



LES ENROBÉS BITUMINEUX MODIFIÉS AU SOUFRE

Convention Annuelle de
Bitume Québec 2012



Par Tjah Sutandar & Gaétan Poirier
23 mars 2012

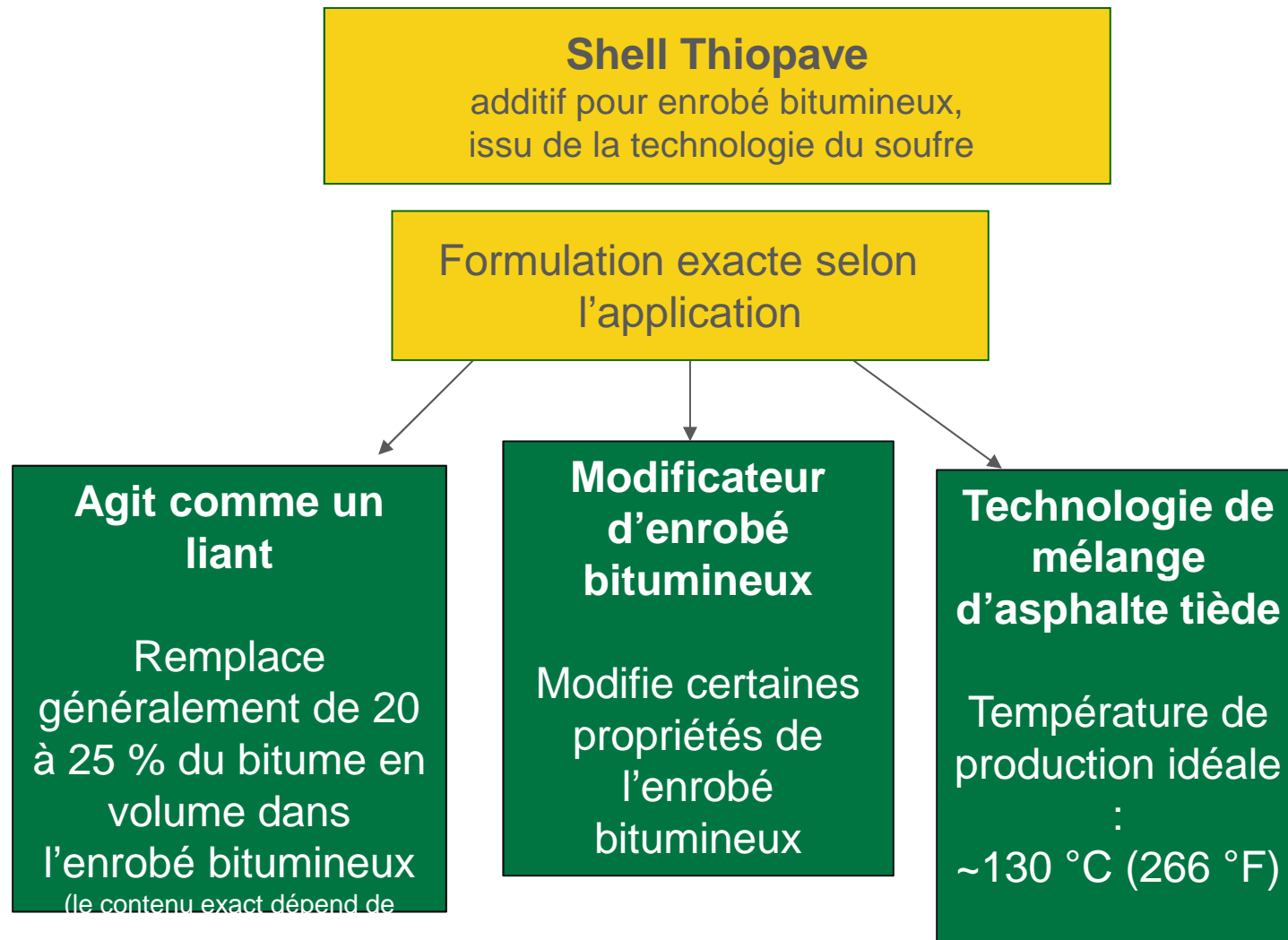
ENROBÉS BITUMINEUX MODIFIÉS AU SOUFRE - AGENDA

- **BREF HISTORIQUE**
- **UN ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE – C'EST QUOI?**
- **LA PERFORMANCE ROUTIÈRE ACCRUE D'UN ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE**
- **LA VALEUR AJOUTÉE DE CETTE TECHNOLOGIE DE POINTE**
- **LA GESTION DE LA SANTÉ / SÉCURITÉ & DE L'ENVIRONNEMENT**
- **CONCLUSION**
- **QUESTIONS?**

HISTORIQUE DES ENROBÉS BITUMINEUX MODIFIÉS AU SOUFRE

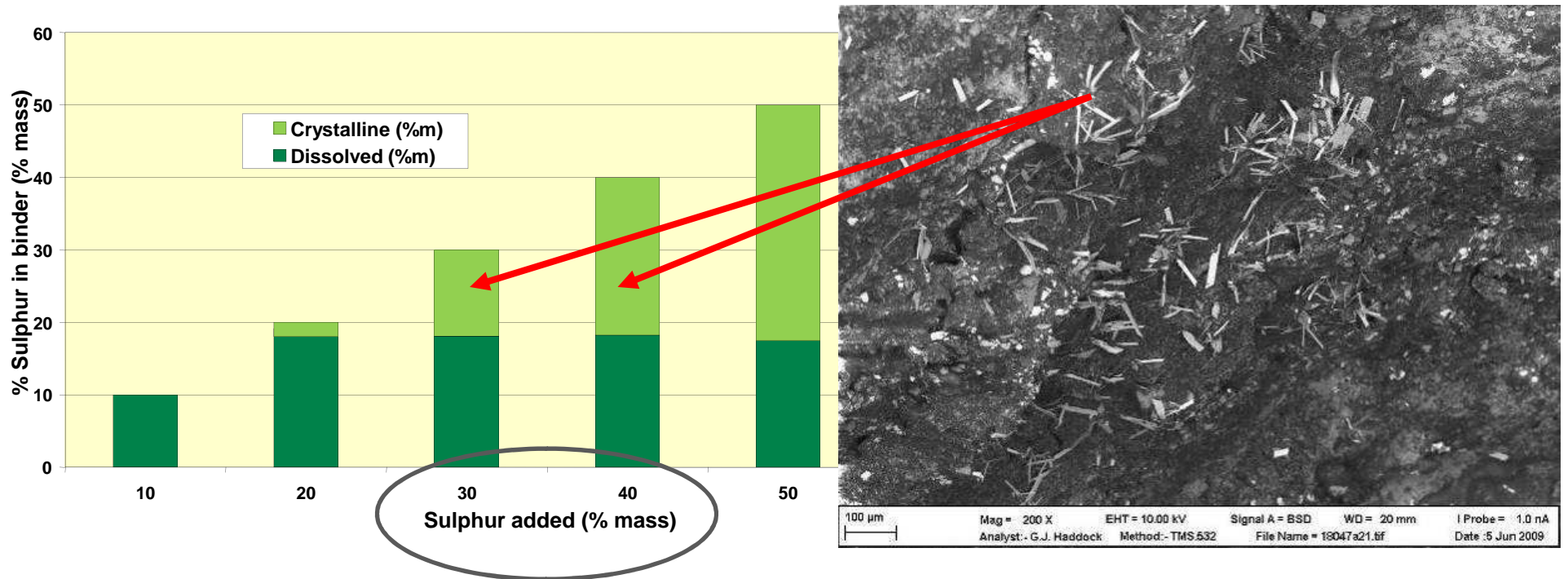
- L'addition de soufre aux enrobés bitumineux n'est pas une nouvelle technologie
- Elle a été utilisée dans les années 1970 et 1980 (> 100 projets), époque où le prix des bruts a culminé
- La technologie n'a pas réussi à s'imposer à cause de certains inconvénients majeurs (non relié à la performance de celui-ci)
- Depuis le début des années 2000, la technologie Shell Thiopave s'est grandement améliorée à l'égard de la gestion de la Santé et la Sécurité des travailleurs, de celle de la manutention des produits et de la protection de l'environnement. Au cours de cette période, Shell a effectué plus de 90 projets

UN ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE - C'EST QUOI?



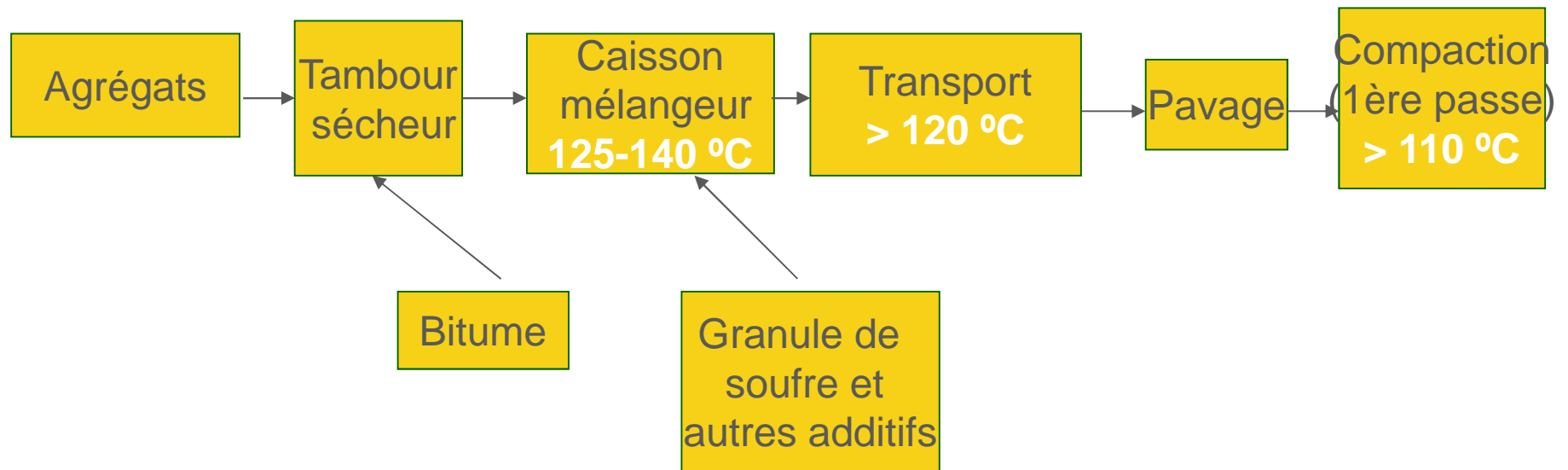
ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE – LA 'CRISTALLISATION'

En ajoutant, un excès de soufre on obtient un processus de 'cristallisation'.



LA TECHNOLOGIE D'ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE COMMENT EST-ELLE UTILISÉE?

Des granules de soufre et autres additifs sont ajoutés à l'enrobé bitumineux après l'ajout du Bitume



AJOUT DES COMPOSANTES À L'USINE D'ENROBÉ BITUMINEUX



- Les composantes s'ajoutent de façon sécuritaire et efficacement aux enrobés bitumineux
- Il existe de nombreux types de dispositifs d'alimentation automatique qui peuvent s'utiliser
- La solution exacte dépendra du type, de la capacité et de la configuration particulière de l'usine d'asphalte.
- Aucune incidence prévue sur le taux de production d'enrobé bitumineux

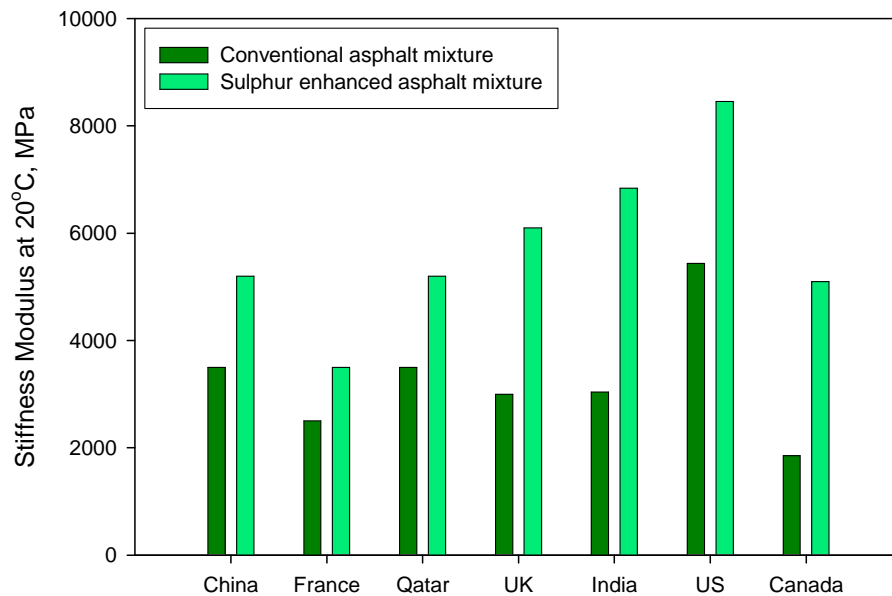
LA PERFORMANCE ROUTIÈRE ACCRUE D'UN ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE

**La gestion
efficaces de vos
risques**



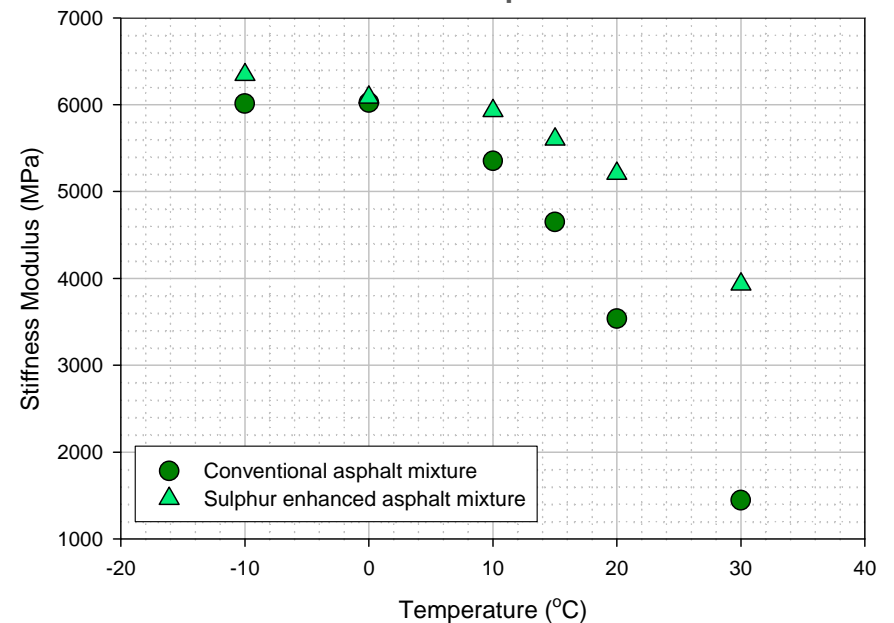
GESTION DU RISQUE EFFICACE - PAR L'AUGMENTATION DU MODULE DE RIGIDITÉ

- Module de rigidité par traction indirecte de Shell Thiopave sur différents marchés

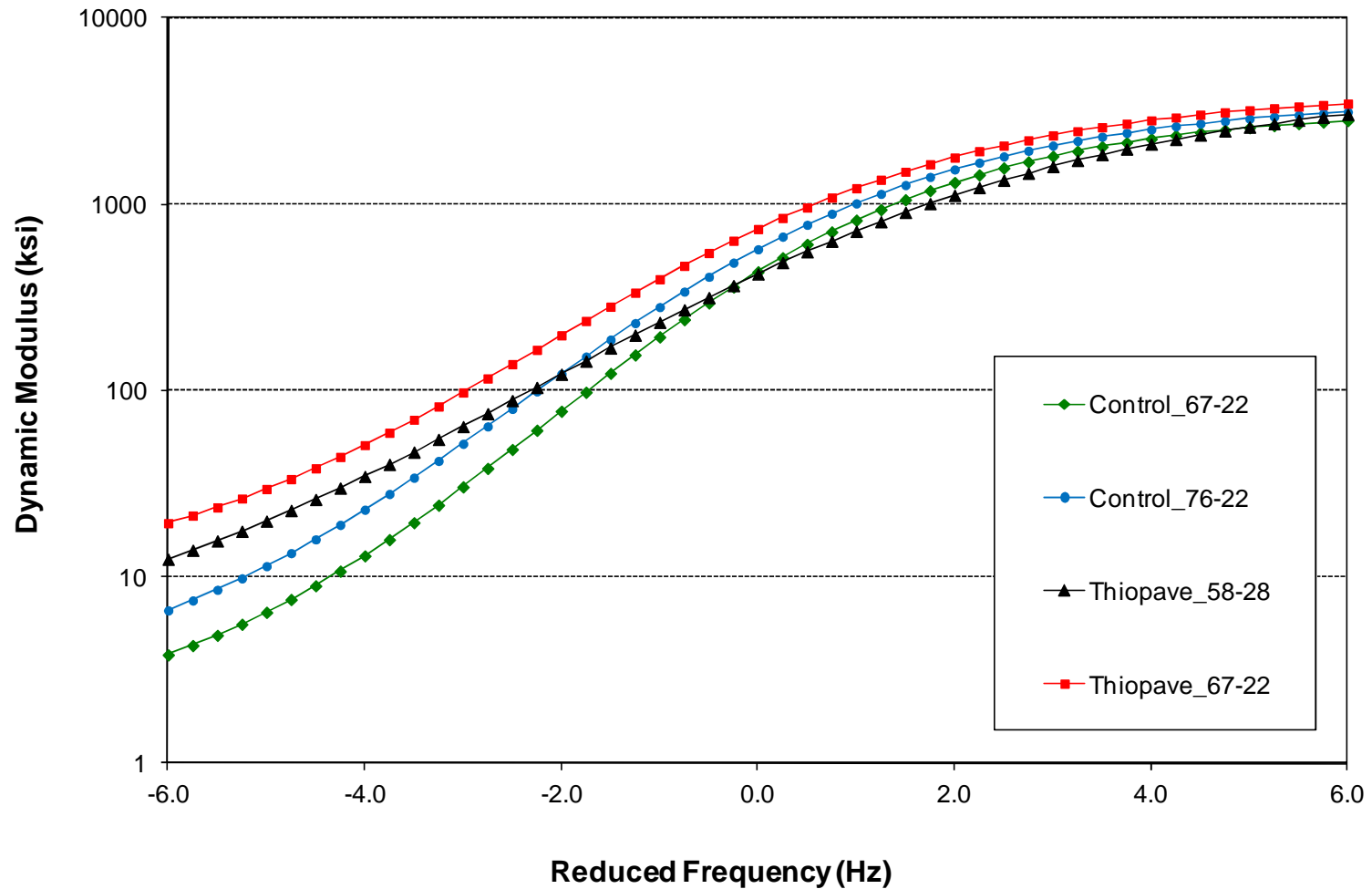


Source : données internes de Shell

- Module de rigidité par traction indirecte de Shell Thiopave à différentes températures

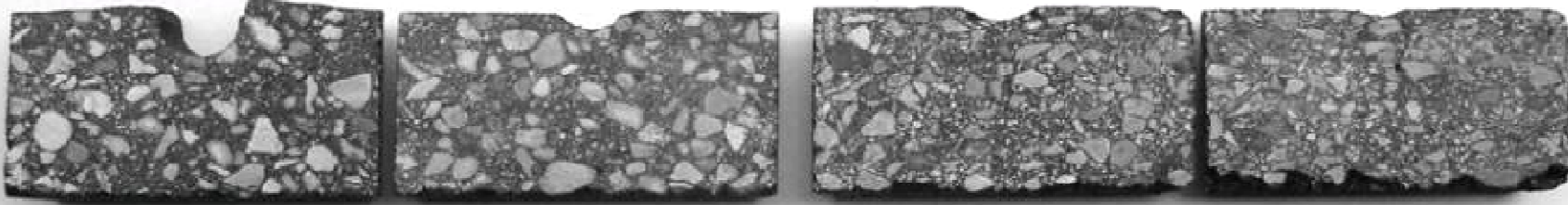


GESTION DU RISQUE EFFICACE - PAR L'AUGMENTATION DES COURBES MAÎTRESSES E* À HAUTE T°



Source : National Center for Asphalt Technology

GESTION DU RISQUE EFFICACE - PAR LA RÉSISTANCE À L'ORNIÉRAGE

Gradation d'agrégat « sableux »		Agrégat concassé	
			
Asphalte mélangé à chaud classique	Asphalte modifié avec Shell Thiopave	Asphalte mélangé à chaud classique	Asphalte modifié avec Shell Thiopave

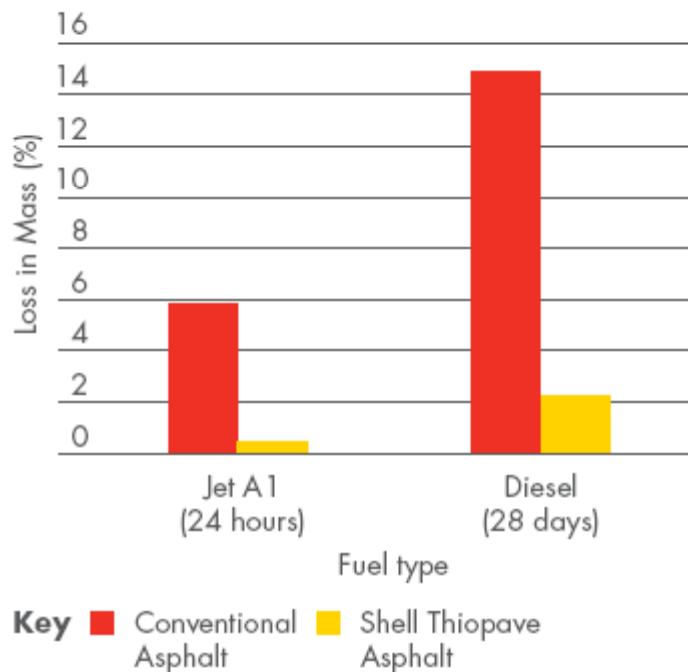
Test de APA (Asphalt Pavement Analyser)
Source : données internes de Shell
Contenu de Shell Thiopave dans le liant : 40 %

Bitume PG 58-28
Spécimens après 8 000 passes
Température d'essai : 64 °C

GESTION DU RISQUE EFFICACE - PAR LA RÉSISTANCE AU CARBURANT

L'asphalte Shell Thiopave est conçu pour offrir de meilleures propriétés de résistance au carburant que l'asphalte classique

Perte moyenne en poids après immersion dans le carburant

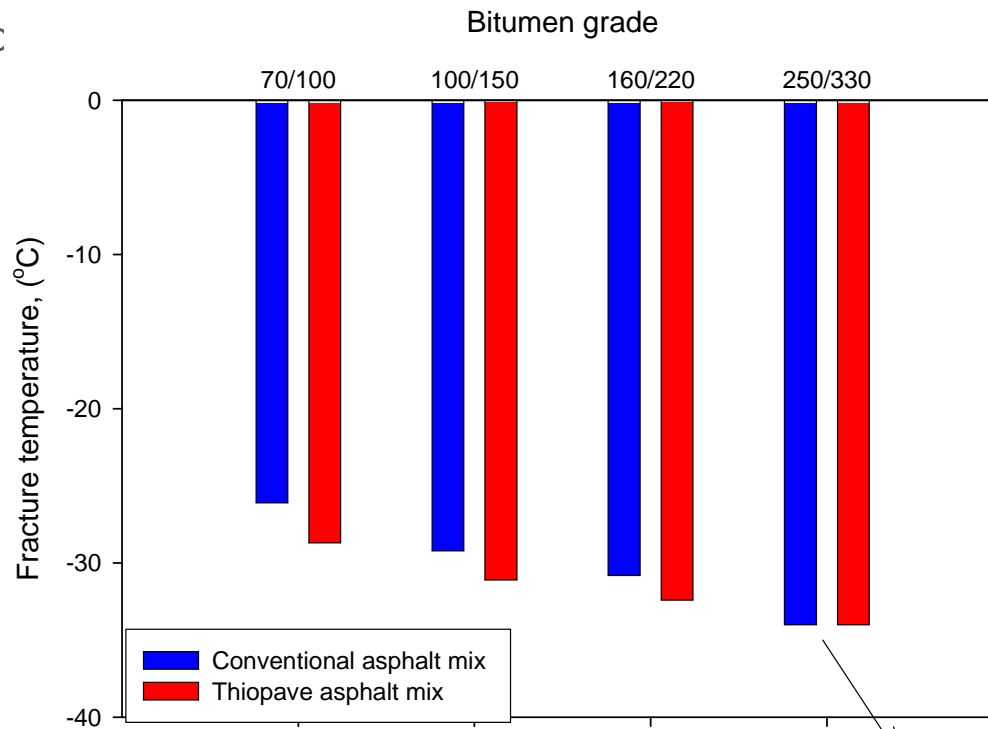


Source : données internes de Shell
Contenu de Shell Thiopave dans le liant : 40 %

GESTION DU RISQUE EFFICACE – PAR LA PROTECTION CONTRE LA FISSURATION THERMALE (TSRST)

Comparaison, AASHTO TP-10 *

Ces essais permettent d'évaluer la résistance de l'enrobé bitumineux à la fissuration thermic



Asphalte Shell Thiopave :
~ 40 % de bitume de substitution

Source : données internes de Shell

Samples did not fracture at -34°C

*TP-10 est la méthode de TSRST normalisée de l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)



**GESTION DU RISQUE EFFICACE - PAR L'AJOUT D'ASPHALTE
RECYCLÉ AVEC SHELL THIOPAVE
(PROJET LONGVIEW, TX)**

PaveTex Testing Plan			
<i>Longview Asphalt: Phase II, Recycling Thiopave</i>			
<i>PaveTex Lab ID #:</i>	94166	94167	94168
Mixture :	15% RAP, No ThioRAP	10% RAP, 5% ThioRAP	5% RAP, 10% ThioRAP
Mix ID:	2.1	2.2	2.3
Binder Grade :	PG 64-22	PG 64-22	PG 64-22
Binder Content (% wt)- Ignition Oven :			
Binder Content (% wt)- Nuclear Gauge :			
Wet Hamburg (50 C) cycles @ 12.5 mm			
24 Hrs Cure at 140F :	7.1 mm @ 20,000	5.86 mm @ 20,000	5.13 mm @ 20,000
Texas Required Hamburg (PG 64-22) :	10,000	10,000	10,000
Texas Required Hamburg (PG 70-22) :	15,000	15,000	15,000
Texas Required Hamburg (PG 76-22) :	20,000	20,000	20,000
Overlay Tester (OLT)(Cured 24 Hrs @ 140F)			
std strain rate	268	111	460
50% std strain rate	1200	1200	1200
Dry Tensile Strength			
24 Hrs Cure at 140F :	129	145	150
Texas Required ITS :	85 to 200	85 to 200	85 to 200

GESTION DU RISQUE – PAR L'AJOUT DE SHELL THIOPAVE **(PROJET BONNYVILLE, AB – PARTIE #1)**

Mix Type	Hwy 659 Lab Mixes		Hwy 659 Field Mixes		
Sample ID	Lab Control	Lab Thiopave	Conv-HMA	T0531-Thiopave	T0604-Thiopave
Asphalt Pavement Analyzer, 100 lb, 100 psi, 8000 Cycles, 58°C			Rut Resistance		
Dry APA (58°C) - Rut depth, mm	6.9	3.7	6.5	2.9	3.1
Dry APA (58°C) - Rut depth, mm	8.1	4.1	7.8	2.9	5.0
Dry APA (58°C) – Rut depth, mm	---	---	7.8	2.9	3.5
Avg. APA (58°C), Rut Depth, mm	7.5	3.9	7.2	2.9	3.9
Indirect Tensile Strength @5°C¹			Crack Resistance		
IDT Test at 5°C - Rep 1, psi	370	317	165	159	170
IDT Test at 5°C - Rep 2, psi	362	312	176	171	172
IDT Test at 5°C - Rep 3, psi	382	362	192	185	196
Average IDT Strength at 5°C, psi	371	330	178	171	179
AASHTO T283 (TSR, 25°C)			Moisture Sensitivity		
IDT Strength - Dry, kPa	59.5	63.5	72.1	75.0	69.0
IDT Strength - Wet, kPa	67.4	53.6	75.4	76.0	70.0
Tensile Strength Ratio	1.1	0.8	1.0	1.0	1.0
Thermal Stress Restrained Specimen Test (TSRST), °C			Resistance to LowTemp. Cracking		
TSRST Rep1, Tcr, °C	-29.9	-29.9	-31.1	-31.9	-32.3
TSRST Rep2, Tcr, °C	-30.2	-28.2	-33.1	-32.0	-33.4
TSRST Avg., Tcr, °C - Average	-30	-29	-32	-32	-33

1. For laboratory mixtures, the IDT was performed on 4 inch (100 mm) molded specimens, for plant-produced mixtures the specimens were 150 mm (6 in) diameter.

GESTION DU RISQUE – PAR L’AJOUT DE SHELL THIOPAVE
(PROJET BONNYVILLE, AB – PARTIE #2)

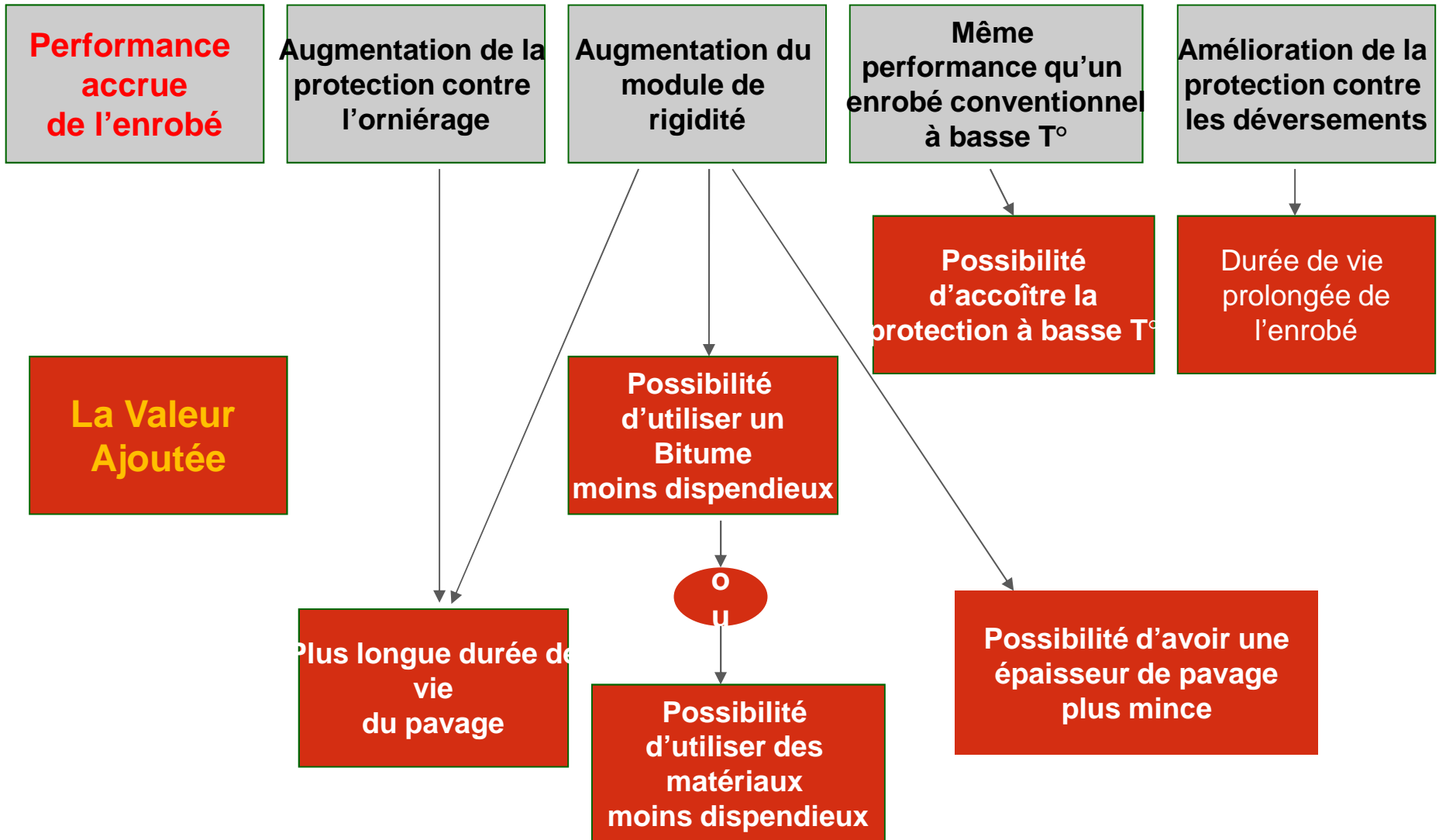
Mix Type	Hwy 659 Field Mixes		
Sample ID	Conv-HMA	T0531- Thiopave	T0604- Thiopave
Simple Performance Test, Dynamic Modulus, 10Hz, MPa	Stiffness vs Temperature		
<i>Dynamic Modulus, (E*), 4°C, Average</i>	7,936	9,819	8,474
<i>Dynamic Modulus, (E*), 20°C, Average</i>	2,487	3,671	3,255
<i>Dynamic Modulus, (E*), 40°C, Average</i>	324	936	710
Simple Performance Test, Flow Number, Unconfined, 490 kPa, 52°C	Rut resistance		
<i>Flow Number, 52°C, Average</i>	15	44	37

LA VALEUR AJOUTÉE DE LA TECHNOLOGIE SHELL THIOPAVE

**Accroître vos
activités en
améliorant votre
compétitivité**



AMÉLIORER LA COMPÉTITIVITÉ DE VOTRE ENTREPRISE



AMÉLIORER VOTRE COMPÉTITIVITÉ - PAR DES ÉCONOMIES ÉNERGÉTIQUES

Le défi :

Les coûts de l'énergie augmentent continuellement, ce qui nuit à la compétitivité des usines d'asphalte dont les activités exigent beaucoup d'énergie



Comment Shell Thiopave peut aider :

Étant donné que les enrobés bitumineux contenant Shell Thiopave sont **mélangés en mode d'enrobé tiède** (température cible de ~130 °C ou 266 °F) les usines d'asphalte peuvent donc réussir à **économiser l'énergie** de l'ordre de 10 à 15 % (à condition de maintenir leur efficacité à cette température inférieure)

AMÉLIORER VOTRE COMPÉTITIVITÉ - EN UTILISANT DE L'ASPHALTE RECYCLÉ

Le défi :

L'utilisation de pavés d'asphalte recyclée se généralise, mais ne doit pas nuire au rendement de l'asphalte



Comment Shell Thiopave peut aider :

- Elle est conçu pour être utilisé **avec jusqu'à 30 % en poids** de pavé d'asphalte recyclé (RAP) classique ou du RAP contenant du Shell Thiopave.
- Le rendement mécanique de l'enrobé bitumineux avec Shell Thiopave contenant jusqu'à 30 % de RAP est conçu pour dépasser celui d'enrobés classiques semblables avec RAP conventionnel

UN ENROBÉ BITUMINEUX MODIFIÉ AU SOUFRE - QUELS SONT SES DOMAINES D'APPLICATION?

- Cette technologie convient particulièrement:
 - **aux applications de trafic intense et lourd, telles que:**
 - Les autoroutes
 - Les voies réservées aux autobus
 - **autres applications hors route (fortement sollicitées), telles que:**
 - Terminaux portuaires à conteneurs
 - Stationnement de camions ou gares de triage ferroviaire
 - **dans les secteurs à risque de déversements de carburant, tel que:**
 - Aéroports

- Les avantages de celle-ci peuvent ressortir particulièrement dans des **climats chauds** et des **climats saisonniers** caractérisés par une plage de températures élevées

GESTION DE LA SANTÉ / SÉCURITÉ & DE L'ENVIRONNEMENT EN CONSTRUCTION ROUTIÈRE

Répondre aux
préoccupations
relatives à la santé
et sécurité des
travailleurs et à la
protection de
l'environnement



GESTION DE LA SANTÉ & SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS – ÉMISSIONS DE H2S & SO2 LORS DE L'OPÉRATION FRAISAGE DU PAVAGE

(PROJET LONGVIEW, TX)

Les émissions produites lors de l'opération de fraisage est équivalente pour les enrobés avec ou sans ajout de Shell Thiopave

Activity	SO2 (PPM) 10 Min AVG	SO2 (PPM) Peak	H2S (PPM) 10 Min AVG	H2S (PPM) Peak	Total PM Peak
Conventional Hot-Mix Pavement Milling- 100% Virgin Materials¹					
Milling Operator	0.0	0.5	0.0	0.0	1.4
Milling Machine- Right Side	0.1	0.7	0.0	0.0	4.9
Milling Machine- Left Side	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
Milling Area	1.3	1.9	0.4	8.0	Not Measured
Thiopave™ Warm-Mix Pavement Milling²					
Milling Operator	0.0	0.0	0.0	5.0	1.6
Milling Machine- Right Side	0.0	0.0	1.4	13.0	1.7
Milling Machine- Left Side	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Milling Area	0.2	1.8	1.5	12.0	Not Measured

1- The Measured RAP Temperature at:

Milling Blades: 62 To 83 °C

2- The Measured Temperature at:

Milling Blades: 61 To 77 °C

GESTION DE LA SANTÉ & SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS – ÉMISSIONS DE H2S & SO2 LORS DES OPÉRATION DE PRODUCTION ET PAVAGE (PROJET LONGVIEW, TX)

Les émissions produites lors des opérations de production et de pavage sont équivalentes pour les enrobés avec ou sans ajout de Shell Thiopave.

Activity	Asphalt Mix ¹ w/ 15% Virgin RAP		Asphalt Mix ¹ w/ 10% Virgin & 5% Thiopave™ RAP		Asphalt Mix ¹ w/ 5% Virgin & 10% Thiopave™ RAP	
	SO2 PPM	H2S PPM	SO2 PPM	H2S PPM	SO2 PPM	H2S PPM
Paving Area						
Paver Operator	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Screed Operator- Right Side	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Screed Operator- Left Side	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Paving Area	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plant Area						
Under/Between Storage Silos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Truck Drivers at Load out	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Drum Transfer To Hot Elevator	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
The Asphalt Plant Area	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1- The Measured Mix Temperature at:

Paver Hopper:	106 To 126 °C
By Plant in Silos:	120 To 130 °C

GESTION DE LA SANTÉ & SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS – ÉMISSIONS DE H₂S & SO₂ LORS DES OPÉRATION DE PRODUCTION ET PAVAGE (Projet Bonnyville, AB)

Les émissions produites lors de l'opération de pavage rencontre les normes gouvernementales de l'Alberta.

Substance		Sulphur Dioxide (SO ₂)				Hydrogen Sulphide (H ₂ S)				Particulate
		15 min		8 hr		15 min		8 hr		
Duration		15 min		8 hr		15 min		8 hr		8 hr
Alberta Regulations		5 ppm (13 mg/m ³)		2 ppm (5.2 mg/m ³)		15 ppm (21 mg/m ³)		10 ppm (14 mg/m ³)		10 mg/m ³
Location	Date	Avg, ppm	Avg, mg/m ³	Avg, ppm	Avg, mg/m ³	Avg, ppm	Avg, mg/m ³	Avg, ppm	Avg, mg/m ³	Avg, mg/m ³
Paver Operator	31-May	0.33	0.88	0.07	0.19	0.91	1.30	0.12	0.17	9.47
	1-Jun	0.24	0.64	0.05	0.12	0.78	1.11	0.05	0.06	0.00
Screed Deck	31-May	0.51	1.35	8.36*	22.26*	1.63	2.31	0.13	0.18	2.36
	1-Jun	0.28	0.74	0.07	0.18	1.43	2.02	0.12	0.17	3.13
Dump Person	31-May	0.28	0.75	0.07	0.20	0.69	0.97	0.00	0.00	0.94
	1-Jun	0.14	0.36	0.06	0.16	0.74	1.04	0.08	0.11	4.13
Roller Operator	31-May	---	---	0.03	0.07	---	---	0.05	0.06	2.64
	1-Jun	---	---	0.01	0.02	---	---	0.04	0.06	2.02
EBA Laboratory	1-Jun	0.07	0.19	---	---	0.13	0.18	---	---	---
Knelsen Laboratory	1-Jun	0.04	0.11	---	---	0.14	0.19	---	---	---

*McCall indicated that this measurement is "presumed to be erroneous."

GESTION DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT - AUTORISATION RÉGLEMENTAIRE AU CANADA

- La province de l'Alberta a approuvé en 2009 un protocole de compensation carbone se basant sur la technologie de Shell Thiopave en vertu de la réglementation sur la gestion des GES
 - Il s'agit d'une reconnaissance claire des réductions des émissions réalisables grâce à la diminution de la température à l'usine d'asphalte et au remplacement d'une partie du bitume par du soufre
- Ces crédits sont couramment évalués à 15 \$/TM.
 - Shell travaille à développer un protocole similaire à d'autres Provinces ou États

GESTION DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT – L'ÉCOTOXICITÉ

- Le ministère des Transports du Minnesota (MTM) a invité Shell à étudier la toxicologie des granules de Thiopave relativement à plusieurs milieux fauniques et végétaux standard.
- Shell a fourni des échantillons de matériau à l'Université Wisconsin-Superior et a parrainé les essais sous la direction du MTM.
- À la lumière des résultats de cette étude, le MTM a formulé la conclusion suivante
« Le lixiviat provenant des granules de Thiopave n'a eu aucun effet sur les organismes soumis aux essais, tant dans les milieux aquatiques que terrestres. Le modificateur d'enrobé asphaltique Thiopave est considéré comme présentant peu de risque et ne devrait pas avoir de répercussions dommageables sur l'écopaysage du Minnesota. »

CONCLUSIONS

- La technologie d'enrobé bitumineux modifié au soufre peut vous offrir une façon pratique et économique d'améliorer la performance des enrobés bitumineux ainsi que la performance financière de votre entreprise
- Cette technologie est produite dans un mode de production d'enrobé bitumineux tiède
- Elle peut générer de la valeur ajoutée dans les applications routières avec trafic intense et lourd tout comme dans des applications hors route
- Elle peut générer de la valeur ajoutée dans l'exécution de projet de type PPP



LES ENROBÉS BITUMINEUX MODIFIÉS AU SOUFRE

Des

Questions

pour TJAH???