

# JOURNÉE TECHNIQUE 2023

**Les matériaux alternatifs :**  
L'innovation au service de  
l'économie circulaire





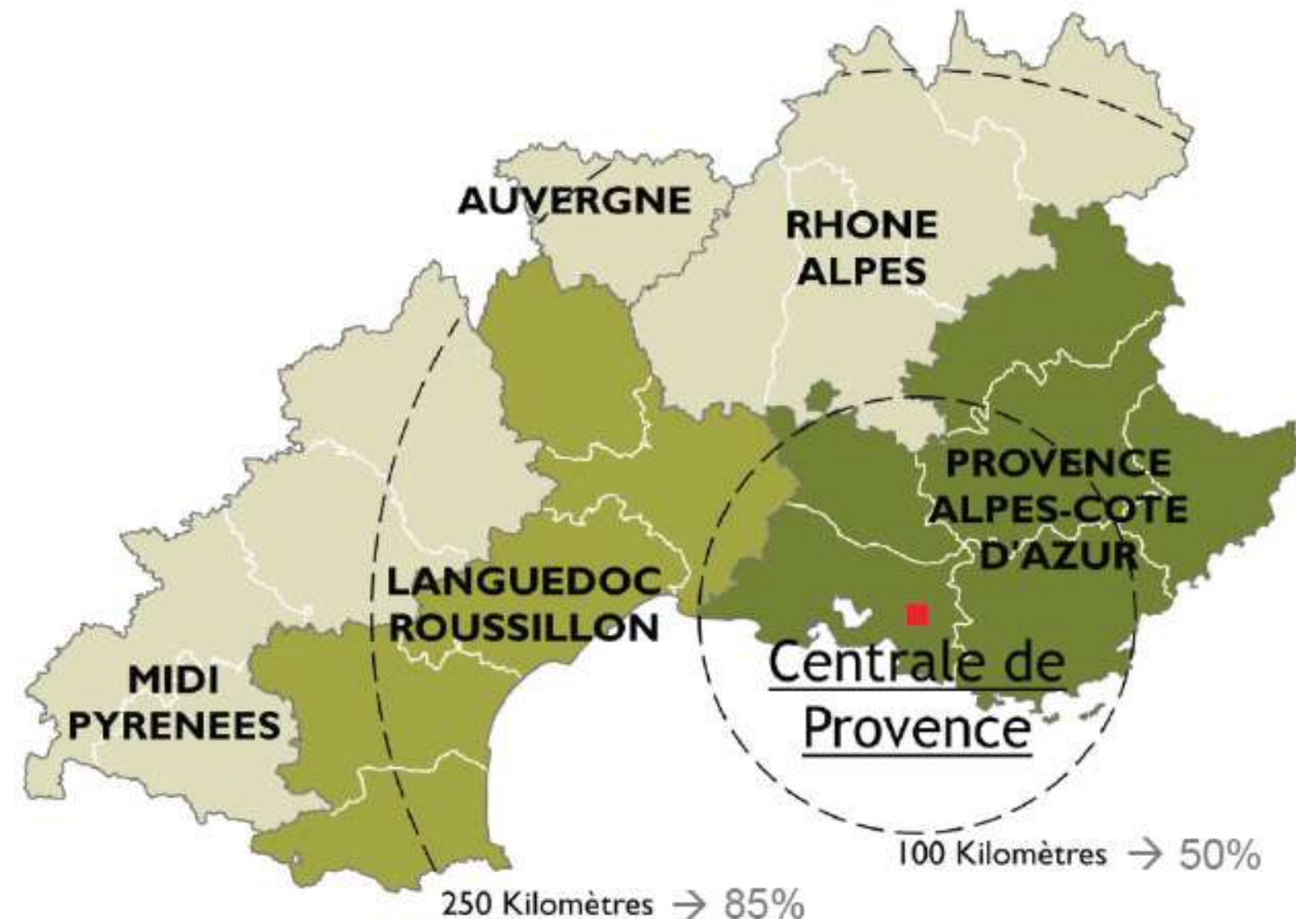
# Valorisation de cendres de co-combustion dans les liants routiers bas carbone et application dans le retraitement en place de chaussée : Chantier CIRR sur A40

Loïc DANEST SURSCHISTE  
Jérôme DHERBECOURT EIFFAGE ROUTE



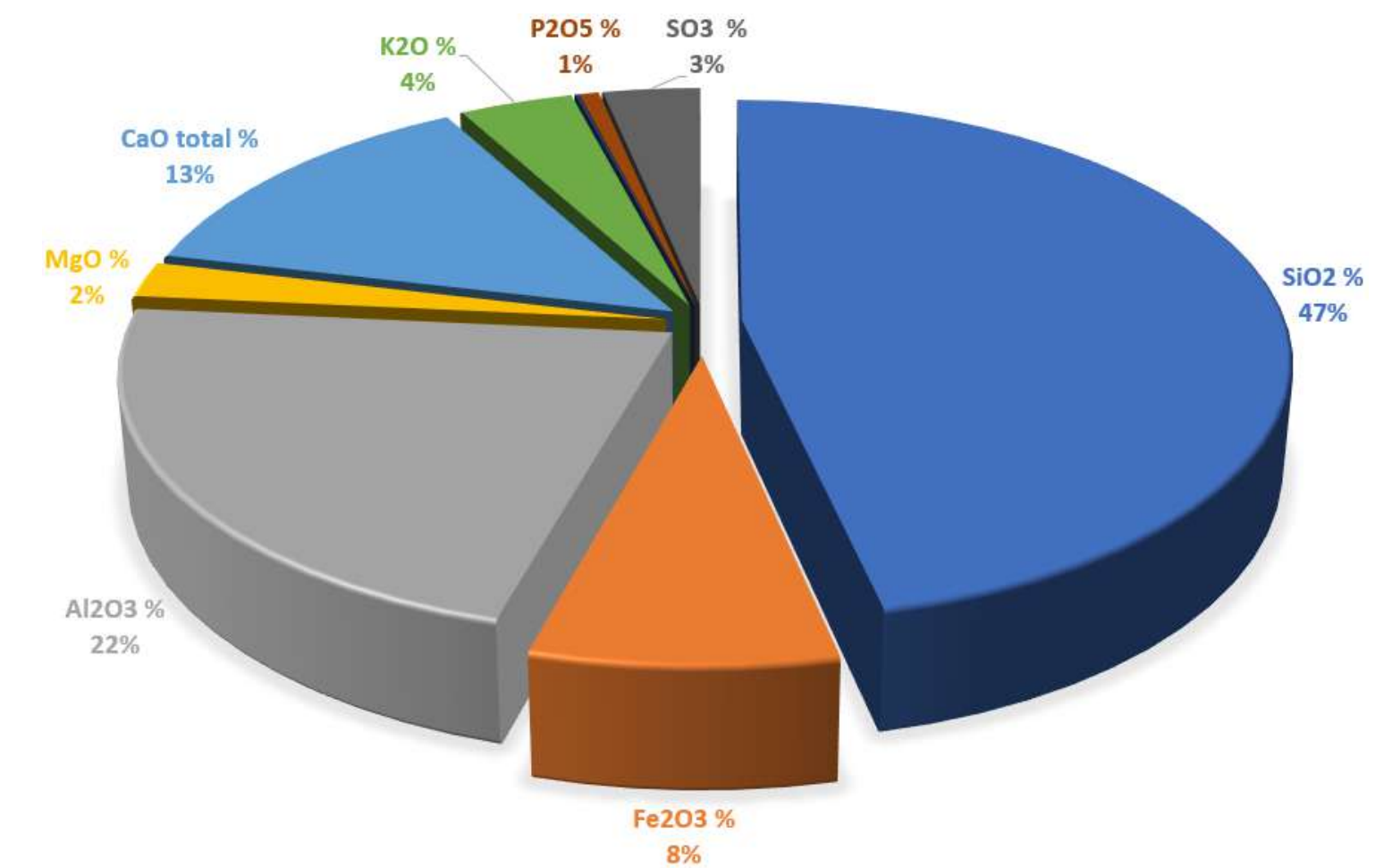


## Centrale biomasse P4B à Meyreuil (2013 - 2016) :



### ➤ Cendre de co-combustion

- 90 % Biomasse : wood chips  
**2% cendres**
- 10% P.C.R.:  
**70% cendres**





Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	Surface massique (cm <sup>2</sup> /g)
2,60	6400 - 8000

## Campagne de caractérisation 2017-2018

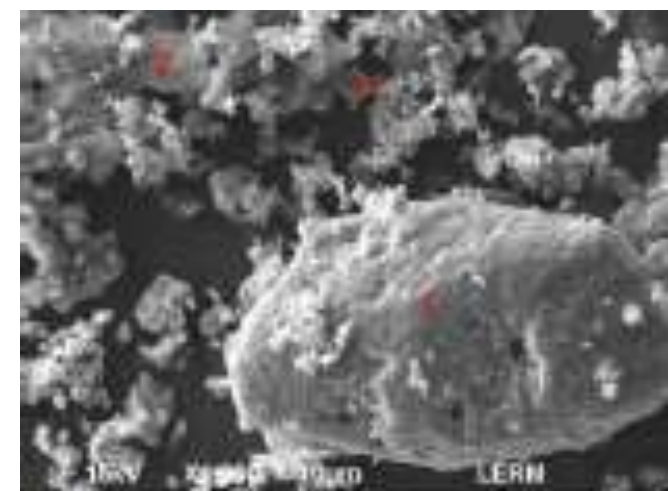


Fig. 11 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1  
Détail du matériau  
1 : sulfate de calcium, 2 : grain riche en carbone  
3 : cendre silico-alumino-calcaire

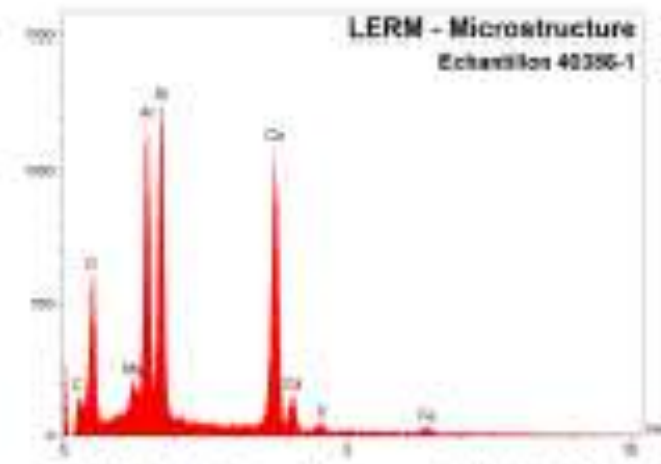


Fig. 12 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie du grain 3 de la figure précédente

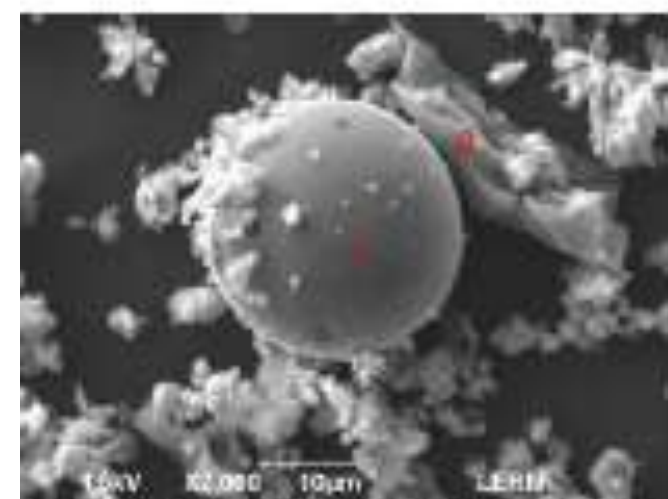


Fig. 13 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1  
Détail du matériau  
1 : cendre silico-alumino-calcaire, 2 : grain riche en carbone

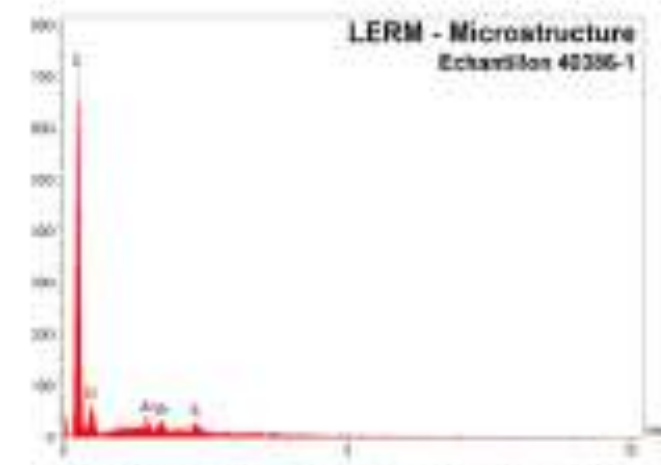


Fig. 14 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie du grain 2 de la figure précédente

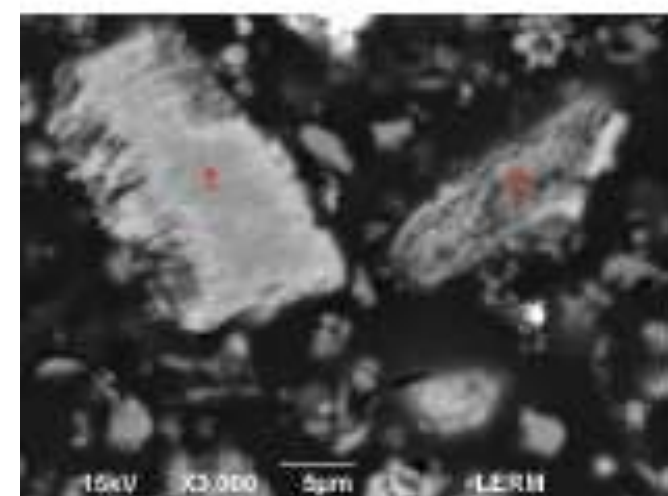


Fig. 15 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1  
Détail du matériau (section polie à l'électron rétrodiffusé)  
1 : sulfate double (Ca, Mg), 2 : sulfate de calcium

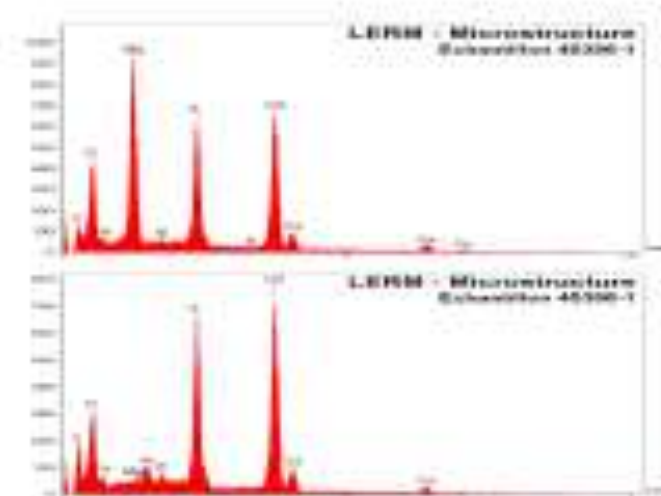


Fig. 16 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie des auz points 1 (centre du haut) et 2 (spectre du bas) de la figure précédente

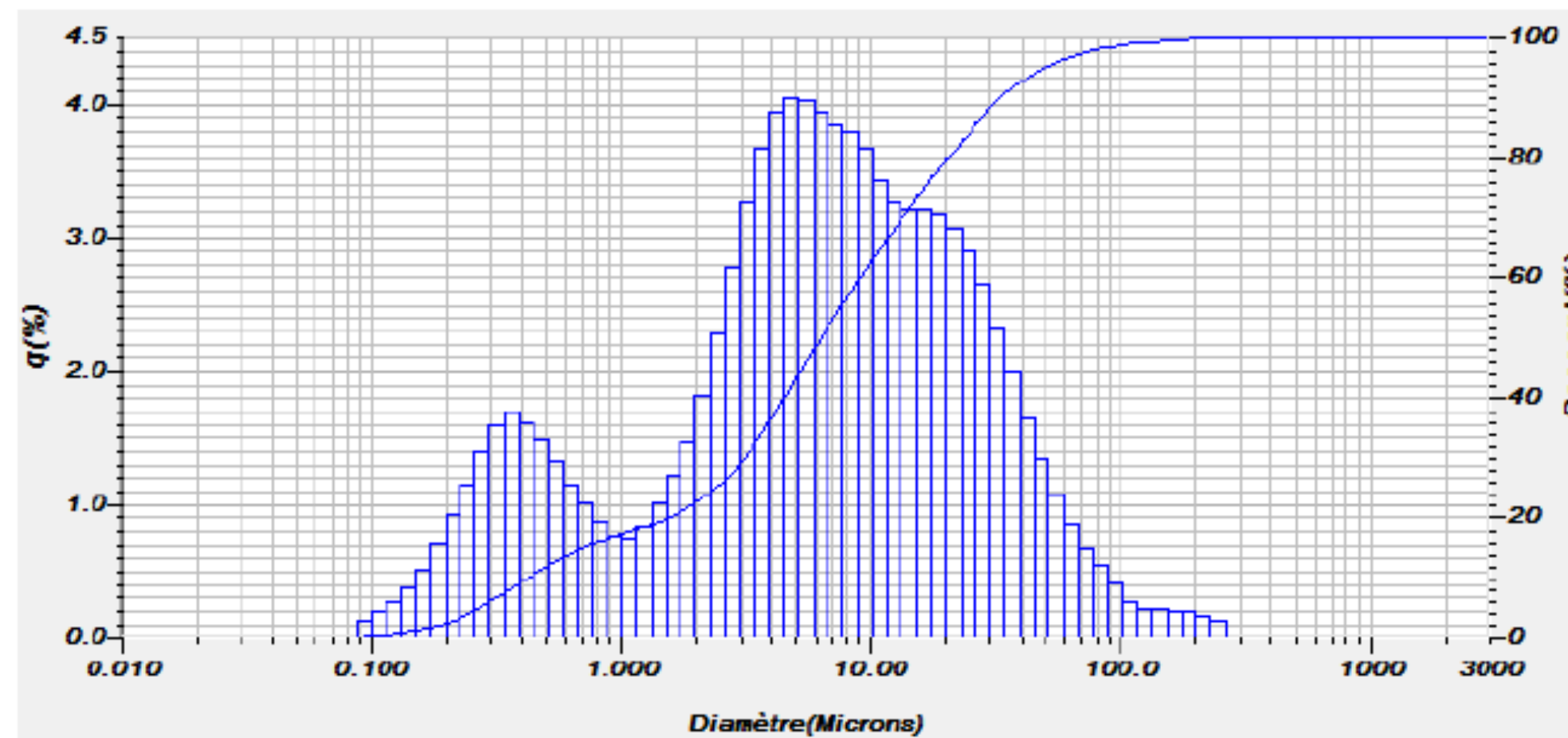


Fig. 1 : Illustration de la courbe granulométrique de l'échantillon de cendre 40386-1

- Des cendres pouzzolaniques et « réactives »
- Des caractéristiques très similaires aux cendres de charbon obtenues sur des chaudières analogues

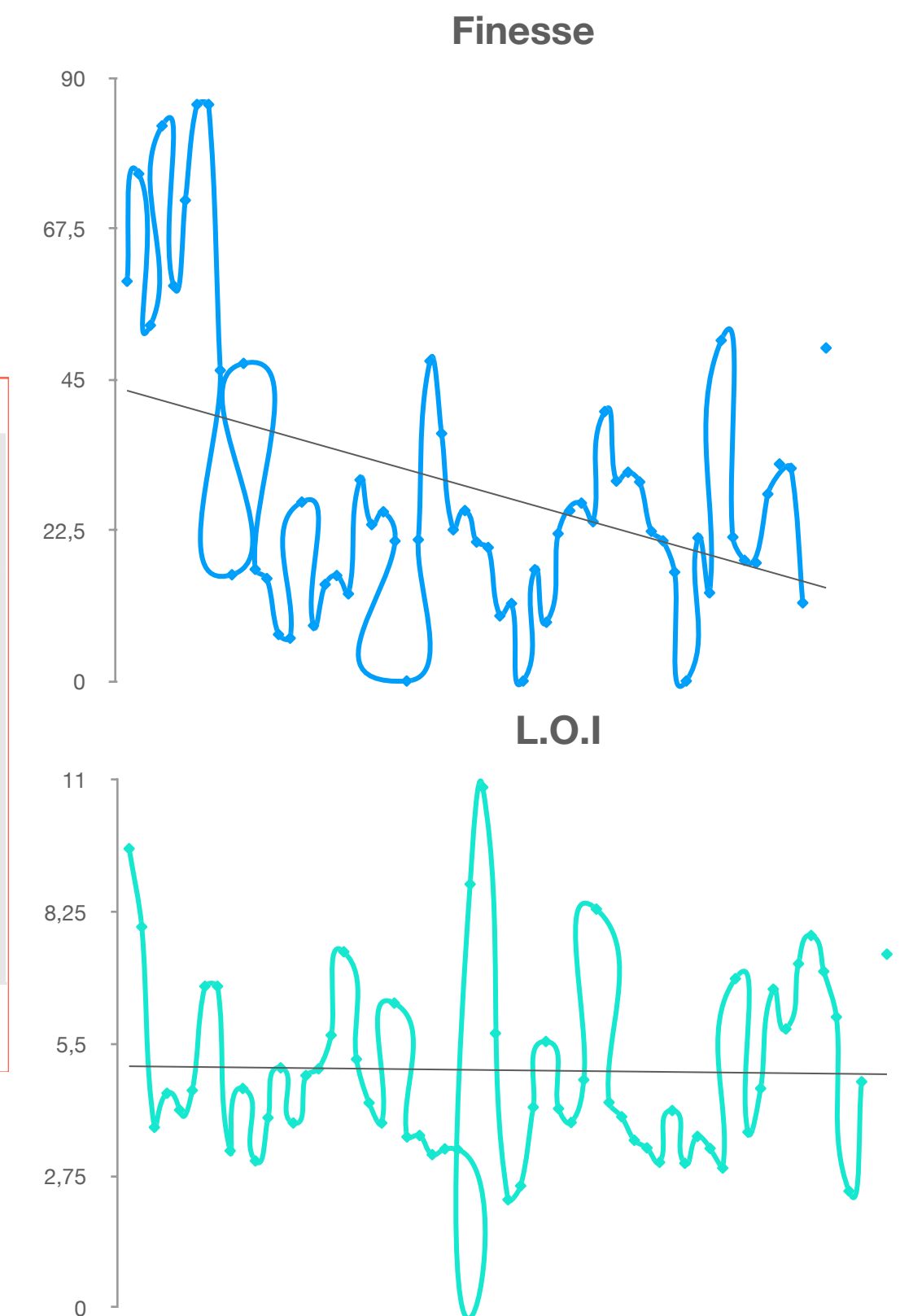
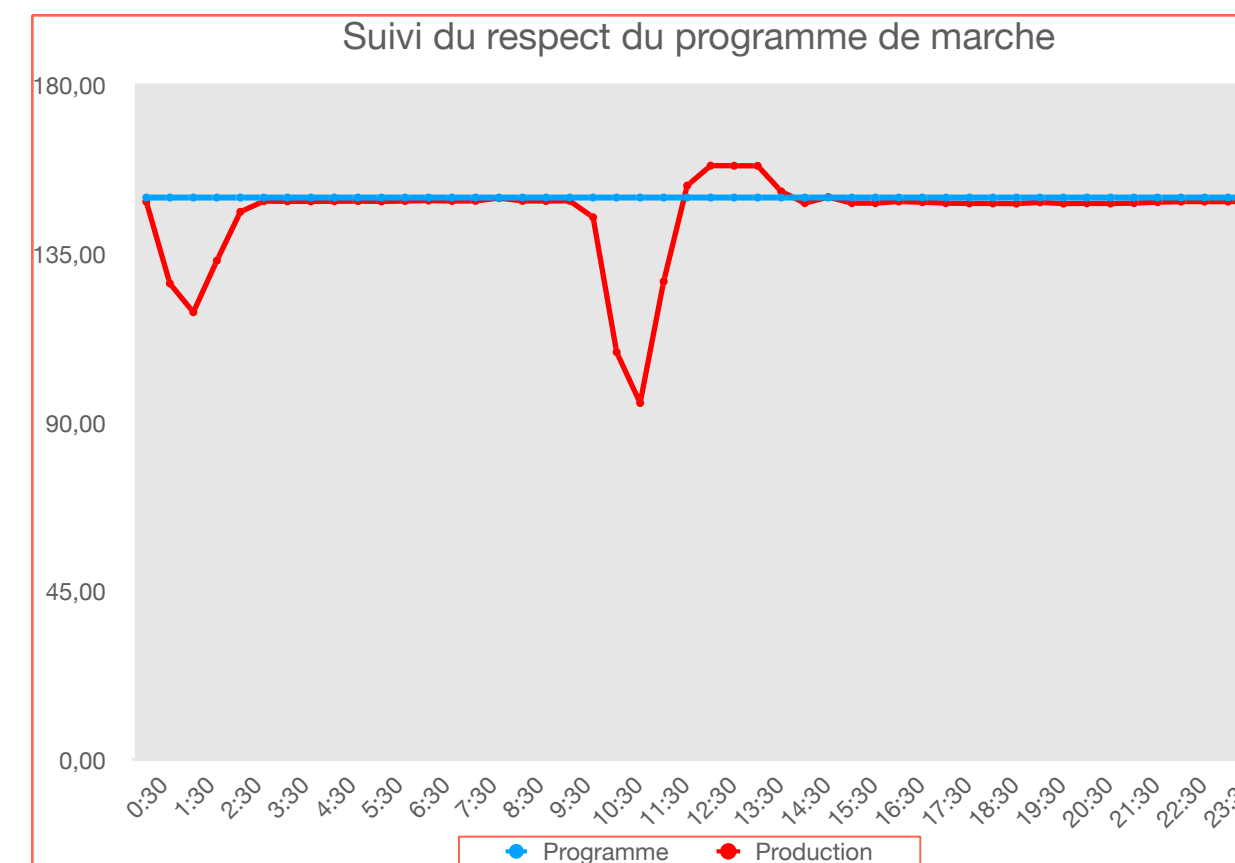
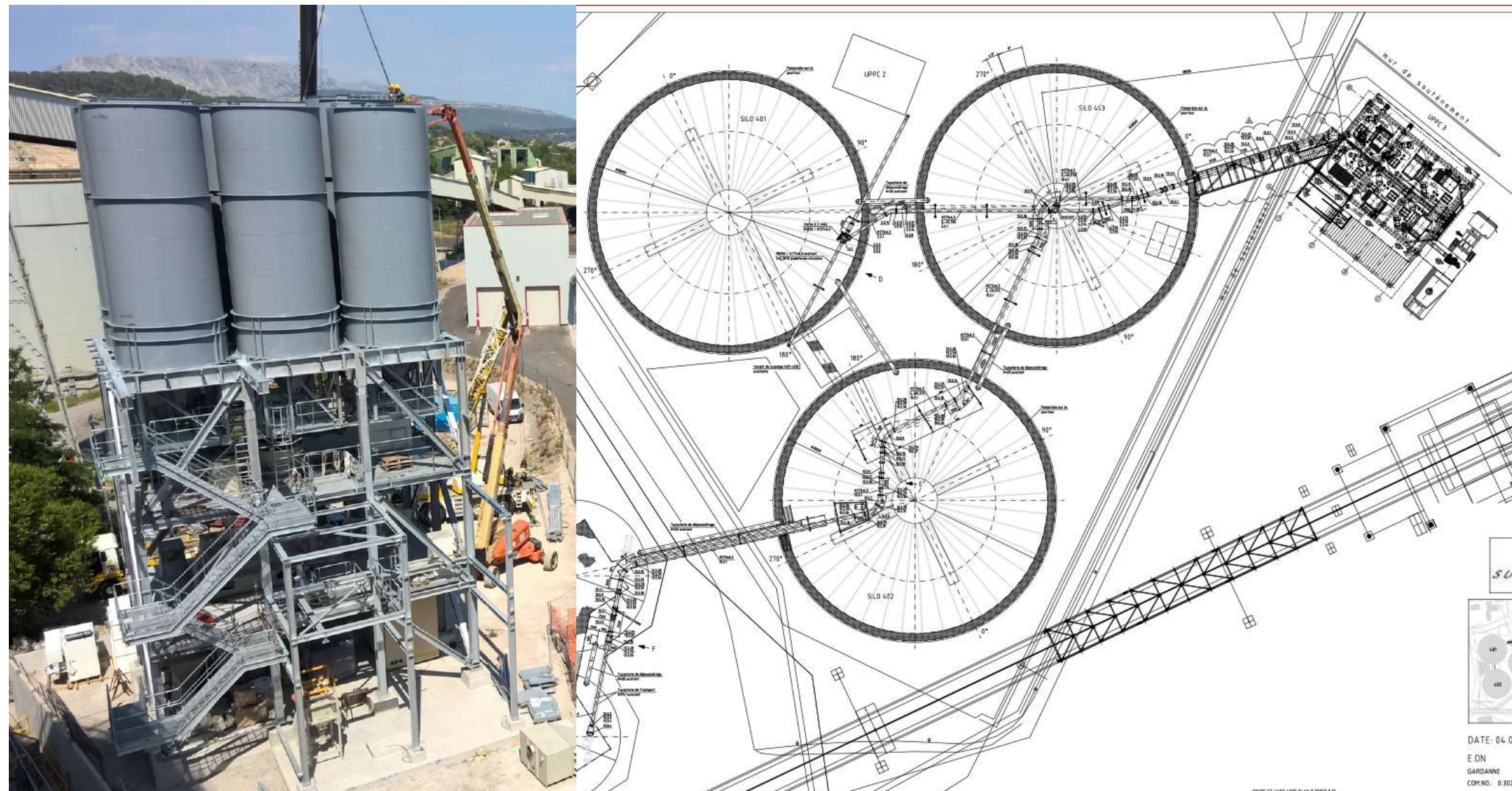


## Investissement d'une installation de mélange destinée à la valorisation des cendres

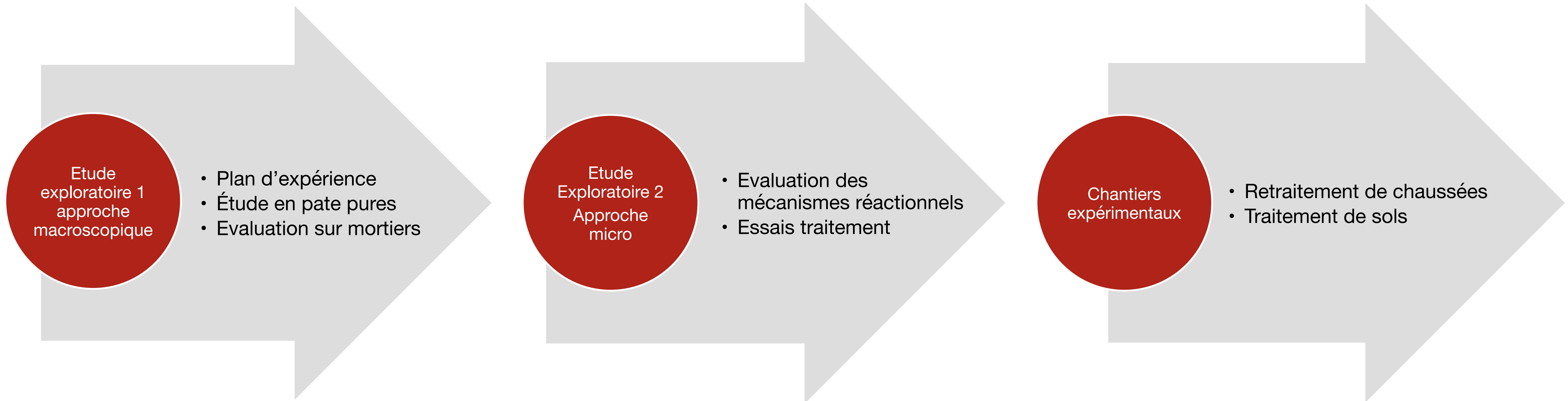
- ▶ 80T/h
- ▶ 5 silos de matières premières + 1 dosage précis pour l'adjuvantation
- ▶ Connexion avec les silos de stockage de la centrale (grande capacité de stockage de matière première et de produits finis)

## Etudes des caractéristiques des cendres

- ▶ suivi sur une année de production
- ▶ intégration des caractéristiques du mix combustible
- ▶ suivi des données de fonctionnement de la chaudière
- ▶ intégration quotidienne des paramètres de production et ordonnancement direct du silo de stockage







- Formules préliminaires définies par EIFFAGE et Surschiste
- Tests sur pâtes pures de liant : Rc type coulis
- Mortiers normalisés, essais accélérés sur sols (7 jours à 40 °C)
- Etudes de traitement de sols en laboratoire à 20 °C
- Optimisation des formules

- Module d'information environnementale « GARDALITHE® F18f »

(En conformité avec la norme NF EN 15804+A2 et son complément national NF EN 15804/CN)

- ICV **en cours** de vérification dans le cadre du programme INIES

Catégorie d'impact / de flux		Total Fabrication
<b>Impacts environnementaux obligatoires</b>		
Réchauffement climatique	kg CO2 eq	1,6E+02
Réchauffement climatique - Fossil	kg CO2 eq	1,6E+02
Réchauffement climatique - Biogenic	kg CO2 eq	7,0E-03
Réchauffement climatique - LuLuc	kg CO2 eq	2,8E-02
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC11 eq	1,1E-05
Acidification des sols et de l'eau	mol H+ eq	3,6E-01
Eutrophisation eaux douces	kg P eq	1,1E-03
Eutrophisation marine	kg N eq	5,6E-02
Eutrophisation terrestre	mol N eq	6,4E-01
Formation d'ozone photochimique	kg NMVOC eq	2,6E-01
Epuisement des ressources abiotiques (minérales et métalliques)	kg Sb eq	3,1E-04
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles)	MJ	1,3E+03
Besoin en eau	m3 depriv.	9,1E+00

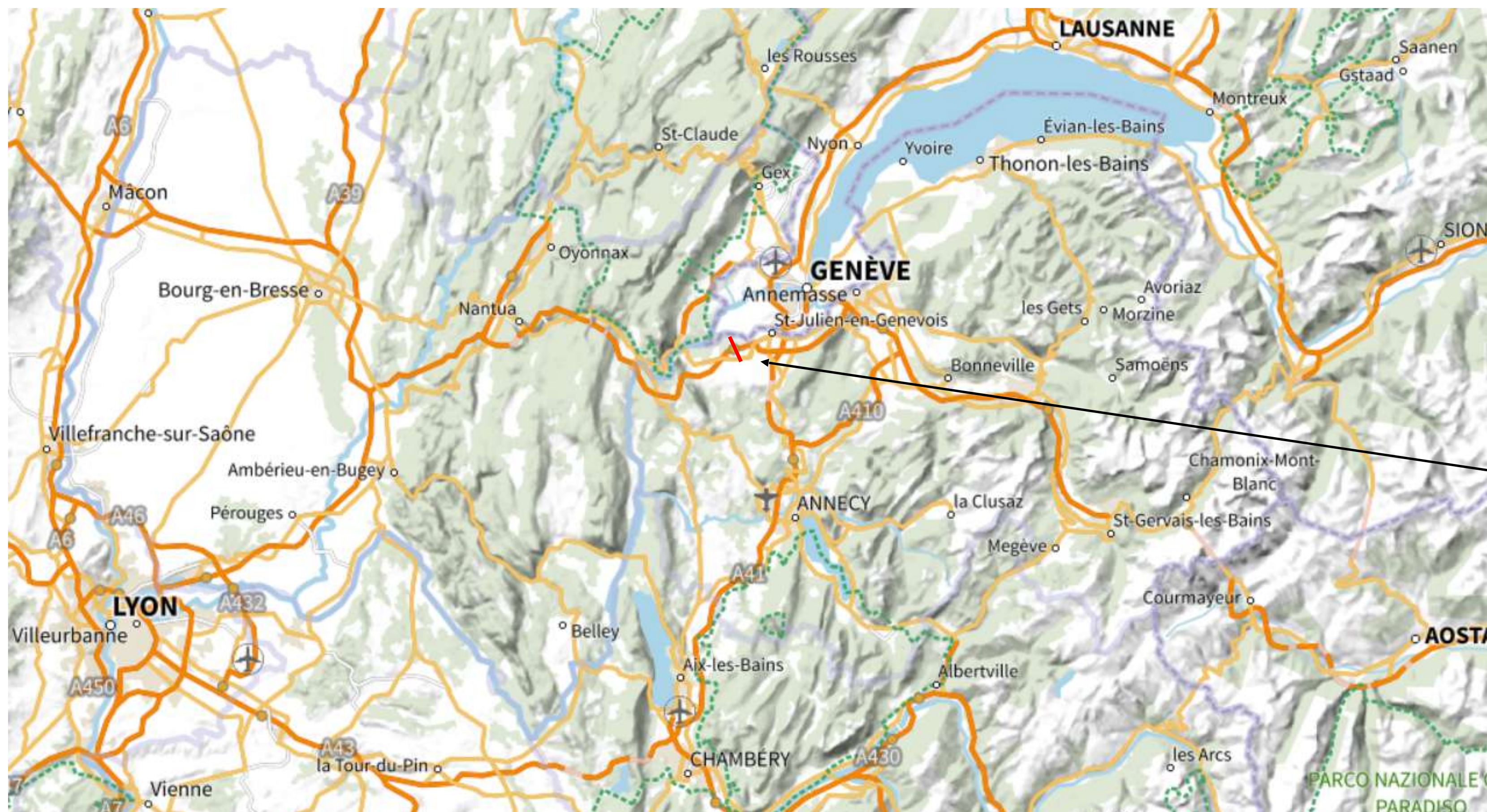


# Retraitement en place A40 BPV Viry (74)





## ➤ Chantier ATMB : renforcement par un retraitement en place des anciennes chaussées



BPV de Viry



- **Trafic élevé ( $t_0$ ), zone de freinage et d'accélération**
- **Proposition d'Eiffage Route : procédé ARC1000 et le liant Bas Carbone Surschiste**



Liant et composition	Emission de CO <sub>2</sub> kg/tonne fabriquée
CEM I Portland	827
LHR biomasse sans clinker	160

- **Chantier sous l'égide du CIRR (Comité Innovation Routes et Rues)**
- **Bio-ERTALH (Flexocim) a été lauréat du CIRR 2020**
- **Le chantier bénéficie donc d'un suivi de 5 ans du**





# Retraitement en place A40 BPV Viry (74)





Fraisât 100% Agrégat d'enrobé (100%AE)



Classe granulaire 0/20 mm,  
Teneur en fines = 4,5%,  
MV pré-séché = 2,43 Mg/m<sup>3</sup>  
Valeur au bleu = 0,02 g/100g

Mélange de grave laitier et agrégat d'enrobé (Mélange GL-AE)

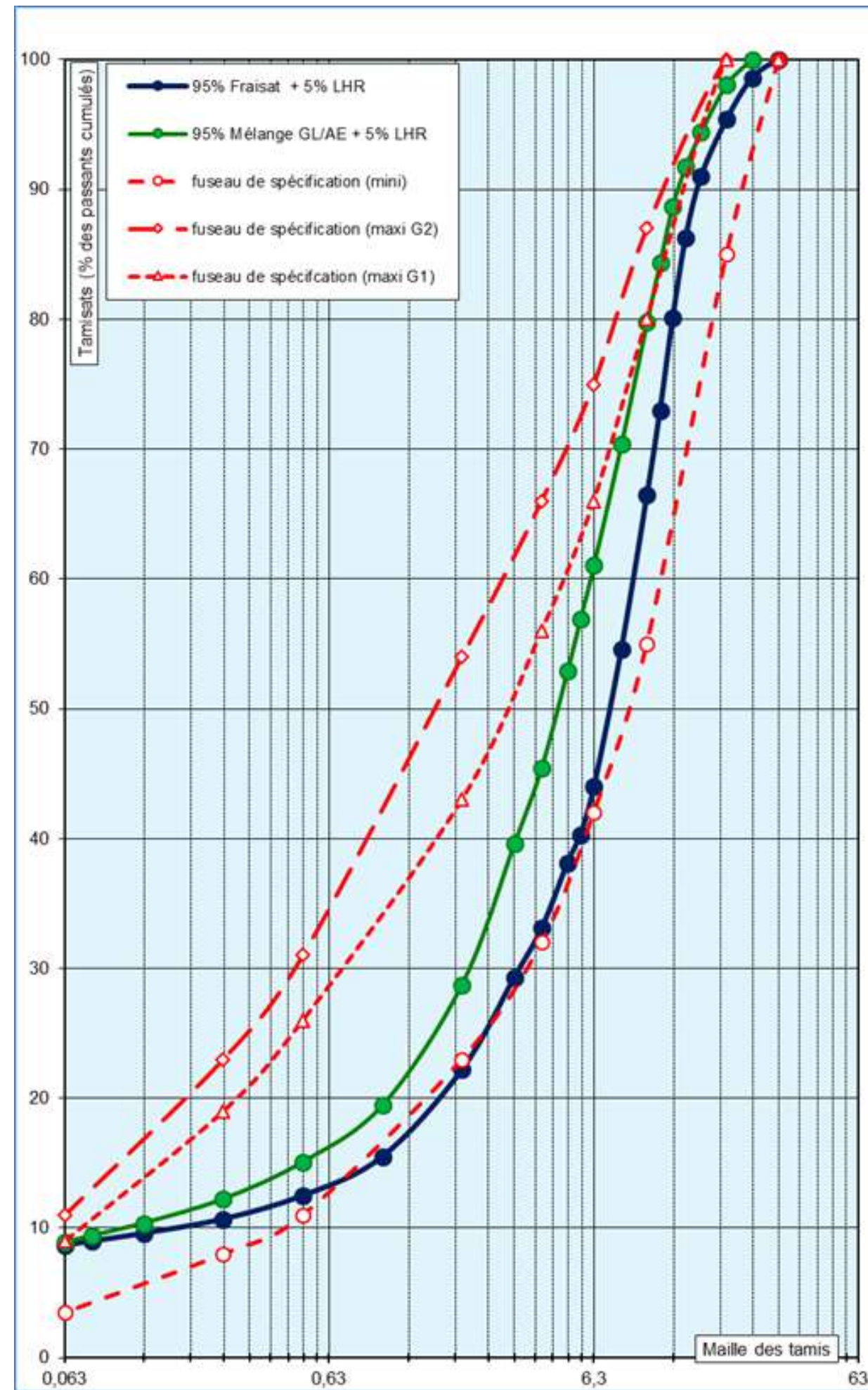


Classe granulaire 0/20 mm,  
Teneur en fines = 4,5%,  
MV pré-séché = 2,52 Mg/m<sup>3</sup>  
Valeur au bleu = 0,01 g/100g

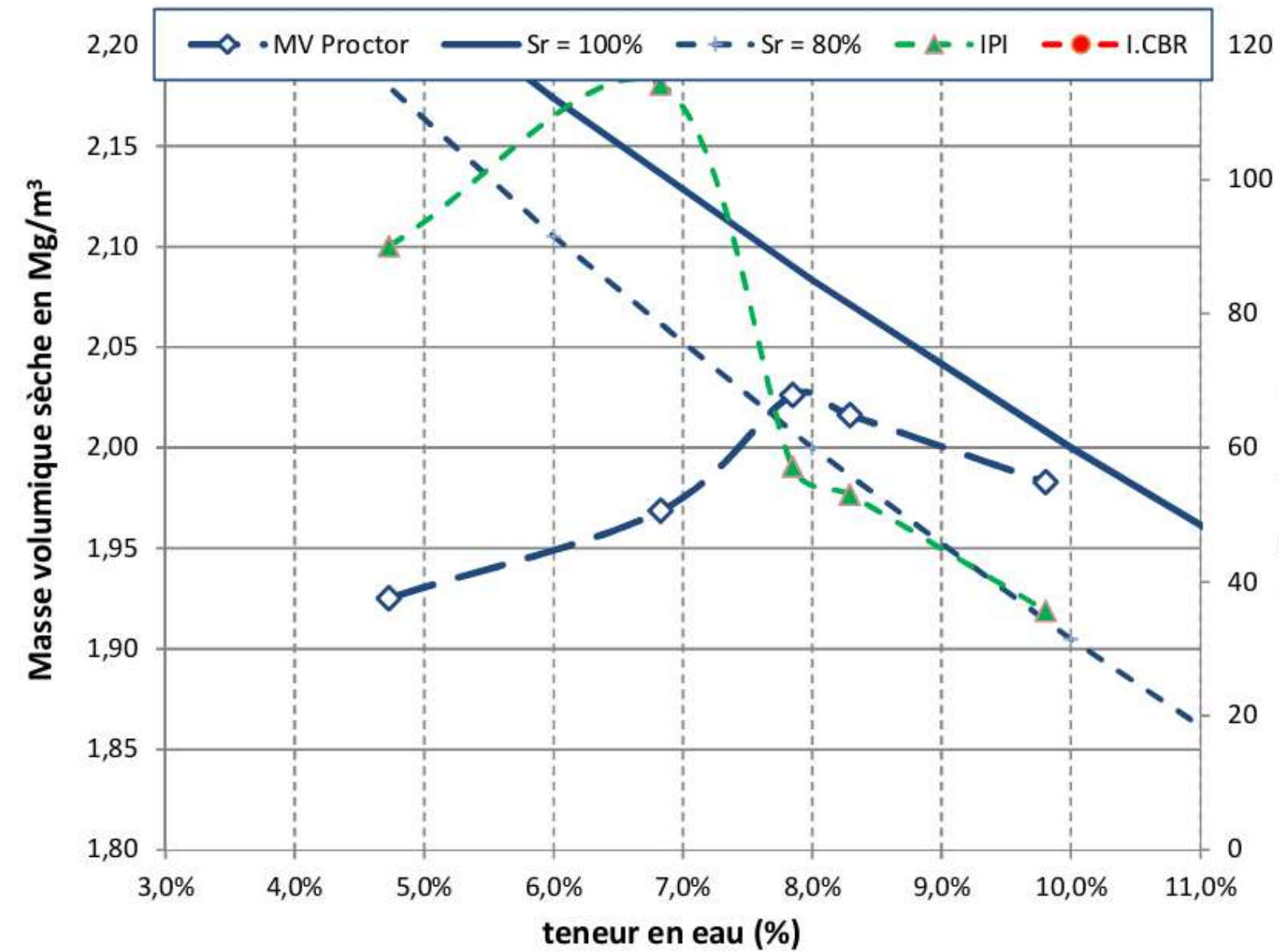


- **2 matériaux : 100 % AE et mélange GL (60 %) + AE (40 %)**
- **2 liants : Vicat LV-TS 38 et liant Bas Carbone (Surschiste)**
- **2 dosages par liant : 4 % et 6 %**
- **Identification constituants, OPM, Rc 1, 2, et 7 jours, Rt/E 28, 60, 360 jours**



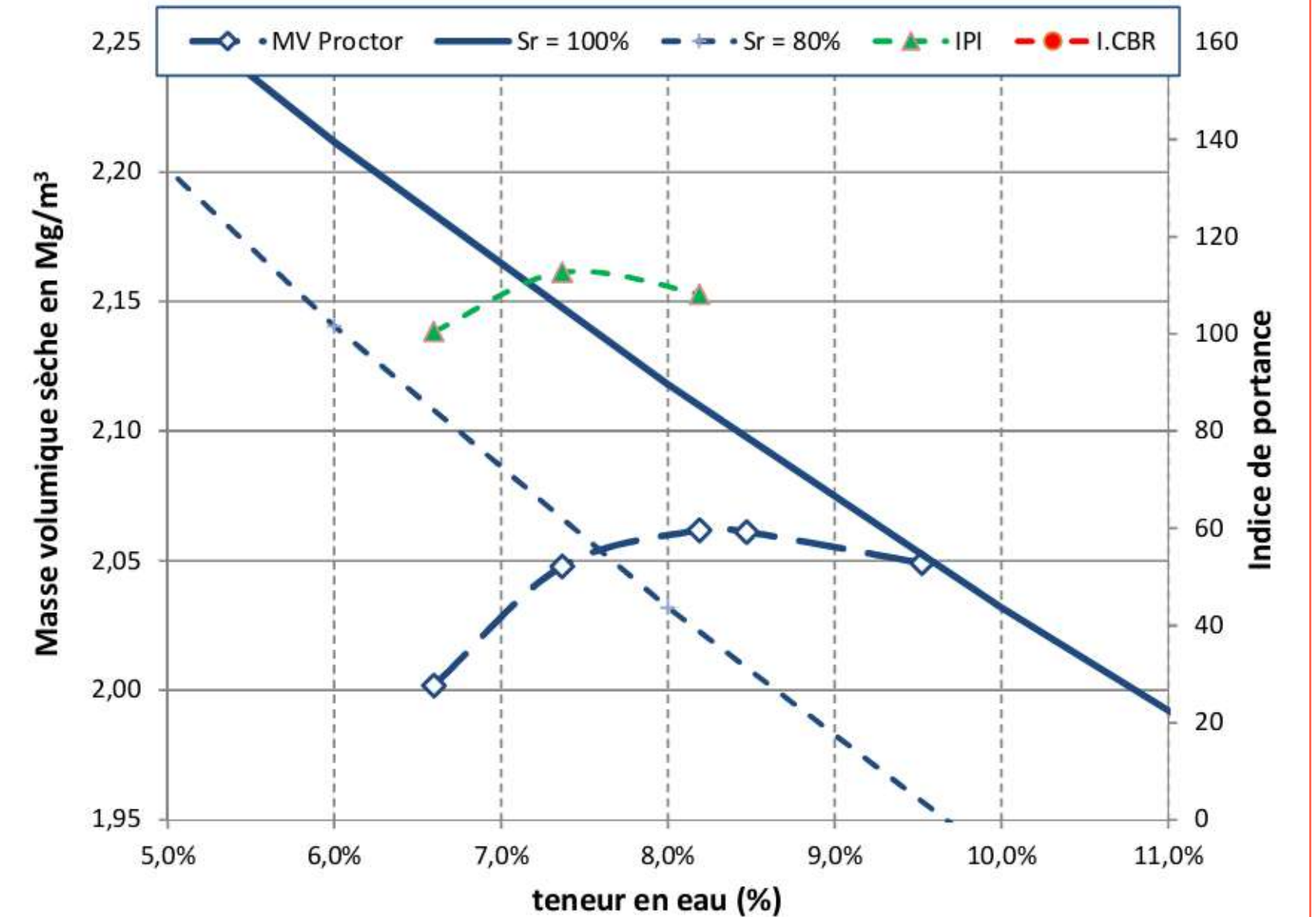


## Fraisât AE + 5% LHR



W réf. = 7,8%,  
Densité réf. = 2,03 Mg/m<sup>3</sup>,  
IPI = 55%

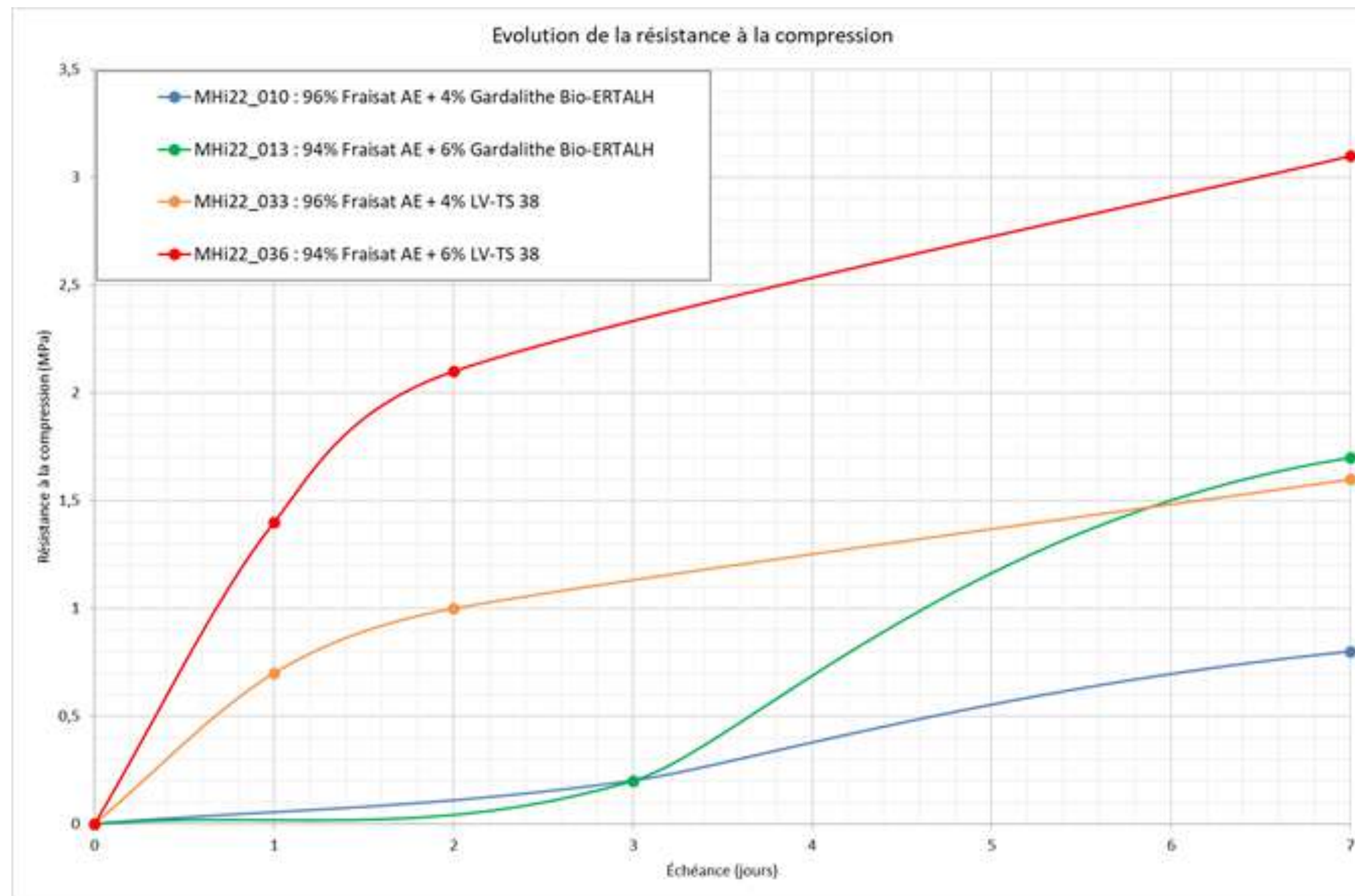
## Mélange GL-AE +5% LHR



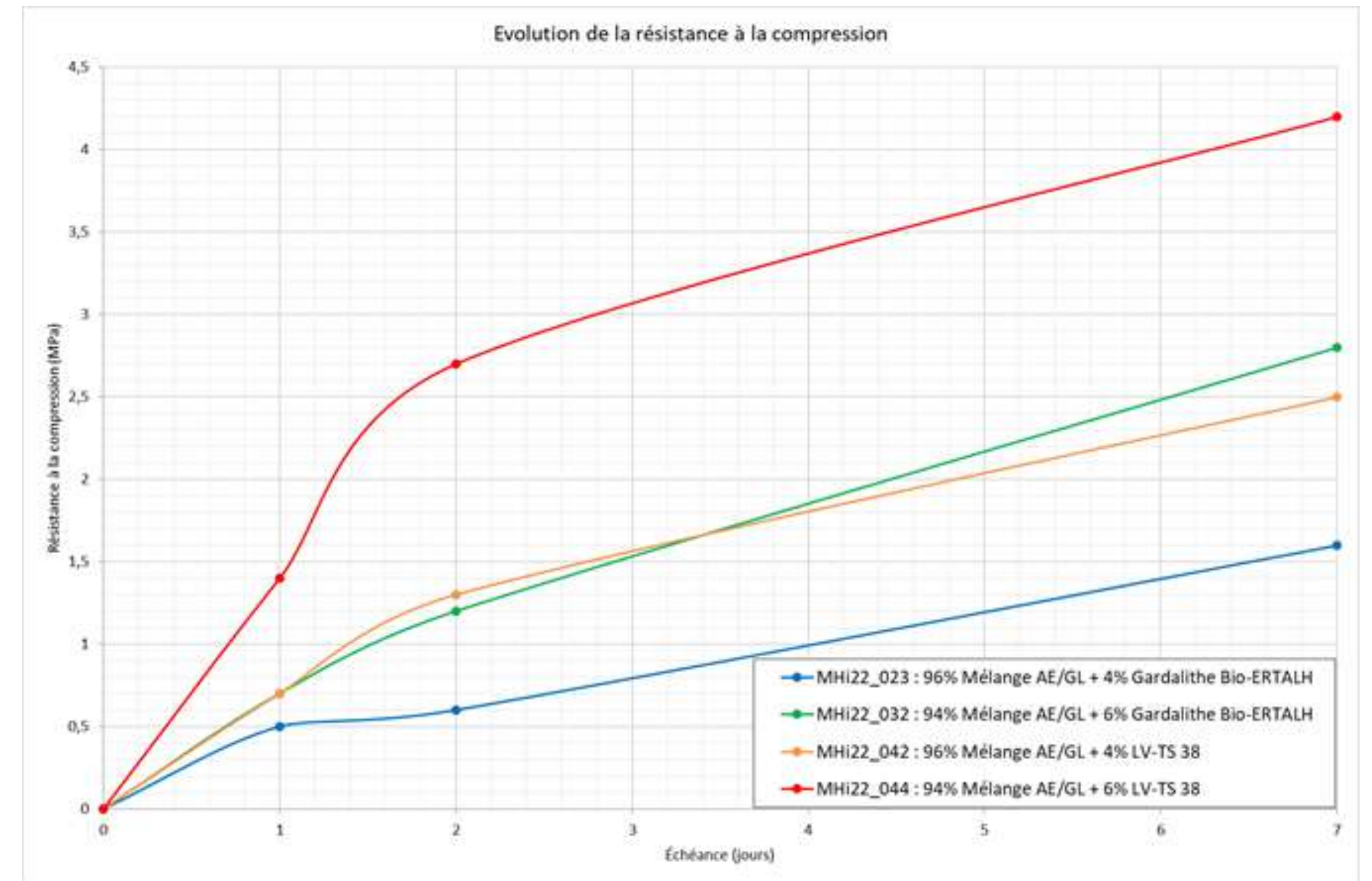
W réf. = 8,2%,  
Densité réf. = 2,06 Mg/m<sup>3</sup>,  
IPI = 110%



## ➤ Résistance en compression



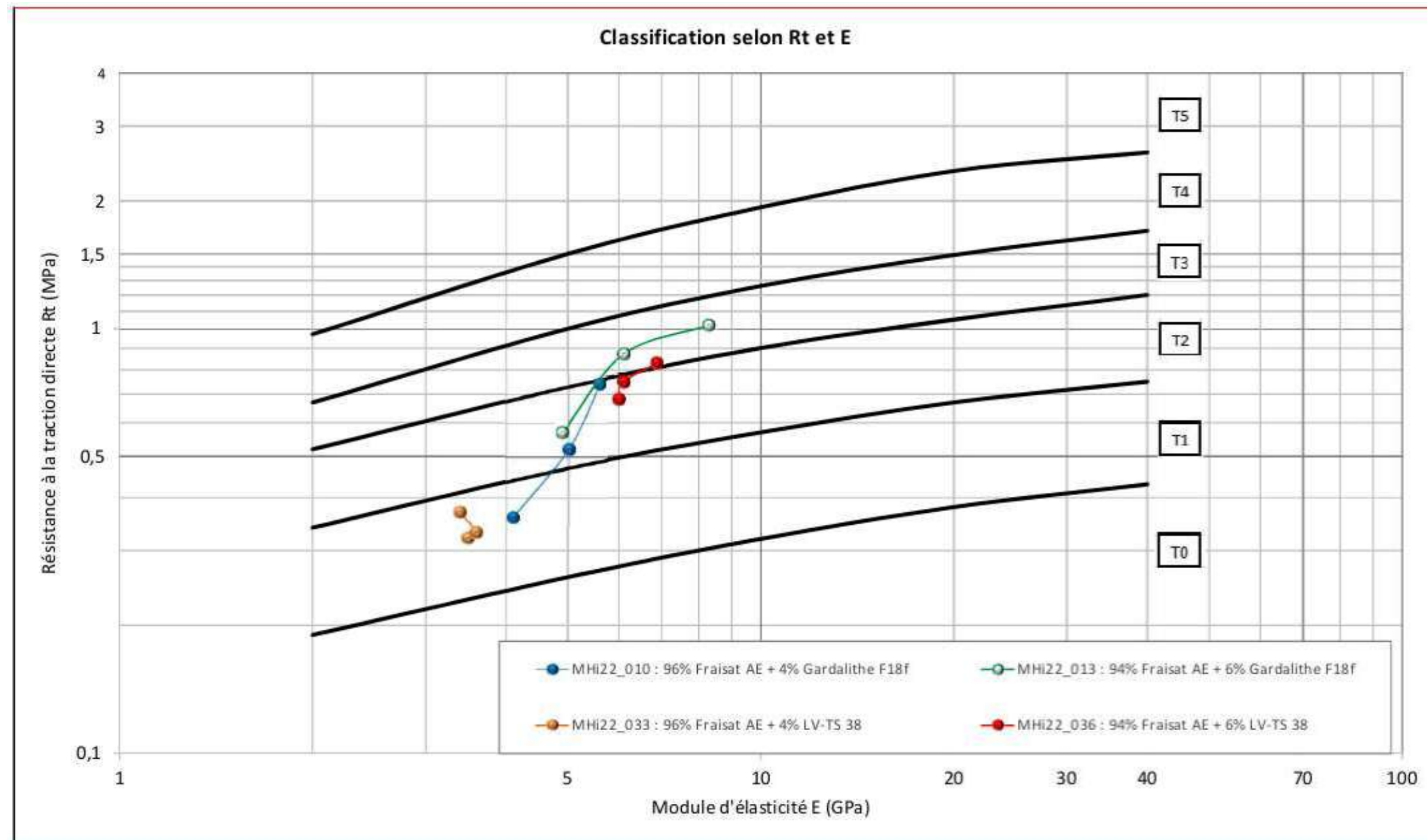
Agrégats d'enrobés



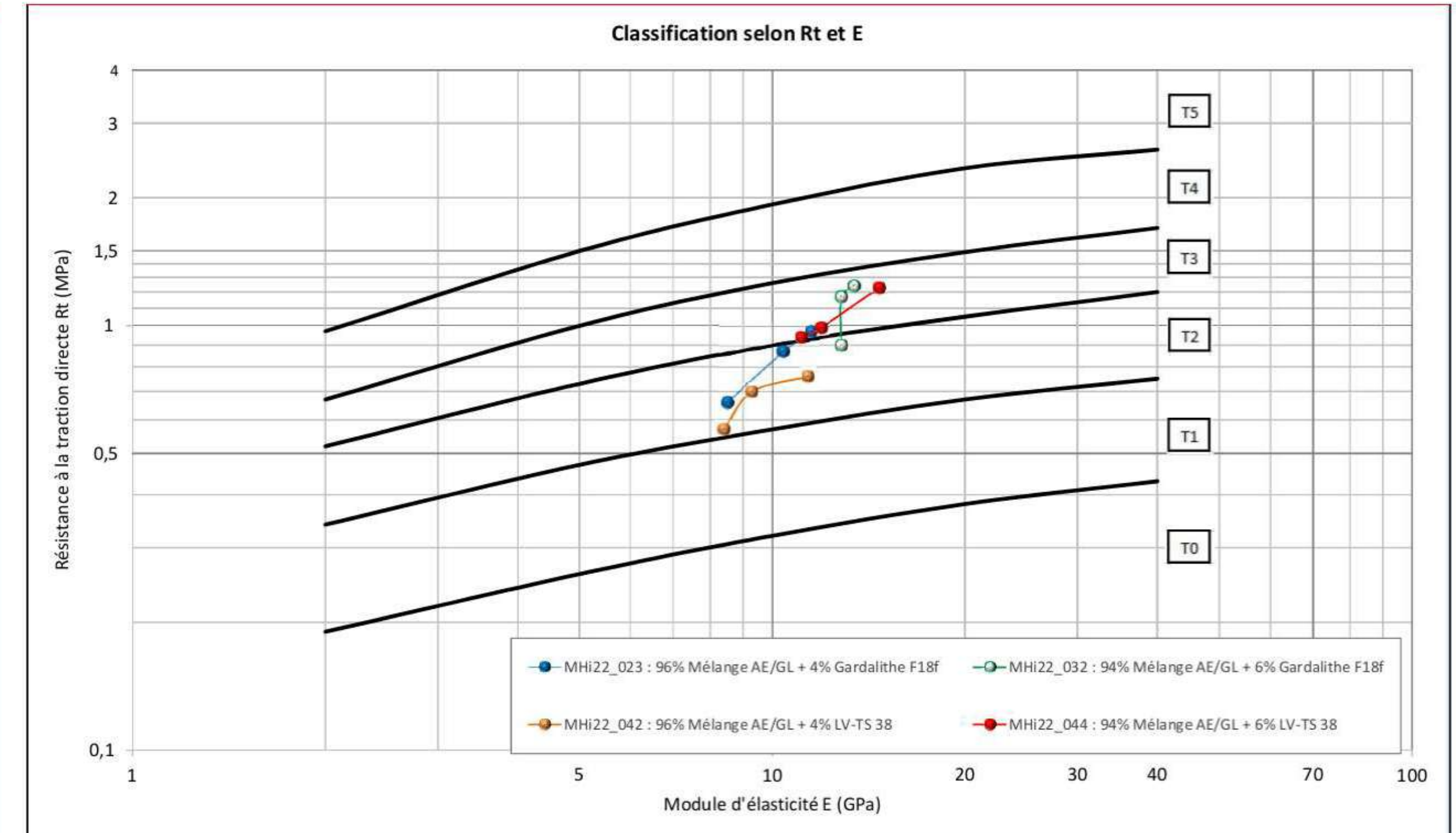
Agrégats d'enrobés + GL



## ➤ Résistance en traction, module (Rt, E) à 28, 60 et 360 jours



Agrégats d'enrobés



Agrégats d'enrobés + GL

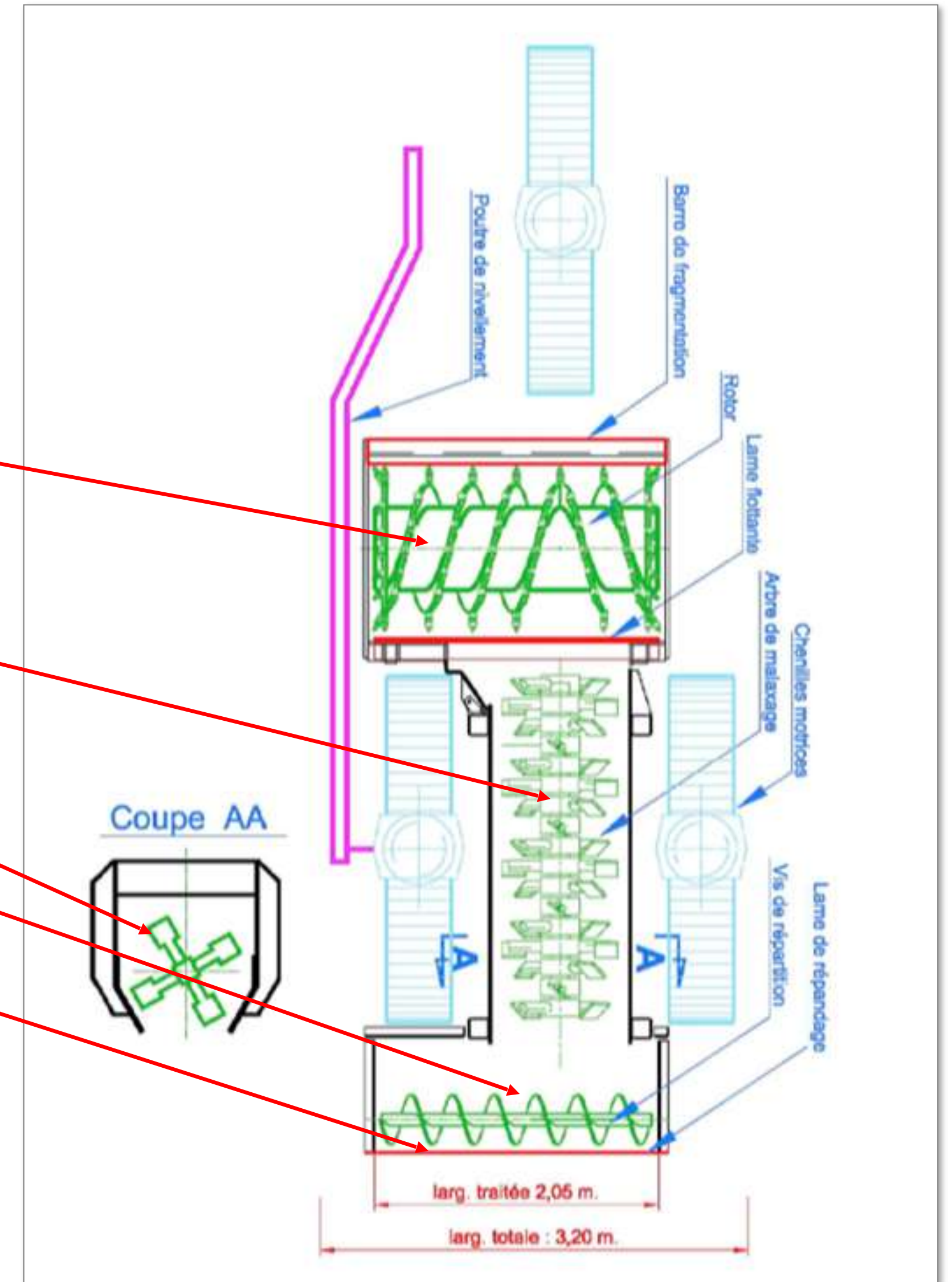


# Le chantier : Descriptif de la machine ARC1000

- Rotor de décohésion
- Malaxeur longitudinal
- Vis de répartition
- Lame de répartition



Coefficient  
**H.E.P.I.L: 33333**



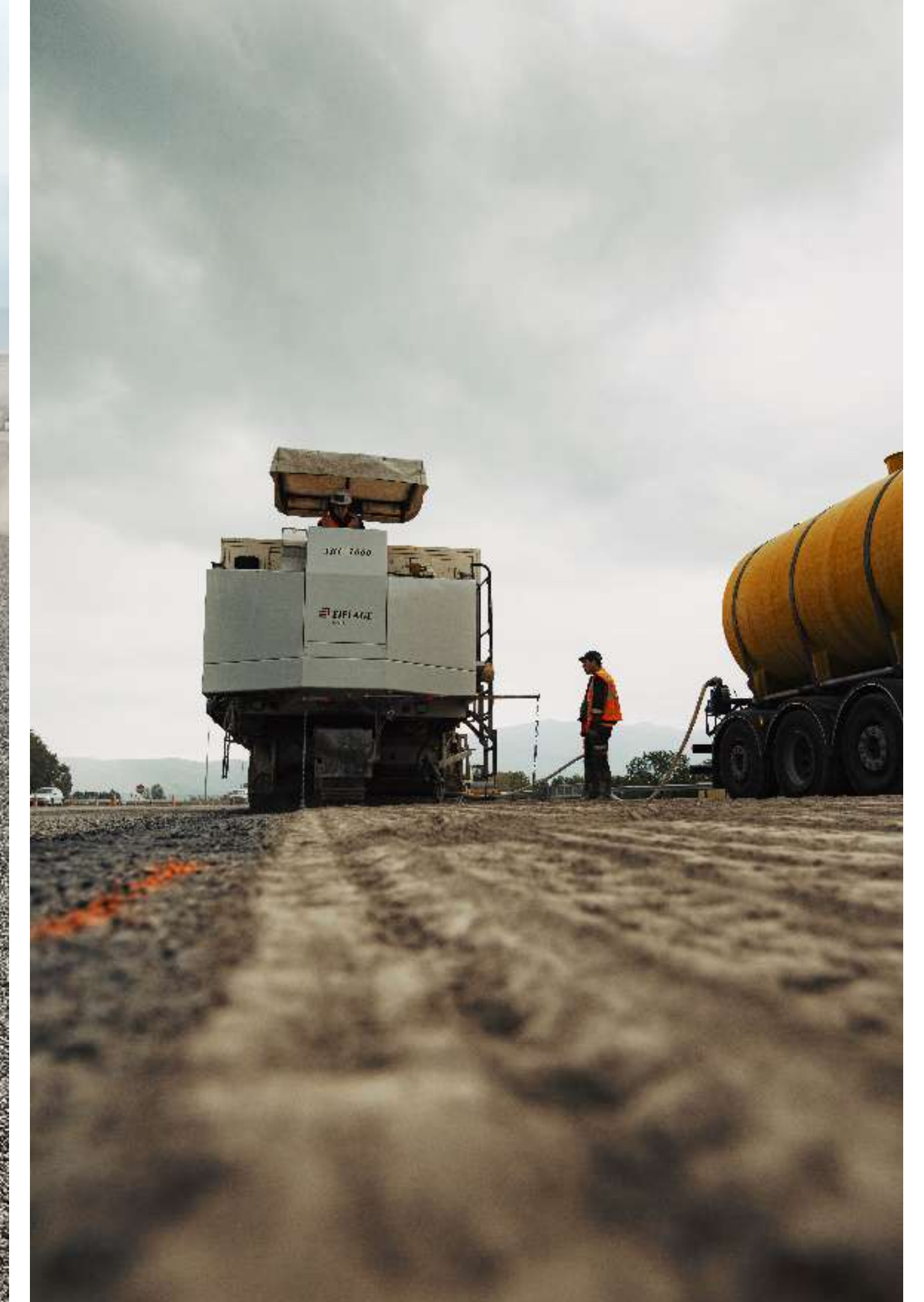


## ➤ Mouture et Homogénéité transversale du traitement





# Le chantier de retraitement en place





# Le chantier de retraitement en place





# Le chantier de retraitement en place





# Le chantier de retraitement en place



**Enduit de cure + MBCF + 7cm BBSG au liant modifié**



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

**Loic DANEST**

SURSCHISTE

[loic.danest@surschiste.com](mailto:loic.danest@surschiste.com)

**Jérôme DHERBECOURT**

EIFFAGE ROUTE

[jerome.dherbecourt@eiffage.com](mailto:jerome.dherbecourt@eiffage.com)

