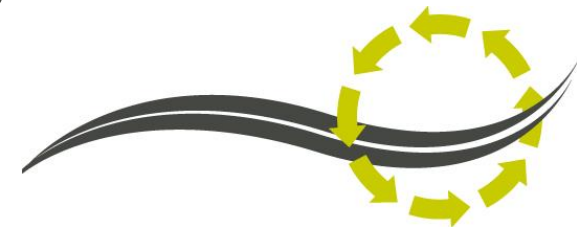


IMPROVMURE versus MURE

Dialogues entre deux projets
complémentaires:
6 décembre 2018



PN MURE - ANR IMPROVMURE

Objectifs du PN MURE

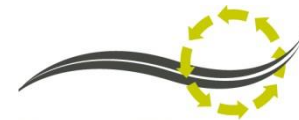


- ⇒ Répondre aux questions de toutes natures qui limitent le développement des techniques tièdes lorsqu'elles sont couplées au recyclage.
- ⇒ Anticiper celles qui découlent de la pratique du multirecyclage.



Exemple de multirecyclage: Entretien tous les 10 ans, Taux de recyclage 40%

- 1997 Construction d'une chaussée neuve:
100% de matériaux neufs
- 2007 Premier entretien:
40% AE0 et 60% de matériaux neufs
- 2017 Deuxième entretien:
40% AE1 (40%AE0, 60% de mat. neufs) et 60% matériaux neufs
- 2027 Troisième entretien:
40% AE2 (40%AE1 (40%AE0 (0%AE))) et 60% matériaux neufs



Les organisations grâce auxquelles le projet existe



35 PARTENAIRES





Les chevilles ouvrières

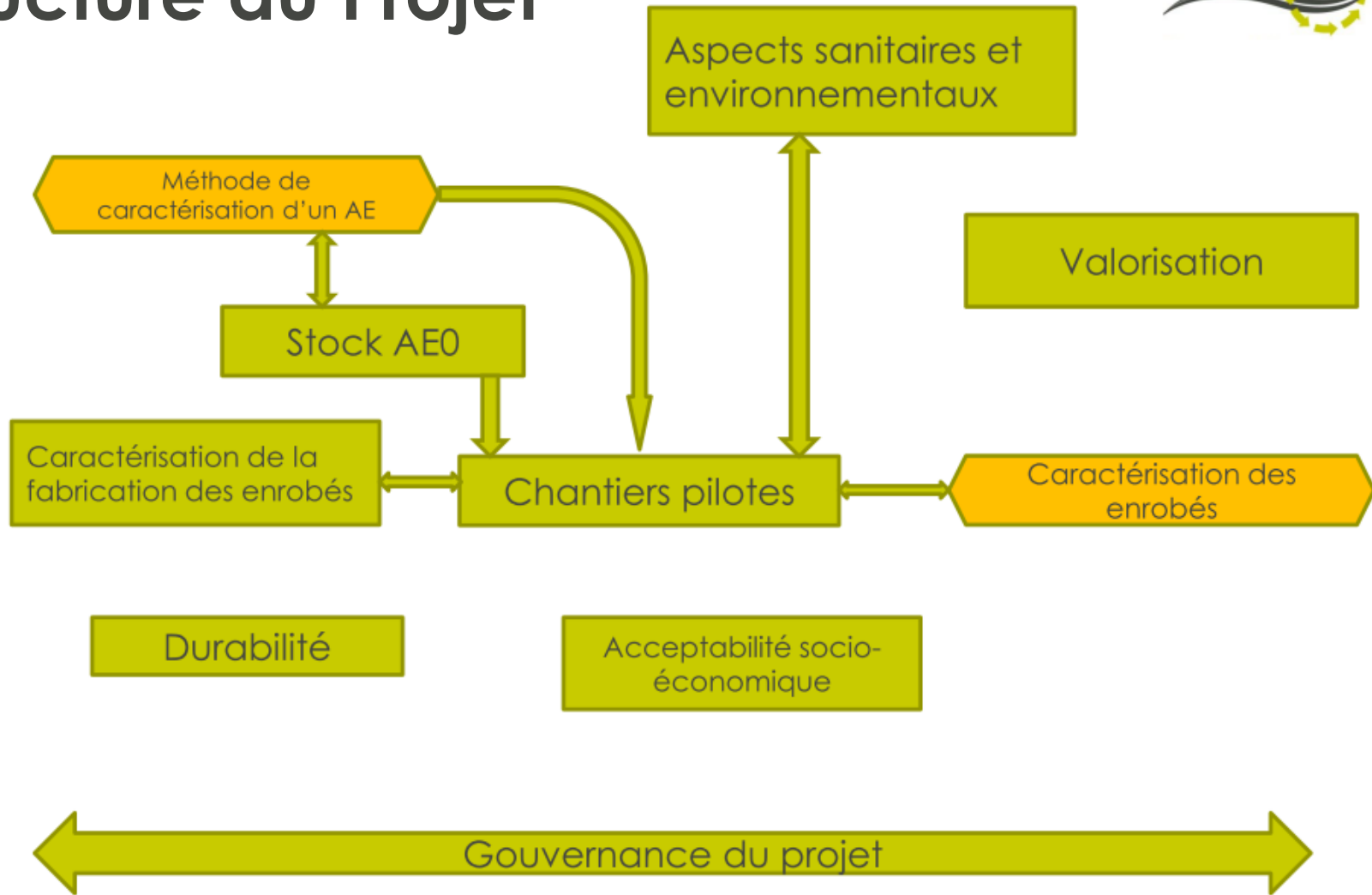
Le principe de réalisation du projet



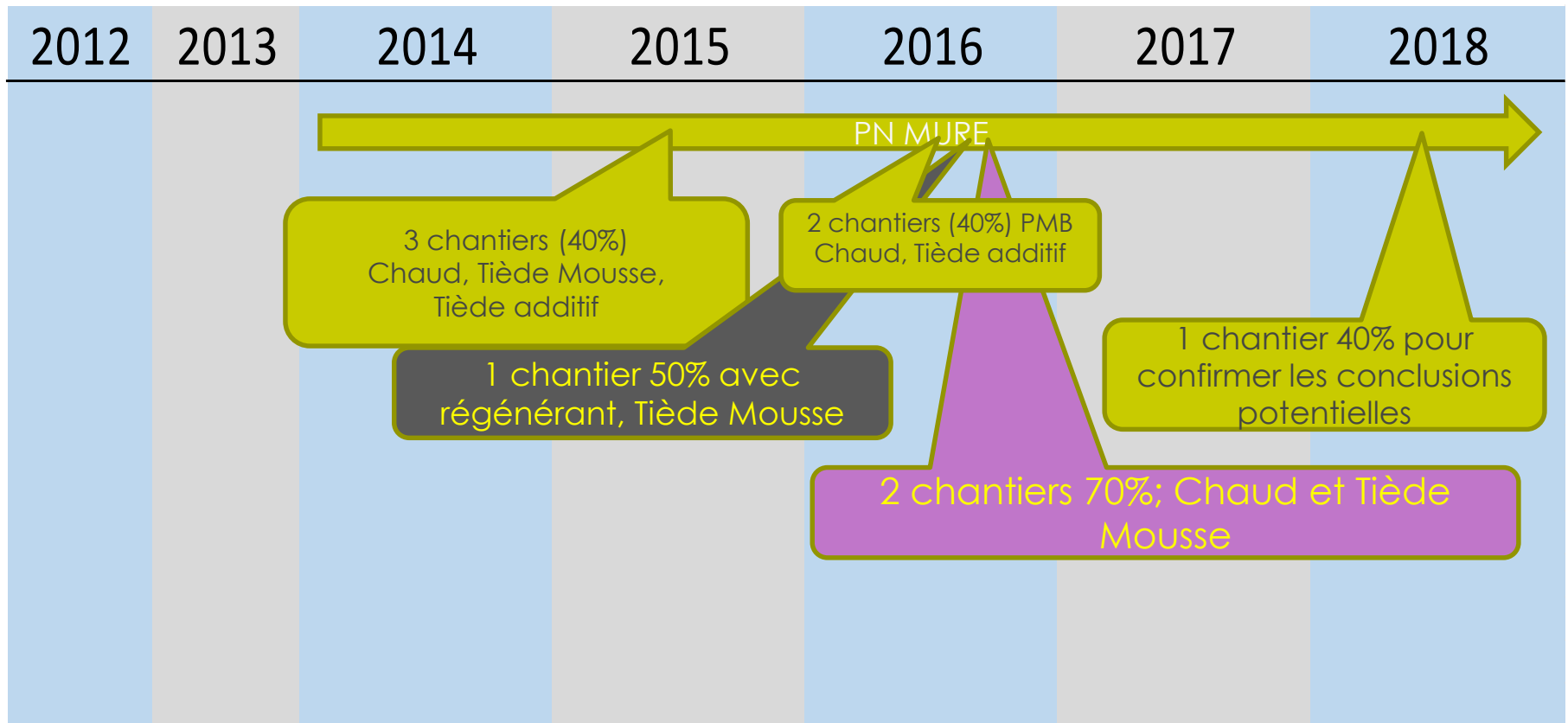
- ⇒ Réaliser des chantiers expérimentaux
 - 2 taux de recyclage envisagés: 40% et 70%
 - 3 protocoles de production des enrobés:
 - ✓ Chaud pour servir de référence
 - ✓ Tiède (-30°C) à la mousse
 - ✓ Tiède (-30°C) avec additif

- ⇒ Réaliser des études de laboratoires :
 - Etudes techniques: PN MURE
 - Etudes scientifiques: ANR IMPROVMURE

La structure du Projet



Etat d'avancement du projet



Définition d'un chantier expérimental

- ⇒ **Section de chaussée d'environ 400 m de longueur** (2000 m²).
- ⇒ **Constituée de 4 planches de 100 m chacune**

- ⇒ *Les enrobés de la première planche ne comportent pas d'AE* = planche E1
- ⇒ *La deuxième simule un **premier cycle d'entretien avec AE*** = planche E2
- ⇒ *La troisième simule un **deuxième cycle** d'entretien* = planche E3
- ⇒ *La quatrième représente un **troisième cycle** d'entretien* = planche E4

Planche type Exemple à 40%

-Réalisation des enrobés E1 et E2:

- Fabrication de 120 T de E1 et application de 90 T (sur 8 cm), soit pour une chaussée de 5 m de large une longueur réalisée de 100 m
- Fabrication de 300 T de E2 et application de 270 T (sur 8 cm), soit pour une chaussée de 5 m de large une longueur réalisée de 300 m

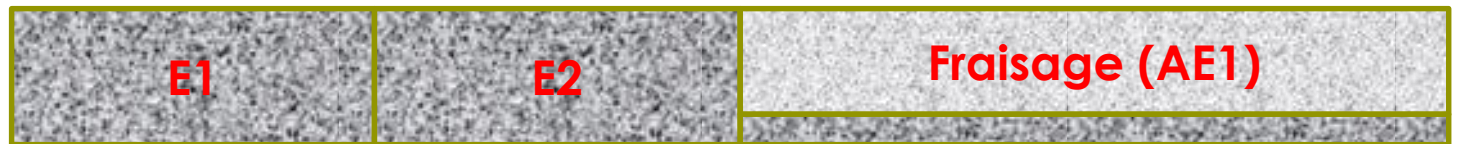


E1: Planche témoin, agrégats 0% = BBSG avec 0% d'AE0

E2: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE0

Planche type Exemple à 40%

- **Fraisage d'E2** sur 6 cm d'épaisseur et 200 m de long, soit 135 T de fraisage (AE1)
- Vieillessement des 135 T d'AE1



400 mètres

E1: Planche témoin, agrégats 0% = BBSG avec 0% d'AE0

E2: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE0

Projet MURE / Multi-Recyclage des enrobés

Planche type Exemple à 40%

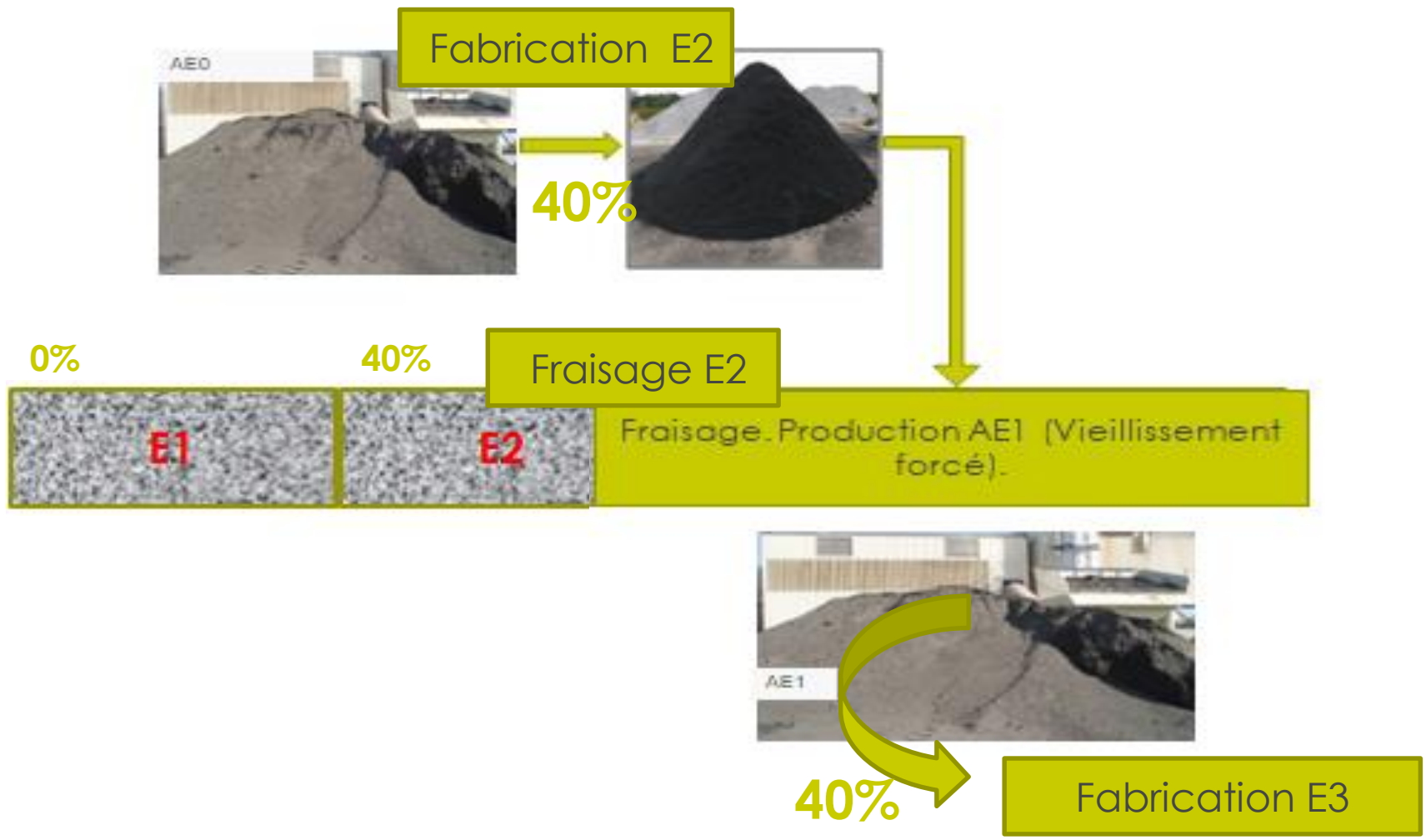
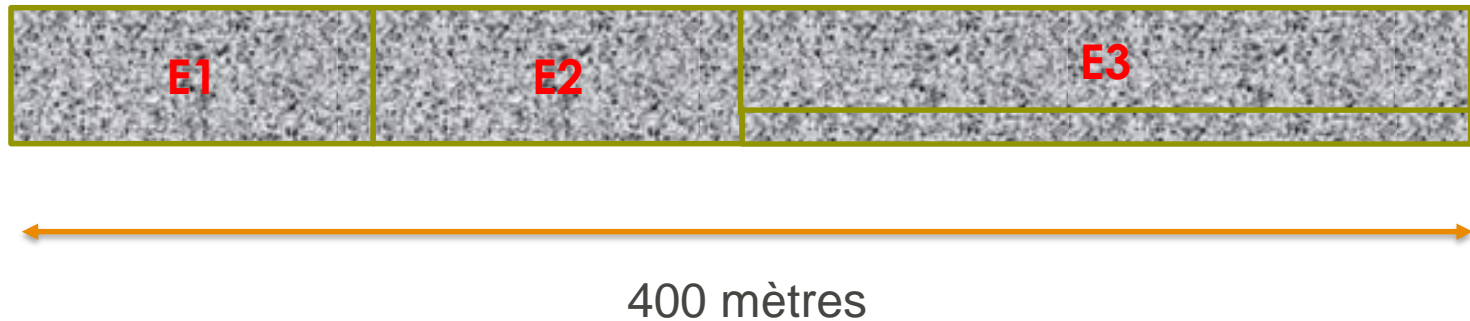


Planche type Exemple à 40%

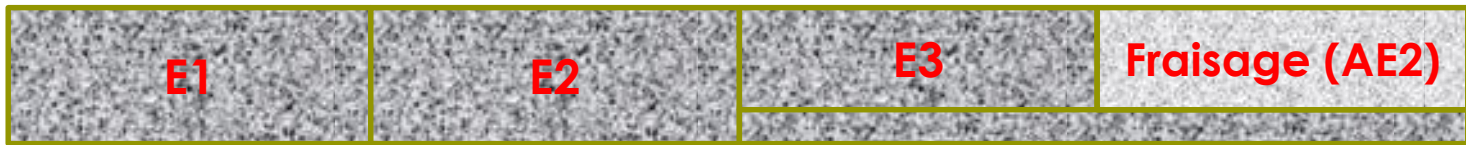
- Réalisation des enrobés E3,
- Fabrication de 165 T de E3 et application de 135 T (sur 6 cm), soit pour une chaussée de 5 m de large une longueur réalisée de 200 m



- E1: Planche témoin, agrégats 0% = BBSG avec 0% d'AE0
- E2: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE0
- E3: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE1

Planche type Exemple à 40%

- **Fraisage d'E3** sur 6 cm d'épaisseur et 100 m de long, soit 70 T de fraisage (AE2)
- Vieillessement des 70 T d'AE2



400 mètres

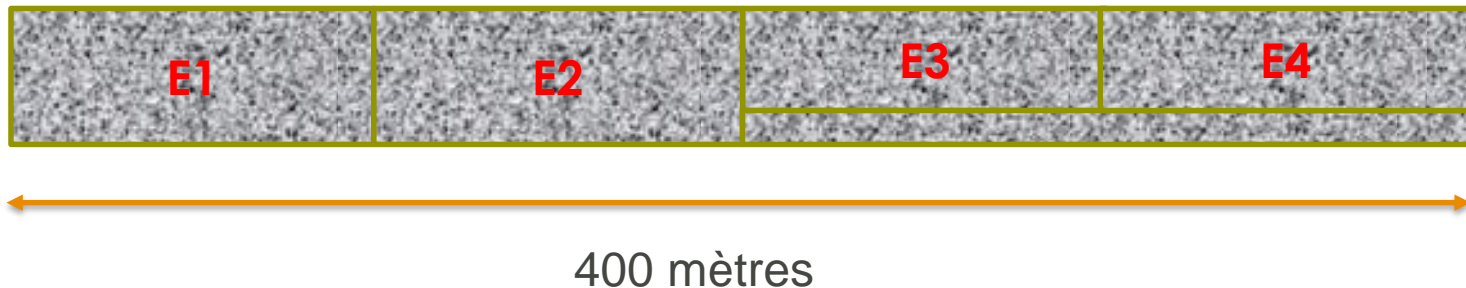
E1: Planche témoin, agrégats 0% = BBSG avec 0% d'AE0

E2: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE0

E3: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE1

Planche type Exemple à 40%

- Réalisation des enrobés E4,
- Au final 400 m environ,
- Chantier composé de 4 planches,
- Chantier simulant 3 cycles de vie de la chaussée.



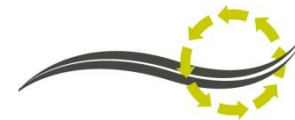
E1: Planche témoin, agrégats 0% = BBSG avec 0% d'AE0

E2: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE0

E3: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE1

E4: Planche, agrégats 40% = BBSG avec 40% d'AE2

Projet MURE / Multi-Recyclage des enrobés



Chantiers expérimentaux

Villeurbanne, Rue du Canal (69)



GRANDLYON
la métropole

Profession Entrepreneur
ROGER MARTIN
GROUPE INDÉPENDANT BT

RD313 Ronno (69)



RHÔNE
LE DÉPARTEMENT

EIFFAGE
ROUTE

RD909 Moriat (63)




PUY-DE-DÔME
CONSEIL GÉNÉRAL

COLAS
Rhône-Alpes
Auvergne

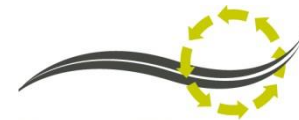
RN205,
Plateforme Abbé
Roland (74)




ATMB

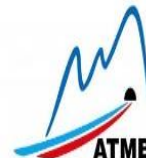
COLAS
Rhône-Alpes
Auvergne

Projet MURE / Multi-Recyclage des enrobés



Chantiers expérimentaux

A40, Aire de Passy
– Le Fayet (74)



Portet sur Garonne (31)
Avenue de la Saudrune



RD1215^E, ARSAC (33)



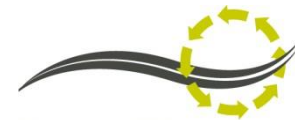
RD908 (92)
Boulevard Bineau



PROJET NATIONAL MURE MULTI-RECYCLAGE DES ENROBES POLLUTEC 28 novembre 2018

Vieillessement des enrobés





DU LABORATOIRE AU CHANTIER : 3 étapes principales

Etape 1 : Définir un lieu d'expérimentation :



Etape 2 : Définir un mode opératoire de vieillissement :



Machine de thermo-régénération HM 4500 appartenant à la société Allemande KUTTER

Etape 3 : Choix des chantiers types/définition du planning et des moyens de contrôles adaptés:

Vieillissement des enrobés



Présentation du site de vieillissement : TRANSPOLIS



- Situation : 3 km au sud de l'aéroport de Saint Exupéry
- Pistes utilisées pour essais de crash-tests

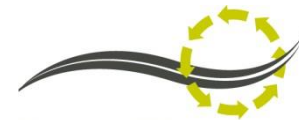


Optimisation des surfaces disponibles

3 sillons sur la piste NORD : 4m de large * 80 m de long

1 sillon sur la piste SUD : 4m de large * 90 m de long

Vieillissement des enrobés



- Protocole (Difficultés rencontrées)

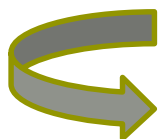
Hétérogénéité dans le rayonnement

- Vent latéral en rafale
- Réglage des panneaux radians

Sur chaque passe contrôle T°C surface et dans la masse

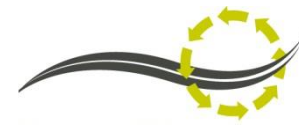


Evolution de l'aspect et de la consistance de l'AE au fil des passes (déshydratation vers pâteux)



A l'issue de chaque cycle complet, prélèvement et analyse du liant extrait

Objectif atteint (RILEM) après 2 cycles de vieillissement



⇒ Film du vieillissement

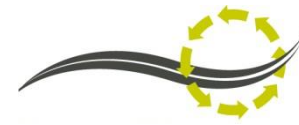
Vieillessement accéléré: les résultats

| | Description | ICO moyen | P25 ^{1/10mm} | TBA °C |
|---------------------|-------------|-----------|-----------------------|--------|
| Phase préparatoire/ | 1 Cycle | 5.2 | 20 | 65.2 |
| | 2 Cycles | 5.9 | 15 | 67.2 |
| | 3 Cycles | 5.7 | 14 | 67.6 |
| Production AE/ | 1 Cycle | 4.9 | 19 | 63.8 |
| | 1,5 Cycles | 5.3 | 19 | 64.0 |
| | 2 Cycles | 5.8 | 18 | 66.2 |

En France les caractéristiques moyennes d'un AE sont:

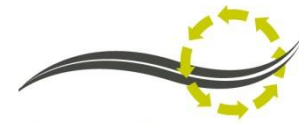
mm Péné: entre 10 et 15 dixièmes de
TBA: entre 68 et 75 °C

Les conclusions du projet 1/2



- Les essais développés pour les techniques à chaud sont pertinents pour les enrobés tièdes avec et sans recyclage.
- Le corpus technique reste adapté aux situations de multirecyclage.
- Quelles que soient les méthodes de production, labo ou industrie, à composition identique, les performances des enrobés le sont aussi.
- L'essai de lessivage progressif permet de qualifier le degré de mélange entre le bitume des AE et le bitume d'apport et ainsi démontrer la capacité d'une usine d'enrobage à produire ce mélange.
- A 40% d'AE il est démontré que le mélange est quasi parfait.
- A 70% d'AE, ce mélange est moins homogène. Il n'y a pas encore de conséquence constatée lié à cet état de fait.

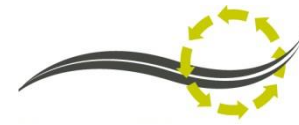
Les conclusions du projet 2/2



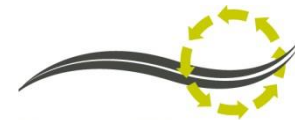
- ⇒ Il n'est pas nécessaire de connaître l'histoire d'un AE pour pouvoir l'utiliser. Les propriétés du liant de l'AE sont suffisantes pour réaliser une formulation convenable.
- ⇒ La question du multirecyclage ne se pose donc plus.
- ⇒ La modélisation en petites déformations (module) permet de calculer les propriétés thermo visco élastiques d'un enrobé dans des conditions de sollicitations variées.
- ⇒ Ces conclusions sont étayées par celles du projet scientifique IMPROVMURE.

Les flops du projet

- ⇒ Aucune avancée sur l'évaluation de la durabilité (tenue à l'eau tenue à la fatigue, fissuration d'origine thermique)
- ⇒ Aucune avancée sur les méthodes de fabrication des enrobés. Or c'est là qu'ont été rencontrées les plus importants dysfonctionnements:
 - Non maîtrise des températures. Décalage entre le discours tenu et la réalité.
 - Non maîtrise de la teneur en liant

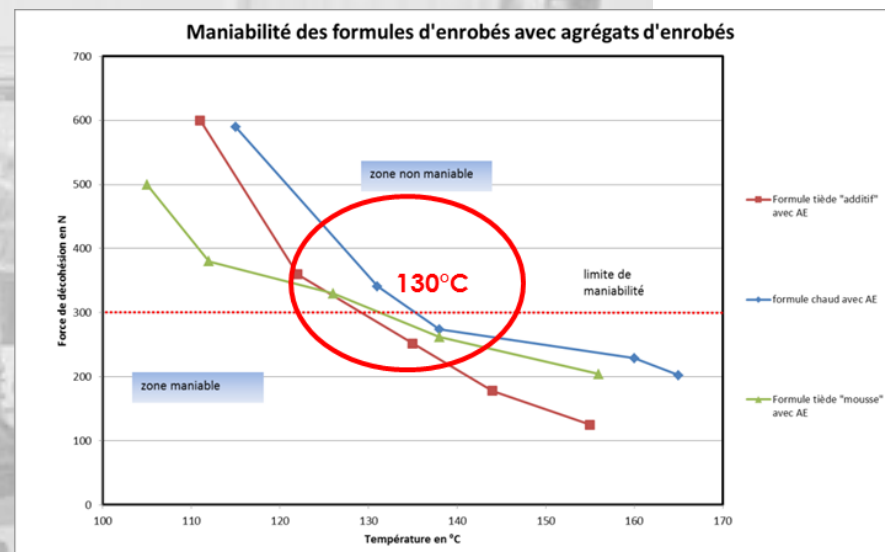
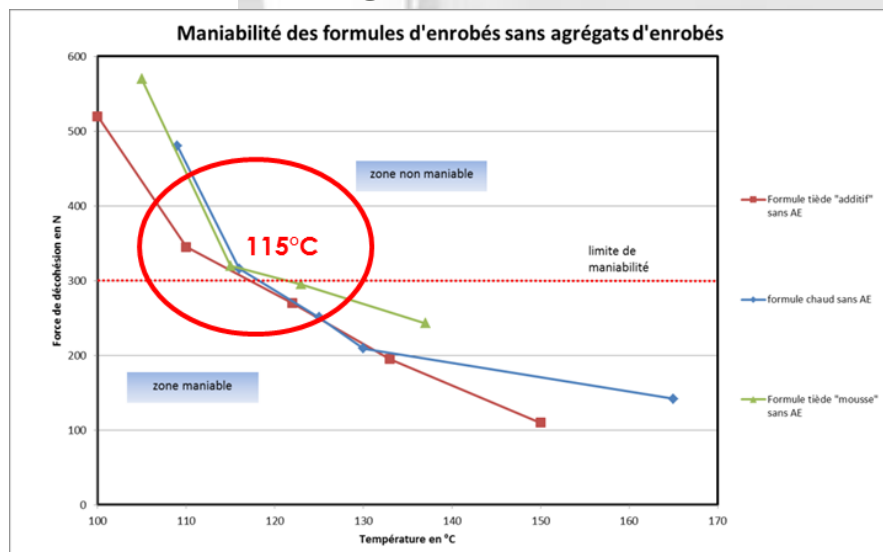


- ⇒ Les conclusions du projet:
 - seront transmises à l'IDRRIM pour faire évoluer les règles de bonnes pratiques.
 - seront présentées à l'occasion de deux journées d'information en 2019.
- ⇒ Les maitres d'ouvrage seront ciblés à travers des exposés dans le cadre des COTITA.
- ⇒ Les dix chantiers feront l'objet d'un suivi (jusque 2025) par le Cerema pour accumuler des données relatives à la durabilité des enrobés.
- ⇒ Un groupe de travail sera constitué pour:
 - piloter ce suivi,
 - valider les observations,
 - engager les actions induites.



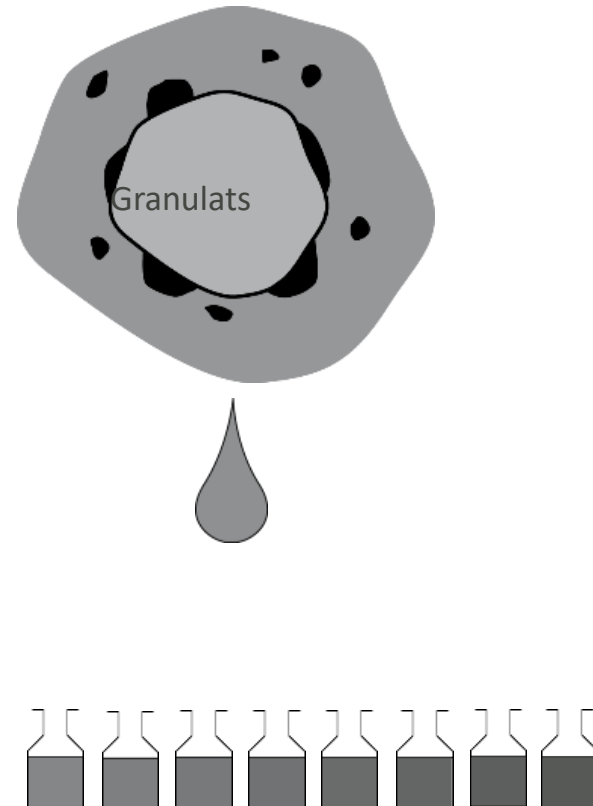
Evaluation de la Maniabilité

Effet AE

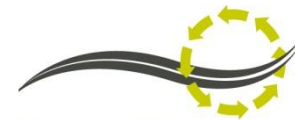


Principe de la méthode. Navaro 2011

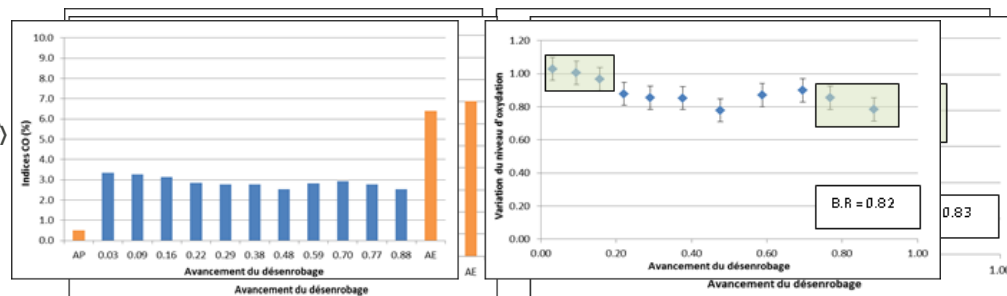
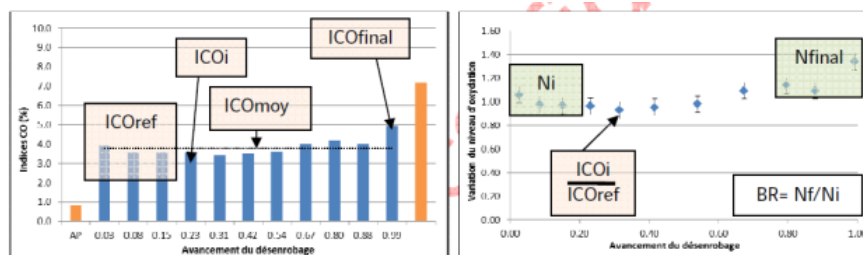
Lessivage progressif de l'enrobé



(© I. Drouadaine, 2014)



Le mélange des liants. chantiers à 40%



Tiède (mouffre)
Chaud (ouffre)