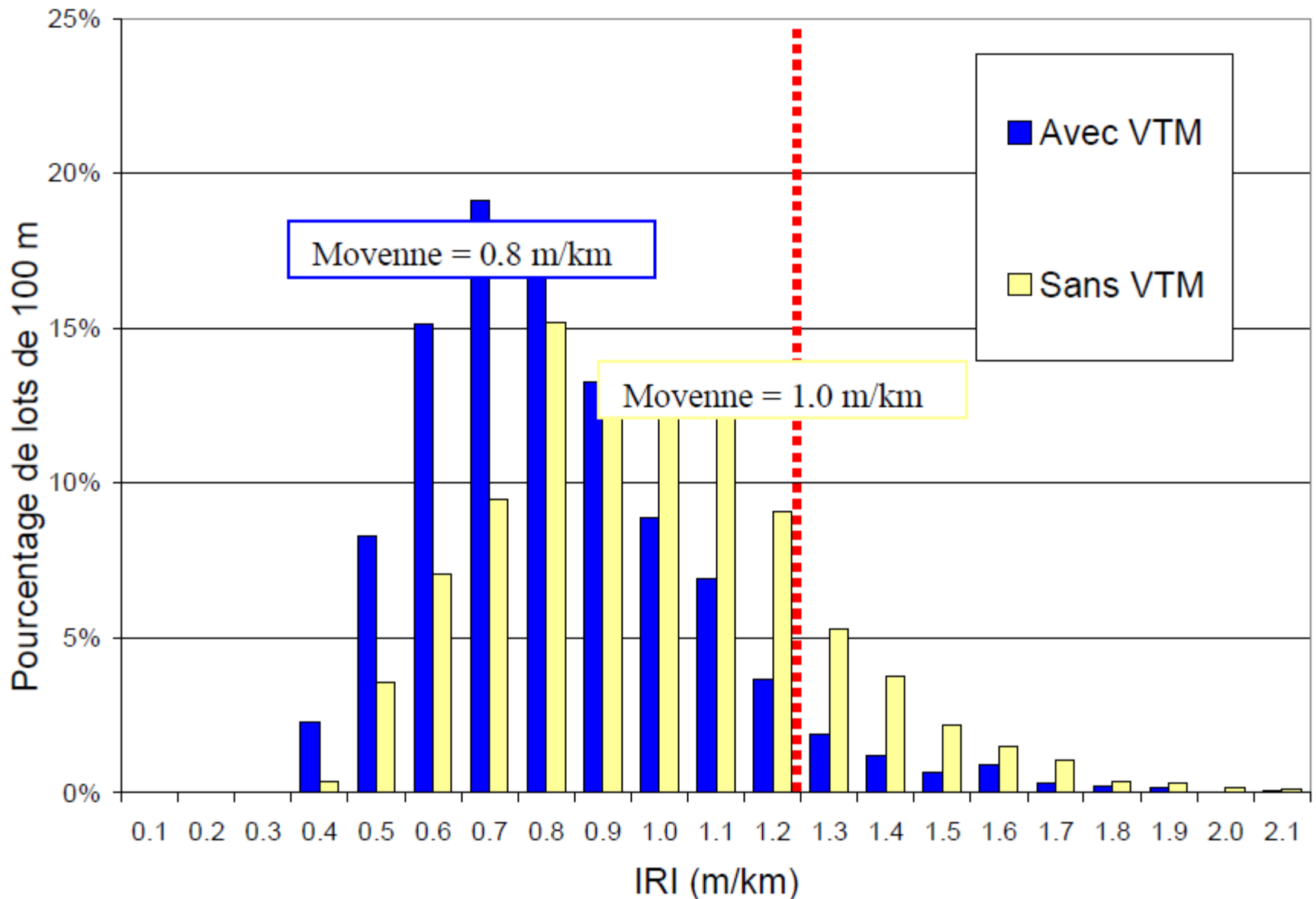
- Indice de rugosité international: IRI
- L'IRI est un indice représentant le mouvement vertical de la suspension d'un véhicule standardisé parcourant à 80 km/h.
- IRI faible = chaussée offre une qualité de roulement acceptable.



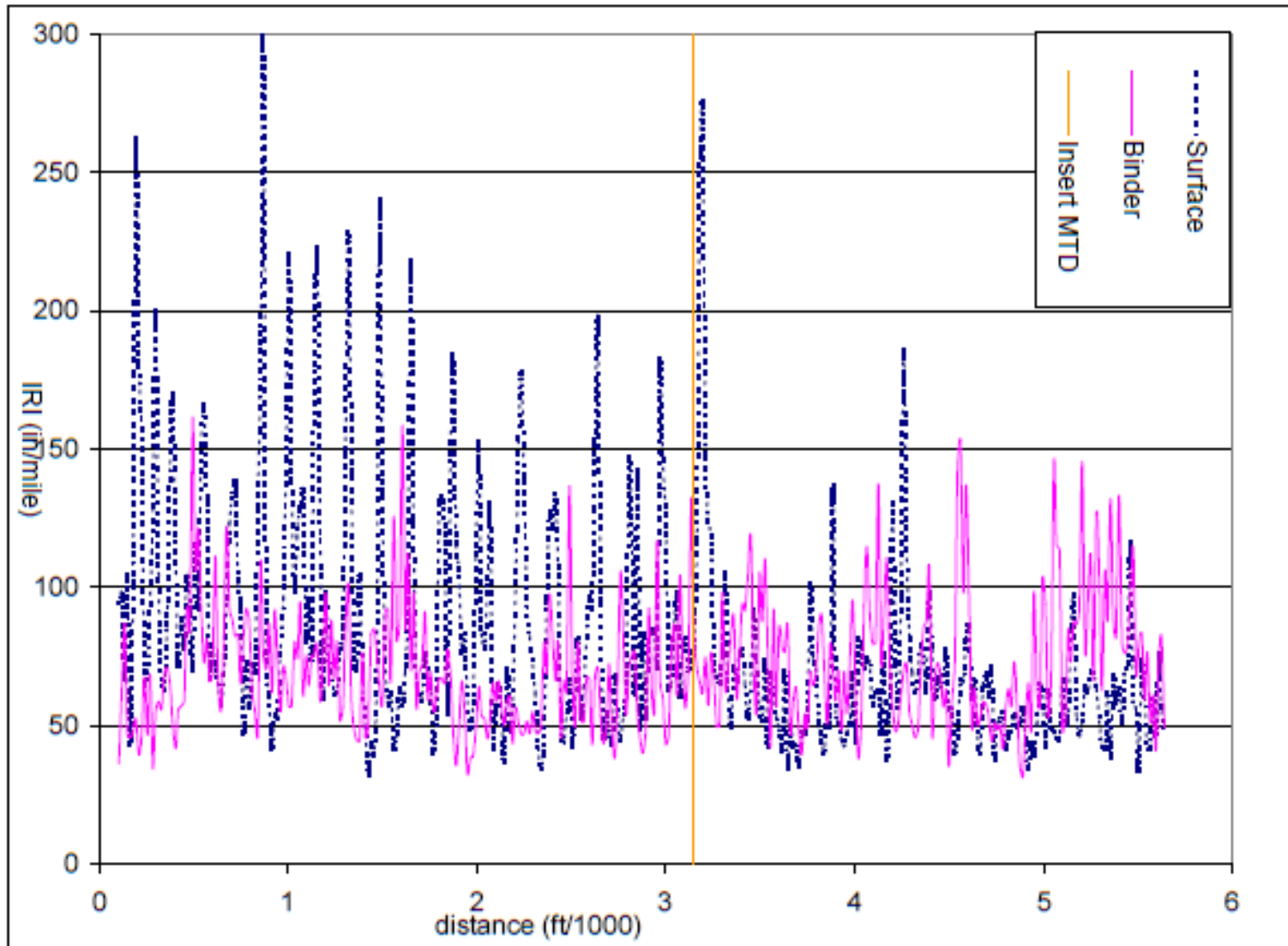
IRI: Indice de Rugosité International

AUTOROUTES IRI (m/km)	QUALITÉ DE ROULEMENT	URBAIN IRI (m/km)
< 1,10	Très bon	0 – 4,7
1,11 – 1,60	Bon	4,7 – 7,0
1,61 – 2,50	Passable	7,0 – 8,8
2,51 – 3,50	Mauvais	8,8 – 10,5
> 3,50	Très mauvais	> 10,5

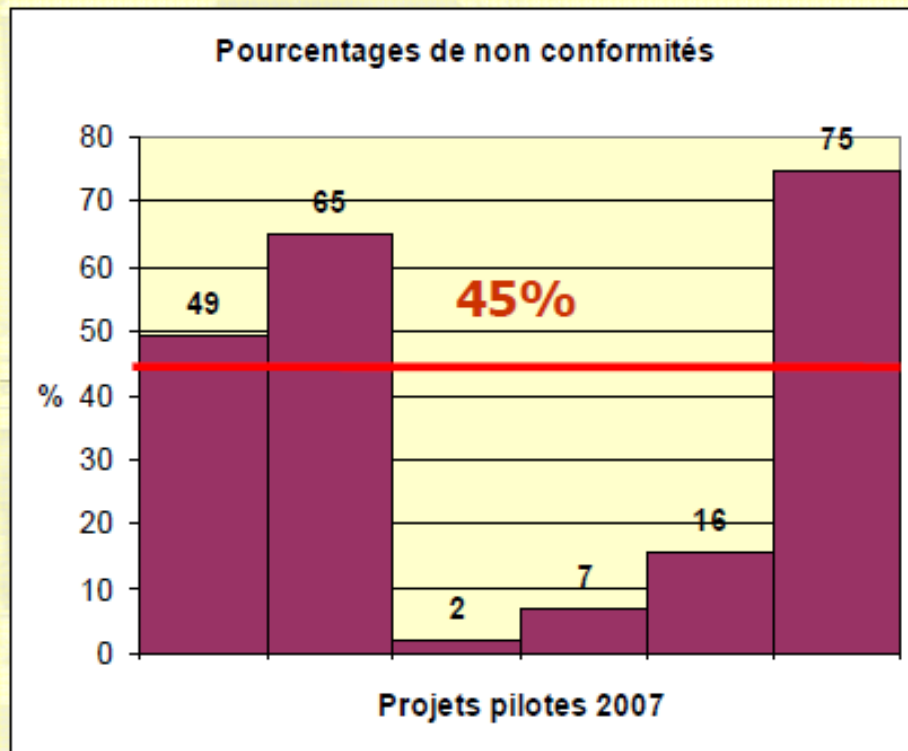
Effet des VTM sur l'uni



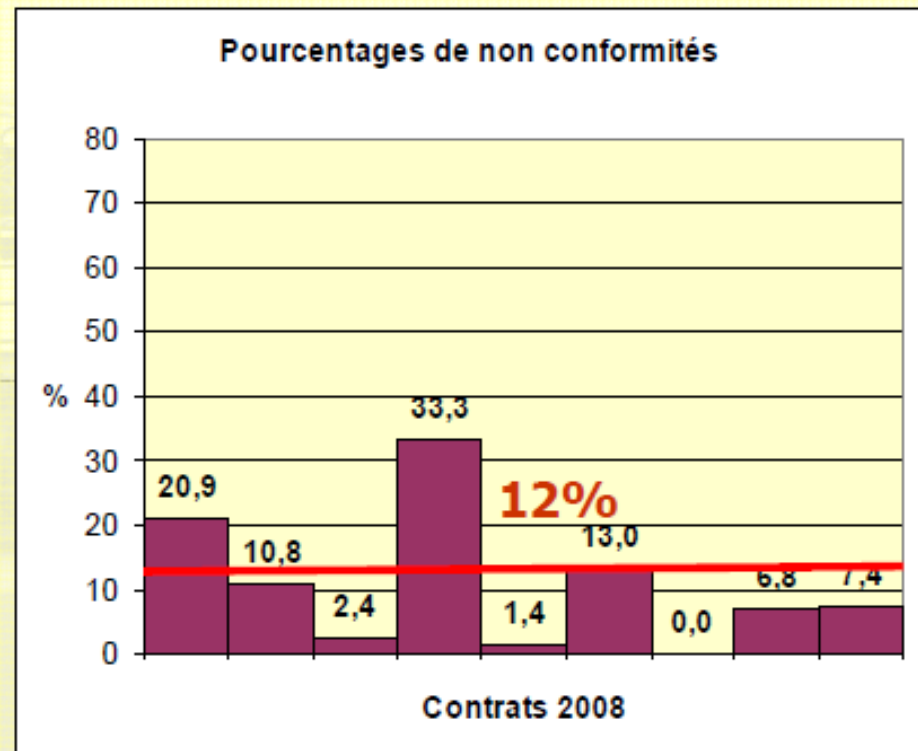
Effet des VTM sur l'uni



Ségrégation thermique longitudinale:



Avant VTM



Avec VTM

Ça change quoi?

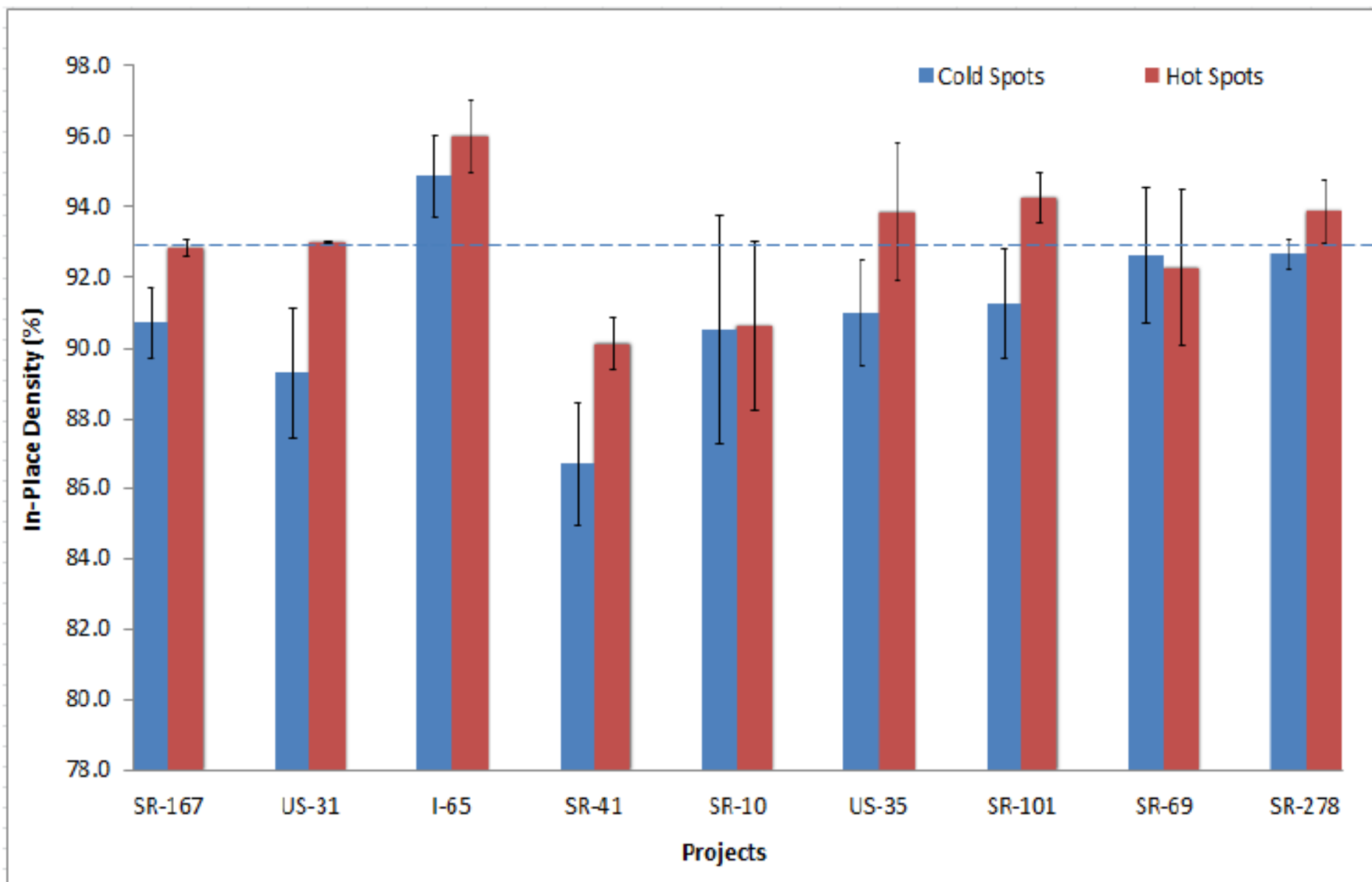
- Quel est l'effet de la ségrégation sur la chaussée?
- Quel est l'effet de l'IRI plus élevé sur la chaussée?

Effet de la mauvaise compaction et de la ségrégation

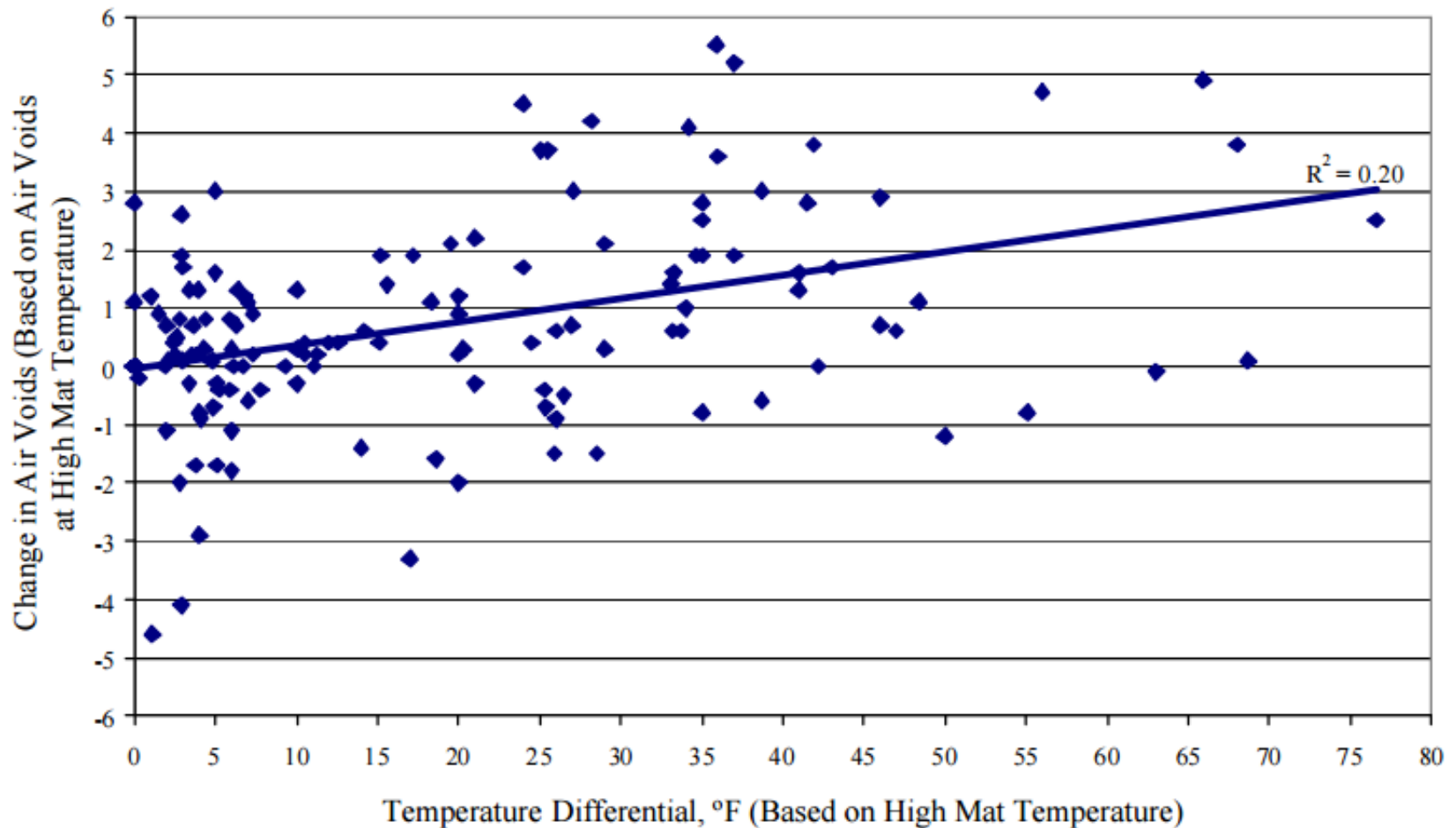
- Plusieurs études ont démontrés qu'une mauvaise compaction = durée de vie moindre
- Ce n'est pas une nouvelle trouvaille:
 - Parker 1959
 - Dickson et al. 1970
 - Hadley et al. 1971
 - Geller 1984

Selon NCHRP 441

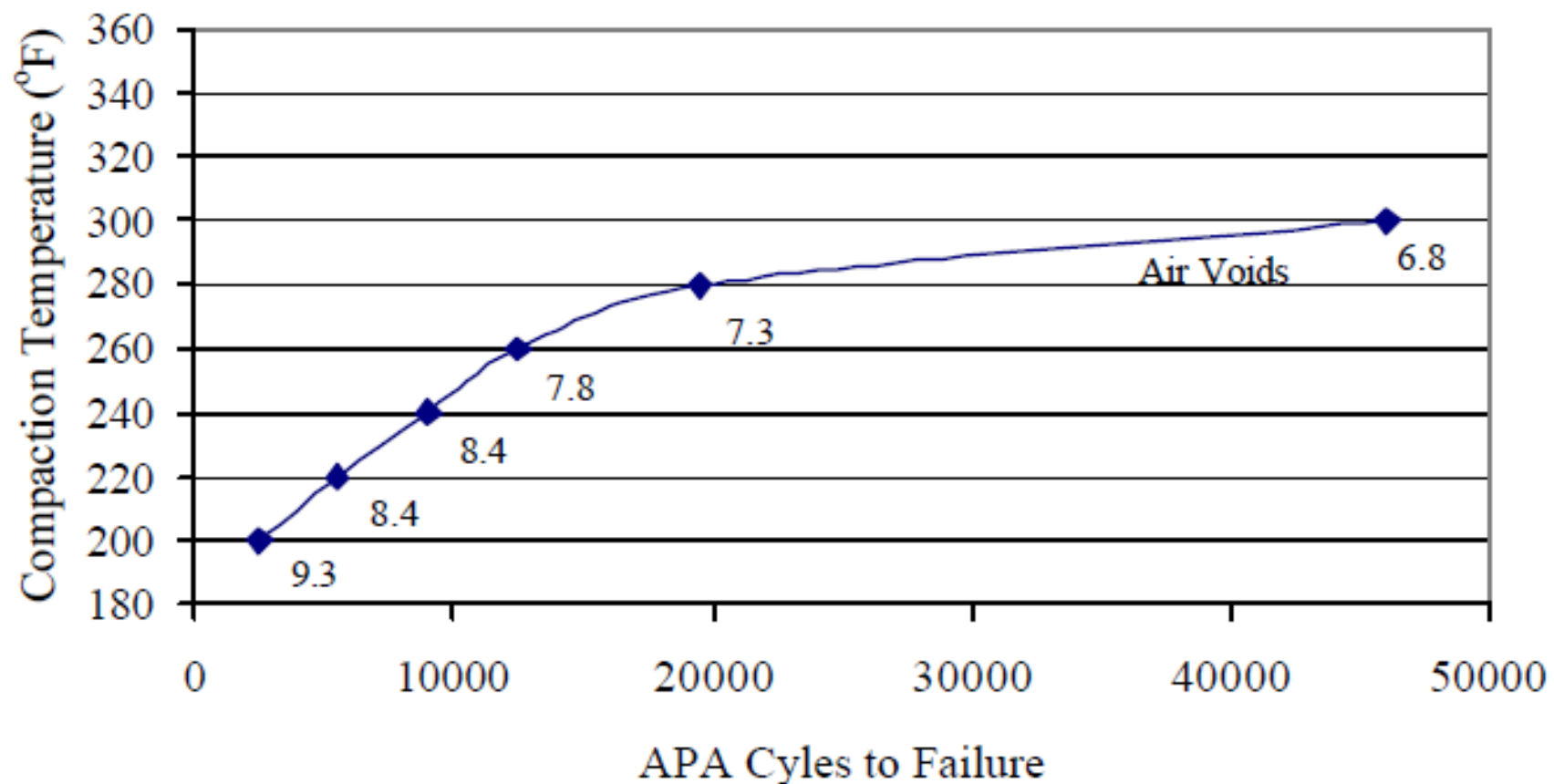
Mixture Property	Percent of Non-Segregated Mix Property by Level of Segregation			
	Fine	Low	Medium	High
Permeability	Increased slightly	Increasing with level of coarse segregation		
Resilient Modulus	Little or slightly increasing stiffness	80 to 90%	70 to 80%	50 to 70%
Dynamic Modulus	Little or slightly increasing stiffness	80 to 90%	70 to 80%	50 to 70%
Dry Tensile Strength	110%	90 to 100%	50 to 80%	30 to 50%
Wet Tensile Strength	80 to 90%	75%	50%	30%
Low-Temperature Tensile Stress	No conclusions due to test method difficulties			
Loss of Fatigue Life when Segregation in Upper Lifts, %	Not Estimated	38%	80%	99%
Rutting Potential	Not strongly influenced by gradation segregation			Mixed Results



Température vs vides

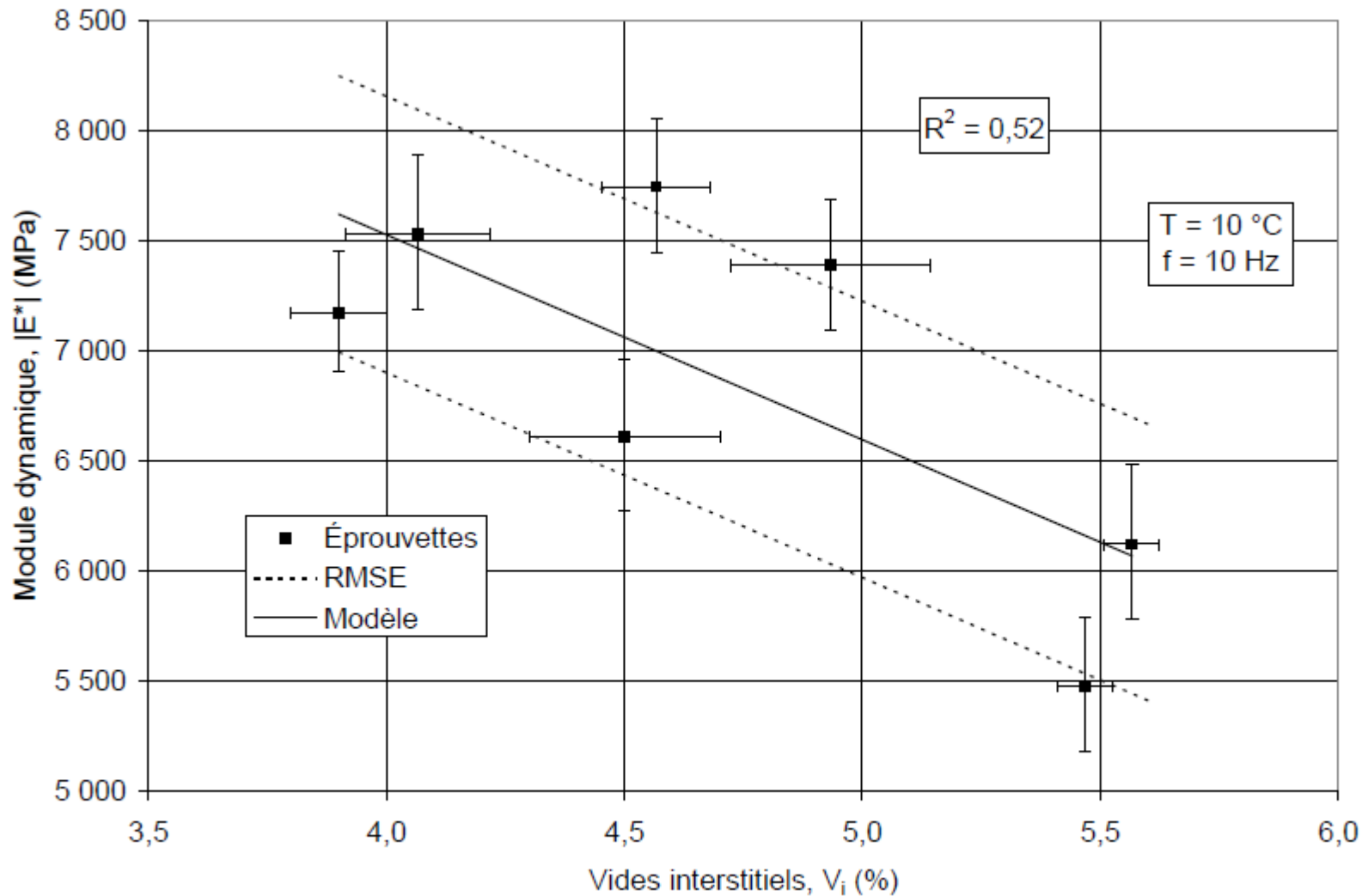


3/8" HMA APA Fatigue Susceptibility



(Collins (1998))

Effet de la teneur en vide



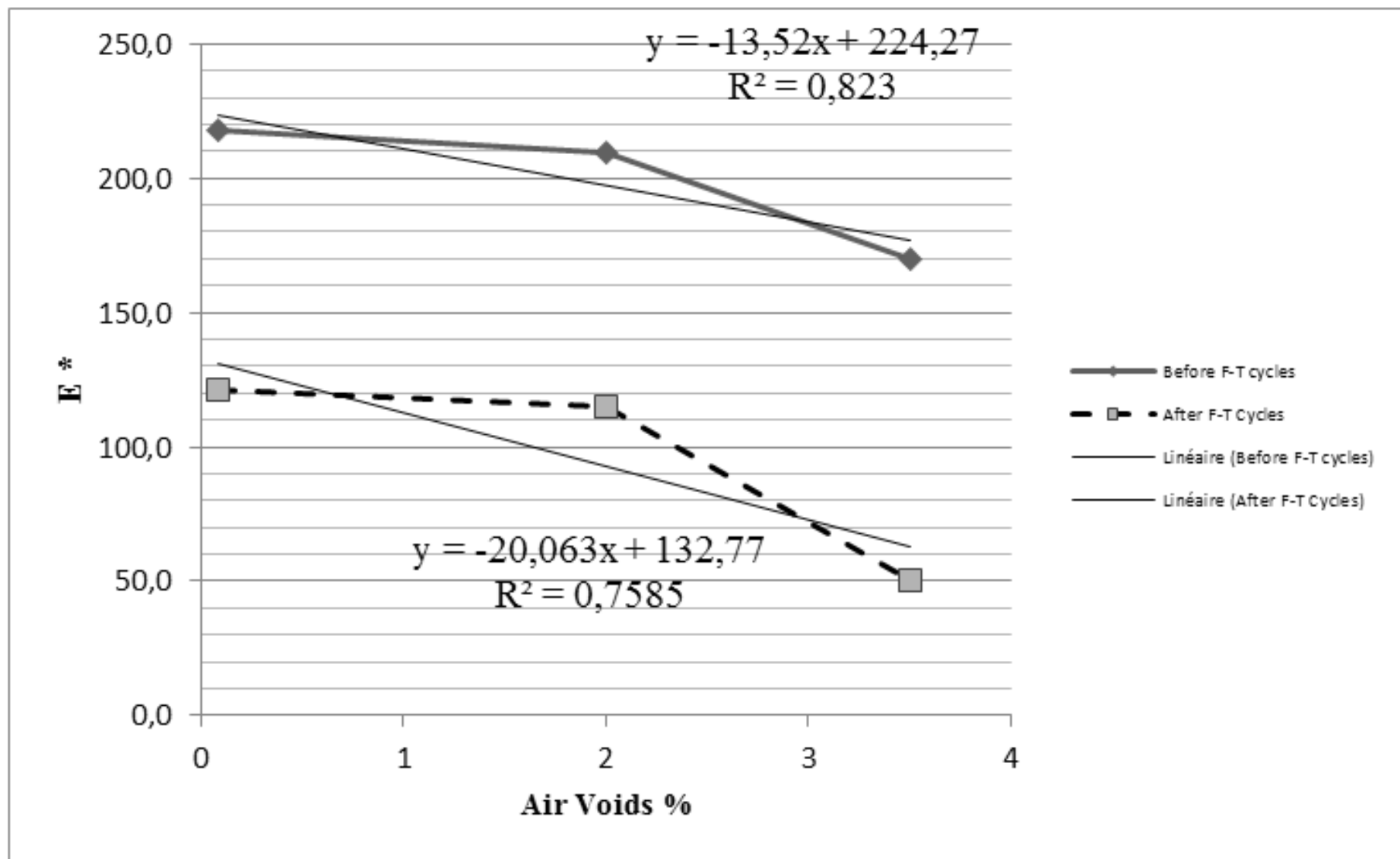
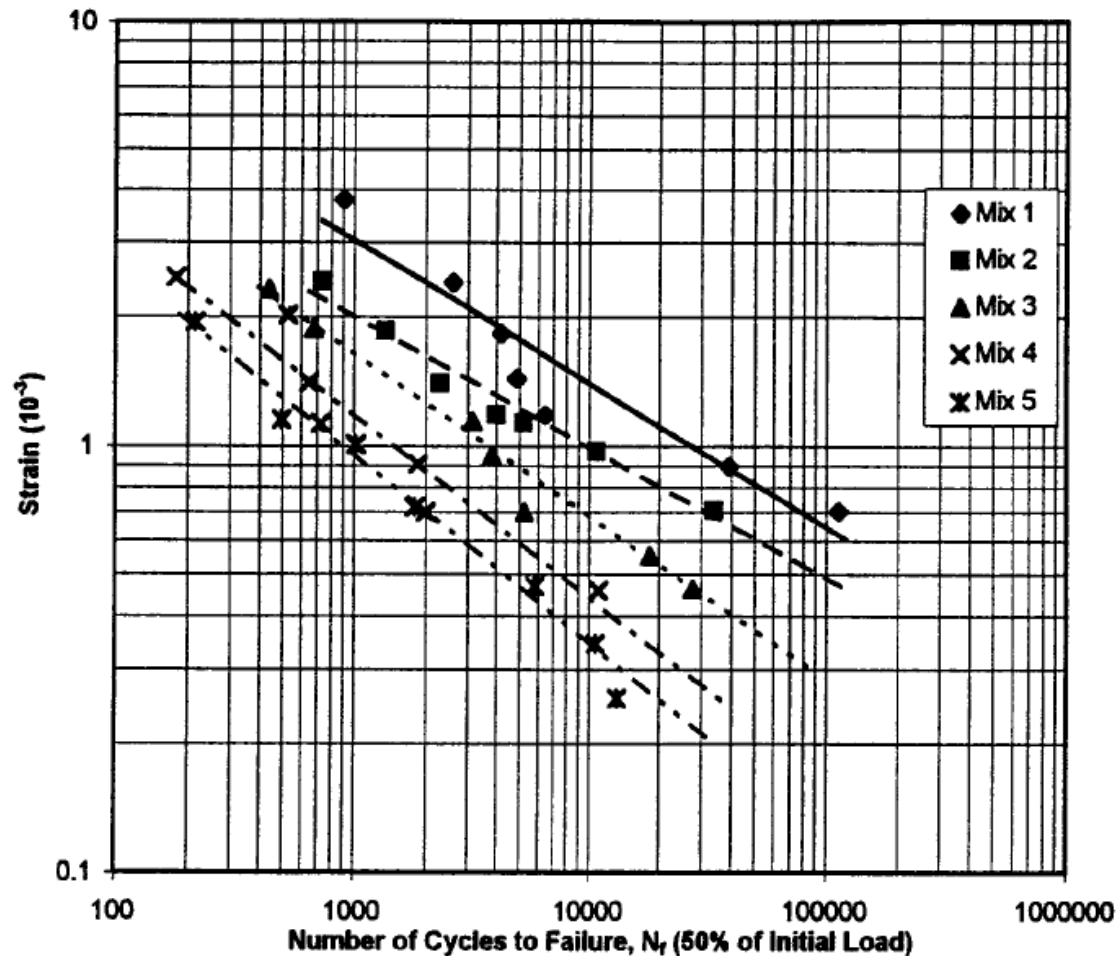
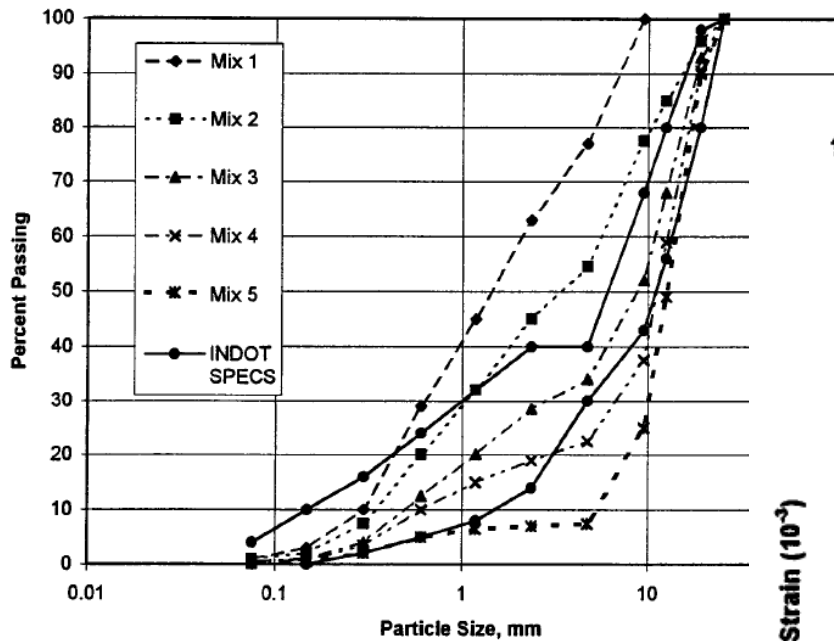
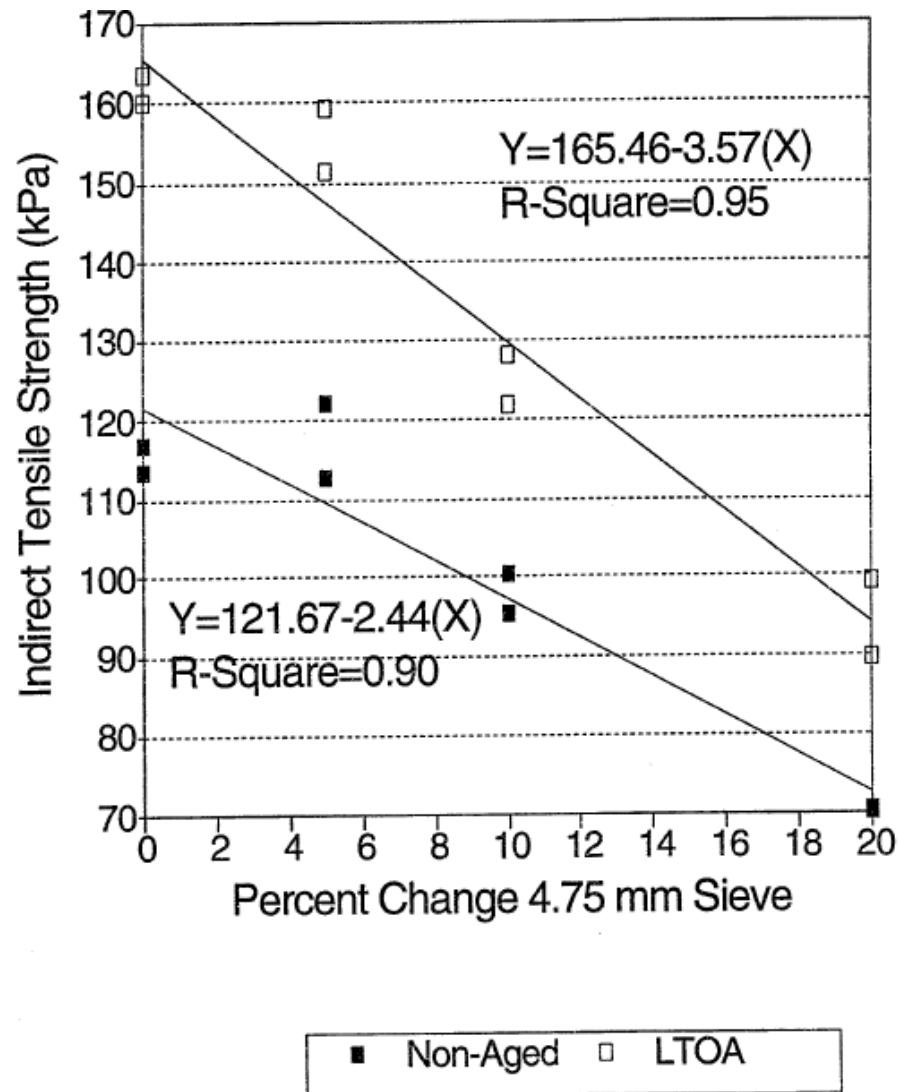


Figure 15. High temperature & low frequency (40 °C, 0.03 Hz)

Pas seulement de la ségrégation thermique



Pas seulement de la ségrégation thermique



Et l'IRI lui?

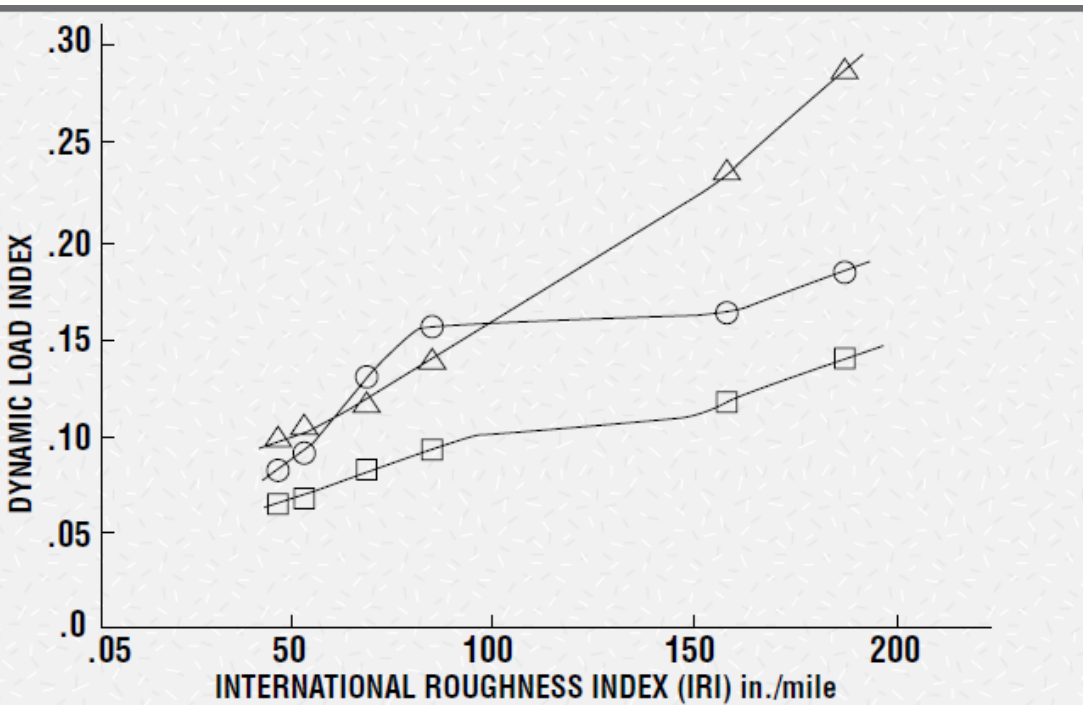


IRI vs durée de vie

INITIAL SMOOTHNESS in./mi. (mm/km)	LONG TERM ROUGHNESS in./mi. (mm/km)	IMPROVEMENT (%)
35 (553)	41 (647)	0
30 (474)	35 (553)	13
25 (395)	30 (474)	27
20 (316)	24 (379)	40
15 (237)	19 (300)	54
10 (158)	13 (205)	67

INITIAL SMOOTHNESS in./mi. (mm/km)	LONG TERM CRACKING in./mi. (mm/km)	IMPROVEMENT %
35 (553)	26 (410)	0
30 (474)	17 (268)	35
25 (395)	9.5 (150)	63
20 (316)	4 (63)	85
15 (237)	1 (16)	96
10 (158)	0	100

IRI vs durée de vie



**REDUCTION IN
INITIAL ROUGHNESS %**

**10
25
50**

AVERAGE % INCREASE IN SERVICE LIFE

ASPHALT

**5
13
27**

CONCRETE

**7
18
36**

Durée de vie plus longue = simple équation

$$\text{IRI} = \text{IRI}_0 + 0.0150 * \text{SF} + 0.400 * \text{FC}_{\text{Total}} + 0.0080 * \text{TC} + 40 * \text{RD}$$

where

IRI_0 = initial IRI (in./mi),

SF = site factor,

FC_{Total} = area of fatigue cracking (combined alligator, longitudinal, and reflection cracking under wheelpath) (% of total lane area),

TC = length of transverse cracking (ft/mi), and

RD = average rut depth (in.).

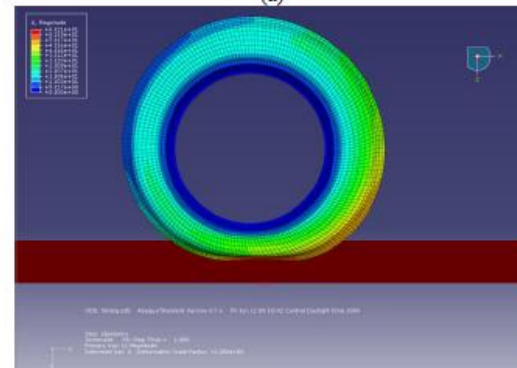
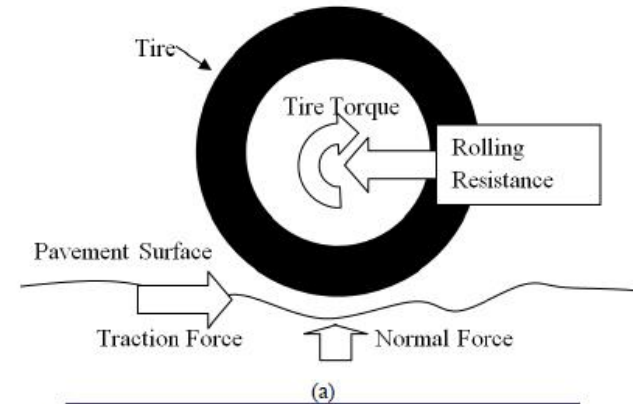
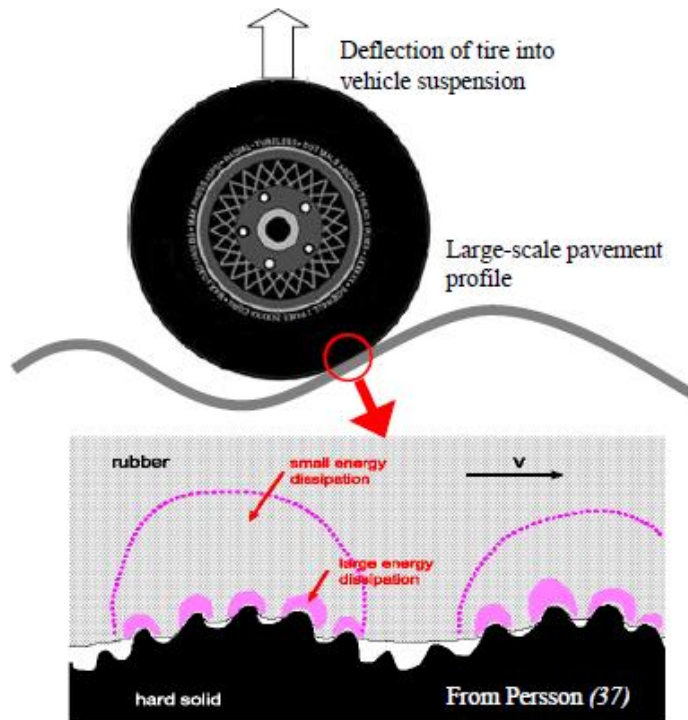
IRI: Indice de Rugosité International

Au Québec, jusqu'en 2012

IRI par 100 mètres (m/km)	Bonus ou pénalités applicables par 100 mètres
$IRI \leq 0,8$	+100 \$
$0,8 < IRI \leq 0,9$	+ 50 \$
$0,9 < IRI \leq 1,0$	+ 20 \$
$1,0 < IRI \leq 1,1$	+ 10 \$
$1,1 < IRI \leq 1,2$	0 \$
$1,2 < IRI \leq 1,3$	- 10 \$
$1,3 < IRI \leq 1,4$	- 20 \$
$1,4 < IRI \leq 1,5$	- 100 \$
$1,5 < IRI \leq 1,6$	- 500 \$
$1,6 < IRI \leq 1,7$	- 1000 \$

Lorsque l'IRI mesuré sur un lot de 100 mètres est supérieur à 1,7 m/km, le lot est rejeté, et l'entrepreneur doit y apporter les corrections nécessaires. Ces spécifications incitatives améliorent

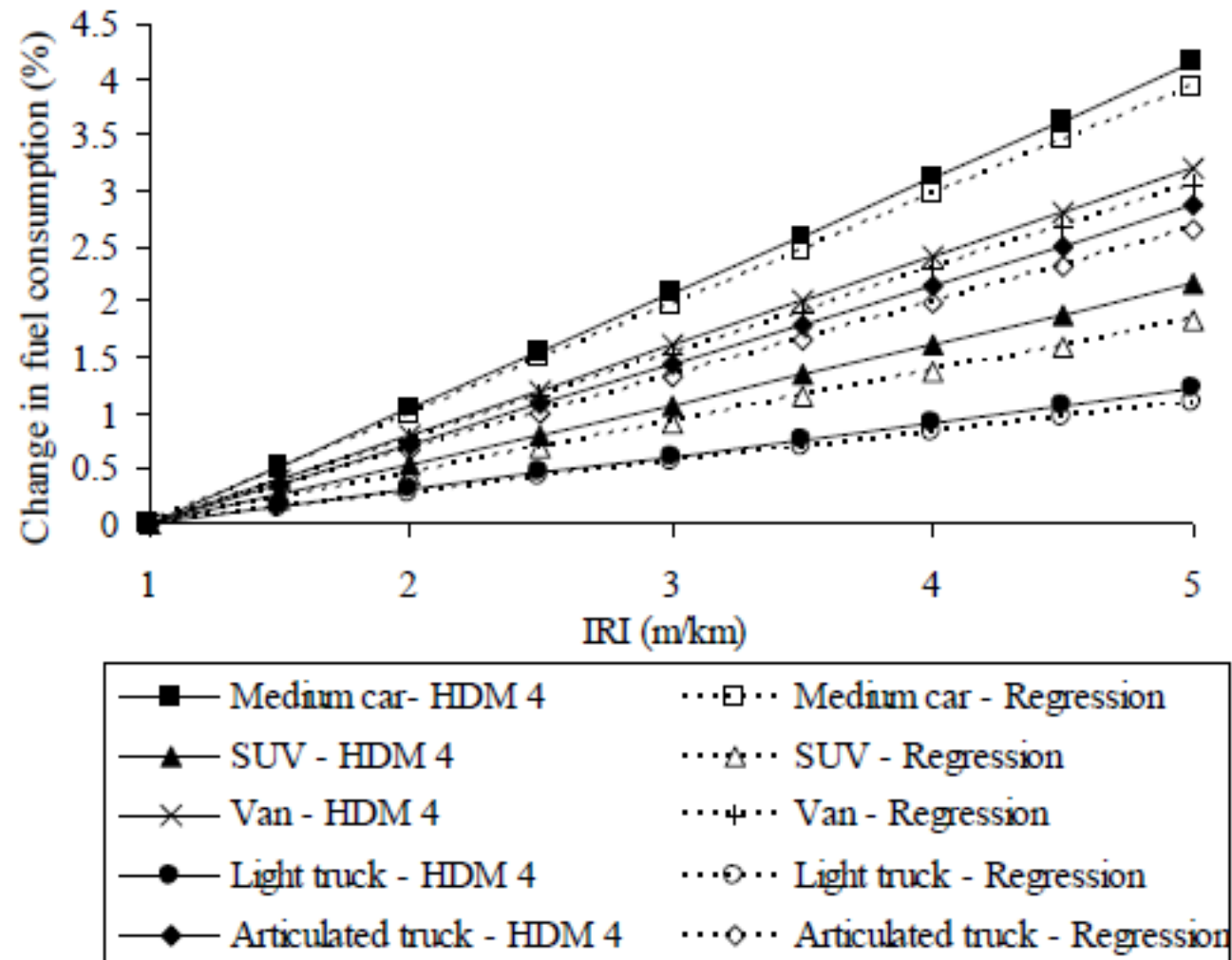
Coûts associés à la résistance au roulement



Coût de l'uni de la chaussée

- Une réduction de l'IRI de 10% = 4,5% d'économie de carburant pour les véhicules lourds (Epps et al. 2002)
- Une réduction de l'IRI de 10% = 1,3% d'économie de carburant pour les véhicules lourds (Jackson 2004)
- Une réduction de l'IRI de 10% = 10% d'économie de carburant pour les véhicules lourds (Powell 2005)

Résistance au roulement



Conclusion

- VTM permet de limiter la ségrégation thermique et d'améliorer l'uni
 - Devrait donc permettre une amélioration de la qualité de la chaussée ; à court terme et probablement une prolongation de la durée de vie
- Une diminution de l'IRI initial de 0,14 m/km permet un gain de durée de vie de la chaussée de 7 ans (FHWA 2006)

Merci



Alan Carter

alan.carter@etsmtl.ca