



As Técnicas de Misturas Asfálticas Mornas na França para redução de consumo energético e de emissões de poluentes atmosféricos

Yves Brosseaud

► To cite this version:

Yves Brosseaud. As Técnicas de Misturas Asfálticas Mornas na França para redução de consumo energético e de emissões de poluentes atmosféricos. 2010, 29p. hal-00594753

HAL Id: hal-00594753

<https://hal.science/hal-00594753>

Submitted on 20 May 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

As Técnicas de Misturas Asfálticas Mornas na França para redução de consumo energético e de emissões de poluentes atmosféricos”



Yves BROSSEAUD – Ingénieur ENSAIS Directeur de
recherche au LCPC - FRANCE

Plan de l'exposé

- Présentation du LCPC
- Définition et objectifs des enrobés tièdes
- Procédés pour enrober autrement
- Etat de la situation:
 - Évolutions
 - Tendances
 - Premiers résultats
 - Matériaux concernés
 - Normalisation
- Recherches en cours sur les enrobés tièdes
- Conclusion



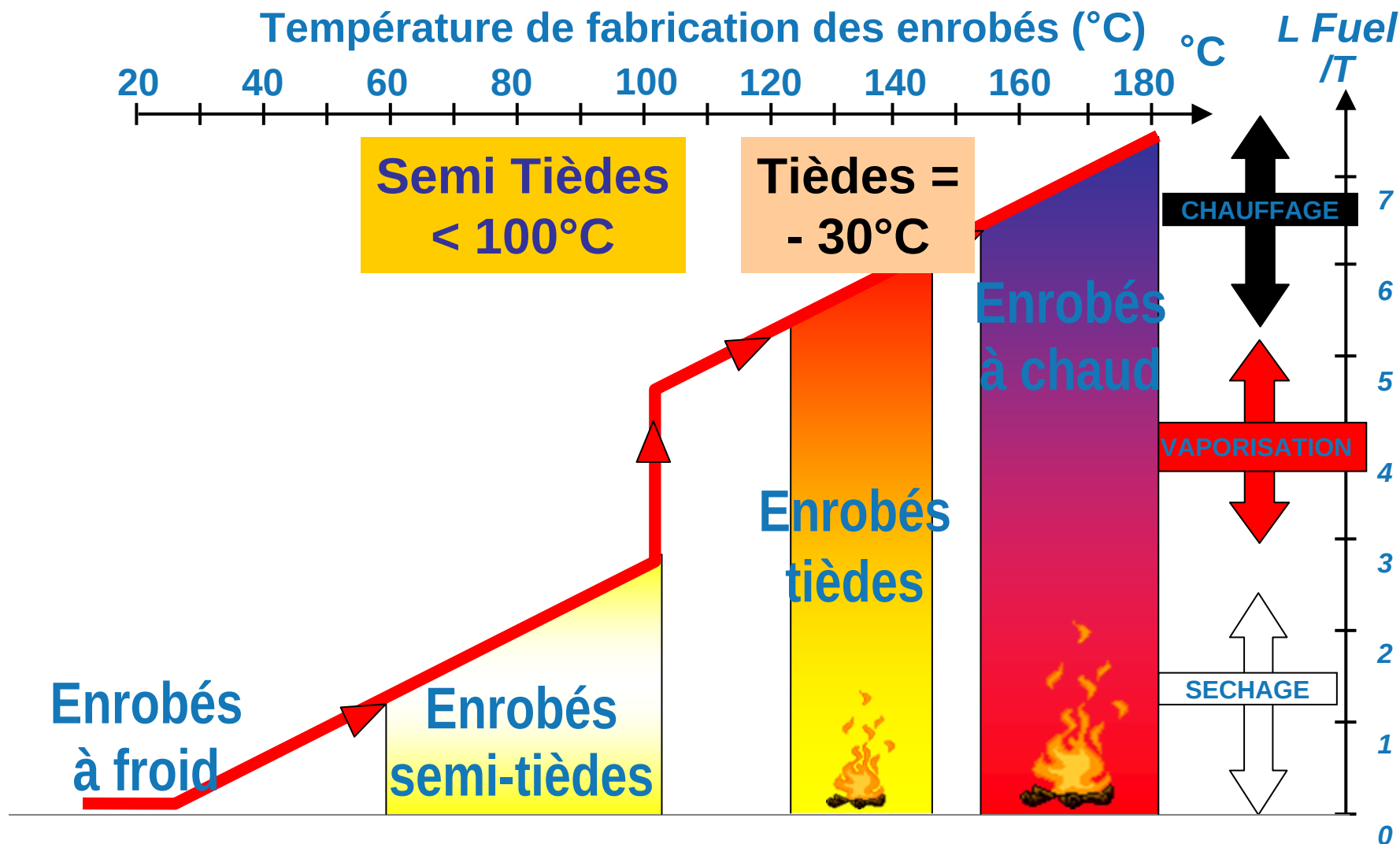
Attentes sur les enrobés

- **Performances mécaniques élevées** immédiatement
- **En service : polyvalent**, confortable, faible bruit, adhérent,...
- Utilisation de matériels classiques (centrale d'enrobage, finisseur, compacteurs)
- **Economique** : recyclage, énergie, durabilité,..
- **Sécurité** : réduction du **chauffage**, des **émissions gazeuses**, **pollution**, émissivité des additifs utilisés ...



Réalisation dans le respect du Développement Durable

Classification des enrobés



Avantages

- **Diminution des consommations énergétiques**
- **Moins de pollution** pour :
 - Travailleurs, usagers, riverains de la route
 - Conditions environnementales
- **Diminution du vieillissement** du bitume au cours de la production
- **Moins d'usure** des centrales d'enrobage

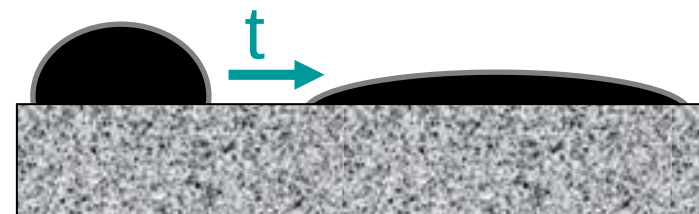


Avec les mêmes performances que les enrobés à chaud

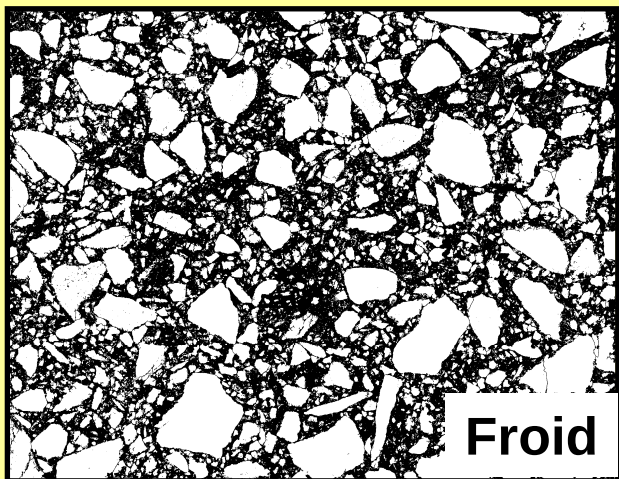
- Enrobage continu, propriétés définitives après mise en place

Notions d'enrobage

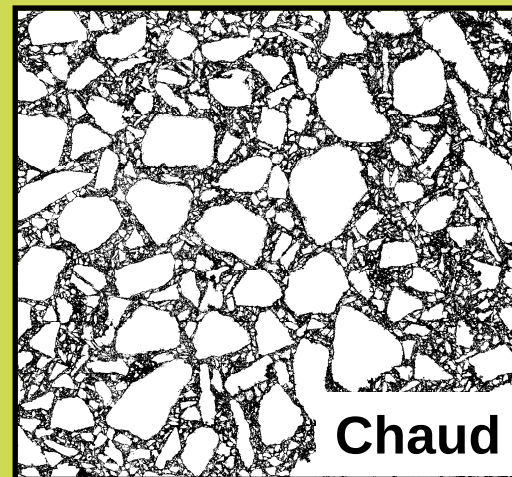
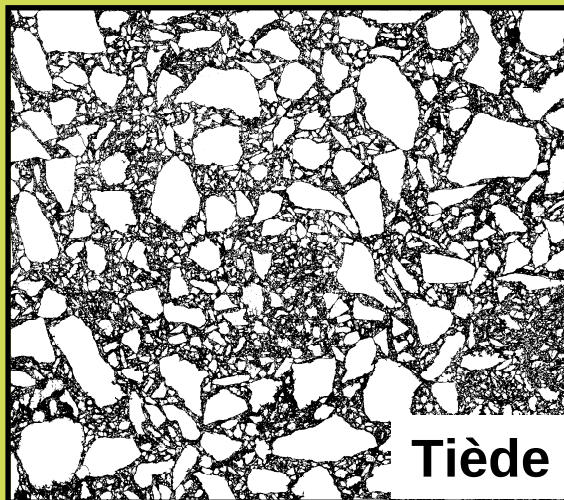
Conditions à l'interface bitume-granulat pour obtenir un collage efficace et durable en utilisant la température d'enrobage



Enrobé à froid
GE 0/14 (15% vides)

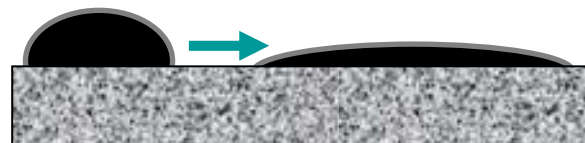


Enrobé tiède et chaud
BBSG 0/14 (5% vides)



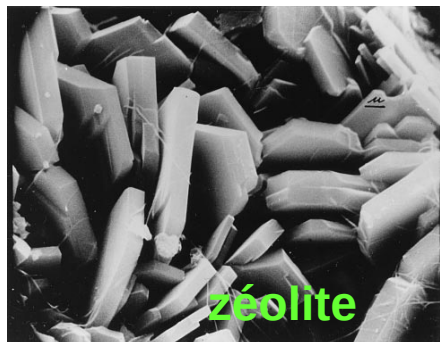
Effet température : Répartition-liant et homogénéité-mélange

Principe des enrobés tièdes



- Enrober d'une autre façon

- Enrobage **total** et **uniforme**
- Liant **sans fluxant** et **fluidifiant d'origine fossile**
- **Propriétés définitives** après mise en place
- **Réduction de la température** d'enrobage
- **Maîtrise de la viscosité** durant toute la mise en oeuvre



Principe des enrobés tièdes

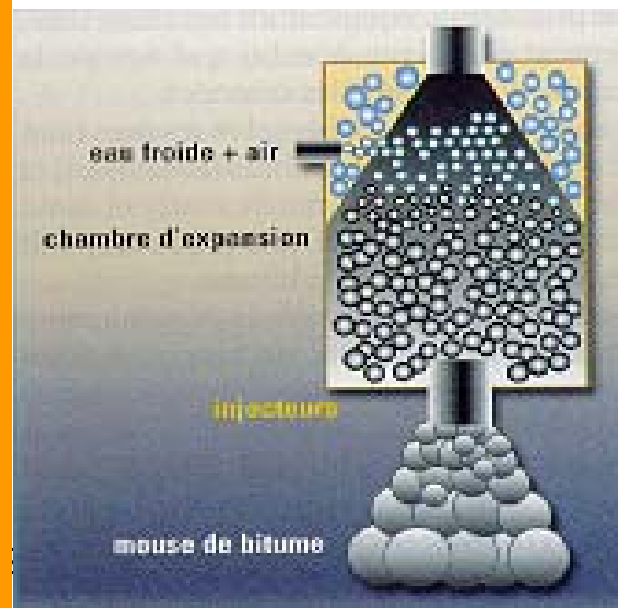
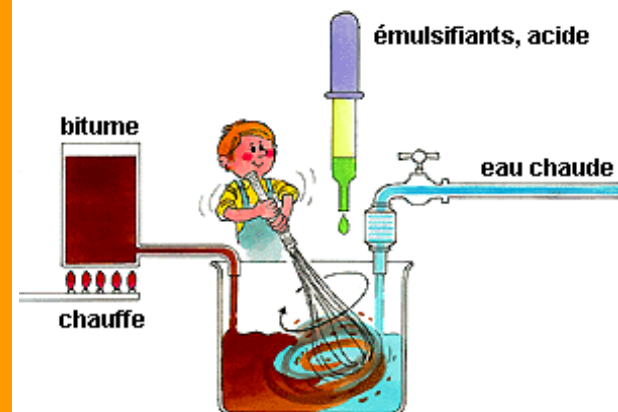
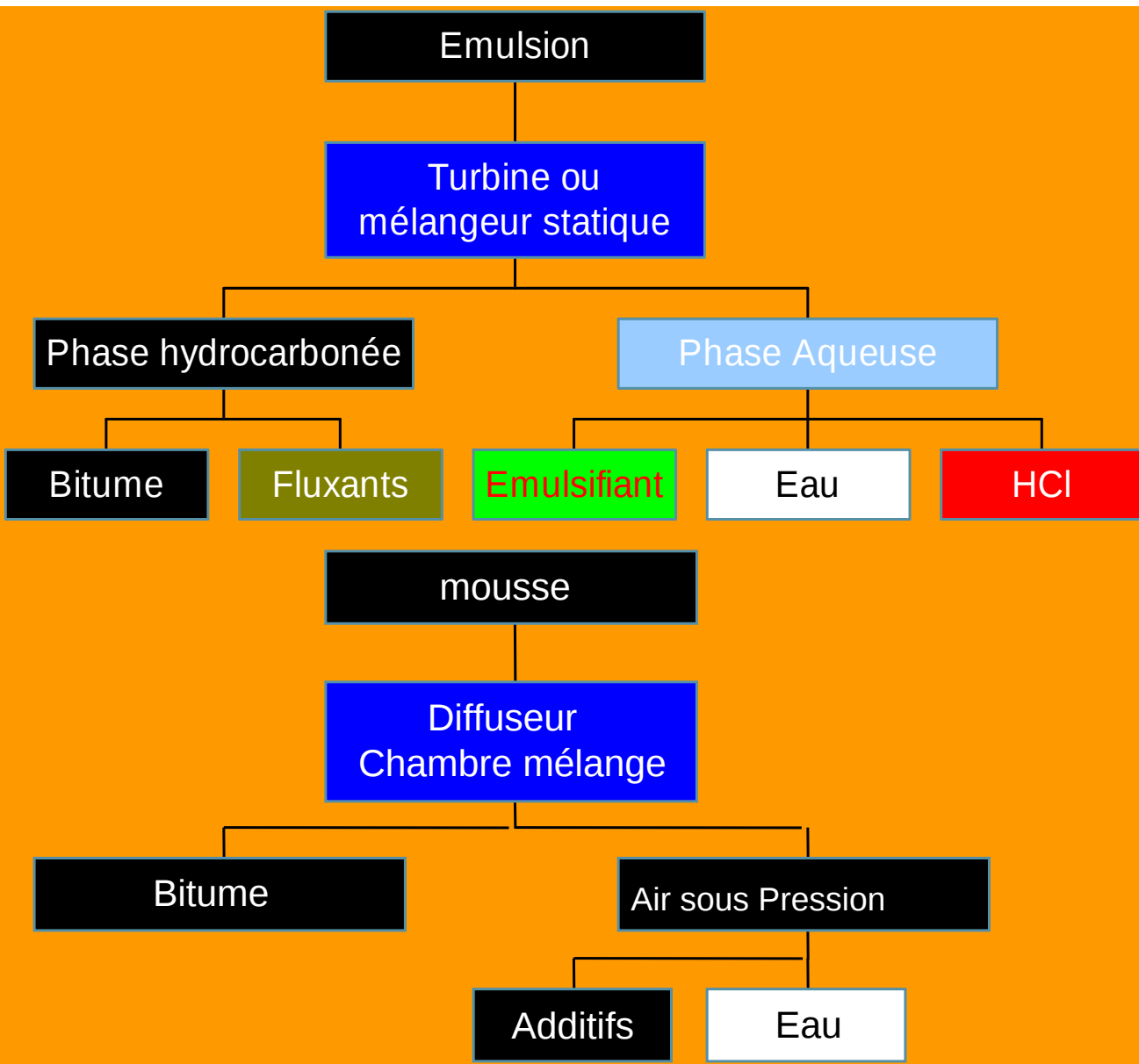
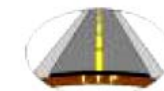
Vaporisation et dispersion du bitume autour de tous les granulats

- **Influence de la «plastification»** du bitume par des additifs stables aux températures de surfaces (Sasobit, 3^E LT, Ecoflex)
- **Effet de “soupe”, moussage, émulsionnage** par une maîtrise de l'eau au cours de l'étape d'enrobage et s'en préserver au cours de la mise en place (Aspha-min, EBE, EBT, LEA)
- **Influence du “double enrobage ou de séquençage d'enrobage”** (Wam Foam, LT Asphalt, 3^E DM, 3^E DB)
- **Influence de l'interface** (tension interfaciale) entre bitume et granulat (Ceca baseRT, Greenseal)

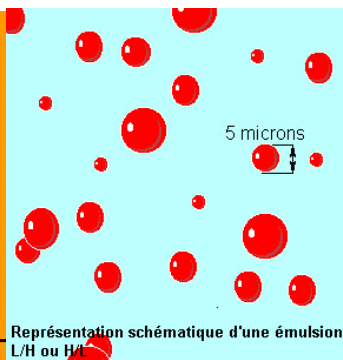
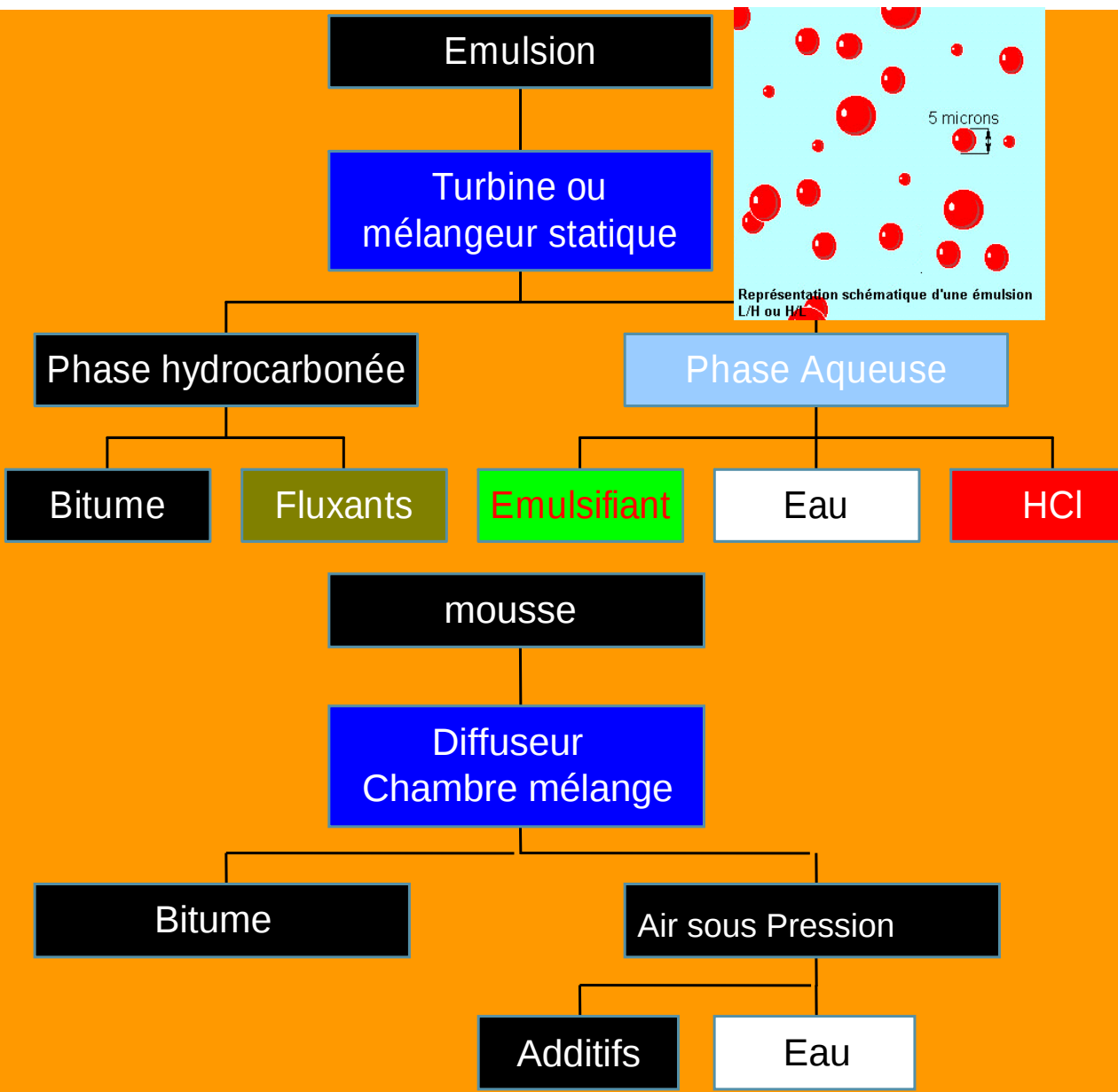
Enrobés non considérés «exactement» comme tièdes

- **liants de synthèse d'origine végétale,...** – (Vegecol,...)
- **Tiédissement d'enrobés à froid** dans un tambour adapté – (Ecomac,..)

Différence de fabrication entre émulsion et mousse



Différence de fabrication entre émulsion et mousse



Quelques Photos

Pas de fumée visible



Pas de vapeur visible



Pas d'urgence mais bien



Bonne homogénéité



Propre



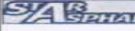
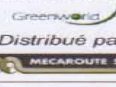
Température
tiède



Bonne maniabilité



Uniformité
Bon aspect du joint

Technologie utilisée	Procédé d'entreprise	Détail	Temp. d'application usuelle	Réduction de temp. d'application	Réduction de consommation énergétique	Réduction des émissions	Entreprise	Pays
Moussabilité à chaud par ajout	Aspha-Min	Zéolite contenant 20% d'eau cristalline qui se libère progressivement	125°C à 150°C	30°C à 35°C	23%	20%		FRA
	Advera WMA		140°C à 150°C	10°C à 20°C	n/d	n/d		USA
Bitume chaud et plastifiant	Sasobit	Point de fusion de la cire vers 100°C, applicable à 120°C	116°C	15° à 95°C	20%	n/d		GER
	3E type LT	Liant modifié par additif	80°C à 110°C	35°C à 45°C	30% à 40%	20% à 25%		FRA
Double enrobage avec mousse de bitume	Wam-Foam	Bitume mou avec PEN>300. Mousse de bitume dur de grade péné<30	70 à 110°C	30 à 50°C	25% à 35%	30%		DAN
	3E type DM	bitume mou et mousse de bitume dur	80°C à 110°C	35 à 45°C	n/d	20 à 25%		FRA
	LT-Asphalt	Base de bitume mousse type Nyfoam et Bitufoam	90°C - 95°C	60°C à 70°C	n/d	n/d		BEL
Enrobage séquentiel	3E type DB	enrobage par deux bitumes différents	80 à 110°C	35 à 45°C	n/d	20 à 25%		FRA
Liant de synthèse	Végécol	Liant végétal	100°C	40° à 50°C	n/d	n/d		FRA
Emulsion	Evotherm	Emulsion à 70% résiduelle. Liant stocké à 60°C	80 à 85°C	50 à 55°C	55%	24 à 40%		USA
Echange thermique de l'eau des granulats qui passe en vapeur	Enrobés à basse température EBT	Séchage partiel des granulats à 95°C avant malaxage avec le liant chaud et le filler ; teneur en eau résiduelle de 0,3% à 0,5%	70°C à 90°C	60°C à 90°C	40 à 50%	40 à 50%		FRA
	Enrobés à basse énergie EBE	Gros gravillons à 135°C enrobés par du bitume chaud et malaxés avec le sable froid et humide ; teneur en eau résiduelle de 0,3% à 0,5%	70°C à 90°C	60°C à 90°C	50% à 53%	50 à 53%		FRA
	AP Technic		n/d	n/d	n/d	n/d		FRA
Exploitation de l'enrobé recyclé	Double barrel Green	50% d'enrobé recyclé et chauffage réduit du squelette minéral des 50% restants	n/d	n/d	11%	n/d		USA
Spécial	Warm-mix	Strict fluidifiant / pas d'aide aux compacités ou à l'adhésivité. Egalement composé de zéolite.	110°C à 130°C	20°C à 50°C	n/d	n/d		ITA
	Stardope	Additif d'adhésivité seulement	n/d	n/d	n/d	n/d		
	Cecabase RT	Dope d'adhésivité et de maniabilité	130°C	30°C à 35°C	20%	20%		
	Asphaltan A et B	Cire d'origine houillère (gisement de lignite ou charbon brun). 2 à 4% de la masse d'enrobé	n/d	n/d	n/d	n/d		GER
	Revix	Additif chimique	n/d	n/d	n/d	n/d		USA
	Greenseal BT	Dope d'adhésivité pouvant être incorporé avec des huiles fluxantes types Supergreen et Green Oil.	Agent d'adhésion spécial haute viscosité	n/d	n/d	n/d		FRA / USA
	Terex	Sur TSE contre-courant Terex uniquement	n/d	n/d	n/d	n/d		USA
?	Rediset		n/d	n/d	n/d	n/d		NL
	KGO III Process		n/d	n/d	n/d	n/d	de M. Karl Gernnar Ohlson	SUE

Utilisation de l'eau « mousse »

Process	Company	Principle	Factory or application temperature
Foaming techniques			
WAM-Foam®	SHELL	Coating with soft bitumen, then using hard bitumen foam	Coating at 120°C
Lt-Asphat®	NYNAS	Hygroscopic filler and foamed bitumen	Application < 100°C
3E DM	COLAS	Sequential coating and foamed bitumen	40°C lower than HMA
LEA-co®	FAIRCO	Wet and cold fine aggregate	Application < 100°C
LEA® alpha	EIFFAGE TP	Partial drying of aggregate	Application < 100°C
LEA® beta	EIFFAGE TP	Total warming of aggregate	Application < 100°C
Tempera®[g1] Aspha-min®	EUROVIA	Foaming effect by zeolite	Coating at 150°C

Utilisation d'émulsion

Emulsion based techniques

Tempera® Evotherm® DAT	EUROVIA	Additives in water injected with bitumen	Application < 100°C
Ecomac®	SCREG	Coating with emulsion and reheating in a specific tube	Application < 70°C

Utilisation d'agent d'interface

Modification of the bitumen using workability and surfactant agents

CECA Base®	CECA	Surfactant agent	Coating at 120°C
ETIMA®	MALET	Surfactant agent	Coating at 120°C
GREEN SEAL®	GREEN WORLD	Surfactant agent	Coating at 120°C

Utilisation d'additifs inorganiques

Lowering the viscosity of the bitumen using organic additives

Sasobit®	Sasol	Wax blended at 115°C with the bitumen	Mixing at 130°C
3E LT	COLAS	Plasticizer agent in the bitumen	40°C lower than HMA
3E DB	COLAS	Sequential coating with soft and hard bitumen	40°C lower than HMA[g2]
3E LT Ecoflex	SCREG	Plasticizer agent in the bitumen	40°C lower than HMA

- **Assises**
 - Grave bitume (GB) : classe 2 et 3
 - Enrobé Module Elevé (EME) : classe 2 (*2 procédés*)
- **Roulement ou liaison**
 - Enrobés épais (BBSG classe 1, 2 et 3)
 - Enrobés minces (BBMa, BBMb : classe 1 et 2)*
 - *Enrobés très minces (BBTM classe 1)***
 - Enrobés rugueux spéciaux «entreprise»*
 - Enrobés au Bitume modifié par polymères*
- **Incorporation d'agrégats (recyclés) de 10 à 50%***

* *Certains procédés seulement*

** *très peu d'applications*

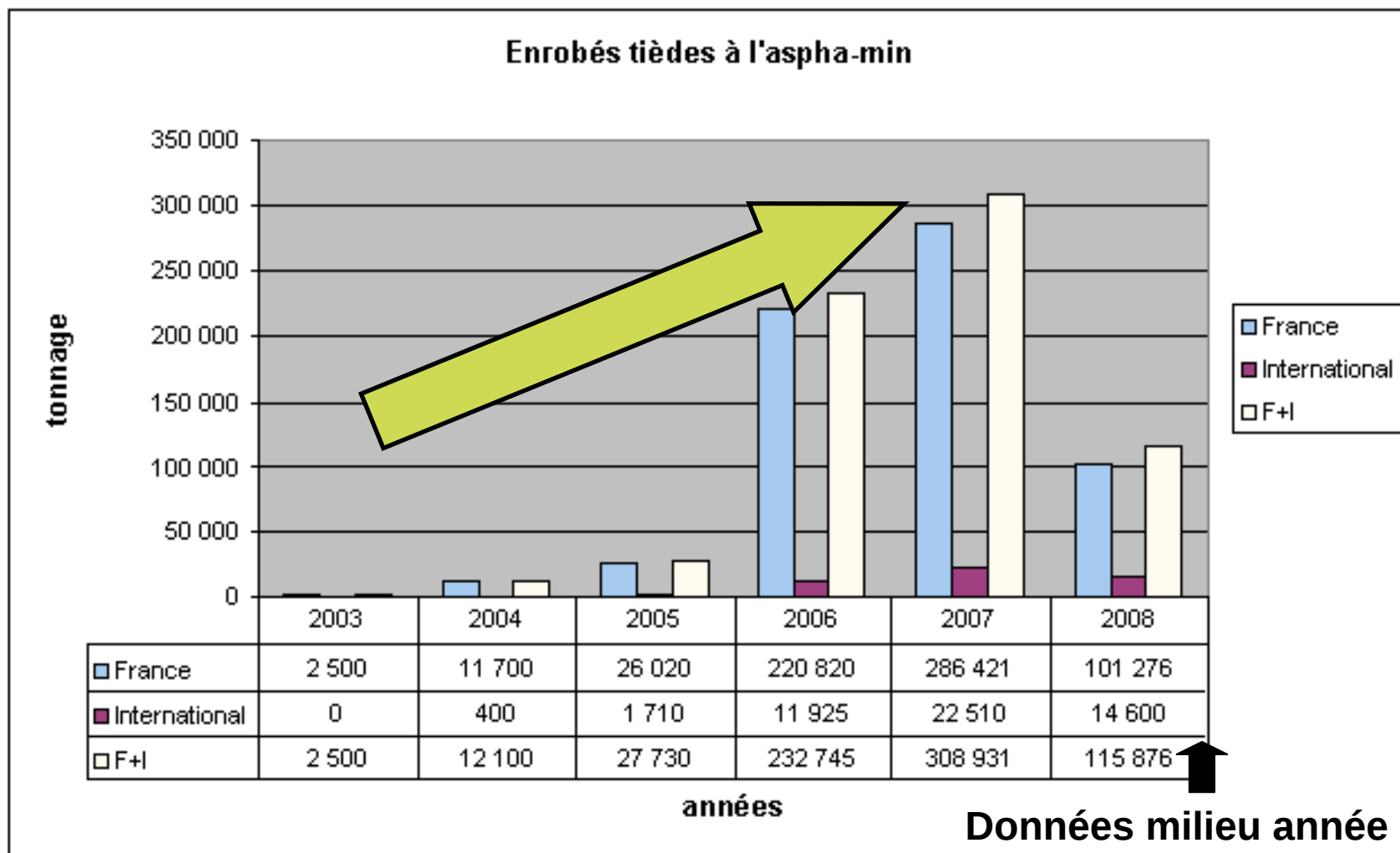
Situation actuelle: les réalisations

- **Études et recherche : 2000 – 2003**
- **Expérimentations : 2002 – 2005**
- **Réalisations : 2003 - 2009**
 - Aspha-min : **180 000 t** (France 75%, All, Canada) - 2004
 - EBT : **5000 à 6 000 t** - 2005
 - EBE : **15 000 t** (France, expérimentations USA) - 2005
 - 3E _ ECOFLEX : environ **10 000 t** - 2005
 - Additifs : nombreuses applications par les entreprises régionales
 - Evotherme (gamme tempéra)



2007 : ½ million de tonnes
2008 : 1 million de tonnes

Production en France
40 millions de tonnes / an



Tonnage sur autoroutes: 65 000 tonnes

Données de 2008 - ASFA

Société	Formule (+ recyclé)	Procédé	entreprise	année	Tonnage
SANEF	EME + 50%	EBT	EIFPAGE T.P.	2007 2008	?
	BBTM	EBT	EIFPAGE T.P.	?	500 T
	BBTM	?	COLAS	2007	1000 T
COFIROUTE	BBSG	Aspha-min	EUROVIA	2005	?
SAPN	BBME BBSG	BBMA Aspha-min	EUROVIA	2007	?
AREA	BBM	EBT	EIFPAGE T.P.	2007	1700 T
ASF	BBSG et GB	Aspha-min	EUROVIA	2007	55000 T
	GB + 25%	Aspha-min	EUROVIA	2008	3800 T
	BBSG + 10%	Aspha-min	EUROVIA	2008	2200 T
	EME + 25%	Aspha-min	EUROVIA	2008	600 T
APRR	BBTM	3 ^E DB	COLAS	2008	350 T

- **Évaluations** en cours ou réalisées
 - Innovation routière 2007
 - Enrobés à forte économie de matériaux et d'énergie (EIFFAGE T.P.)
 - BBTM « Semi tiède » mis en œuvre à très grande vitesse (EIFFAGE T.P.)
 - Enrobés 3^E+R (COLAS)
- **Certificat de conformité**
 - Charte innovation autoroutière (COFIROUTE, SETRA, EUROVIA)
Enrobés tièdes EUROVIA (zéolithe «aspha-min»)
- **Techniques primées**
 - Concours 2005 FNTP : Prix de l'innovation dans les TP
 - Enrobés Aspha-min (EUROVIA)
 - EBE Enrobés Basse Energie (FAIRCO)
 - AIPCR 2007
 - VEGECOL (COLAS)
 - EBT Enrobés à basse température (EIFFAGE T.P.)
 - IRF 2008
 - Prix de l'industrie routière, Enrobés Cecabase RT (CECA)



- Les **enrobés tièdes** sont en conformité avec les normes Françaises et Européennes
 - Respecter les propriétés de formulation en laboratoire et sur chantier
 - Niveaux d'études
 - Mêmes tests
 - Mêmes spécifications
 - **Une question : représentativité des fabrications et échantillons ?**
- **Sur chantier** : seule différence concerne les températures, parfois il faut renforcer le compactage
- Pas de spécification des enrobés tièdes, **sauf températures**

Performances en laboratoire et sur chantiers

Premières constations des entreprises



- **Fabrication de 90 à 130°C**, mise en place et compactage entre 70 et 120°C.
- **Performances techniques** en laboratoire **similaires** à chaud
- **Diminution des rejets**
 - **GES** et **NOx** : jusqu'à **50%**
 - **HAP** : réduction importante
 - **Poussières** : jusqu'à **80 %**
- **Amélioration des conditions de travail** pour les ouvriers (période d'application étendue)
- **Economie de consommations énergétiques** : de **25 à 50 %**

Conclusions sur les produits

- **Procédés de fabrication écologique et économique**
 - Chauffage (complet ou partiel) du squelette granulaire
 - Température du bitume reste importante
 - Multiplication des étapes d'enrobage
 - Utilisation d'additifs (cires, zéolites, dopes, ...)
 - Recyclabilité des matériaux
 - Performances environnementales liées aux additifs utilisés

Durabilité des matériaux (interface granulat/bitume)??

- Présence d'eau résiduelle dans l'enrobé
- Réduction de la température d'enrobage



Nombreuses questions qui nécessitent des recherches

- **Collège Observateurs ‘Techniques tièdes’ du SETRA**
 - Assurer et maintenir une veille technique des produits
 - Suivis de chantier
 - Fascicule de documentation (RGRA)
 - **Recherches aux LCPC**
 - Evaluation thermodynamique des techniques
 - **Souhait** : Durabilité par essai accéléré (Manège de fatigue)
 - Propriétés mécaniques en laboratoire avec fabrication type centrale
 - **Propriétés environnementales**
 - Analyse de cycle de vie
 - Correlation émissions de fumées chantier – laboratoire
-  **Recensement et évaluation des techniques**

Générateur d'analyse de fumées LCPC

Objectif

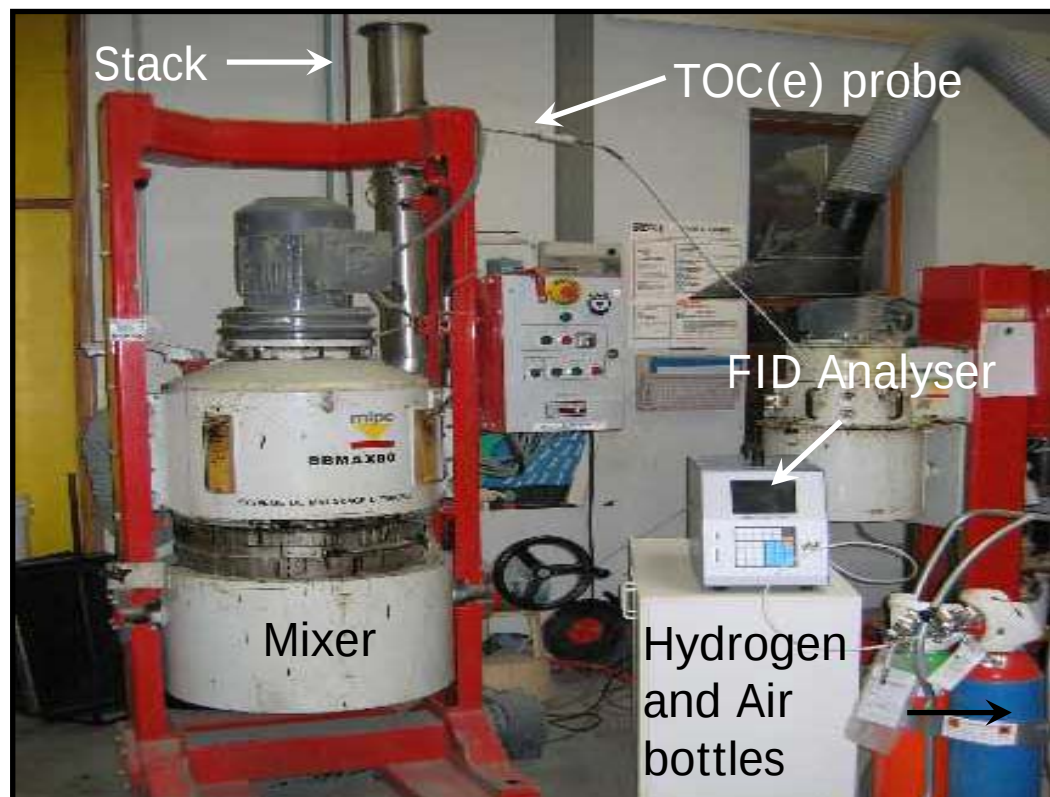
Evaluation Environnementale et classement des enrobés fabriquées en laboratoire/ Outil pour étudier et prévoir les émissions de fumées

Fonctions

- Générateur de fumées
- Collecter / Echantillonner
- Analyser

Paramètres étudiés

- Formulation
- Bitume
- Procédé
- Température d'enrobage



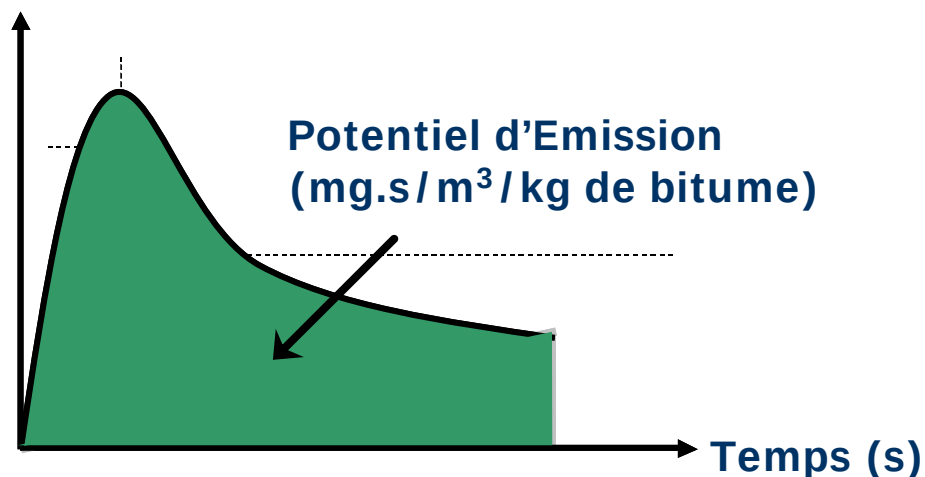
Système analytique de mesure des émissions de fumées

- Evaluer, séparer et suivre : TOC par un détecteur à Ionisation de flamme (FID)
- TOC(e) : Total Organic Compounds emissions, versus temps d'agitation du mélange (rotation de 20 tour/minute)

Un seul paramètre étudié
= Potentiel d'Emission

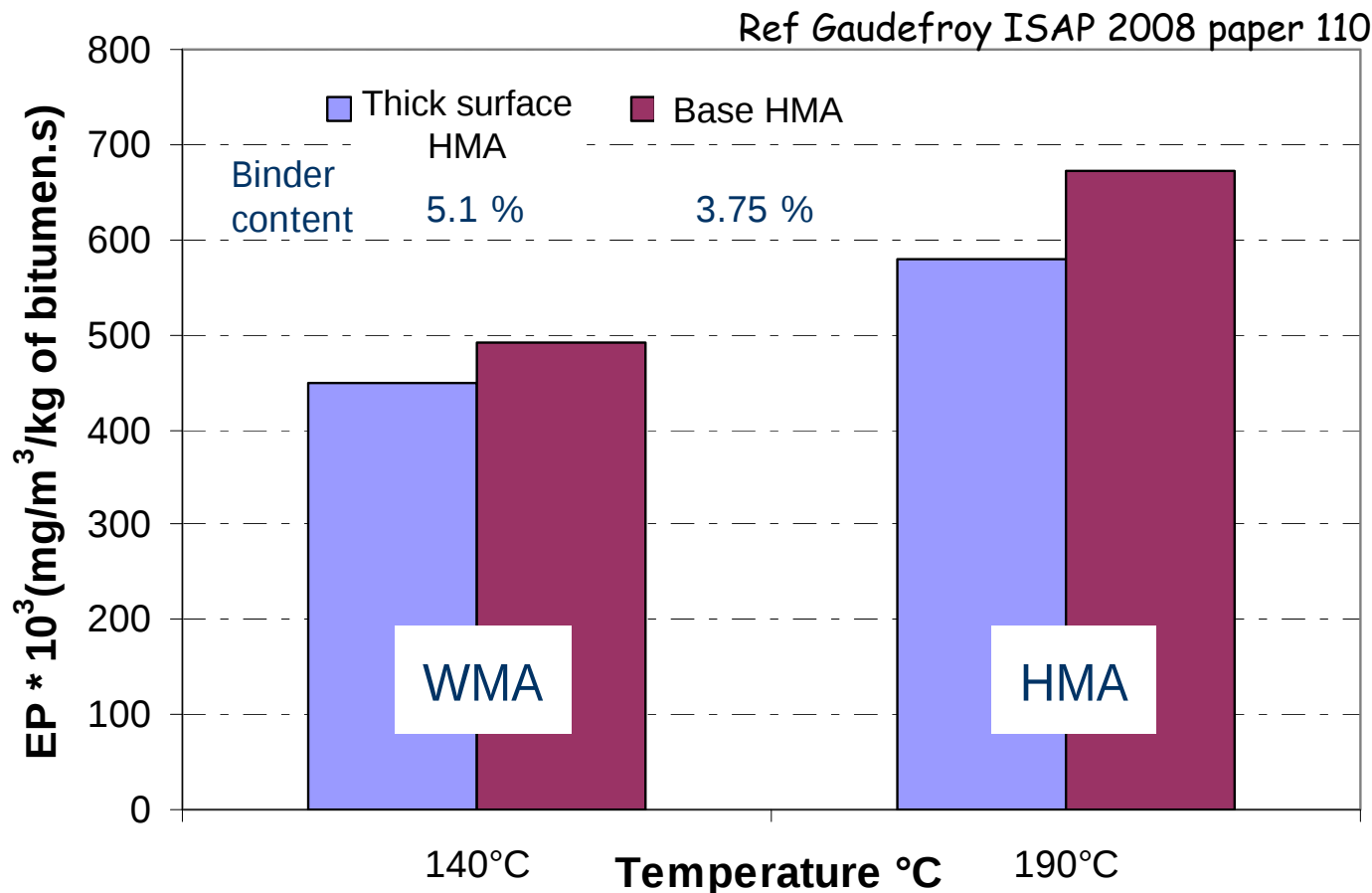


TOC(e) (mg / m³ / kg du bitume)



The emission Potential (EP) is calculated by integrating the area under TOC(E) curve according to time

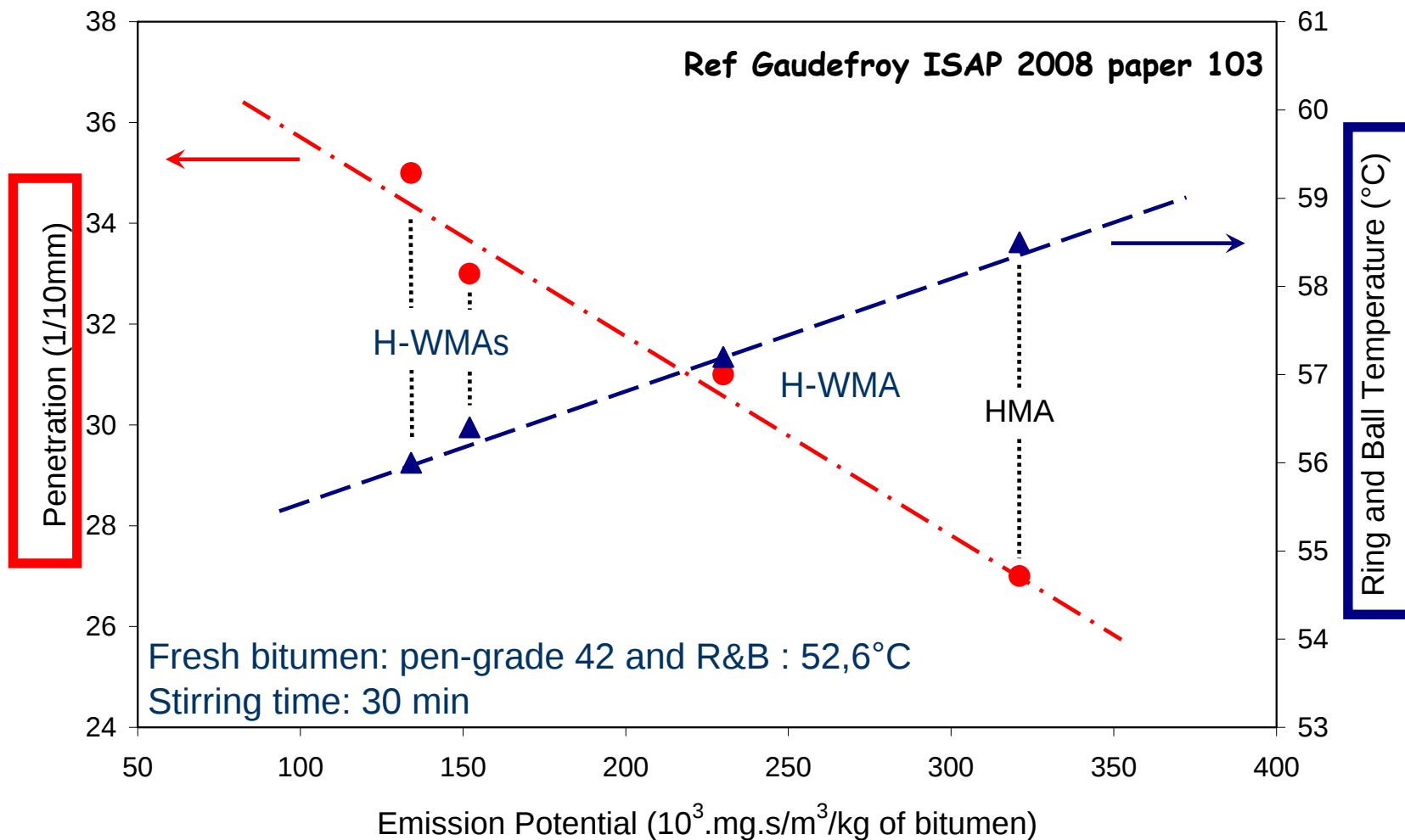
Influence : Température et Composition BB



Augmentation Température = Augmentation TOC(e) émis

Augmentation du dosage Bitume = Diminution TOC(e) émis

Vieillissement Bitume / émissions de fumées



Relation entre Potentiel d'Emission et vieillissement bitume

Avec les enrobés tièdes, il est possible de :

- réduire les températures,
- conserver leur caractéristiques mécaniques,
- réduire les émissions dans l'atmosphère,
- améliorer les conditions de travail,
- diminuer les consommations énergétiques,
- étendre la période de réalisation (notamment en hiver),
- remettre plus vite en circulation,
- augmenter la sécurité par temps de pluie.

Concilier la production industrielle et la préservation de l'environnement: c'est possible.

- améliorer la durée de vie des équipements (benne des camions, finisseur)
- améliorer la qualité d'aspect du revêtement (notamment aux joints)
- **MAIS il est nécessaire d'analyser plus en détail les effets environnementaux et la durabilité des performances à long terme de ces matériaux sous routes à fort trafic**

Château d'Azai le Rideau – Vallée de la Loire – 24 avril 2010



Exemple de collaboration FRANCE-BRESIL sur le terrain, avant le mondial

Merci pour votre attention