

JOURNÉE TECHNIQUE 2023

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

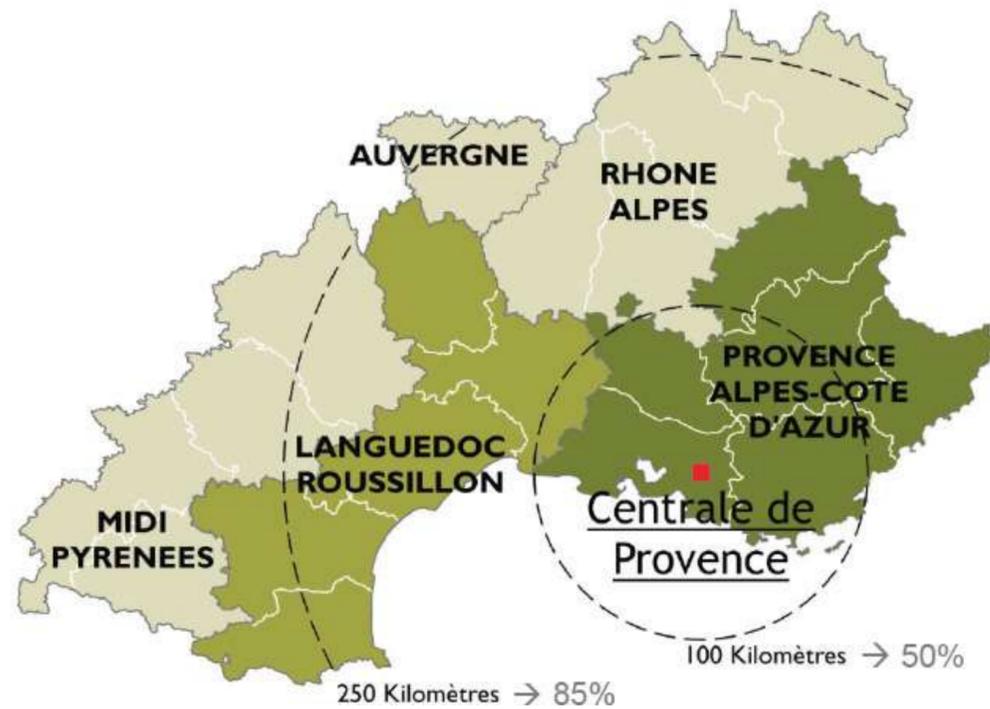


Valorisation de cendres de co-combustion dans les liants routiers bas carbone et application dans le retraitement en place de chaussée : Chantier CIRR sur A40

Loïc DANEST SURSCHISTE
Jérôme DHERBECOURT EIFFAGE ROUTE

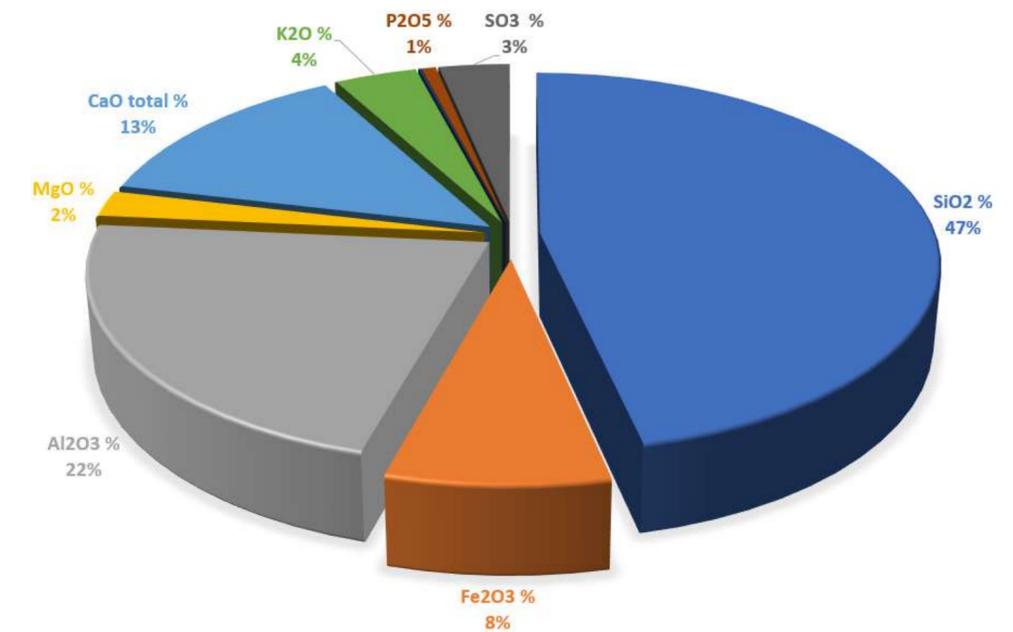


Centrale biomasse P4B à Meyreuil (2013 - 2016) :



➤ Cendre de co-combustion

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



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

Campagne de caractérisation 2017-2018

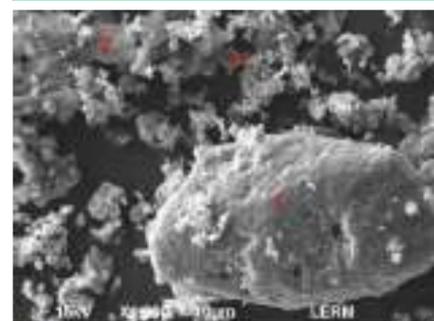


Fig. 11 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1
Détail du matériau
1 : sulfate de calcium, 2 : grain riche en carbone
3 : cendre silico-alumino-calcaire

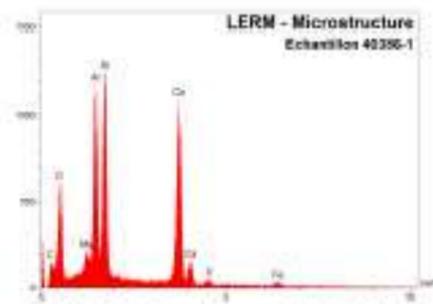


Fig. 12 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie du grain 3 de la figure précédente

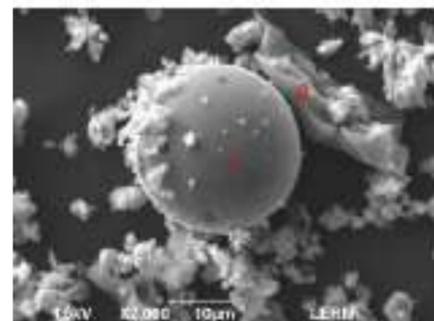


Fig. 13 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1
Détail du matériau
1 : cendre silico-alumino-calcaire, 2 : grain riche en carbone

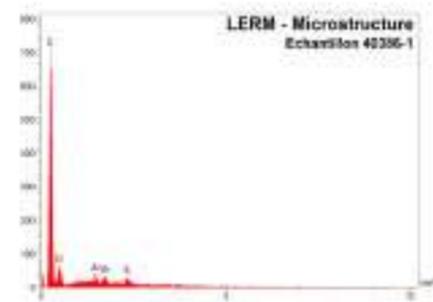


Fig. 14 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie du grain 2 de la figure précédente

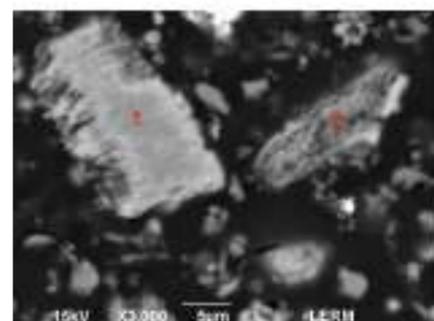


Fig. 15 : Microscopie électronique à balayage. Echantillon 40386-1
Détail du matériau (section polie à l'électron rétrodiffusé)
1 : sulfate double (Ca, Mg), 2 : sulfate de calcium

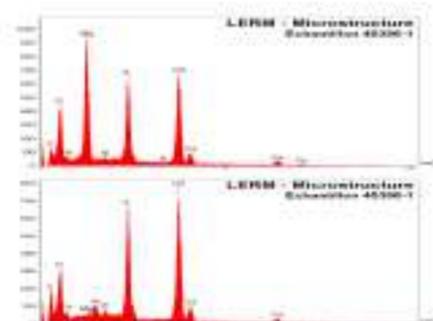


Fig. 16 : Analyse élémentaire par spectrométrie X à dispersion d'énergie des aires 1 (centre du haut) et 2 (spectre du bas) de la figure précédente

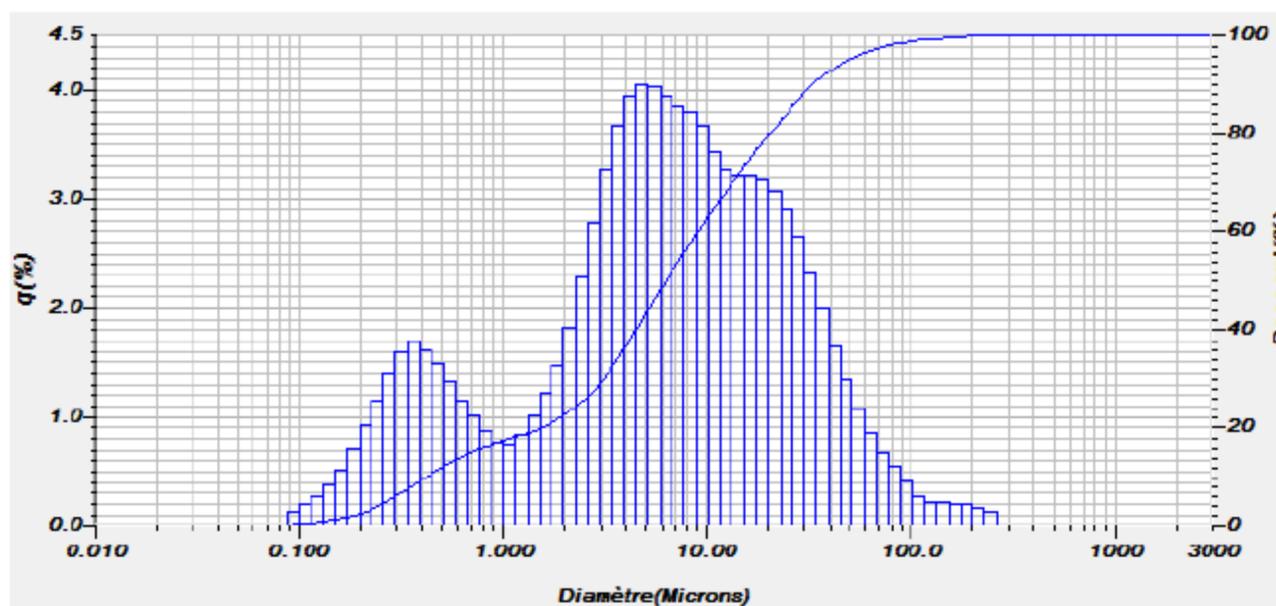


Fig. 1 : Illustration de la courbe granulométrique de l'échantillon de cendre 40386-1

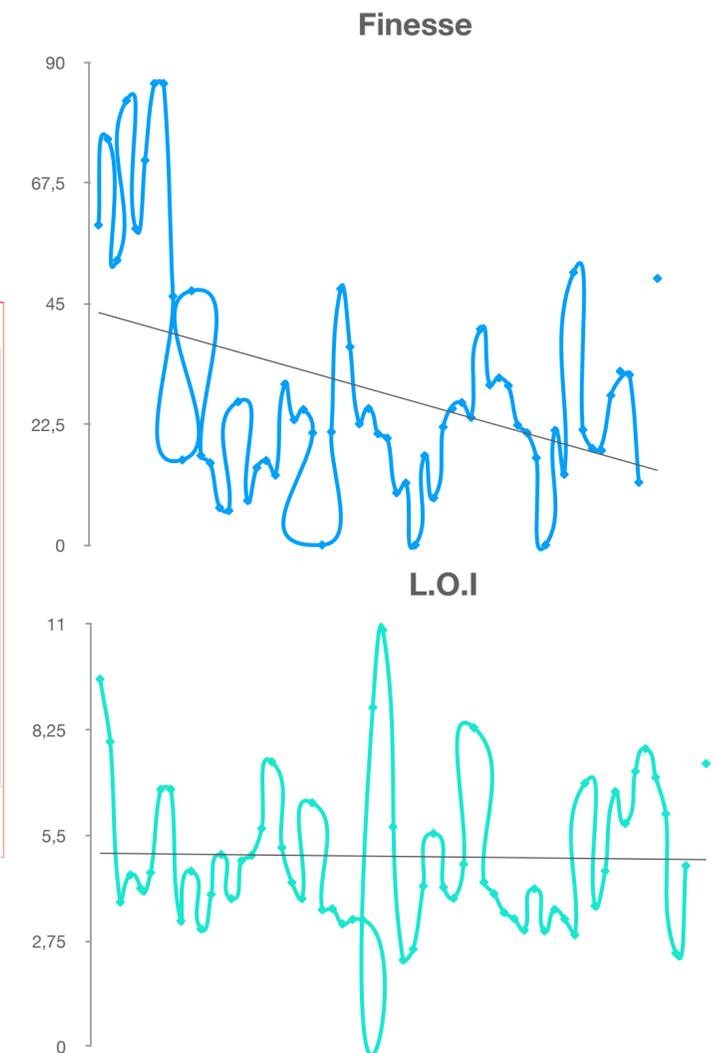
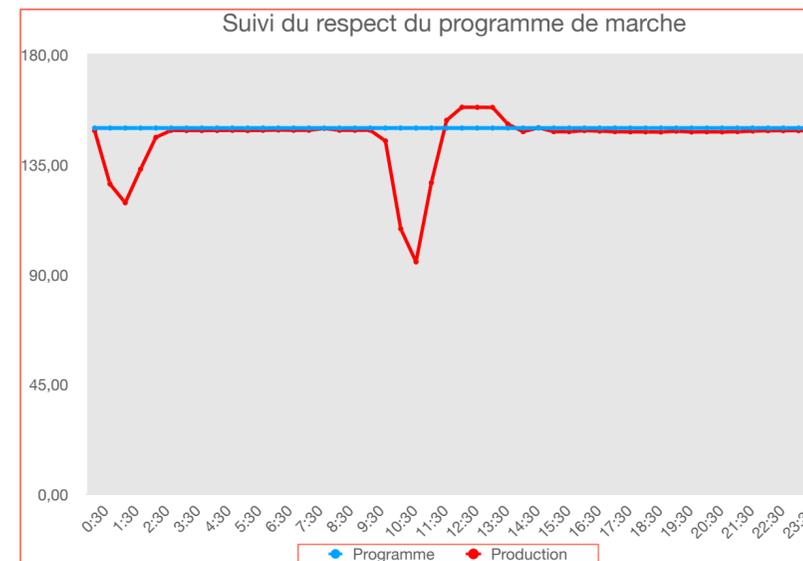
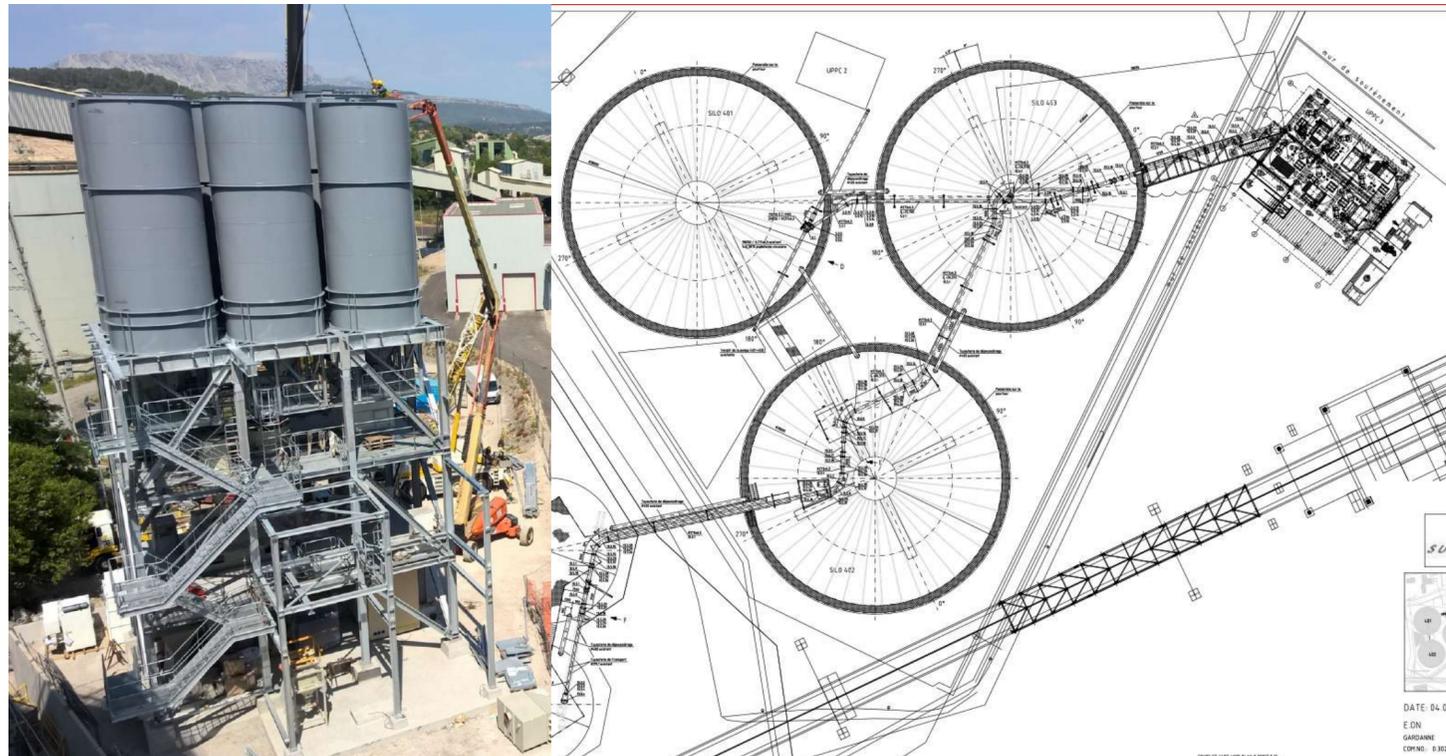
- Des cendres pouzzolaniques et « réactives »
- Des caractéristiques très similaires aux cendres de charbon obtenues sur des chaudières analogues

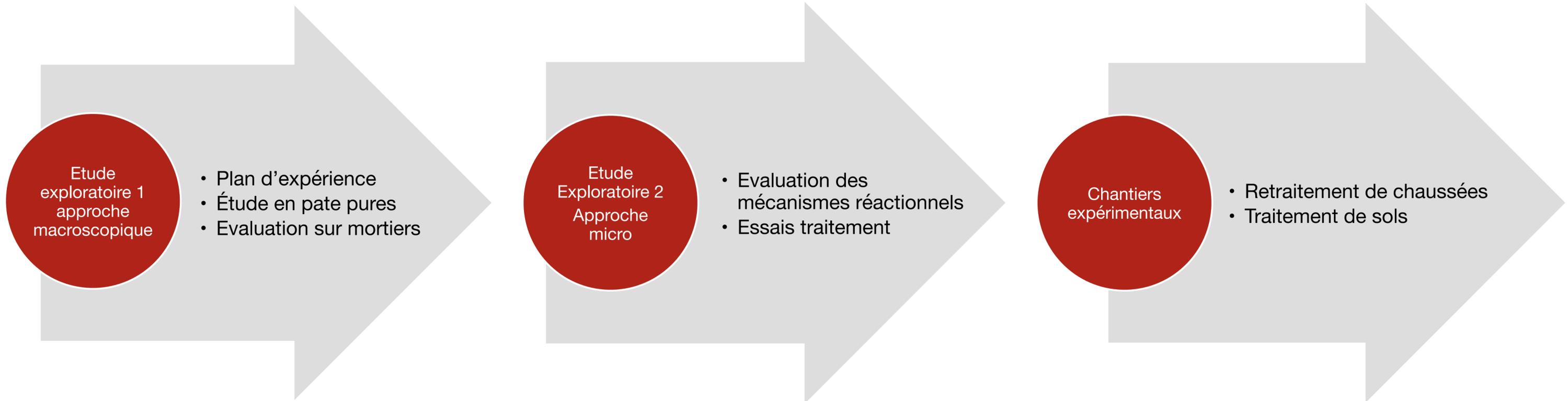
Investissement d'une installation de mélange destinée à la valorisation des cendres

- ▶ 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

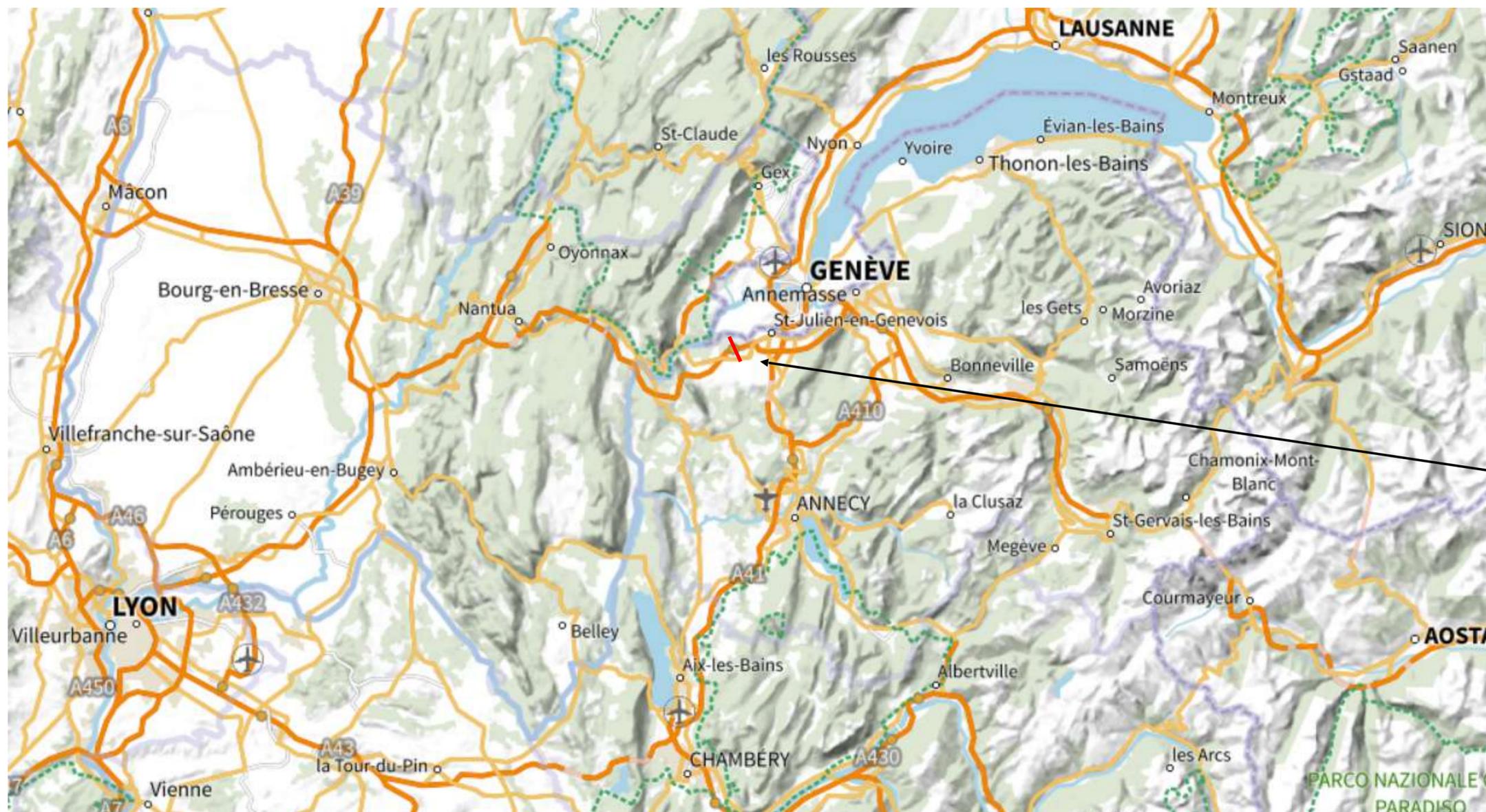
Catégorie d'impact / de flux		Total Fabrication
Impacts environnementaux obligatoires		
Réchauffement climatique	kg CO2 eq	1,6E+02
Réchauffement climatique - Fossil	kg CO2 eq	1,6E+02
Réchauffement climatique - Biogenic	kg CO2 eq	7,0E-03
Réchauffement climatique - LuLuc	kg CO2 eq	2,8E-02
Appauvrissement 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)



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**

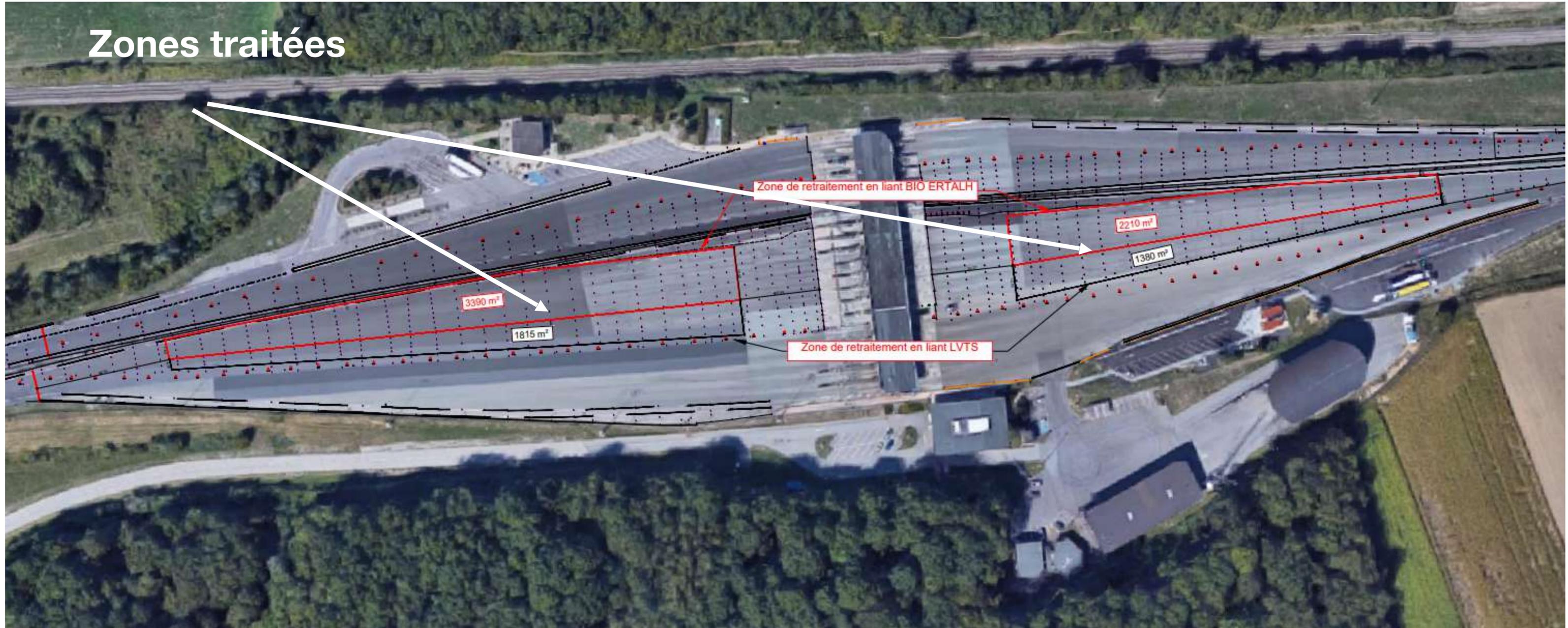


Liant et composition	Emission de CO ₂ kg/tonne fabriquée
CEM I Portland	827
LHR biomasse sans clinker	160

- **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)



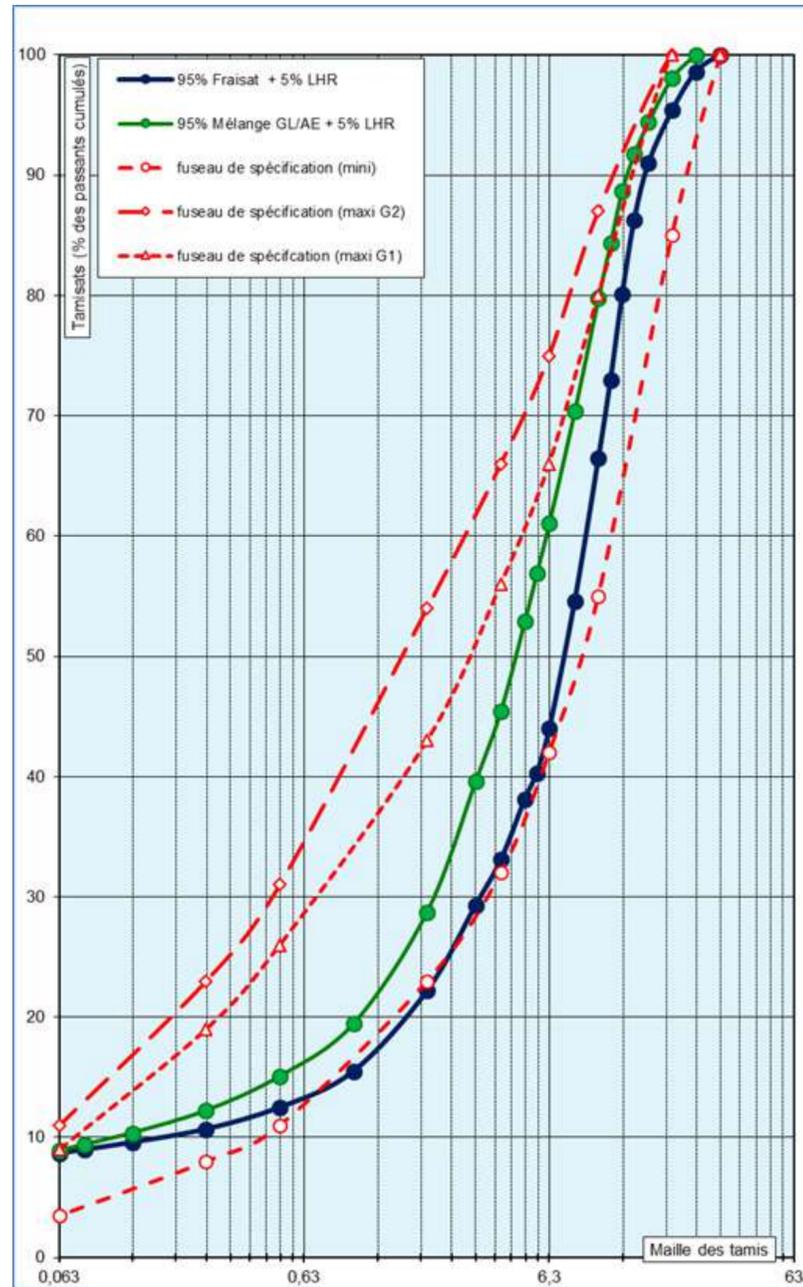
Classe granulaire 0/20 mm,
Teneur en fines = 4,5%,
MV pré-séché = 2,43 Mg/m³
Valeur au bleu = 0,02 g/100g

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

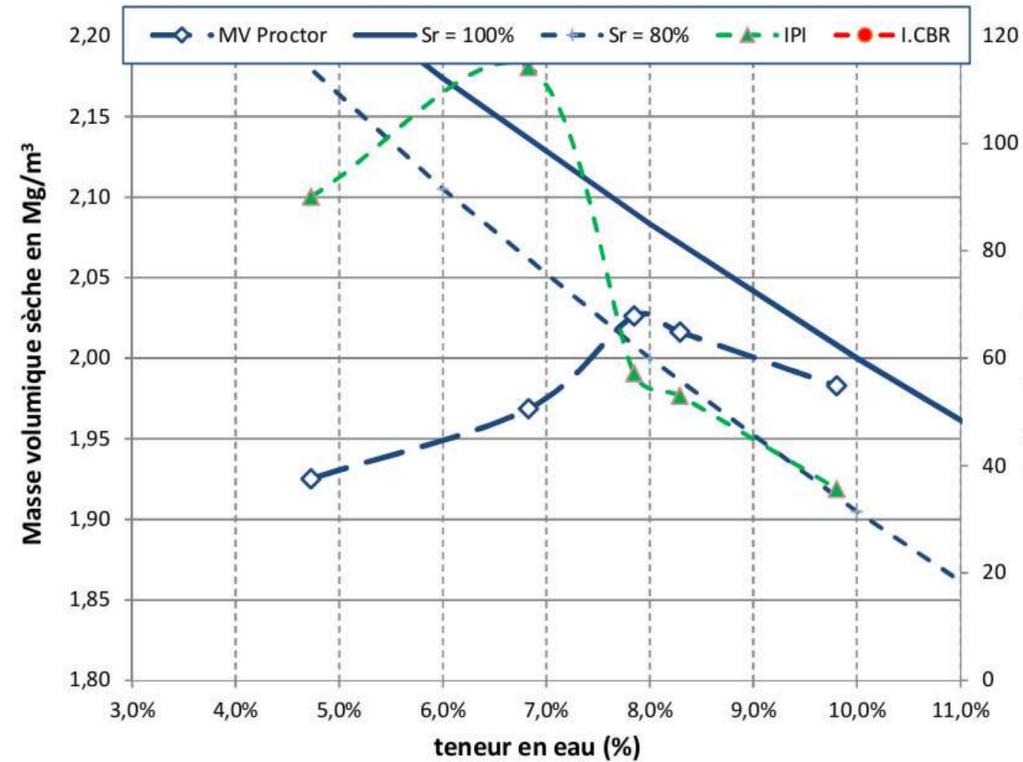


Classe granulaire 0/20 mm,
Teneur en fines = 4,5%,
MV pré-séché = 2,52 Mg/m³
Valeur au bleu = 0,01 g/100g

- **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**

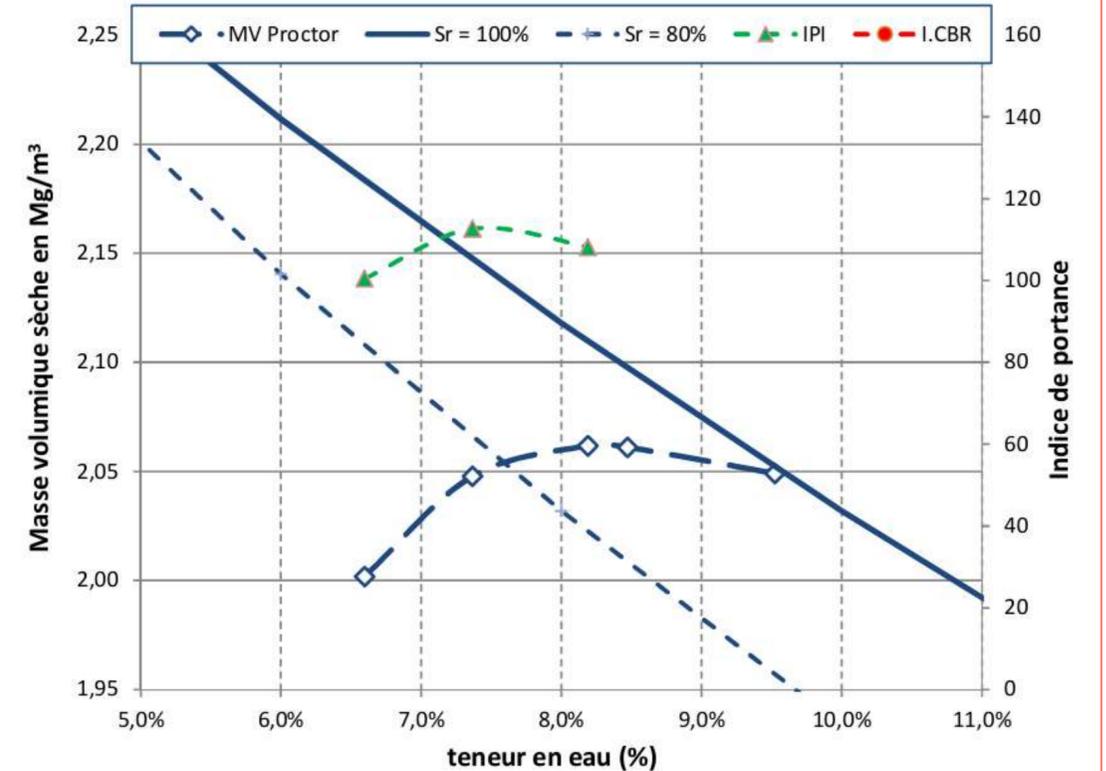


Fraisât AE + 5% LHR



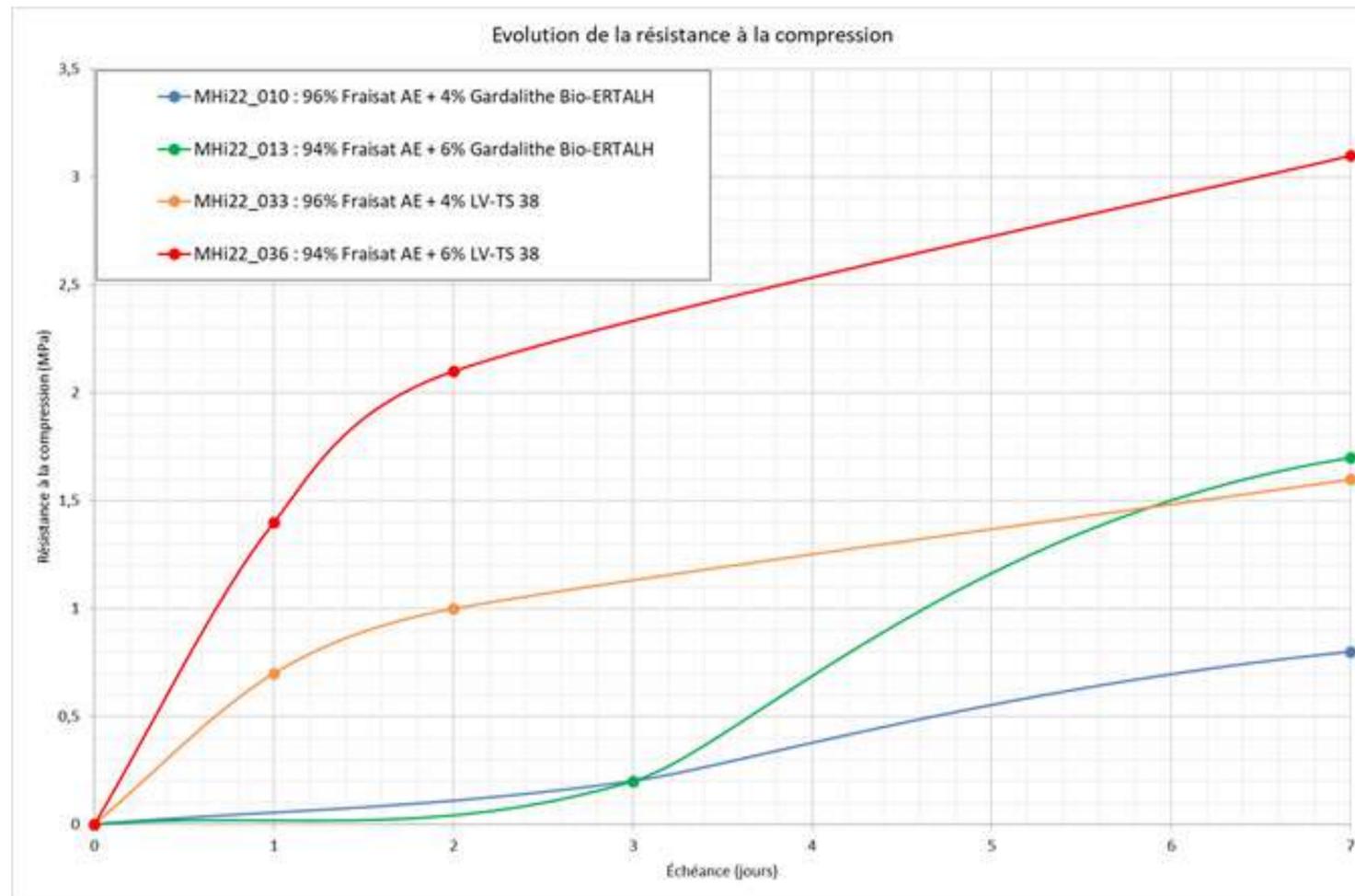
W réf. = 7,8%,
Densité réf. = 2,03 Mg/m³,
IPI = 55%

Mélange GL-AE +5% LHR

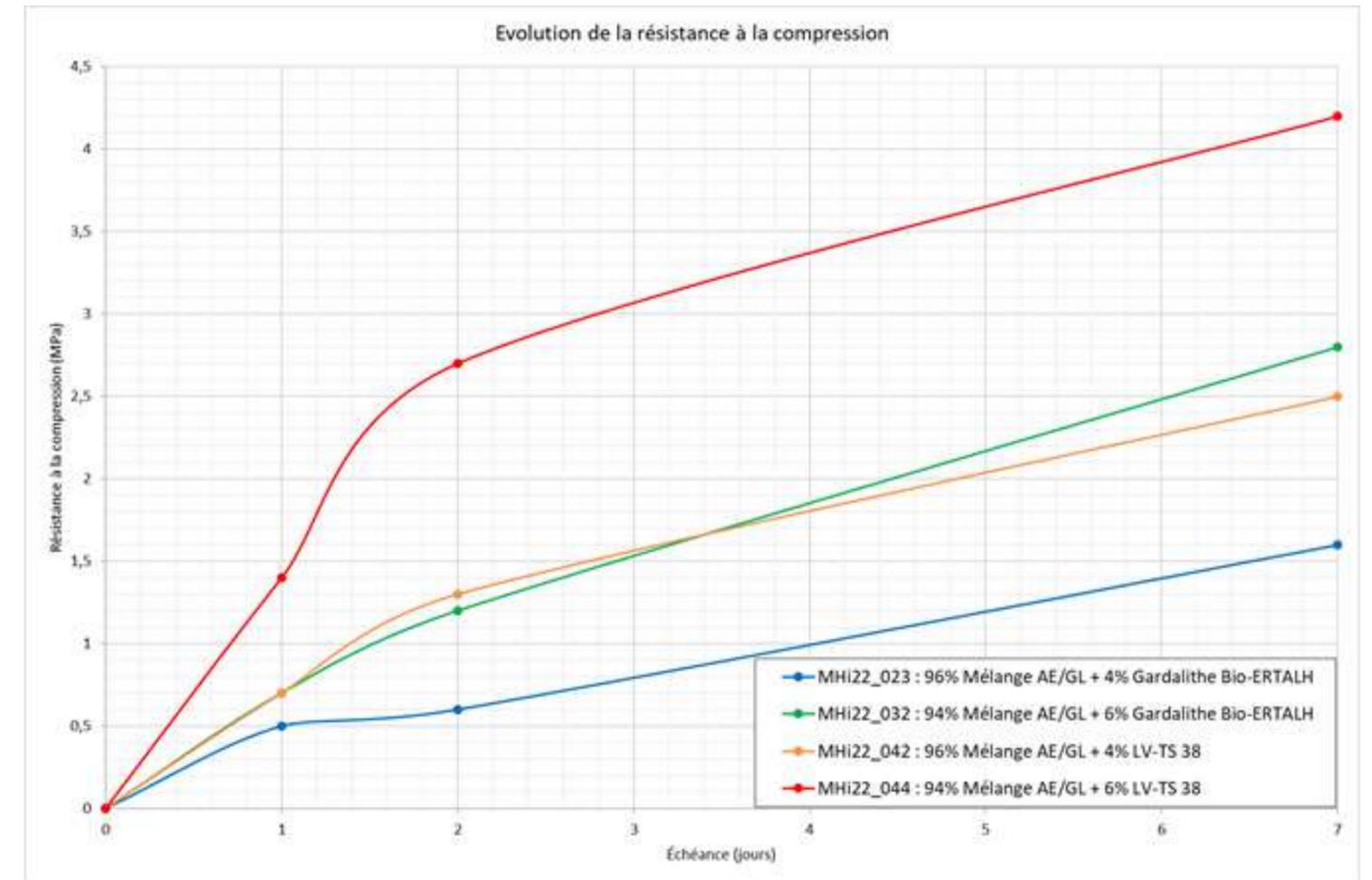


W réf. = 8,2%,
Densité réf. = 2,06 Mg/m³,
IPI = 110%

➤ Résistance en compression

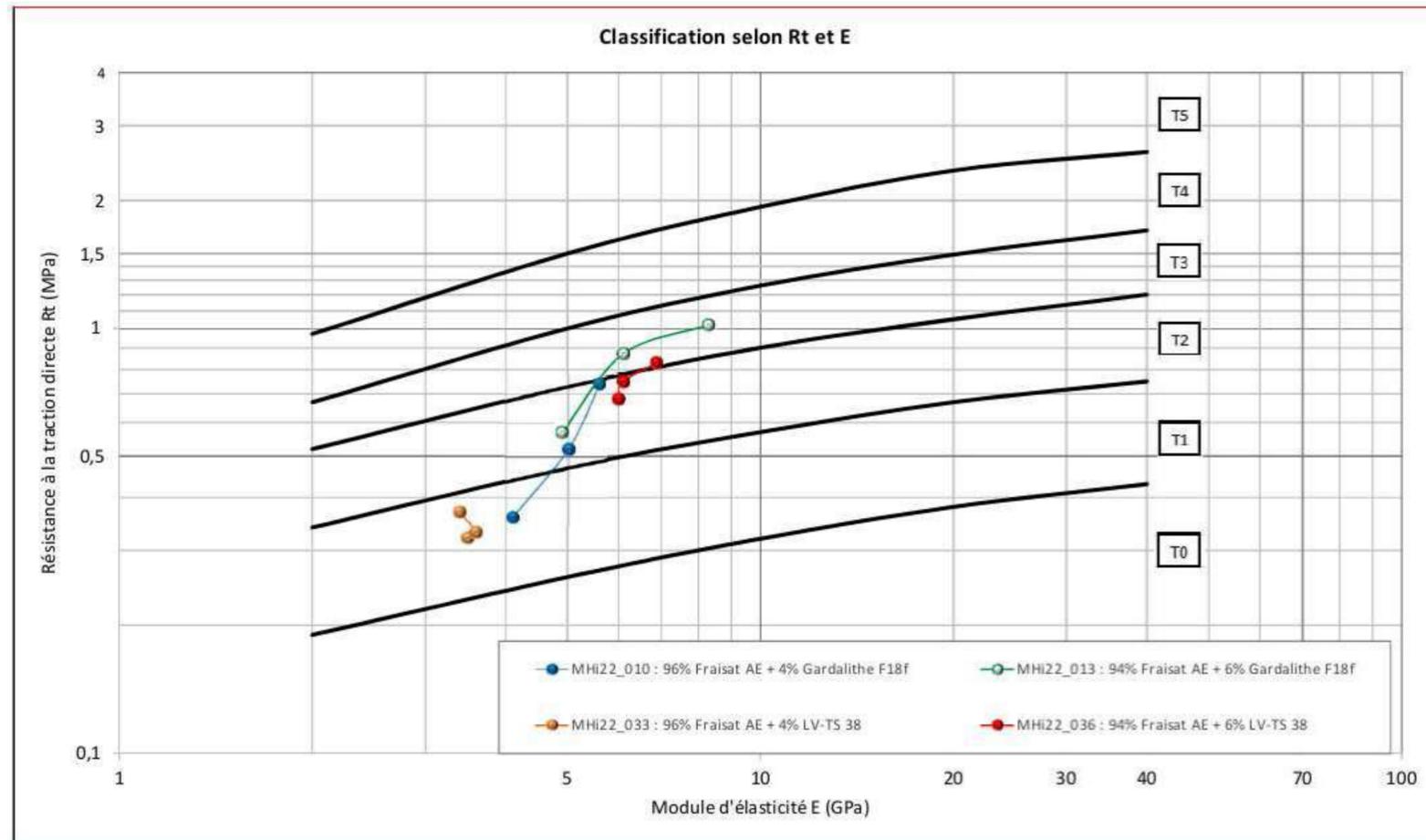


Agrégats d'enrobés

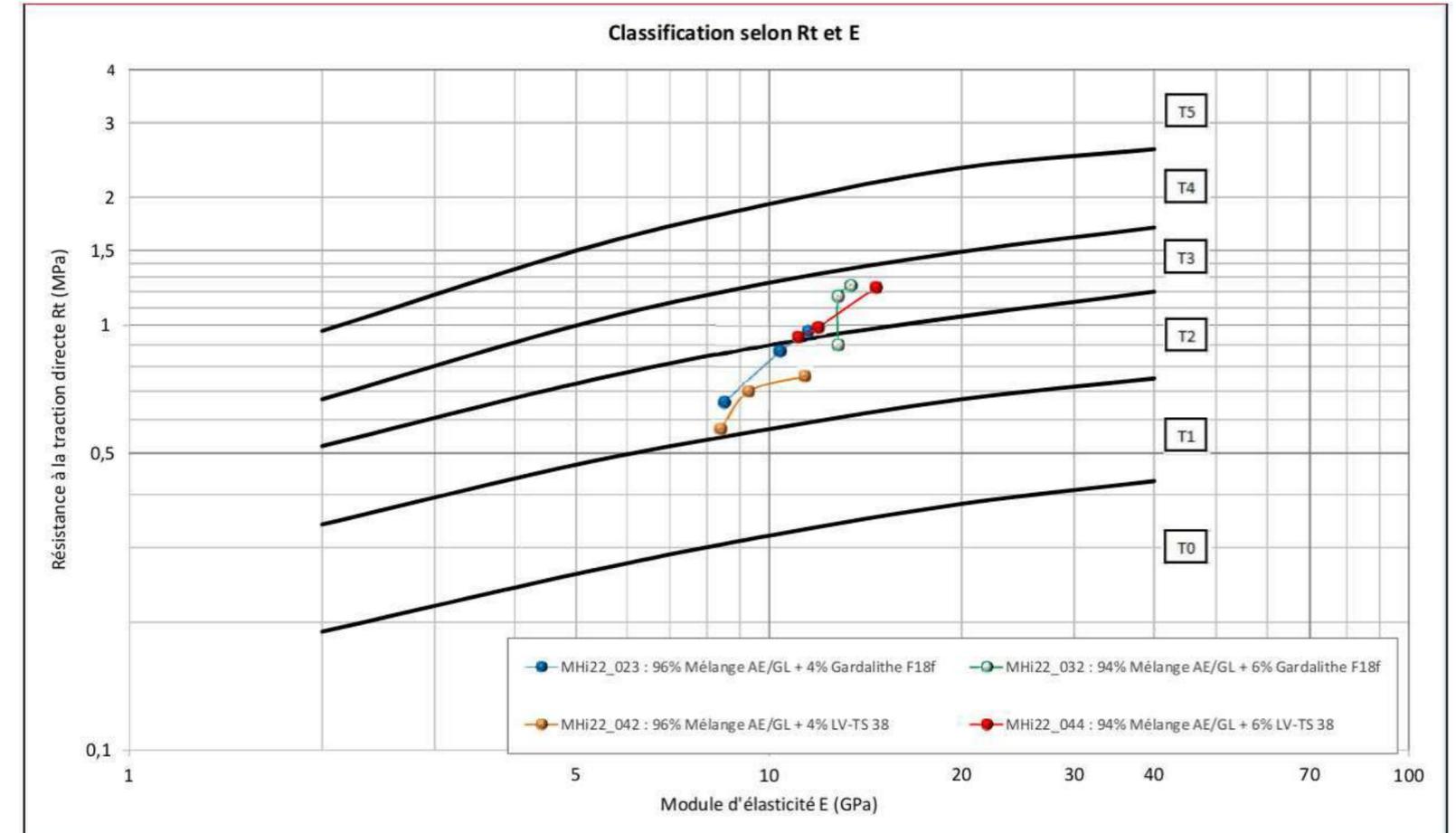


Agrégats d'enrobés + GL

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



Agrégats d'enrobés



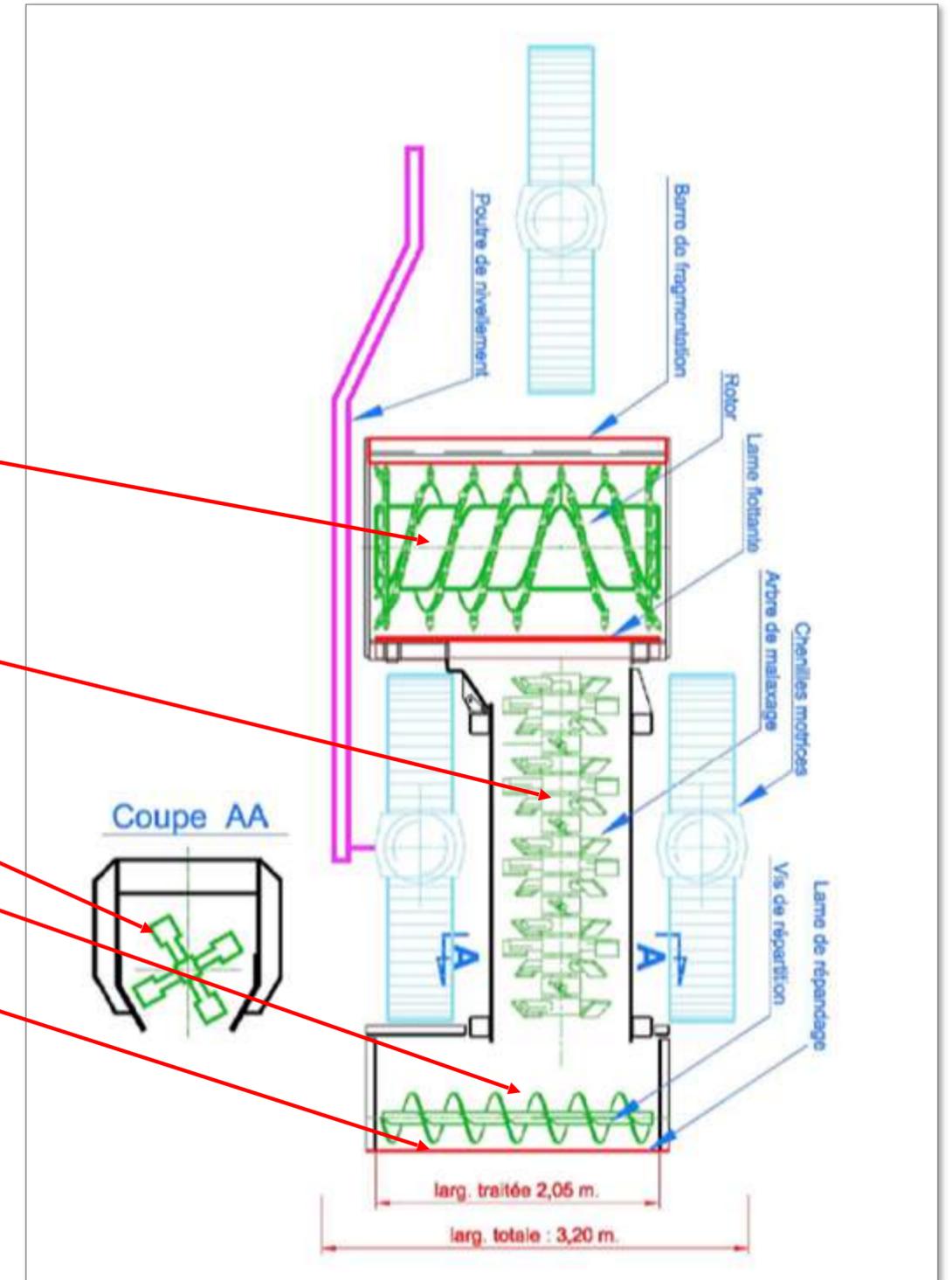
Agrégats d'enrobés + GL

Le chantier : Descriptif de la machine ARC1000

- Rotor de décohesion
- Malaxeur longitudinal
- Vis de répartition
- Lame de répannage



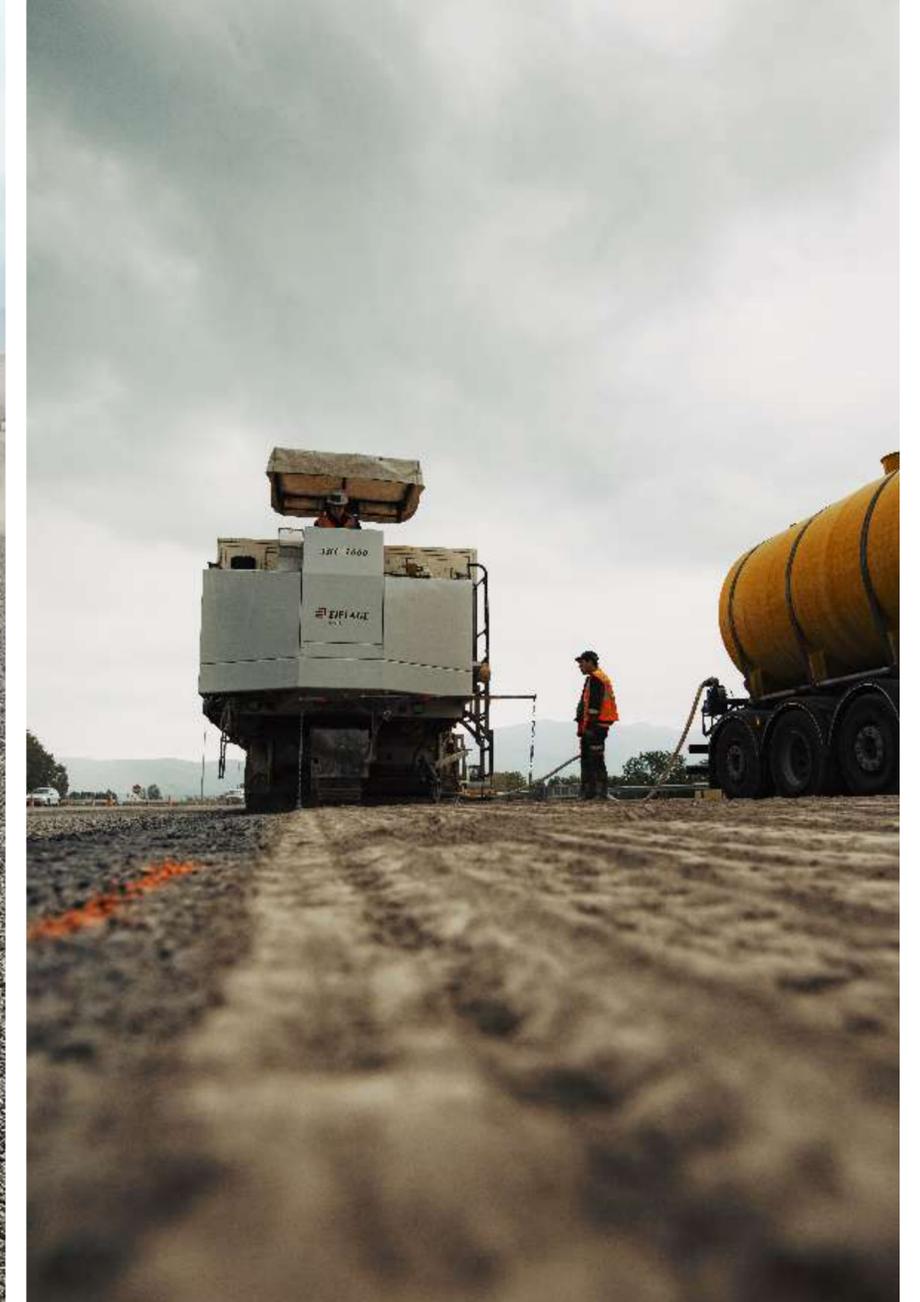
Coefficient
H.E.P.I.L: 33333



➤ 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

Jérôme DHERBECOURT

EIFFAGE ROUTE

jerome.dherbecourt@eiffage.com

