

Il était une fois la durabilité des enrobés innovants sur le manège de fatigue

Yves BROSSEAUD

1978-2013

Un parcours d'expériences inédites



<http://35ans-manege.ifsttar.fr>

Innovations

- Nouveautés à un instant donné
- Validation des performances
 - ✓ Moyen et long terme
 - ✓ Environnement et contexte
 - ✓ Pertinences des données
- Evaluation des enjeux industriels
- Comparaison aux produits classiques
- Seuils de spécifications
- Conditions favorables du développement

Matériaux bitumineux : assises et surface

- De plus en plus minces : enrobés minces à très minces
- De plus en plus poreux : enrobés drainants
- De plus en plus résistant à l'orniérage :
 - ✓ Liant multigrade, semi dur, modifié (SBS, réticulé, EVA)
 - ✓ Additifs : PE BD, fibres
- De plus en plus performants :
 - ✓ Enrobés à module élevé (EME), bitume dur (mais pas trop!)
 - ✓ Associés à des couches de roulement très minces

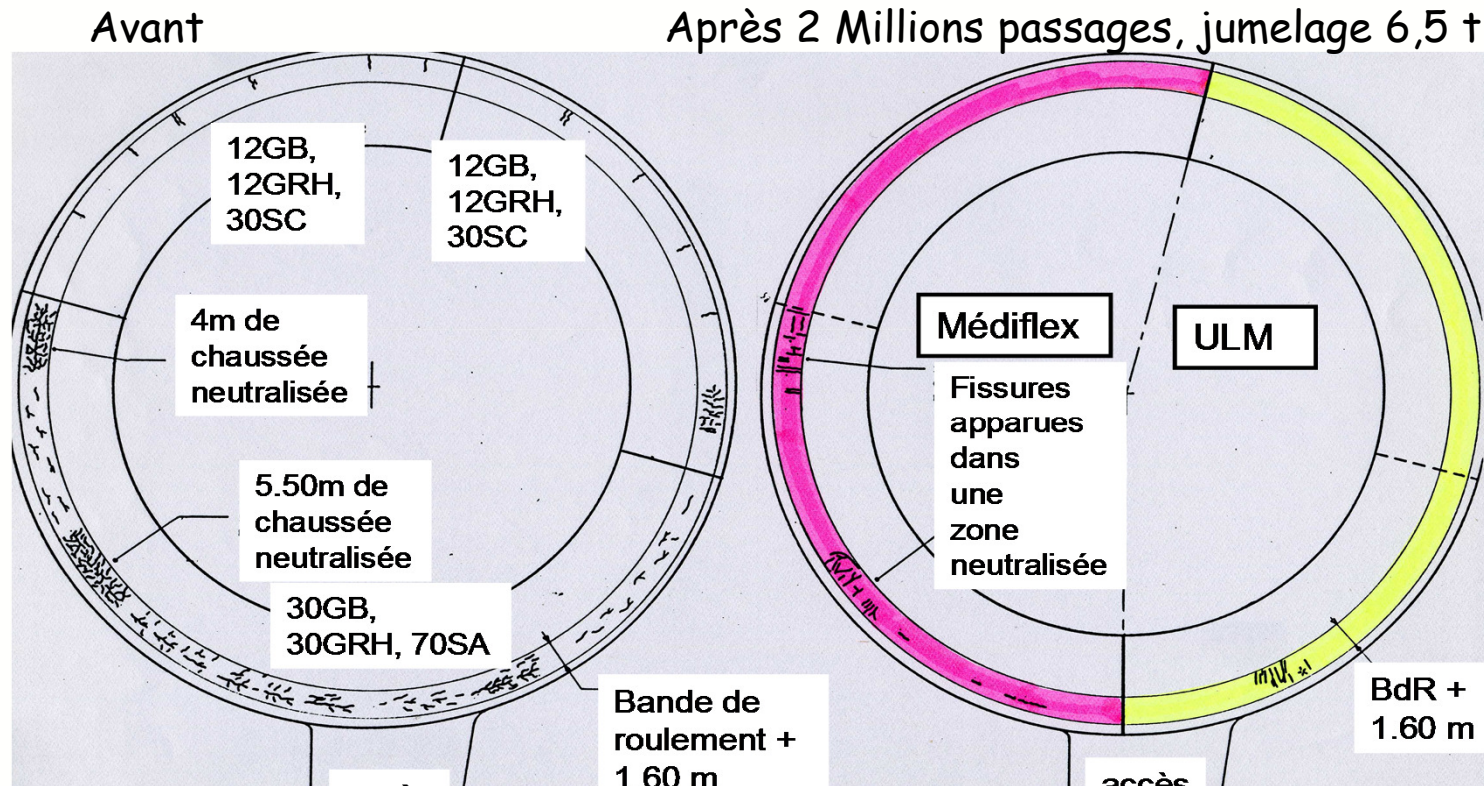


Enrobés très minces : BBTM, innovation CTI 1986

- Entretien de chaussées : bitumineuse, inverse (1987)
- Fraisage de la surface
- BBTM 0/10 discontinu 2/6
 - ✓ BmP : EVA [G7] (5,2%) – ULM (EJL)
 - ✓ 50/70 pur (6,3%) Fibres minérales – Médiflex (SCREG)
- 2 millions passages jumelage 13 t, 70 km/h, 15 à 40° C

Nom du produit	ULM (EJL)	MEDIFLEX (SCREG)
Epaisseur (mm)	25	31
Texture initiale HS (mm)	1,4	2,2
Texture finale HS (mm) [baisse %]	1,1 [- 20%]	1,2 [-50%]
Drainoroute** initial (%)	34	40
Drainoroute** final (%) [baisse %]	61 [+ 80%]	73 [+ 85%]

Bilan de comportement : état de fissuration



- ❖ Légère diminution des déflexions à l'origine (- 35%)
- ❖ Pas d'orniérage, collage efficace si CA sur-dosée (400 g/m²)
- ❖ Réapparition des fissures fines et maillées
- ❖ Evolution de la microtexture comparable aux BBDr
- ❖ Macrotexture forte et très bonne drainabilité de surface

Enrobés très minces acoustiques : BBTM 0/6

- Tire Road Wear and Slip assessment (TROWS)
- Comparaison enrobés BBTM 0/6 et 0/10
 - ✓ Liant modifié EVA
 - ✓ PCG : 15% et 19% BBTM 10 et 6
 - ✓ Ornière : 4,9 % et 6,0% à 3 000 et 30 000 cycles (LPC), pas d'orniérage
 - ✓ 800 000 passages 40 à 60 km/h, charge 30 à 37,5 kN (tandem, roue simple)
 - ❖ Forte texture, très bonne adhérence: BBTM 0/6
 - ❖ Durabilité des propriétés de surface



BBSG 0/14



BBTM 0/10



BBTM 0/6

Développement des BBTM

- **Conclusion article de 1988:** *« Ces solutions d'entretien par des BBTM apparaissent comme bien adaptées aux chaussées présentant une fissuration dense, sans avoir pour autant perdu leur portance. En conclusion, malgré tout ce que l'on pourrait éventuellement dire sur les biais apportés par le manège de fatigue pour ces types d'essais, il est certain que les deux BBTM ont un comportement satisfaisant, sous trafic intense et, qu'en tout cas, toute insuffisance aurait été mise en évidence par cette expérience. »*
- **Spécifications des guides :**
 - ✓ déformation (< 1 cm)
 - ✓ déflection ($< 0,80$ et $0,50$ mm trafic T2 et T0)
- **Aujourd'hui : plus de 40% des surfaces d'autoroutes,.**

Enrobés drainants : innovation des années 80

- Première réalisation industrielle : A1 nord Paris, 10km (1986)
- Expérimentation manège : octobre 1987 (4 cm)
 - ✓ BBDr 0/14
 - **Administration : discontinuité forte (2/10)**
 - bitume pur (50/70)
 - bitume modifié SBS
 - **Entreprise SCREG : discontinuité faible (2/6)**
 - bitume modifié SBS (Drainolastic)
 - bitume pur + fibres (+ 1,4 % bitume, + 4% fines) (Drainoflex)
 - ✓ Rotations : 1,1 millions de chargement
 - ✓ Questions : évolution drainabilité, ornière, désenrobage, arrachements



- ❖ Baisse de la drainabilité et porosité : 30 et 20 % formule administration
- ❖ Très bonne conservation des propriétés avec formule entreprise
- ❖ Très bonne caractéristiques d'adhérence
- ❖ Pas d'arrachements, pas décollement, pas d'orniérage,

Matériaux bitumineux : formulation

- 4 méthodes de formulation: enrobés épais (5 cm)
- Sable 0/2 broyé, sensible aux déformations



Méthode formulation	Type enrobé	6 mm %	2 mm %	0,08 mm %	Bitume % 50/70	PCG V 60 girations %
Superpave	Intermédiaire	86	37	6,9	5,7	12
LCPC	Semi-grenu	64	33	7,6	5,2	9
Marshall	Sableux	72	38	7,4	5,4 (-0,3)	6
LC MTQ	Intermédiaire	75	33	7,2	5,4 (-0,2)	10

- Structure : renforcement sur 35 cm de GB classe 2
- 200 000 passages 4,5t et 6 t à 43 et 48 km/h, température 32° C moyen

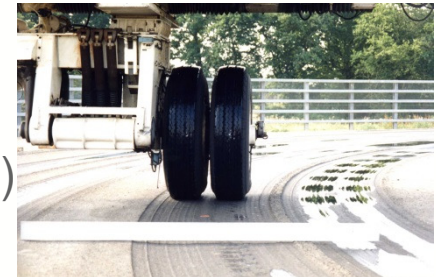
SUPERPAVE	LCPC	MARSHALL	LC MTQ	Charge (t)
10	9,6	10,4	8,7	6,5
8	10,7	14,2	9,7	4,5

Ornière en mm

- ❖ Pertinence des nouvelles méthodes pour évaluer la durabilité et performances
- ❖ Assez peu de différence avec la charge, pression voisine 50 et 56 MPa

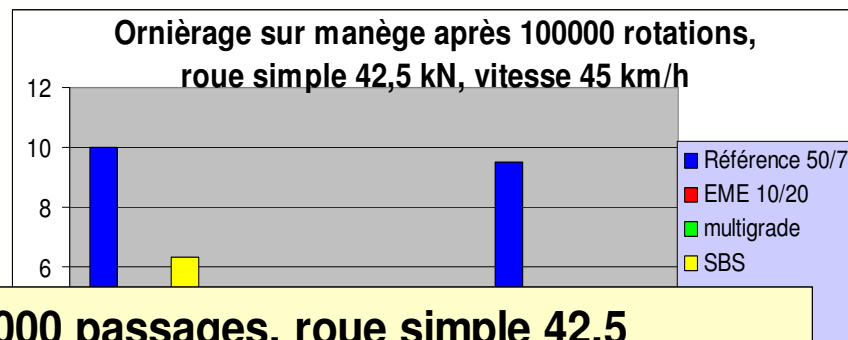
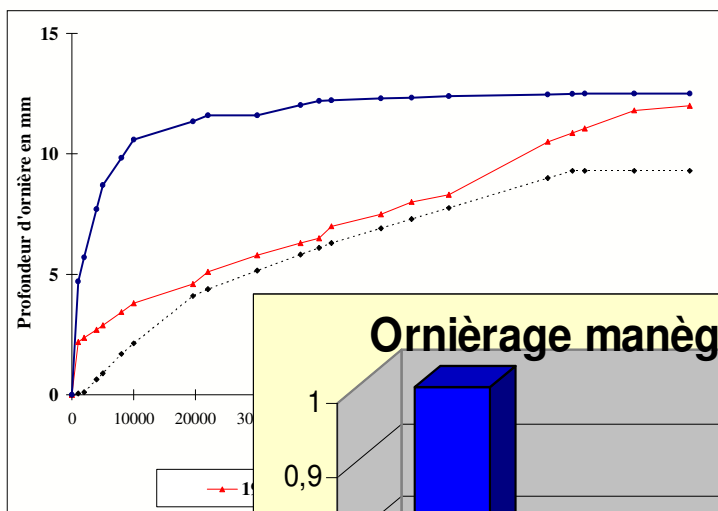
Résistance à l'orniérage: efficacité liants et additifs

- 6 expérimentations «orniérage» (1992, 93, 94, 96, 97, 98)
- Formule de base : orniérante par nature du sable broyé, bitume 50/70
- Efficacité des liants:
 - ✓ Dur 10/20 (EME + BBTM)
 - ✓ Spéciaux : Multigrade (20/30, 35/50, 50/70, 3 pétroliers)
 - ✓ BmP : EVA, SBS, SBS réticulé
 - ✓ Ajouts : déchets PEHD, fibres récupération, fibres de verre
- Comparaison laboratoire (LPC) et chantier:
 - ✓ Classement comparable :
 - o *Fabrication laboratoire et chantier,*
 - o *Intensité différente*
 - ✓ Classement laboratoire comparable au manège,
 - o *Sauf pour fibres*
 - o *Sensibilité des BmP, par effet de collage*

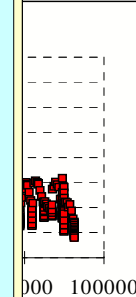
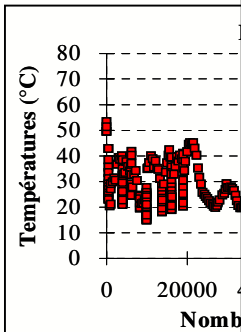
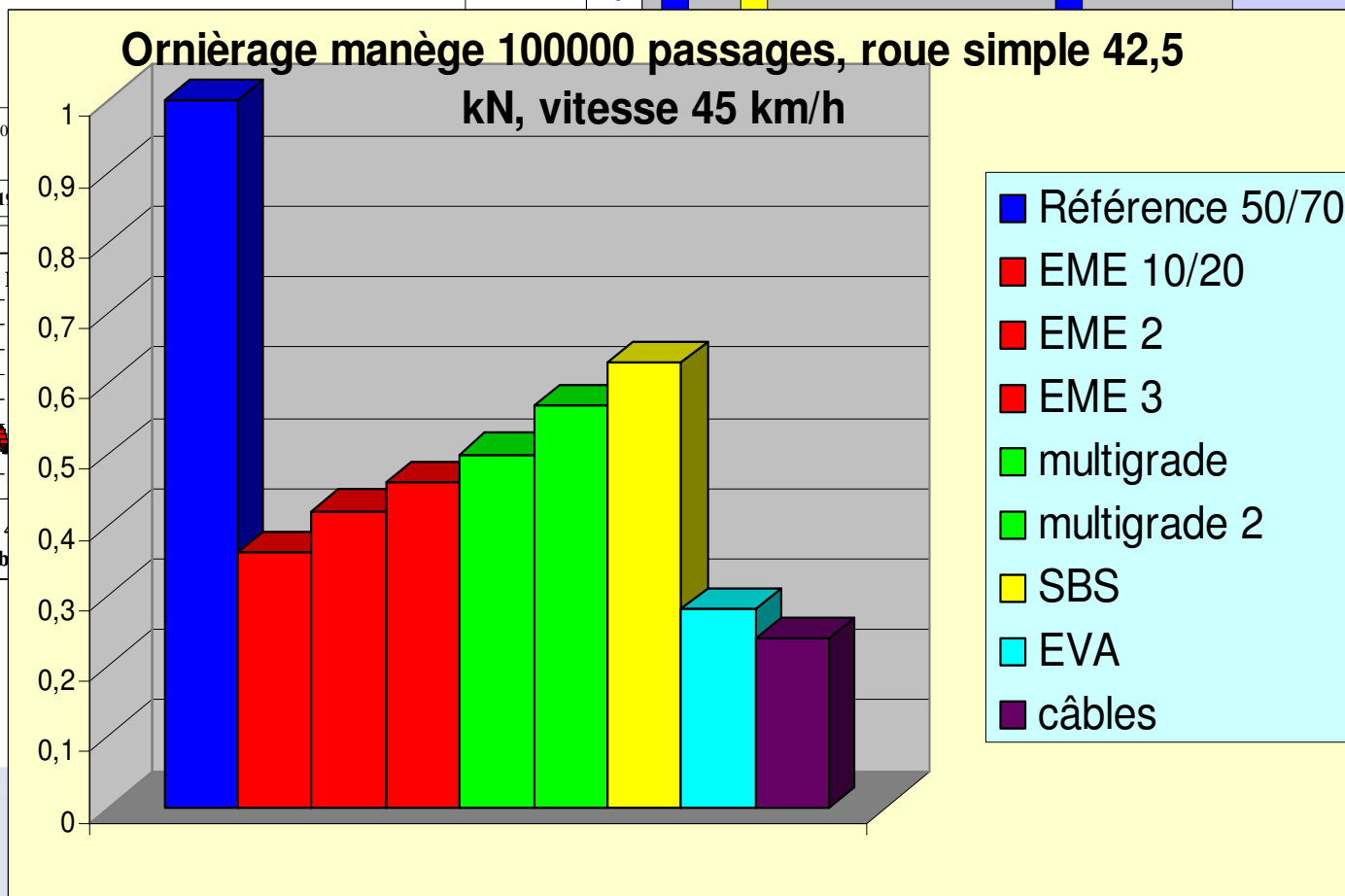




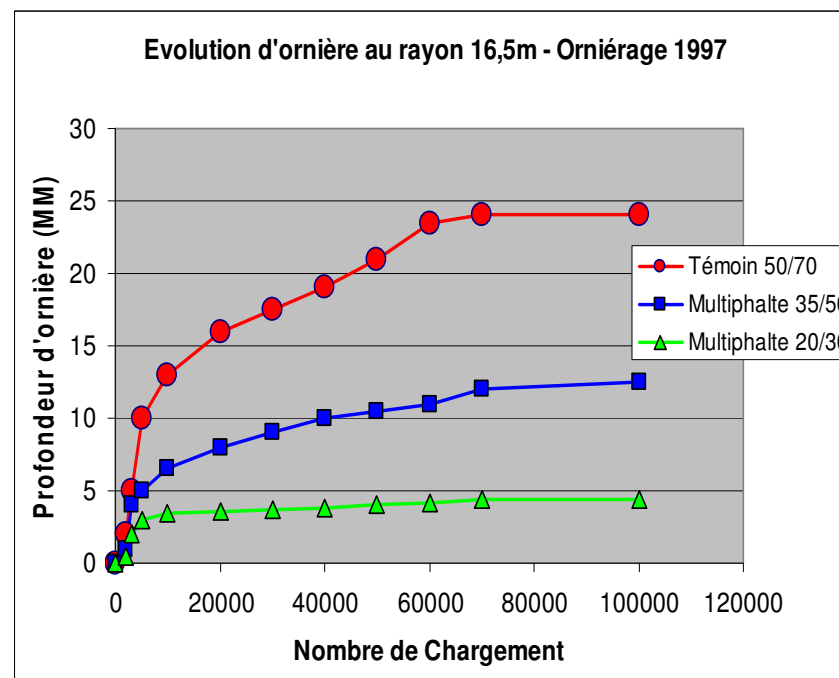
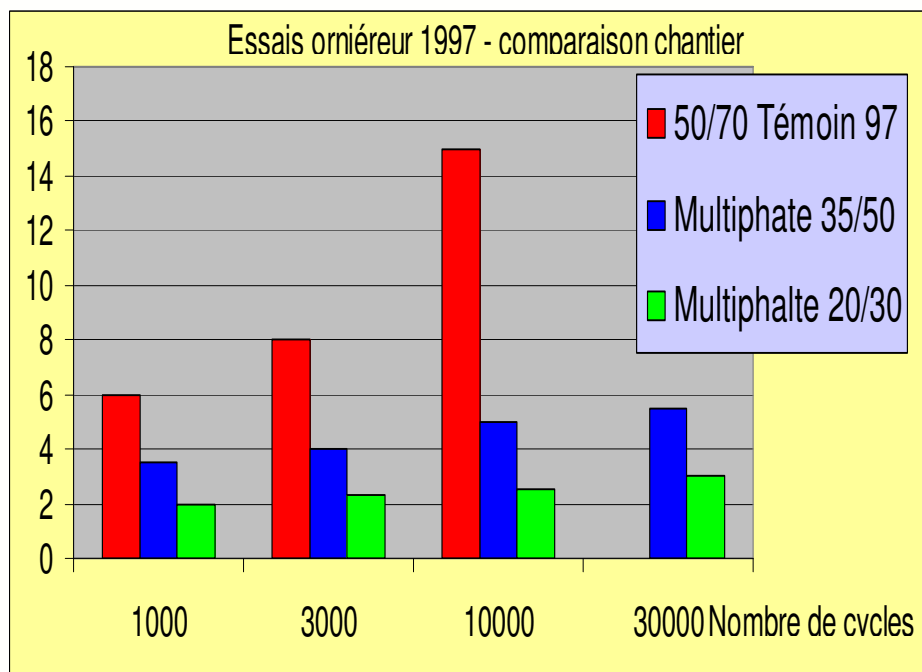
Résultats manège orniérage : 92, 93, 94



Ornièrage manège 100000 passages, roue simple 42,5 kN, vitesse 45 km/h

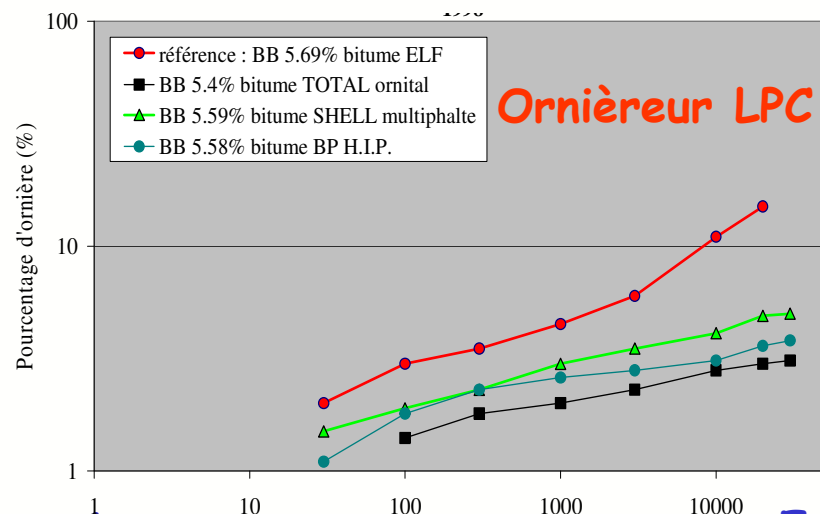


Résultats manège orniérage : 97

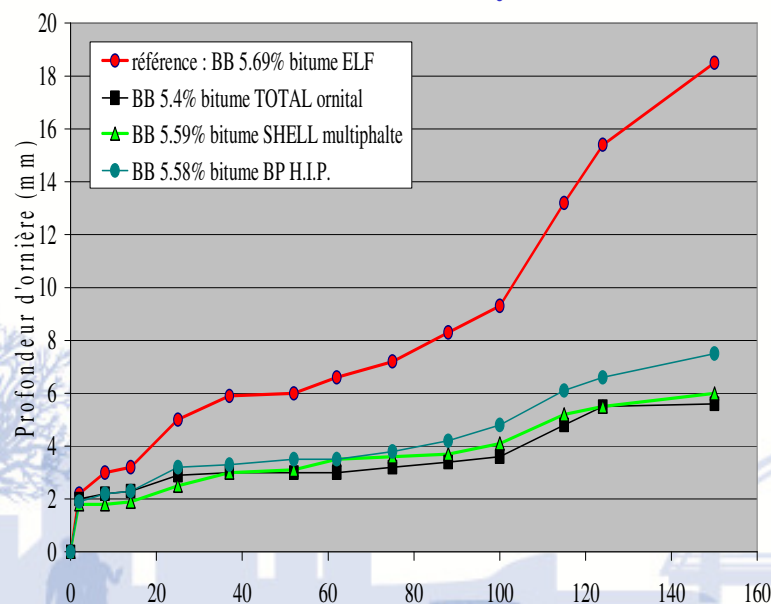


- ✓ Multigrade réduction des ornières de 50 à 70% vs grade 35/50 et 20/30
- ✓ Même classement laboratoire / chantier

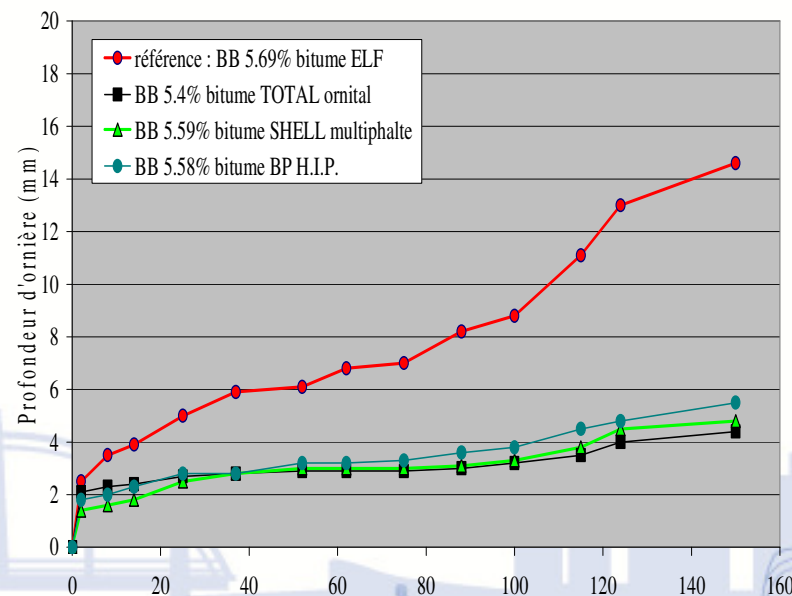
Résultats manège orniérage : 98 Multigrade



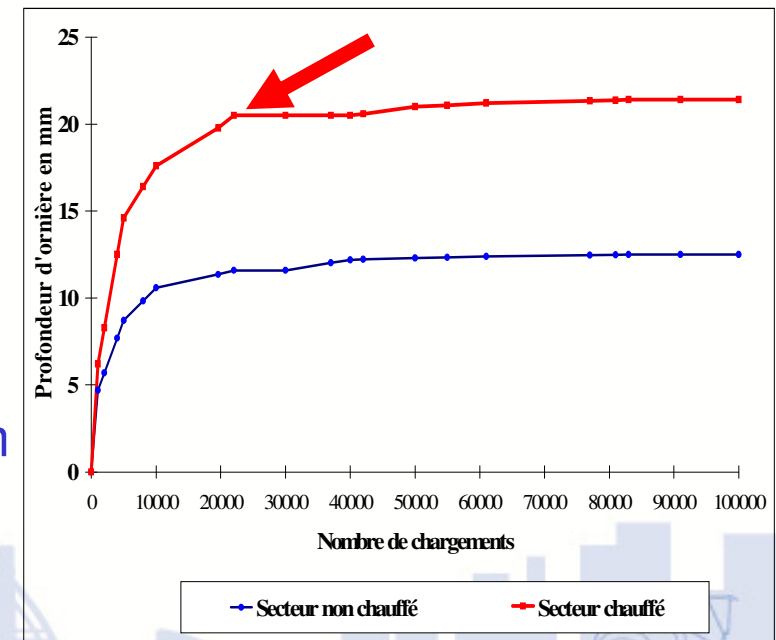
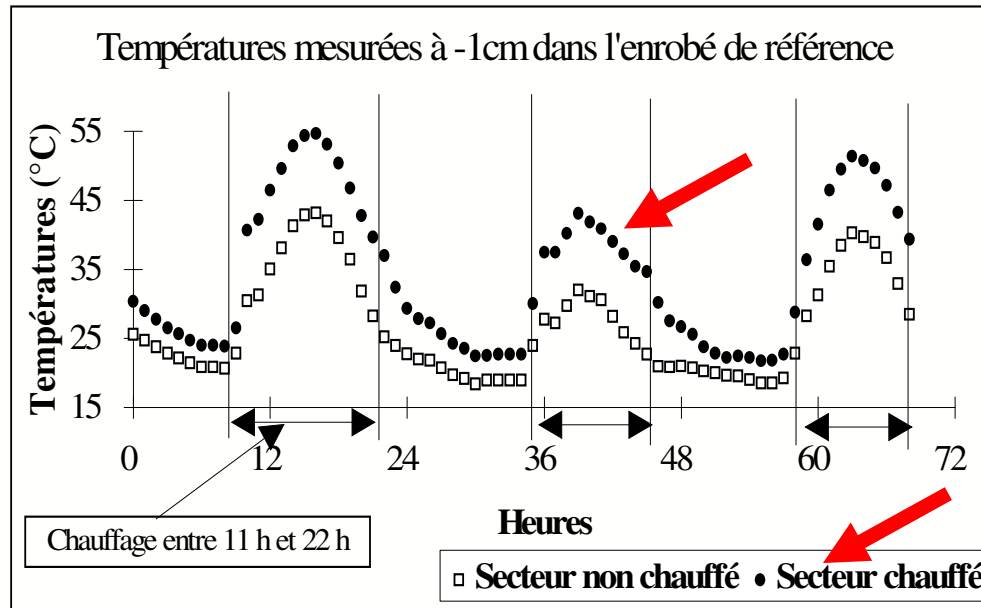
Essieu Simple



Essieux Tridem

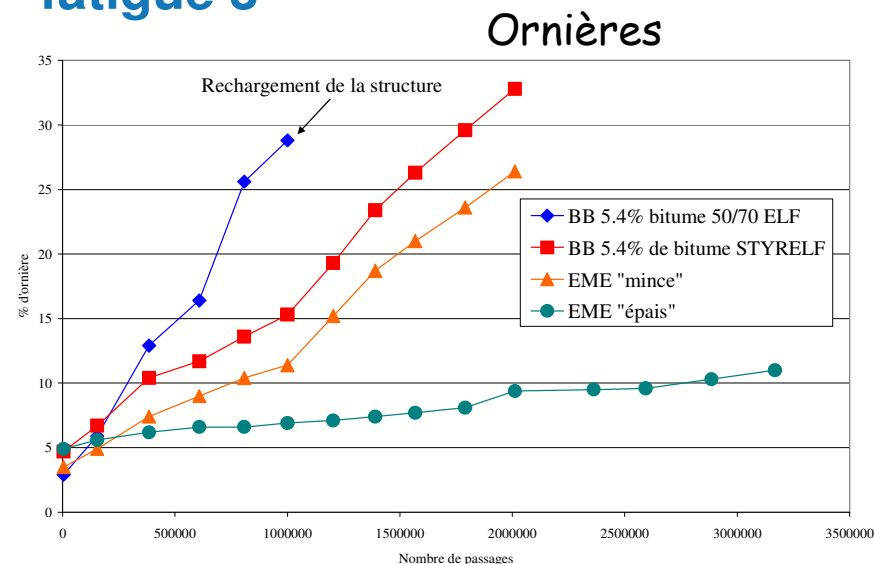
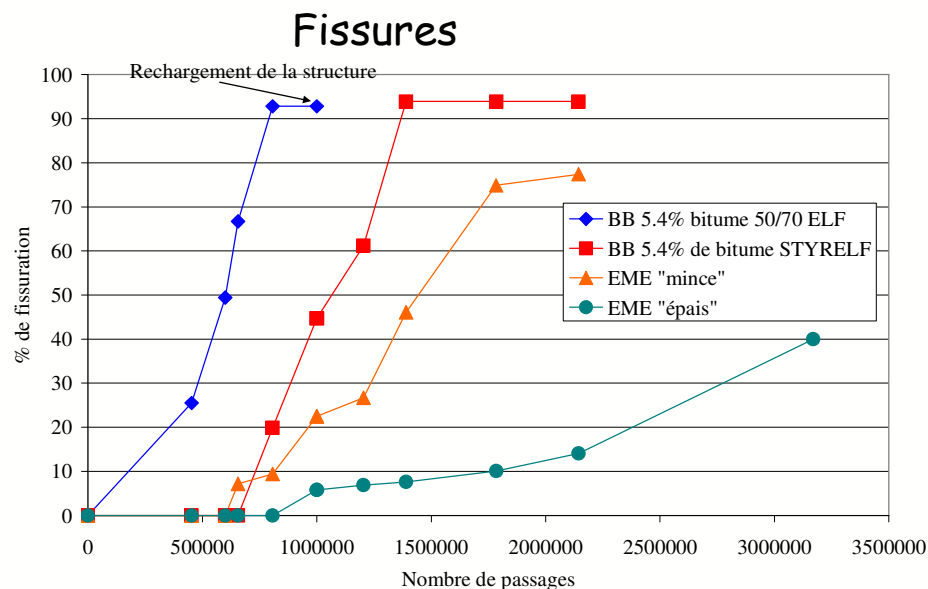


Chauffage du manège (1994)



- ✓ 10° C de plus
- ✓ ornière doublée
- ✓ bande chauffée réduite 1 m
- ✓ homogénéité correcte
- ✓ ne compense le climat

Matériaux EME + BBTM (épaisseur, module) fatigue 3



- Respect des épaisseurs minimales avec EME
- Sinon fragilité et déformation par affaissements
- Excellente combinaison EME + BBTM
- Pas de course au module : fragilité



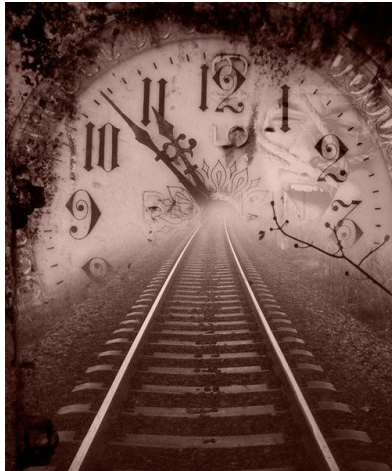
Enrobés	Témoin BB 8cm	EME 8,5 cm	BB Styrelf 8 cm	EME 9,1 cm	EME 11,5 cm
Durée vie	1	1,45	1,75	2,8	5,4

Conclusion

- Manège un accélérateur de temps
- Outil précieux pour les ingénieurs routiers :
 - ✓ compréhension des comportements
 - ✓ définition des domaines d'usage et contraintes d'emploi
- Validation des innovations
- Transformation en techniques opérationnelles
- Adapter l'outil aux attentes et besoins d'aujourd'hui
 - ✓ Recyclage
 - ✓ Tièdes
- Développement durable

➤ **Vœu : que cet anniversaire soit un renouveau du manège**

Merci pour votre attention



Recherche désespérément la machine à remonter le temps



YBrosseaud - 1980

