

Département génie de la
construction

Étude de l'utilisation de régénérant dans les enrobés recyclés à froid

Directeur: Pr. Alan CARTER, Codirecteur : Pr. Daniel PERRATON

Présenté par :
Fahd BEN SALEM

Plan

1

Introduction

2

Revue de la littérature

3

Méthodologie et processus du travail

4

Présentation des résultats

5

Conclusion et Perspectives



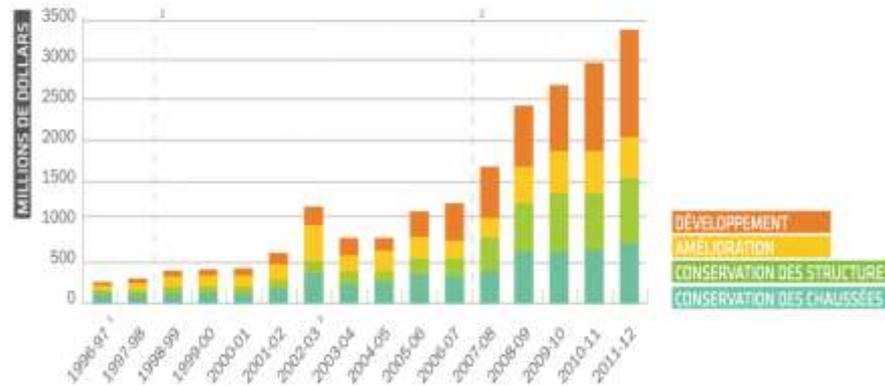
Enrobés recyclés, pourquoi ?



<http://www.lesaffaires.com>

EXPLOSION DES DÉPENSES EN AUGMENTATION DE LA CAPACITÉ ROUTIÈRE

Dépenses du MTQ en travaux routiers par axe d'intervention (dollars courants), 1996 à 2012



Source : collectivitesviables.org/articles/dependance-a-l-automobile/



<http://www.maxisciences.com>



Carrière

<http://www.carriere-haute-corse-sud.fr>



Réhabilitation

<http://www.lapresse.ca>



Réseaux routiers

<http://www.portailconstructo.com>

Enrobé Recyclé



- Moins couteux
- Plus écologique
- Moins d'énergie pour la fabrication
- Conserve les ressources naturelles



- Oxydation bitume
- Modification des propriétés mécaniques
- Augmentation de la viscosité
- Modification de la structure chimique
- Perte des particules volatiles

Régénérant

Pompier

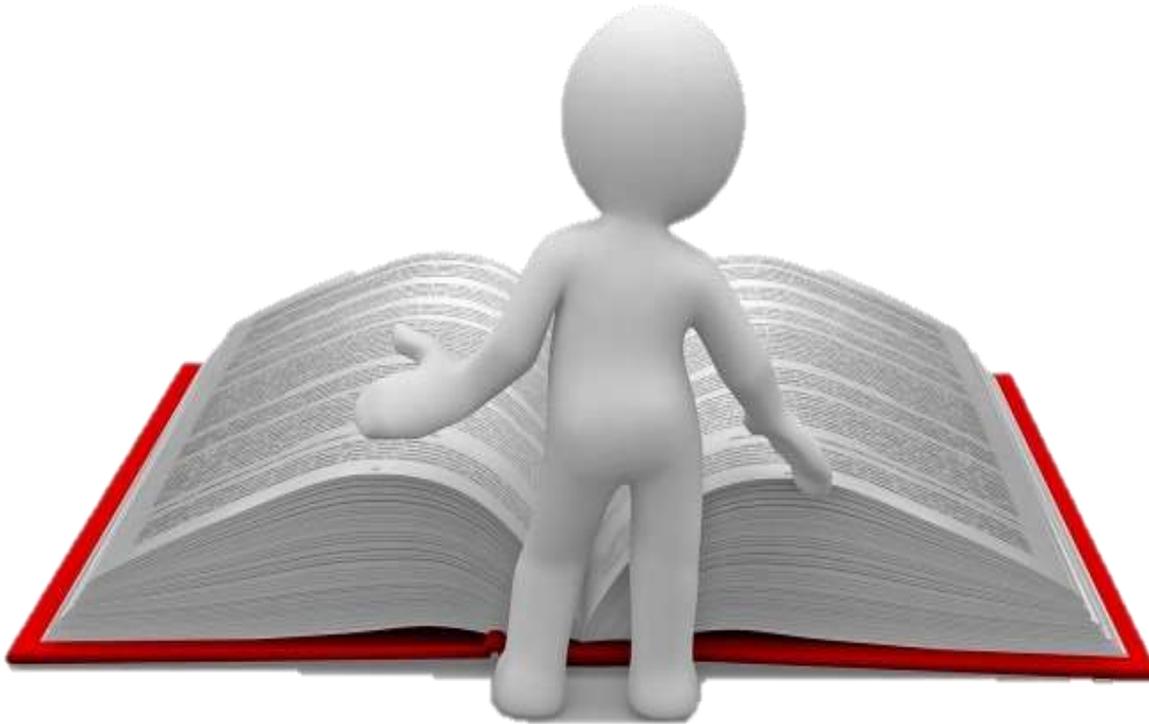


Objectif

- Évaluer la capacité d'un régénérant à réactiver le bitume des GBR dans un enrobé recyclé à froid



Revue de la littérature



❖ C'est quoi un enrobé bitumineux recyclé?

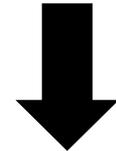
GBR



Bitume



Enrobé



↑ Température

Neiges

Route fissurée/trafics
vieilli

Méthodes de recyclage

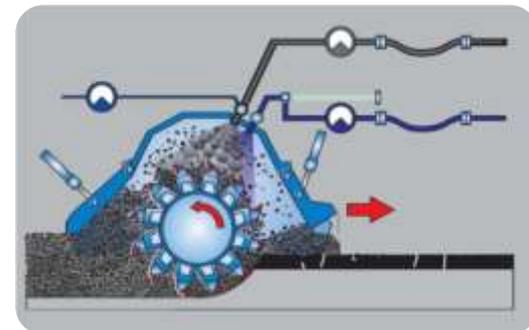
Recyclage à chaud

Dans une centrale à 160-180 °C

Recyclage à froid

À température ambiante

Recyclage en place à froid



Avantages du recyclage à froid

☐ Sur le plan environnemental

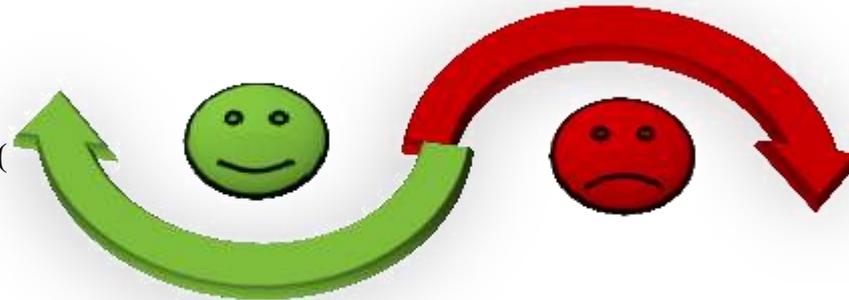
- Une économie des ressources naturelles.
- Une diminution des gaz à effet de serre (GES)
- Une meilleure rentabilité énergétique.
- Une économie de transport.

☐ Sur le plan technique

- Amélioration de la résistance aux désestrobages
- Amélioration à l'essai de tenue à l'eau du mélange.

☐ Sur le plan économique

- Economie de coûts sur une intervention globale, notamment lors du transport des matériaux.



Désavantages du recyclage à froid

- Capacité structurale inférieure à une chaussée neuve en enrobé.
- Cette technique n'est pas recommandée si la température est inférieure à 10 °C ou s'il pleut.
- Une faible température de l'air peut affecter la viscosité du bitume résiduel.
- Possible hétérogénéité dans le mélange.
- Contient du bitume vieilli

C'est quoi un régénérant ?

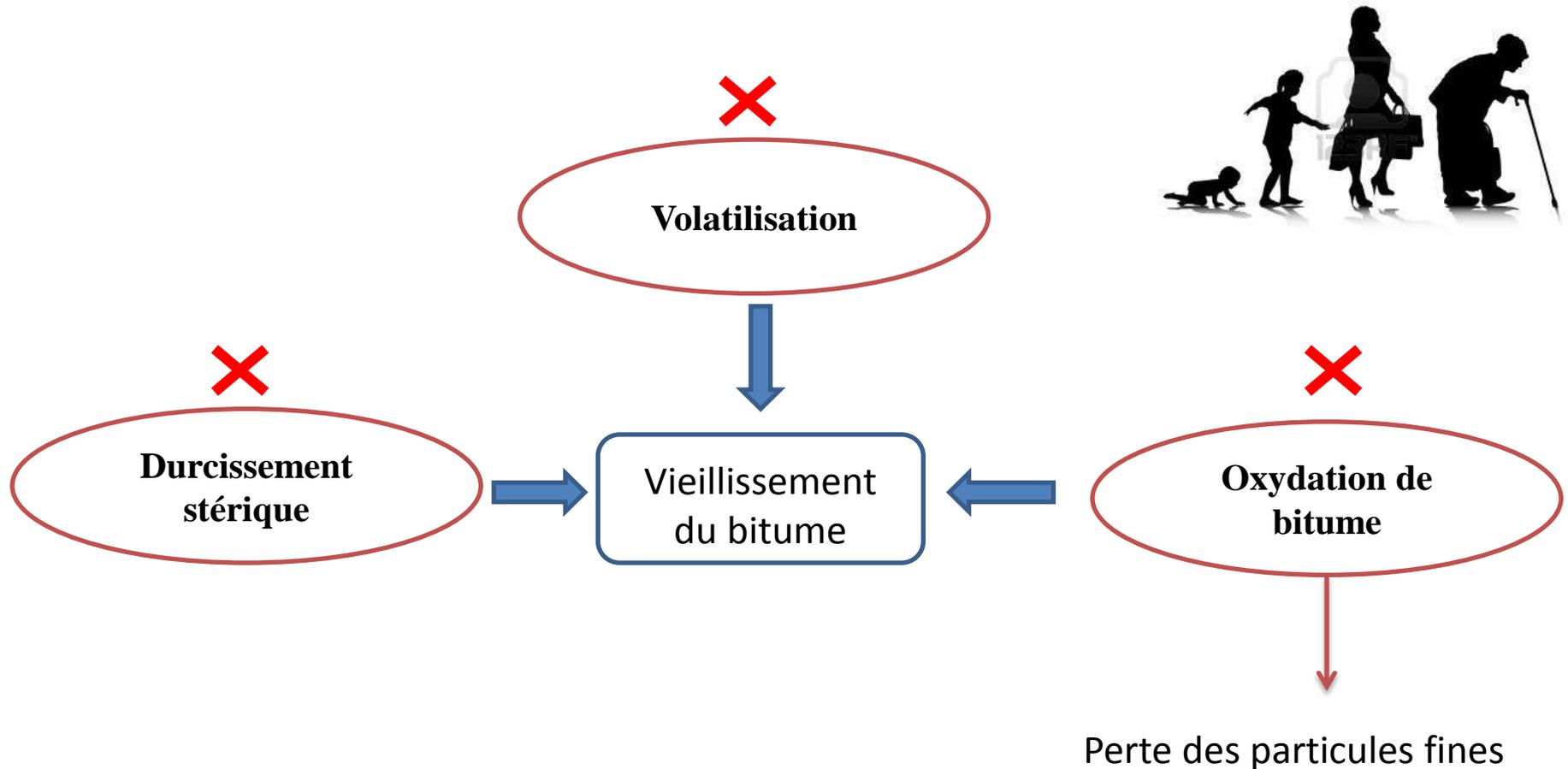
❖ Le régénérant est un type d'huile qui permet de diminuer la viscosité, remplacer les particules perdues et restaurer les propriétés d'origine du bitume.



Quelques types de régénérant

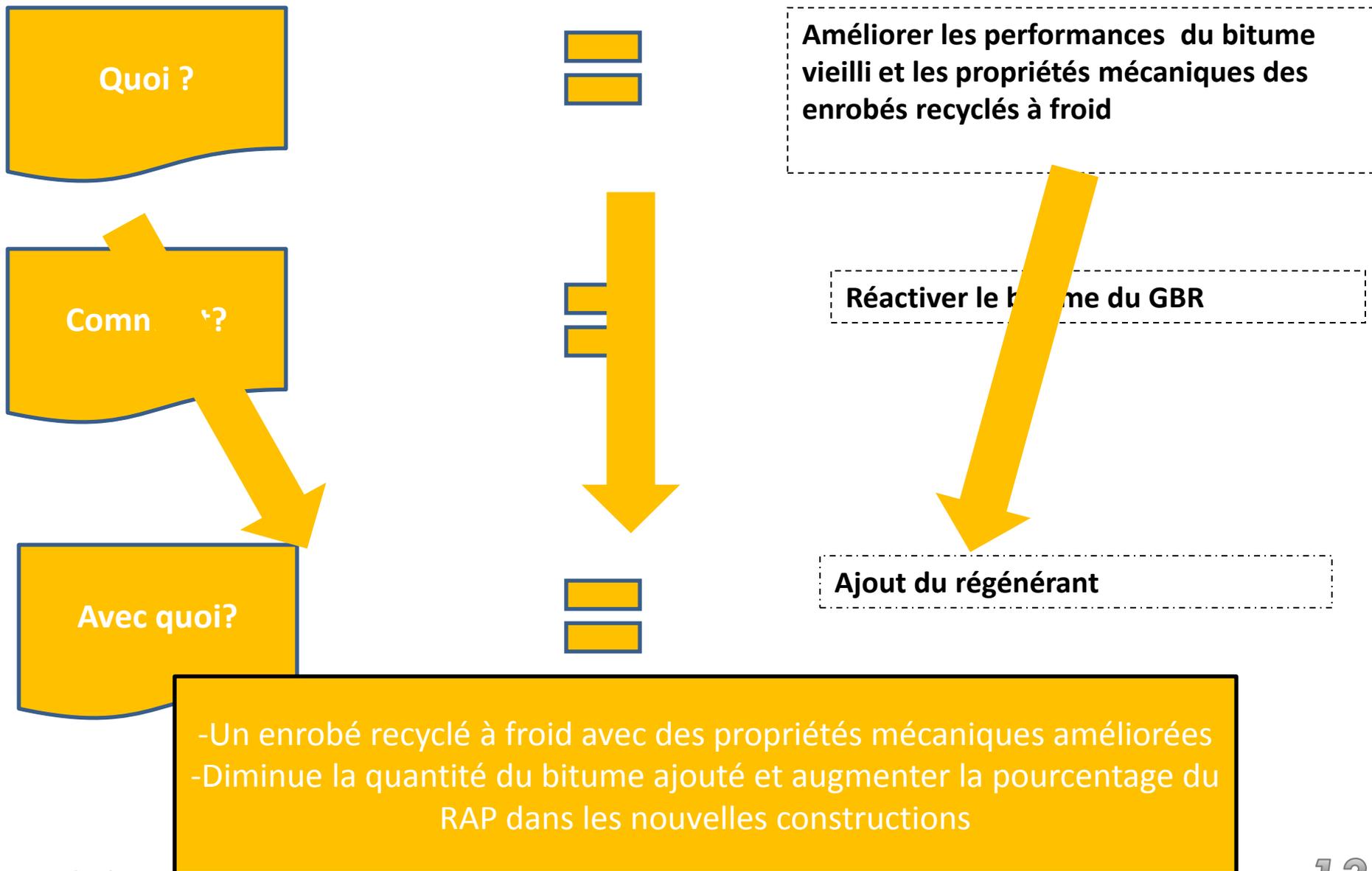
- ✓ Biodiesel (huile de friture de la restauration)
- ✓ Graisse végétale (déchets organiques de l'industrie alimentaire)
- ✓ Huile organique
- ✓ Distilled tall oil (sous-produit de la fabrication de papier)
- ✓ Extrait Aromatique
- ✓ Déchets de l'huile des moteurs

✓ **Slop Wax**



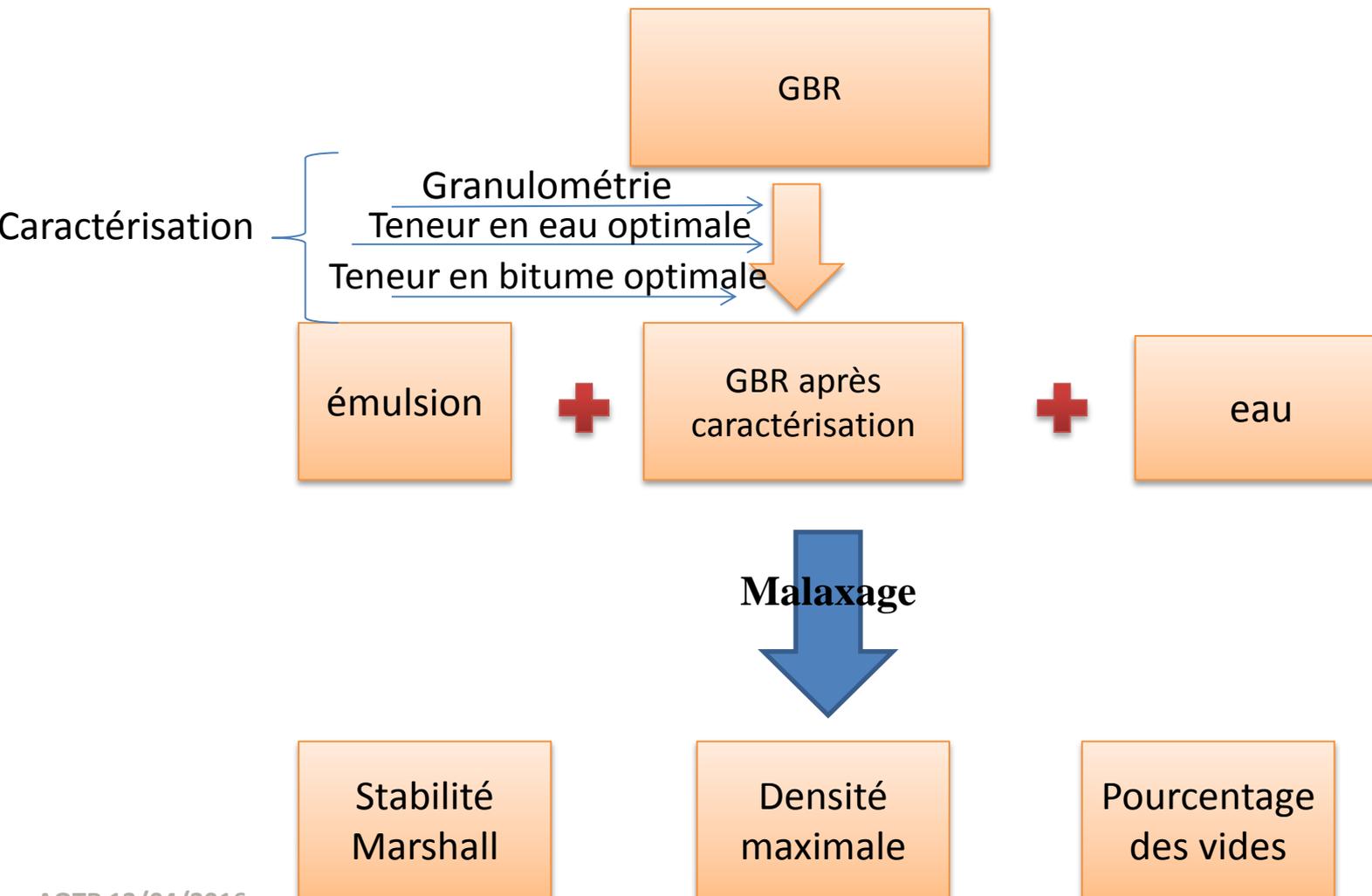
Après quelques années d'utilisation, la rigidité du bitume dans l'enrobé augmente alors que sa capacité de relaxation diminue.

HYPOTHÈSES ET OBJECTIFS

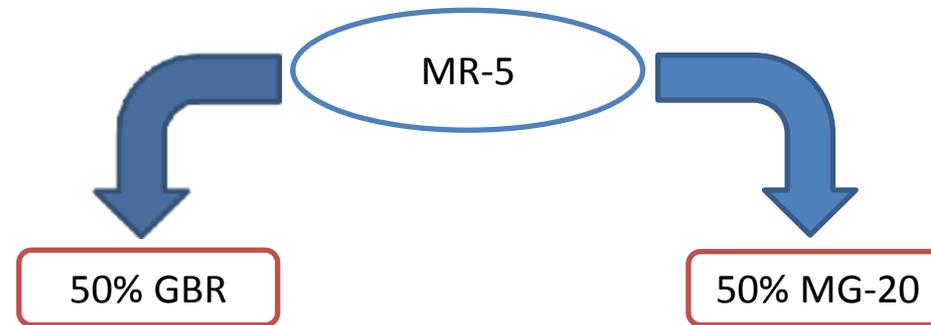




Méthodes de formulation des enrobés recyclés à froid stabilisés à l'émulsion



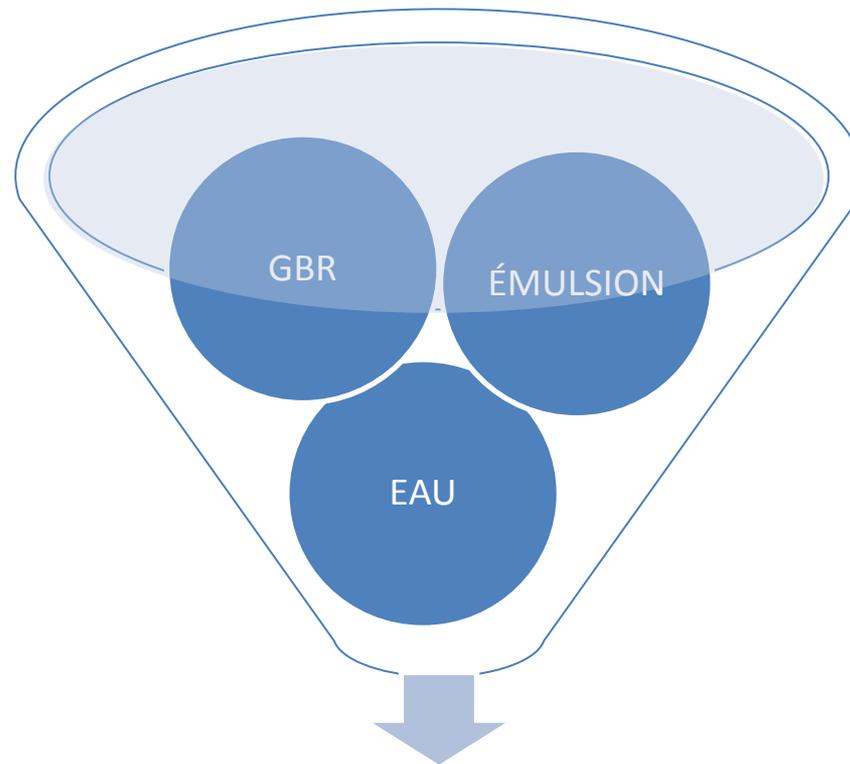
❖ Caractérisation des matières premières



Courbe granulométrique

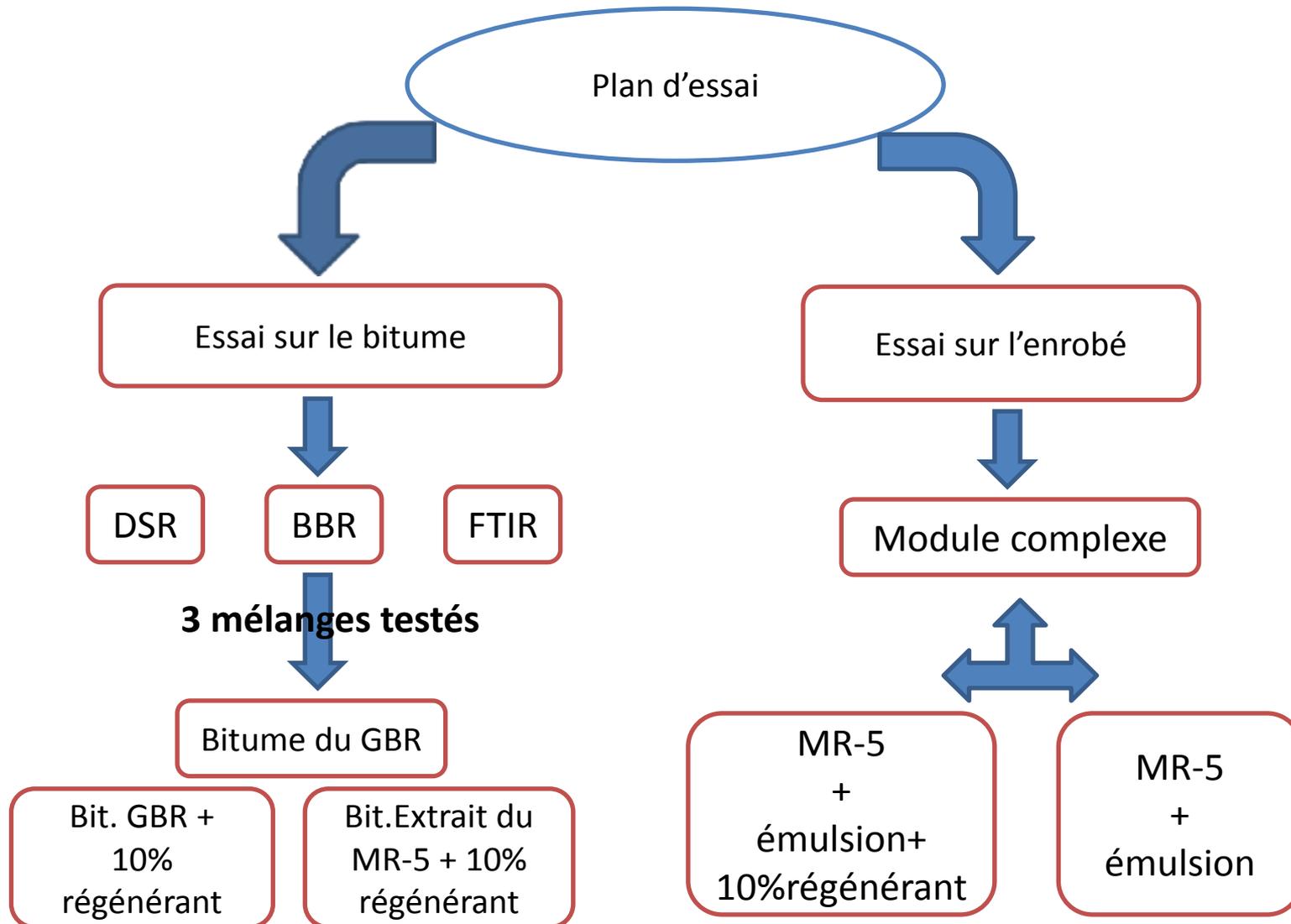
❖ Formulation

La méthode de formulation à froid des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion est fait selon la norme LC 26-002. Cette méthode vise à déterminer la pourcentage optimal de l'eau prémix, celle de l'eau de compactage et la teneur en bitume pour avoir un bon enrobage.



Formulation

MATÉRIELS ET MÉTHODES



❖ Processus de préparation et de récupération du bitume

Le processus de l'extraction et la récupération du bitume est fait selon la norme LC 25-001

Trichloréthylène

MR-5



1 min

Régénérant

Enrobé/GBR

Agitation pendant 10 min

Récupération du liquide (trichloréthylène + bitume)

1 min
Centrifugation pendant 10 min

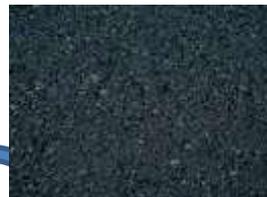
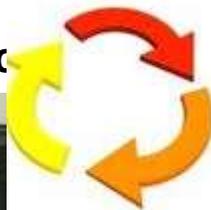
Distillation du mélange bitume-trichloréthylène

Centrifugeuse

Évaporateur rotative



2 min



❖ Processus de l'ajout du régénérant dans le bitume vieilli



Chauffage pendant
20 min à 150 °C

Ajout de 10% du
régénérant

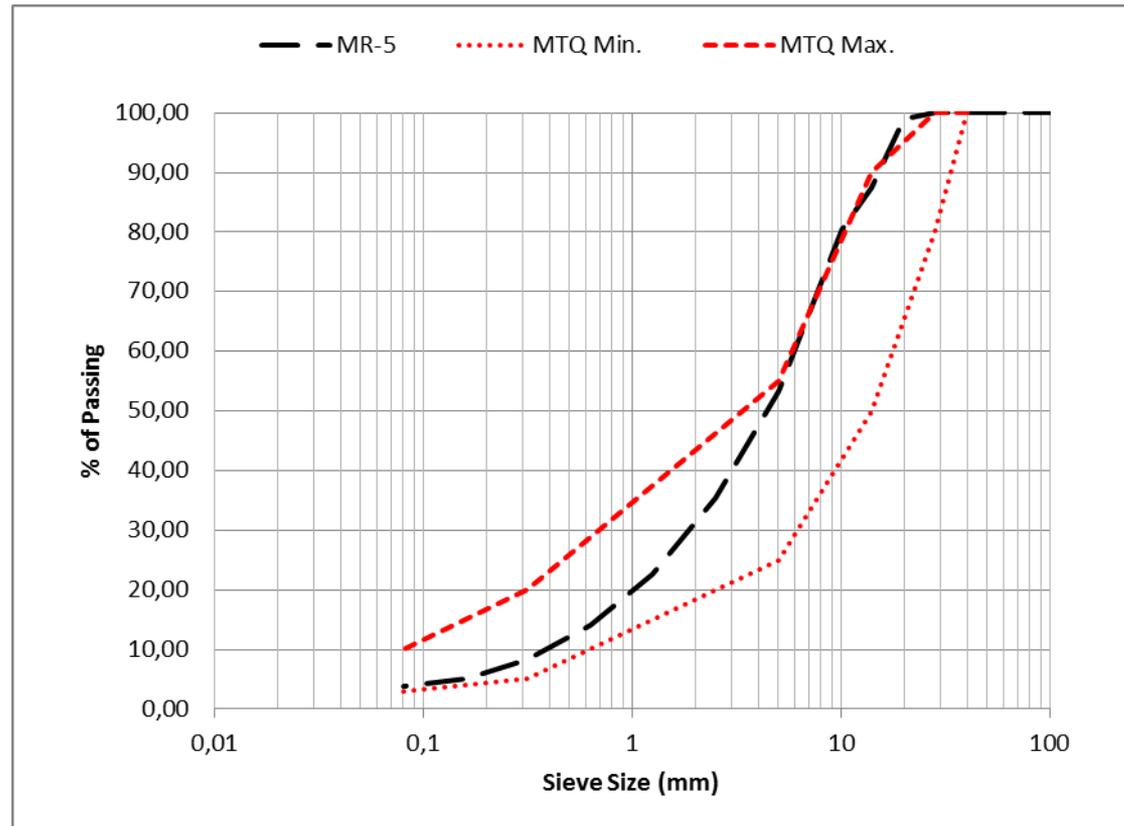
Chauffage pendant
10 min à 150 °C

DSR

BBR

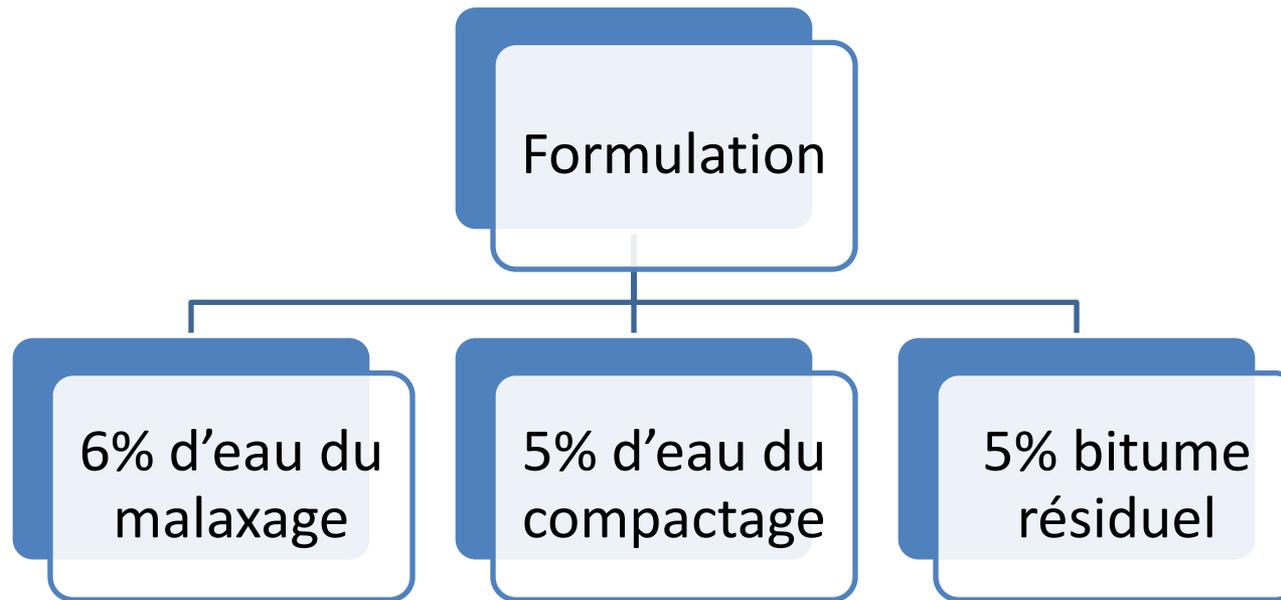
❖ Analyse granulométrique

GBR	MG-20	MR-5
% Passant cummulative	% Passant cummulative	% Passant cummulative
100,00	100,00	100,00
100,00	100,00	100,00
100,00	100,00	100,00
100,00	100,00	100,00
100,00	100,00	100,00
100,00	100,00	100,00
100,00	99,00	99,00
100,00	75,00	87,50
93,70	67,00	80,35
62,50	44,00	53,25
37,70	33,00	35,35
21,30	24,00	22,65
10,00	18,00	14,00
3,60	13,00	8,30
1,30	9,00	5,15
0,50	7,20	3,85

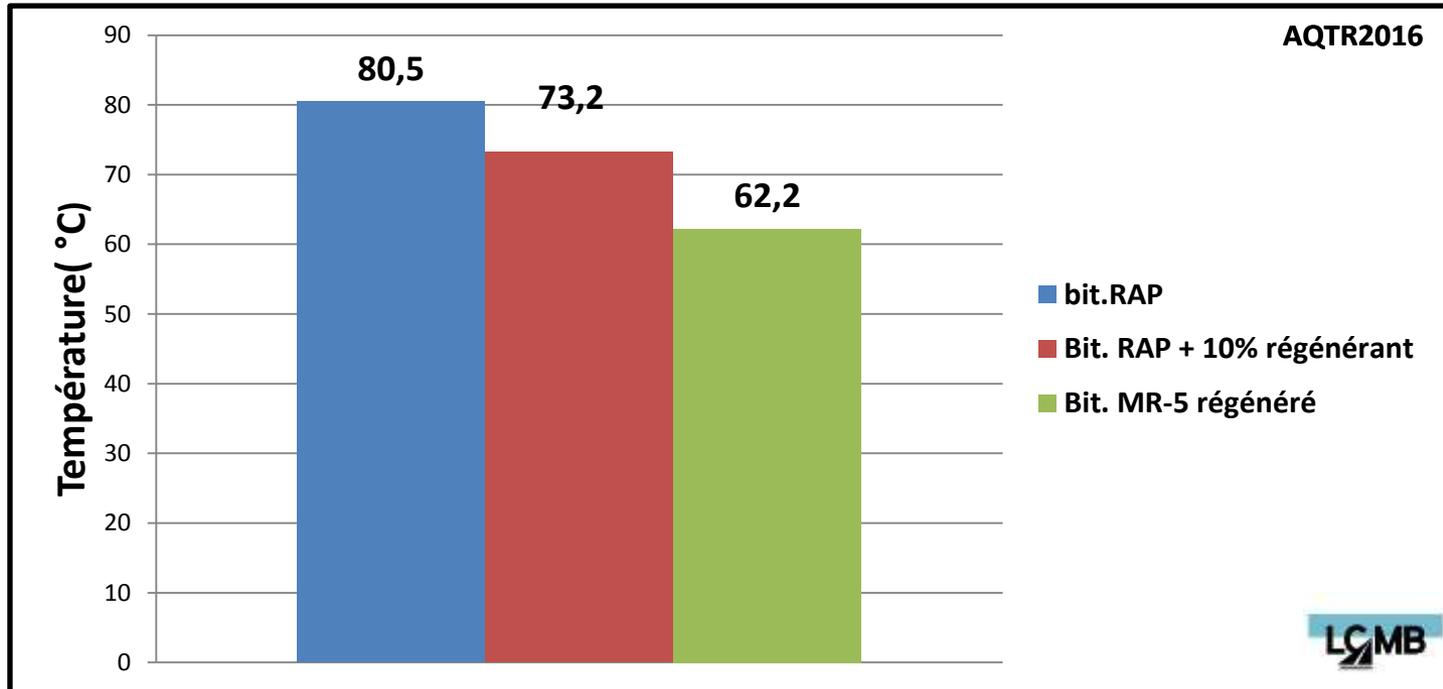


Courbe granulométrique corrigée

❖ Formulation



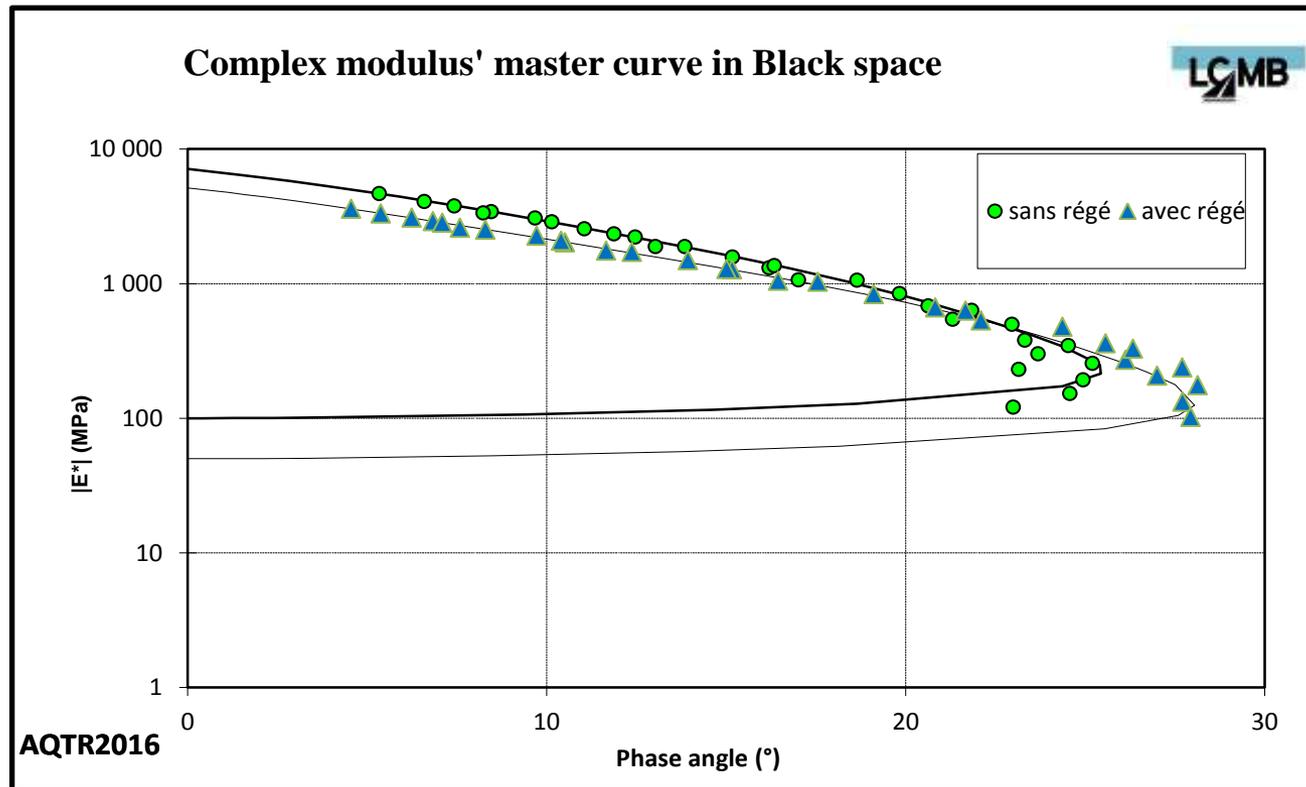
Effet de l'ajout du régénérateur sur la température haute du bitume vieilli



Les essais de PRP prouvent la capacité du régénérateur à diminuer la température basse du bitume vieilli.

- De la même manière, la température haute du bitume vieilli est diminuée en ajoutant 10% du régénérateur, elle passe de 80 à 73 °C pour un bitume du RAP mélangé avec du régénérateur et à 62 °C pour un bit. extrait du MR-5 régénéré.
- Le régénérateur a la capacité à diminuer la viscosité des vieux bitumes et les ramollir.

❖ Angle de phase



- L'ajout de 10% du régénérant augmente les valeurs de l'angle de phase d'un enrobé recyclé à froid avec émulsion.
- Le mélange de MR-5 sans régénérant présente un courbe dans l'espace de Black qui ne suit pas le PPTT, cela est expliqué par la forte concentration en asphaltène dans le bitume vieilli.
- En ajoutant le régénérant, la courbe est bien suivie le PPTT, en effet, le régénérant influe sur la composition chimique du bitume vieilli et corrige le ration asphaltène/maltène dans le liant.

Conclusion et Perspective

L'ajout de 10% du régénérant diminue la viscosité du bitume

Le régénérant diminue les températures haute et basse du bitume vieilli, et corrige la structure chimique du bitume oxydé

Diminue la rigidité de l'enrobé recyclé à froid et augmente sa maniabilité

Il permet de réactiver proportionnellement le bitume du RAP



Conclusion et Perspective

Utiliser d'autres types et d'autres pourcents du régénérant

Etudier l'interaction entre le bitume régénéré et le nouveaux bitume ajouté



Etudier le degré du changement dans la structure chimique après l'ajout du régénérant

Changer le temps et les procédures du cure pour les enrobés recyclés à froid

Merci pour votre attention

Des questions ?

" If we knew what it was we were doing, it would not be called research, would it? "

Albert Einstein

