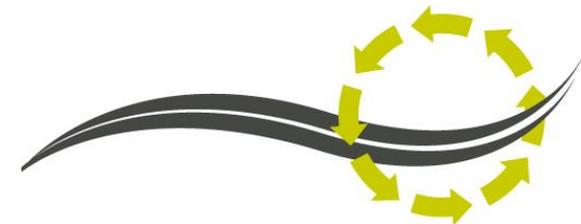


# Les chantiers expérimentaux et leur suivi

15/03/2022

Yannick KEMPF  
Cerema ITM



PN MURE - ANR IMPROVMURE

# Les chantiers expérimentaux



## Pourquoi des chantiers expérimentaux ?

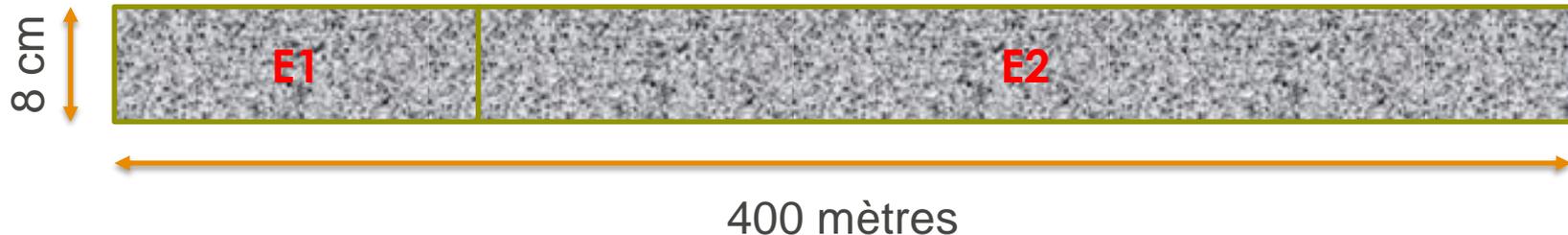
- ⇒ Cœur du projet :
  - Objet d'observations
  - Vérification de la faisabilité
  - Source d'échantillons
  
- ⇒ Objectifs :
  - Valider les conclusions des études de laboratoire
  - Tester un procédé de vieillissement à l'échelle industrielle:
  - Enclencher un suivi dans le temps pour évaluer le comportement à long terme

# Les chantiers expérimentaux



## Principe des chantiers

- ⇒ 4 planches → 4 cycles de vie
- ⇒ Principe
  - Formule : BBSG, 40 ou 70 % d'AE
  - Stock d'AE initial : AE0



E1 : Planche témoin, 1<sup>er</sup> cycle : pas d'AE

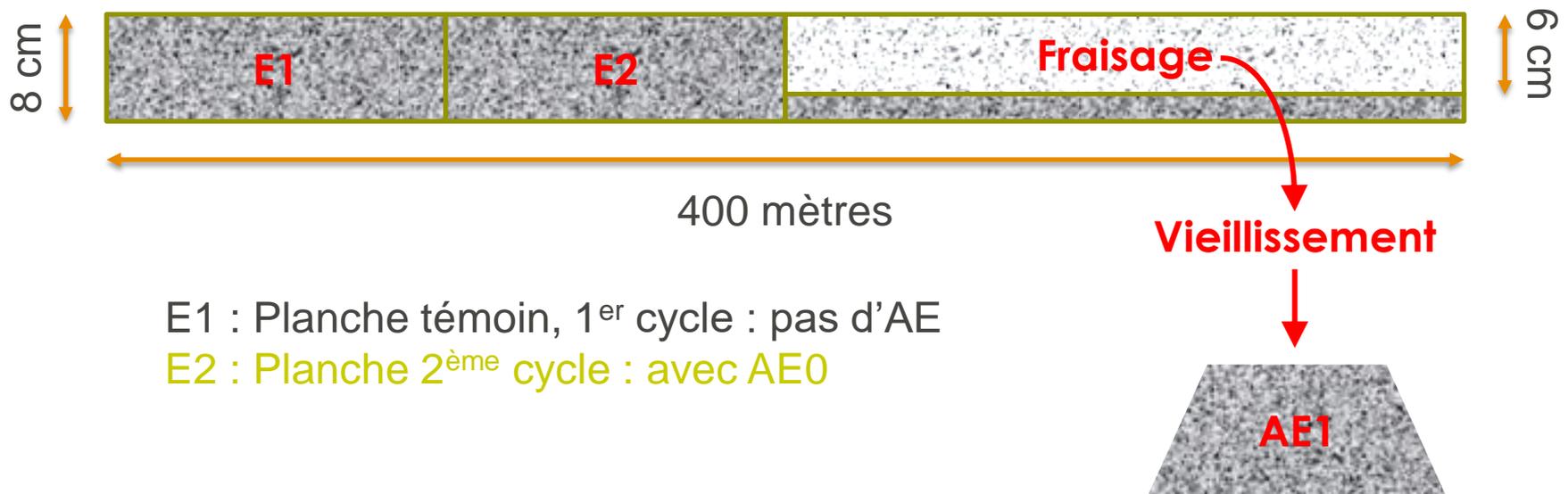
E2 : Planche 2<sup>ème</sup> cycle : avec AE0

# Les chantiers expérimentaux



## Principe des chantiers

- 4 planches → 4 cycles de vie
- Principe
  - Formule : BBSG
  - Stock d'AE initial : AE0



E1 : Planche témoin, 1<sup>er</sup> cycle : pas d'AE

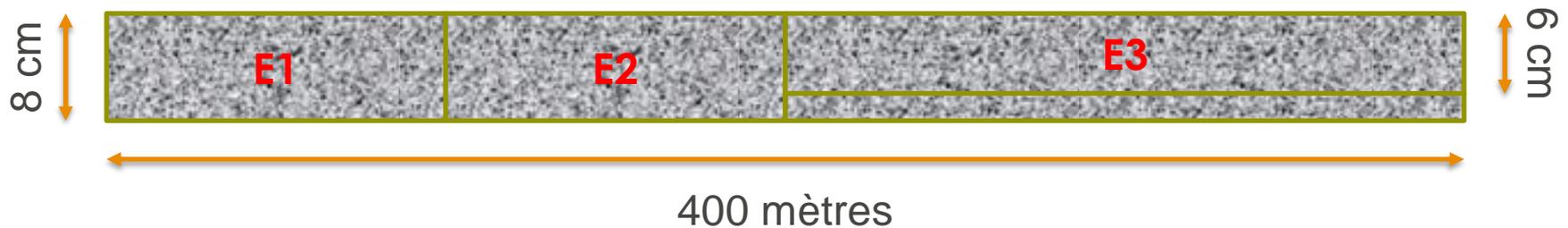
E2 : Planche 2<sup>ème</sup> cycle : avec AE0

# Les chantiers expérimentaux



## Principe des chantiers

- 4 planches → 4 cycles de vie
- Principe
  - Formule : BBSG
  - Stock d'AE initial : AE0



E1 : Planche témoin, 1<sup>er</sup> cycle : pas d'AE

E2 : Planche 2<sup>ème</sup> cycle : avec AE0

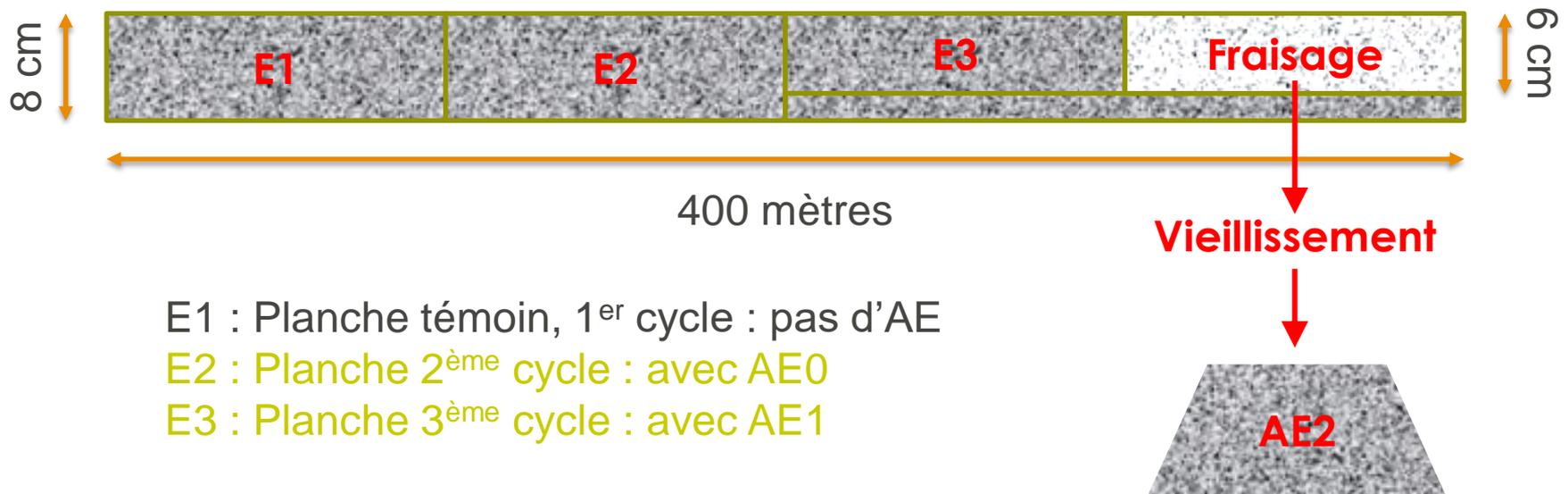
E3 : Planche 3<sup>ème</sup> cycle : avec AE1

# Les chantiers expérimentaux



## Principe des chantiers

- 4 planches → 4 cycles de vie
- Principe
  - Formule : BBSG
  - Stock d'AE initial : AE0

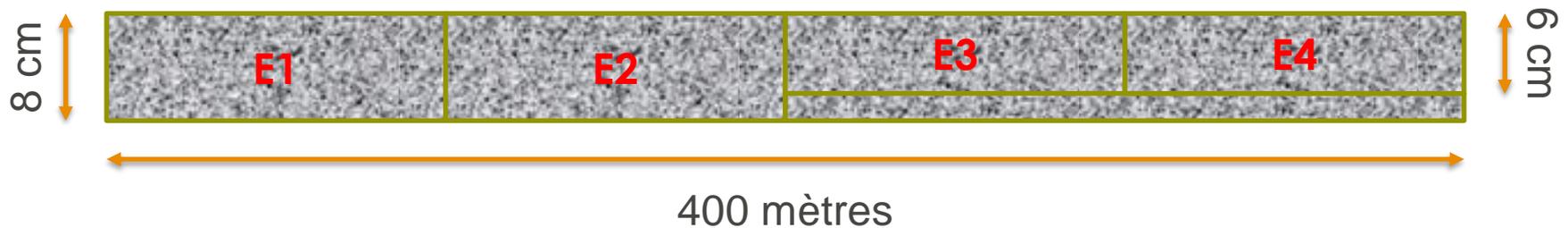


# Les chantiers expérimentaux



## Principe des chantiers

- 4 planches → 4 cycles de vie
- Principe
  - Formule : BBSG
  - Stock d'AE initial : AE0



E1 : Planche témoin, 1<sup>er</sup> cycle : pas d'AE

E2 : Planche 2<sup>ème</sup> cycle : avec AE0

E3 : Planche 3<sup>ème</sup> cycle : avec AE1

E4 : Planche 4<sup>ème</sup> cycle : avec AE2

# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

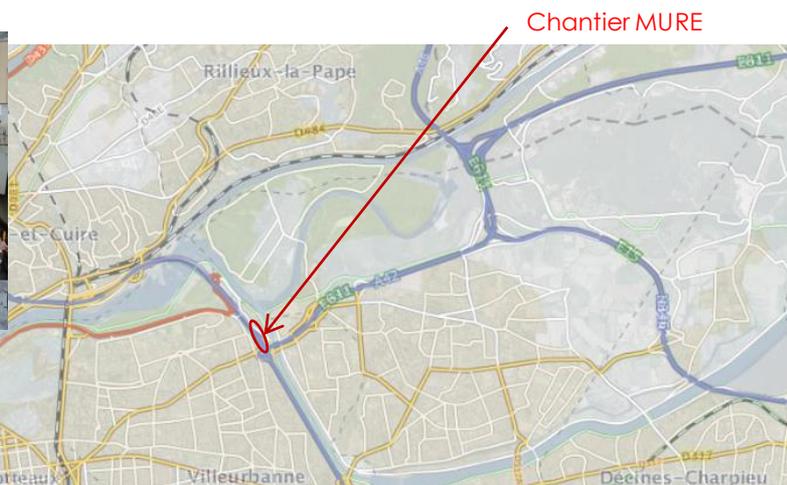
- ⇒ Année 2015, 3 chantiers à 40 % d'AE

# Les chantiers expérimentaux

## Phase chantier, sans multirecyclage



- Année 2015, 3 chantiers à 40 % d'AE
  - Rue du Canal à Villeurbanne(69)



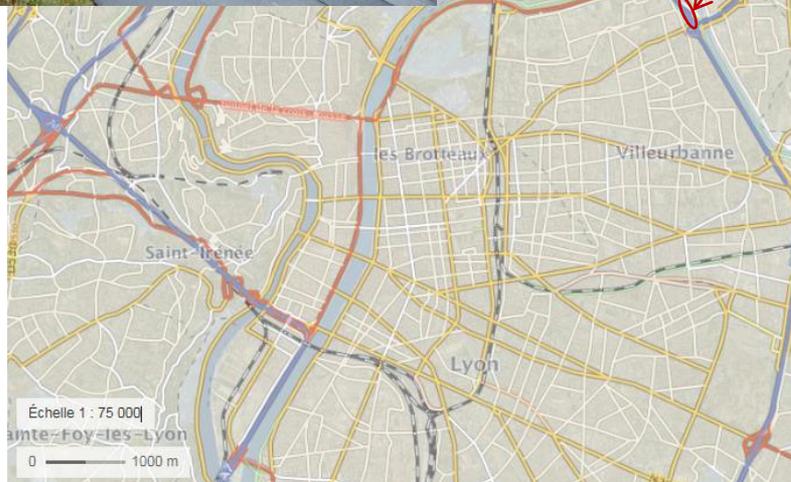
Maître d'ouvrage :  
Métropole de Lyon

**GRANDLYON**  
la métropole

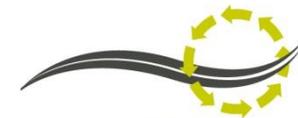
Entreprise:  
Roger Martin

Profession Entrepreneur  
**ROGER MARTIN**  
GROUPE INDEPENDANT BTP

Dates de réalisation:  
15/09/2015



# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2015, 3 chantiers à 40 % d'AE
  - RD313 Ronno (69)

Chantier MURE

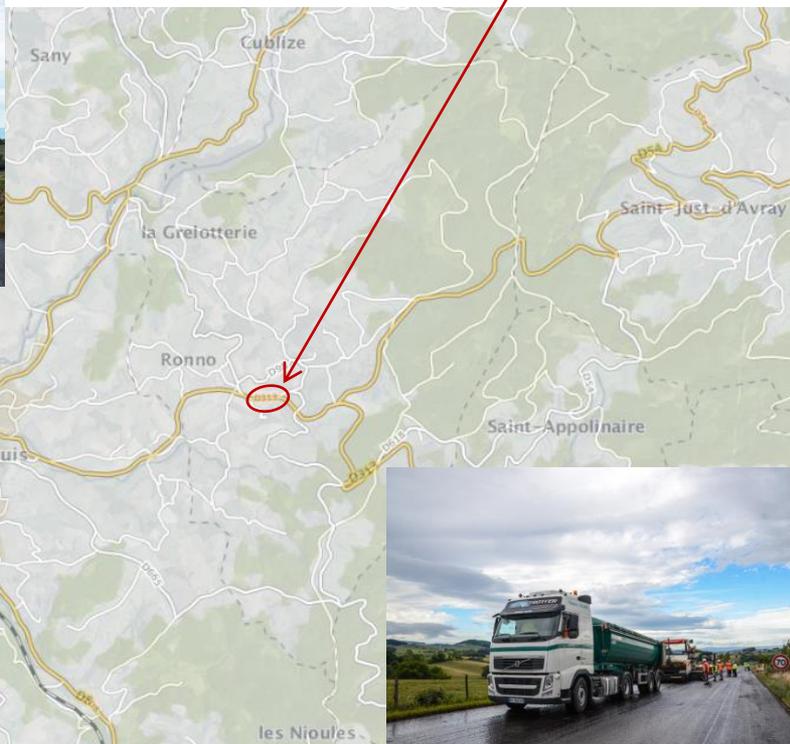
Maître d'ouvrage :  
Département du Rhône



Entreprise:  
Eiffage Route



Dates de réalisation:  
16/09/2015

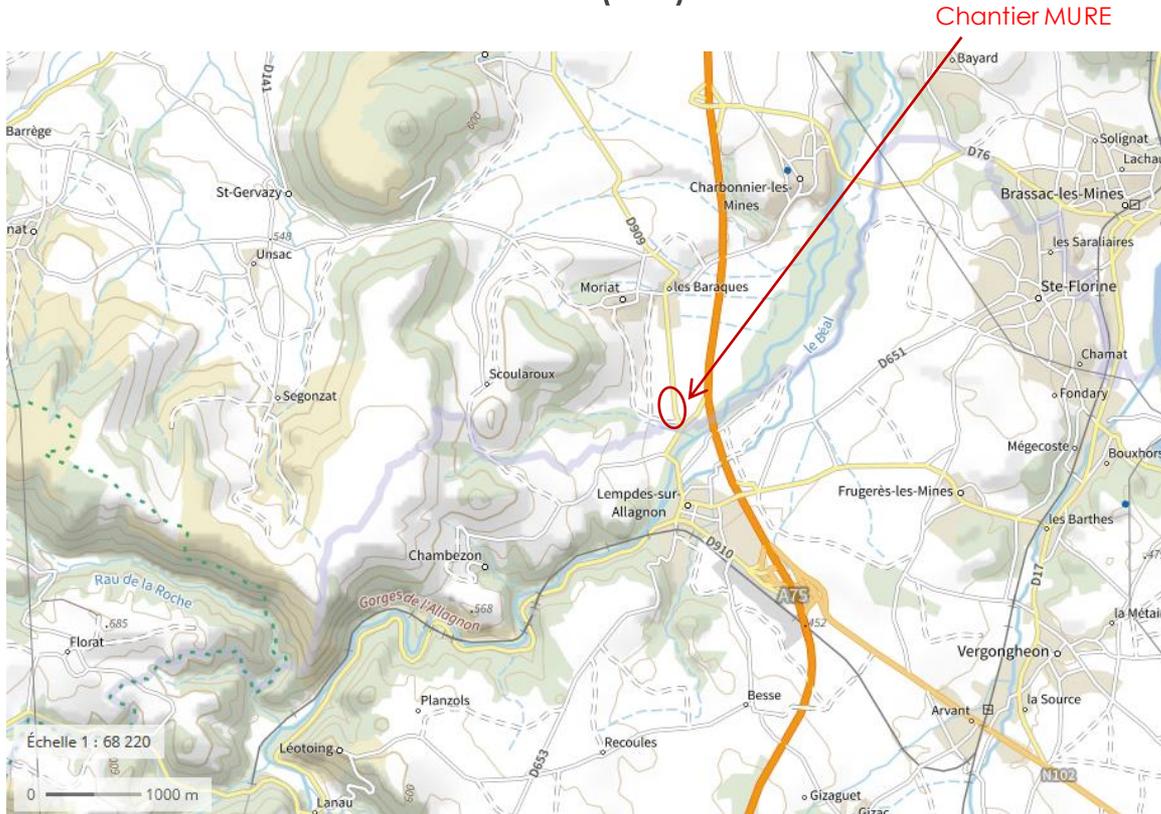


# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2015, 3 chantiers à 40 % d'AE
  - RD909 Moriat (63)



Maître d'ouvrage :  
Département du  
Puy-de-Dôme

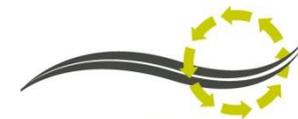


Entreprise:  
Colas



Dates de réalisation:  
17/09/2015

# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- ⇒ Année 2015, 3 chantiers à 40 % d'AE
  - Même constituants (granulats, bitume, AE0)
  - Même formule

	Année	% AE	Particularité
Rue du Canal, Villeurbanne (69)	2015	40 %	Tiède additif
RD313 Ronno (69)	2015	40 %	-
RD909 Moriat (63)	2015	40 %	Tiède mousse

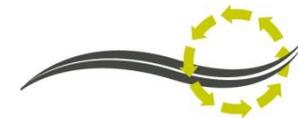
# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- ➔ Année 2016, 5 chantiers « particuliers »

# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2016, 5 chantiers « particuliers »
  - Plateforme Abbé Roland (74)



Chantier MURE

Maître d'ouvrage :  
ATMB

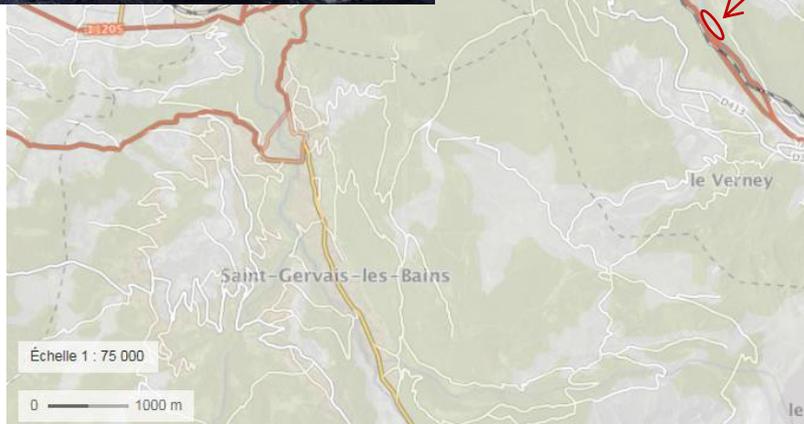


Entreprise :  
Colas

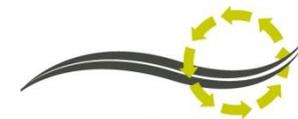


Dates de réalisation :  
11/10/2016

Particularité :  
70 % d'AE



# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2016, 5 chantiers « particuliers »
  - Aire de Passy – Le Fayet (74)

Chantier MURE

Maître d'ouvrage :  
ATMB

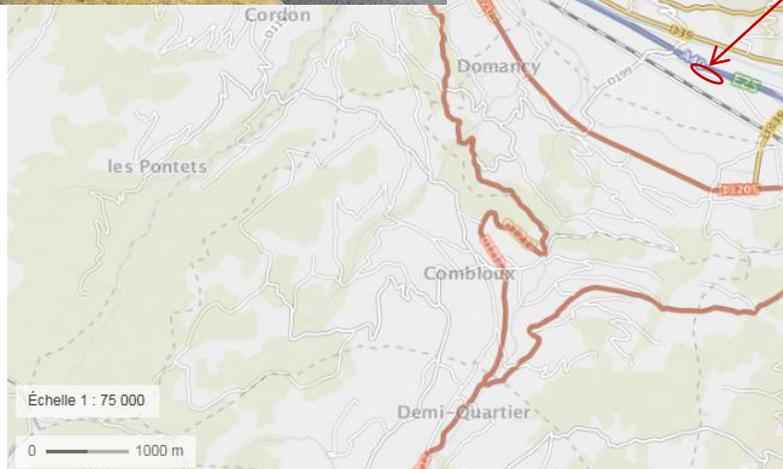
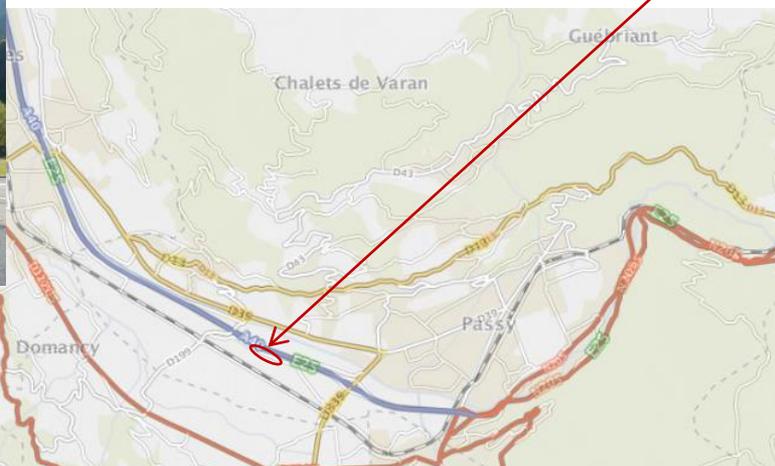


Entreprise:  
Eurovia

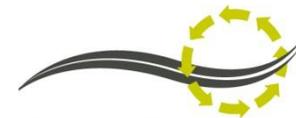


Dates de réalisation:  
12/10/2016

Particularité :  
70 % d'AE

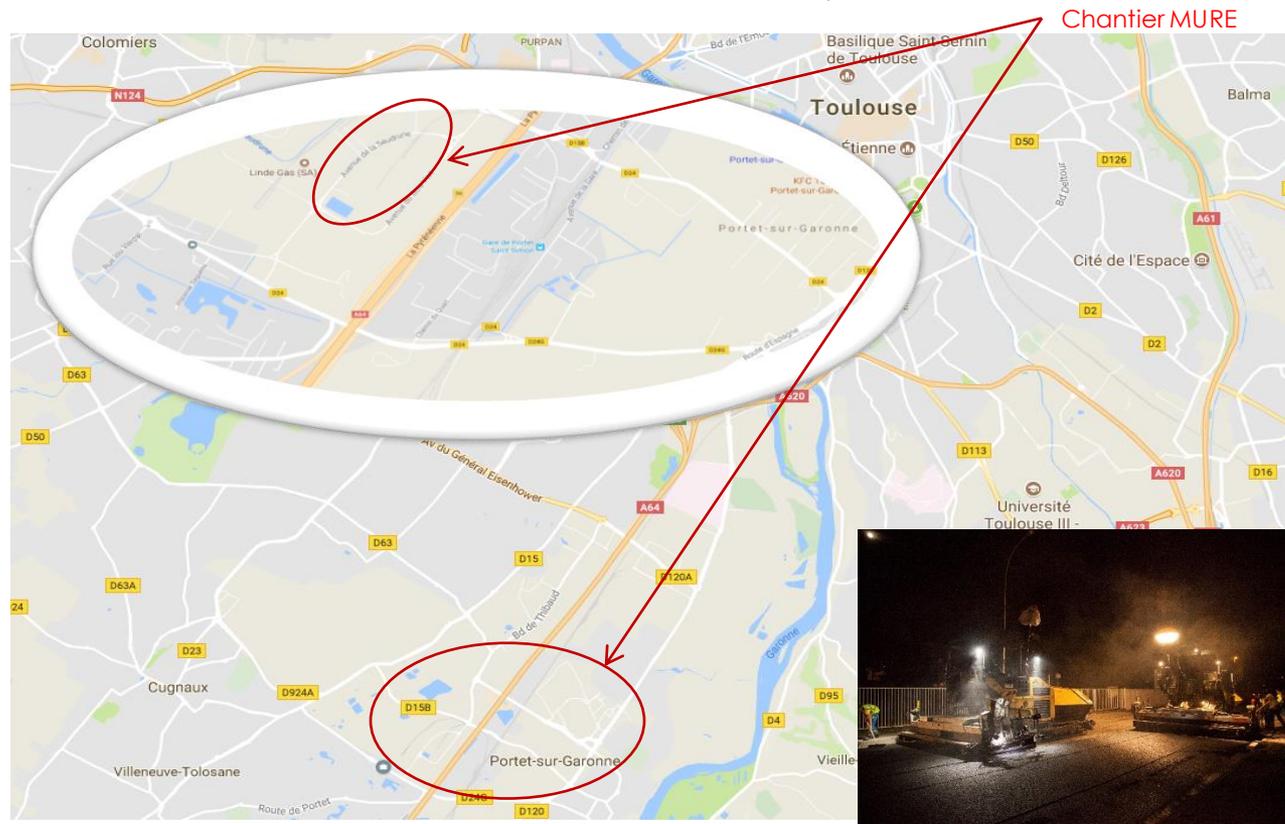


# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2016, 5 chantiers « particuliers »
  - Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)



Chantier MURE

Maître d'ouvrage :  
Muretain Agglo



Entreprise:  
MALET



Dates de réalisation:  
16/08/2016

Particularité :  
40 % d'AE et BmP

# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2016, 5 chantiers « particuliers »
  - RD1215E, Arzac (33)

Chantier MURE

Maître d'ouvrage :  
Département de la  
Gironde



Entreprise:  
Eurovia

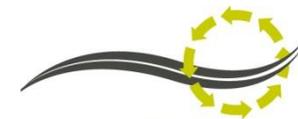


Dates de réalisation:  
08/10/2016

Particularités :  
30 et 50 % d'AE  
Régénérant



# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

➔ Année 2016, 5 chantiers « particuliers »

	Année	% AE	Particularité
Plateforme Abbé Roland (74)	2016	70 %	AE avec polymères
Aire de Passy – Le Fayet (74)	2016	70 %	Tiède mousse & AE avec polymères
Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)	2016	40 %	Tiède additif & BmP
Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)	2016	40 %	BmP
RD1215 <sup>E</sup> , Arsac (33)	2016	30 % 50 %	Tiède mousse Régénérant Non conforme chantier type

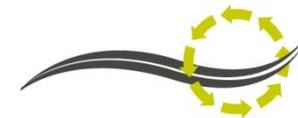
# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- ➔ Année 2018, 1 chantier « de confirmation »

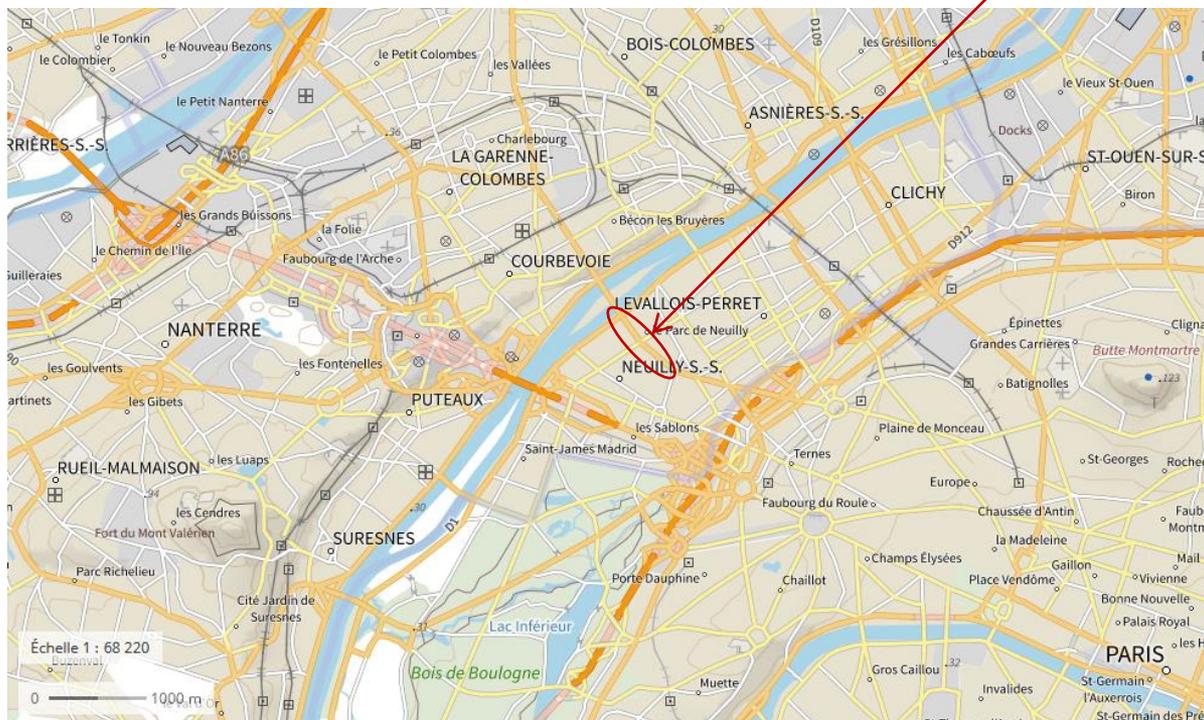
# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

- Année 2018, 1 chantier « de confirmation »
  - RD908 Neuilly-sur-Seine (92)

Chantier MURE



Maître d'ouvrage :  
Département des  
Hauts-de-Seine



Entreprise:  
Eiffage Route



Dates de réalisation:  
07/08/2018

Confirmation :  
40 % d'AE

# Les chantiers expérimentaux



## Phase chantier, sans multirecyclage

⇒ Année 2018, 1 chantier « de confirmation »

	Année	% AE	Particularité
RD908 Neuilly-sur-Seine (92)	2018	40 %	Tiède mousse ou fabrication « standard »  Non conforme chantier type

# Les chantiers expérimentaux



## Phase multirecyclage

- ⇒ Mode opératoire du vieillissement artificiel :
  - Etalement des AE en couche mince



# Les chantiers expérimentaux



## Phase multirecyclage

- ⇒ Mode opératoire du vieillissement artificiel :
  - Etalement des AE en couche mince
  - Chauffage par machine de thermo-régénération



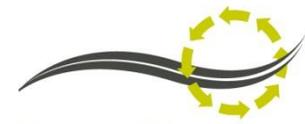
# Les chantiers expérimentaux



## Phase multirecyclage

- ⇒ Mode opératoire du vieillissement artificiel :
  - Etalement des AE en couche mince
  - Chauffage par machine de thermo-régénération
  - Reprise immédiate pour éviter les agglomérats

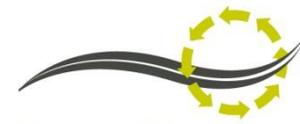




## Phase multirecyclage

- ⇒ Mode opératoire du vieillissement artificiel :
  - Etalement des AE en couche mince
  - Chauffage par machine de thermo-régénération
  - Reprise immédiate pour éviter les agglomérats
  - Prélèvement et analyse du liant
  
- Objectif : atteindre le niveau d'oxydation obtenu en laboratoire suivant le procédé RILEM

# Les chantiers expérimentaux



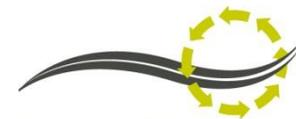
## Phase multirecyclage

### ⇒ 3 chantiers réalisés :

- Rue du Canal à Villeurbanne (69), octobre 2017
  - ✓ Rabotage de E2 réalisé en août 2017
- Plateforme Abbé Roland (74), octobre 2017
- Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne (31)
  - ✓ Avril 2018 : E2 → E3
  - ✓ Septembre 2018 : E3 → E4

	E2	Cible AE1	AE1 réel	E3	Cible AE2	AE2 réel
Péné (1/10 mm)	20	13	15	15	13	9
TBA (°C)	73.9	87.6	82.2	71.9	87.6	88.5

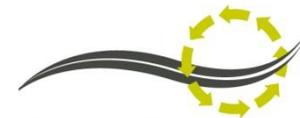
# Les chantiers expérimentaux



## Bilan des chantiers réalisés

	Année	% AE	Particularité	Année Multirecyclage
Rue du Canal, Villeurbanne	2015	40 %	Tiède additif	2017
RD313 Ronno (69)	2015	40 %	-	
RD909 Moriat (63)	2015	40 %	Tiède mousse	
Plateforme Abbé Roland (74)	2016	70 %	AE avec polymères	2017
Aire de Passy – Le Fayet (74)	2016	70 %	Tiède mousse AE avec polymères	
Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)	2016	40 %	Tiède additif BmP	2018
Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)	2016	40 %	BmP	
RD1215 <sup>E</sup> , Arzac (33)	2016	30 % 50 %	Tiède mousse Régénérant	
RD908 Neuilly-sur-Seine (92)	2018	40 %	Tiède mousse	

# Les chantiers expérimentaux

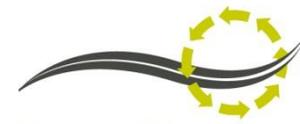


## Retour d'expérience

### ⇒ Phase chantier :

- Circonstances particulières de chantier :
  - ✓ Accent sur la maîtrise du produit : épreuve de formulation dédiée, stocks réservés...
  - ✓ Formule et matériaux hors catalogue des centrales
  - ✓ Petits tonnages (90 à 300 t)
  - ✓ Contexte médiatico-politique
  - ✓ Organisations particulières

# Les chantiers expérimentaux



## Retour d'expérience

### ⇒ Phase chantier :

- Points d'attention mis à jour :
  - ✓ Une usine d'enrobés bien réglée
  - ✓ La maîtrise des composants, notamment des AE
  - ✓ La connaissance du comportement du produit à la mise en œuvre
  - ✓ Des bonnes conditions de chantier
  - ✓ Une bonne organisation des flux
  
- En bref, la maîtrise des fondamentaux

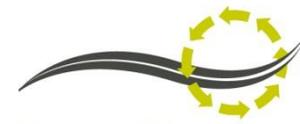
# Les chantiers expérimentaux



## Retour d'expérience

- ⇒ Phase suivi dans le temps :
  - Organisation :
    - ✓ Niveau local :
      - Auscultation visuelle chaque année du suivi par le Cerema
      - Evaluation de l'état à partir de relevés plus complets (Aigle3D) sur une seule échéance du suivi par le Cerema
      - Comité de mise en œuvre de l'auscultation
    - ✓ Niveau national :
      - Organisation et planification des suivis
      - Synthèse des suivis
      - Comité de pilotage de l'auscultation
    - ✓ Planifié à ce jour sur 4 ans : 2020, 2021 et 2023

# Les chantiers expérimentaux



## Retour d'expérience

### ⇒ Phase suivi dans le temps :

- Constats fin 2021 :

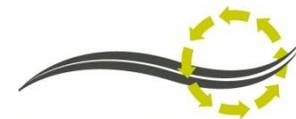
- ✓ 40 % d'AE :

- Pas de différences significatives entre planches à 0 % et 40%
    - Pas d'incidences observables aux relevés visuels du taux de recyclage ou procédés de fabrication
    - Suivi à poursuivre : âges des planches entre 3 et 6 ans

- ✓ 70 % d'AE :

- Nombreuses dégradations, sites d'expérimentation pas optimaux
    - Comparaison entre planches plus délicates
    - Durabilité en question, suivi à poursuivre

# Les chantiers expérimentaux

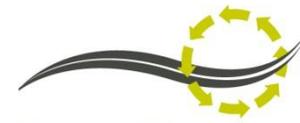


## Retour d'expérience

- ⇒ Phase suivie dans le temps :
  - Les actions encore à réaliser :
    - ✓ Evaluation par le Cerema sur des relevés plus complets

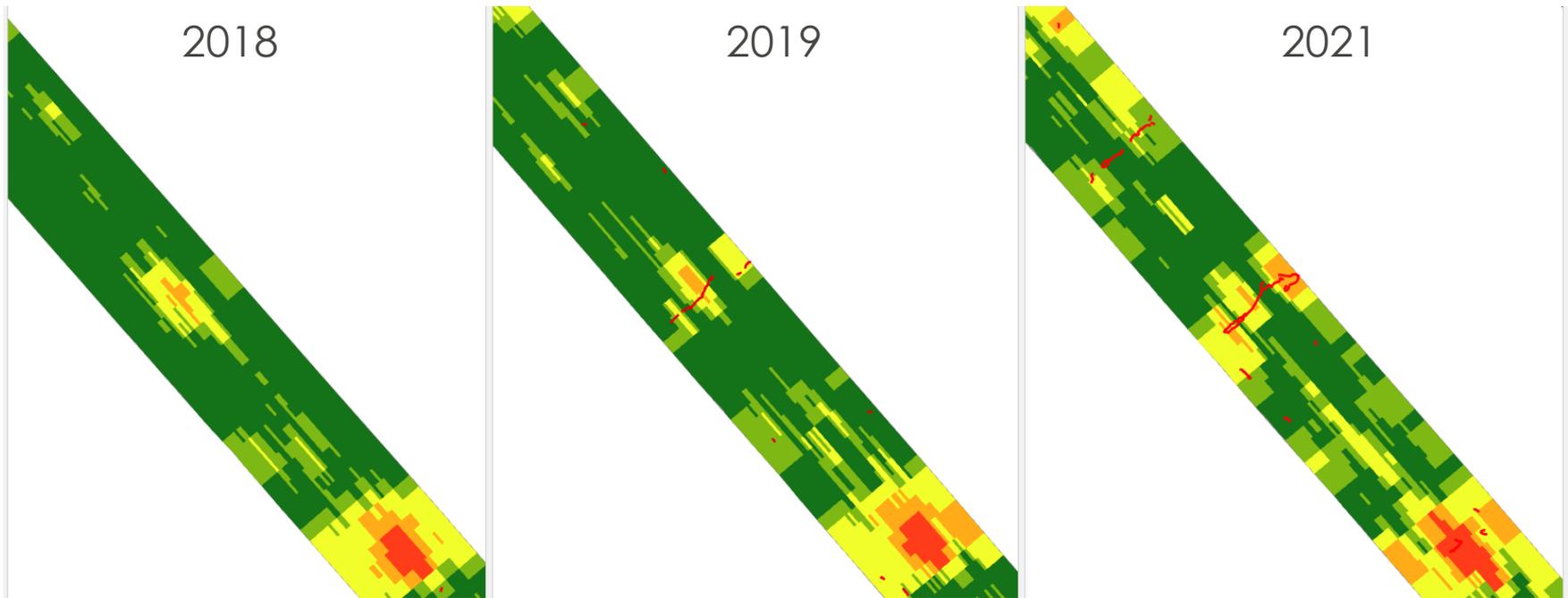
	% AE	2018	2019	2020	2021
Rue du Canal, Villeurbanne (69)	40 %		X	X	X
RD313 Ronno (69)	40 %		X		
RD909 Moriat (63)	40 %	X	X		X
Av. de la Saudrune, Portet sur Garonne(31)	40 %	X	X		X
RD1215 <sup>E</sup> , Arzac (33)	30 % 50 %	X	X		X
RD908 Neuilly-sur-Seine (92)	40 %		X		X

# Les chantiers expérimentaux



## Retour d'expérience

- ⇒ Phase suivie dans le temps :
  - Les actions encore à réaliser :
    - ✓ Evaluation par le Cerema sur des relevés plus complets



# Les chantiers expérimentaux



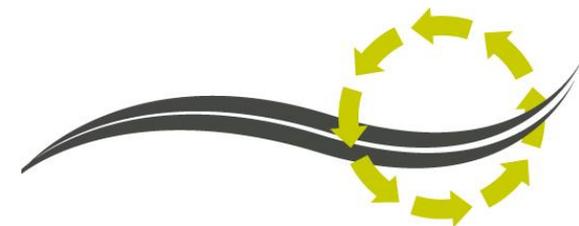
## Retour d'expérience

- ⇒ Phase suivi dans le temps :
  - Les actions encore à réaliser :
    - ✓ Evaluation par le Cerema sur des relevés plus complets
    - ✓ Auscultations complémentaires 2021 :
      - Analyses sur carottes prélevées sur les chantiers à 70 %
    - ✓ Échéance 2023
  - Bascule dans le PN DVDC
    - ✓ Poursuite du suivi à débattre dans ce nouveau cadre

# Les chantiers expérimentaux

Merci pour votre attention

Yannick Kempf  
Cerema ITM



PN MURE - ANR IMPROVMURE