

# Substitution du perchloréthylène pour le désenrobage des enrobés bitumineux

## Avancement du groupe de travail USIRF

### *Groupe de travail*

Vincent Besse, direction environnement, Colas SA,  
Laurence Boulangé, direction prévention, Eiffage TP,  
François Chaignon, directeur technique France, Colas,  
Guillaume De Langie, adjoint technique, Eurovia Normandie (ex-stagiaire Hercynia),  
Valéry Ferber, directeur environnement & innovation, Charier SA,  
Denis Gay, responsable laboratoire, Eurovia Rhône-Alpes,  
Carole Gueit, service chimie routière, Colas CST,  
Sylvain Henry, adjoint technique, Colas Rhône-Alpes Auvergne.

# Sommaire

- **Approche chimique : efficacité de solvants de substitution potentiels**
  - Principe de la sélection théorique des solvants
  - Résultats
  - Conclusions
  
- **Asphaltanalyator verte**
  
- **Calcination**
  - Principe, matériel
  - Résultats de chantier
  
- **Conclusions**

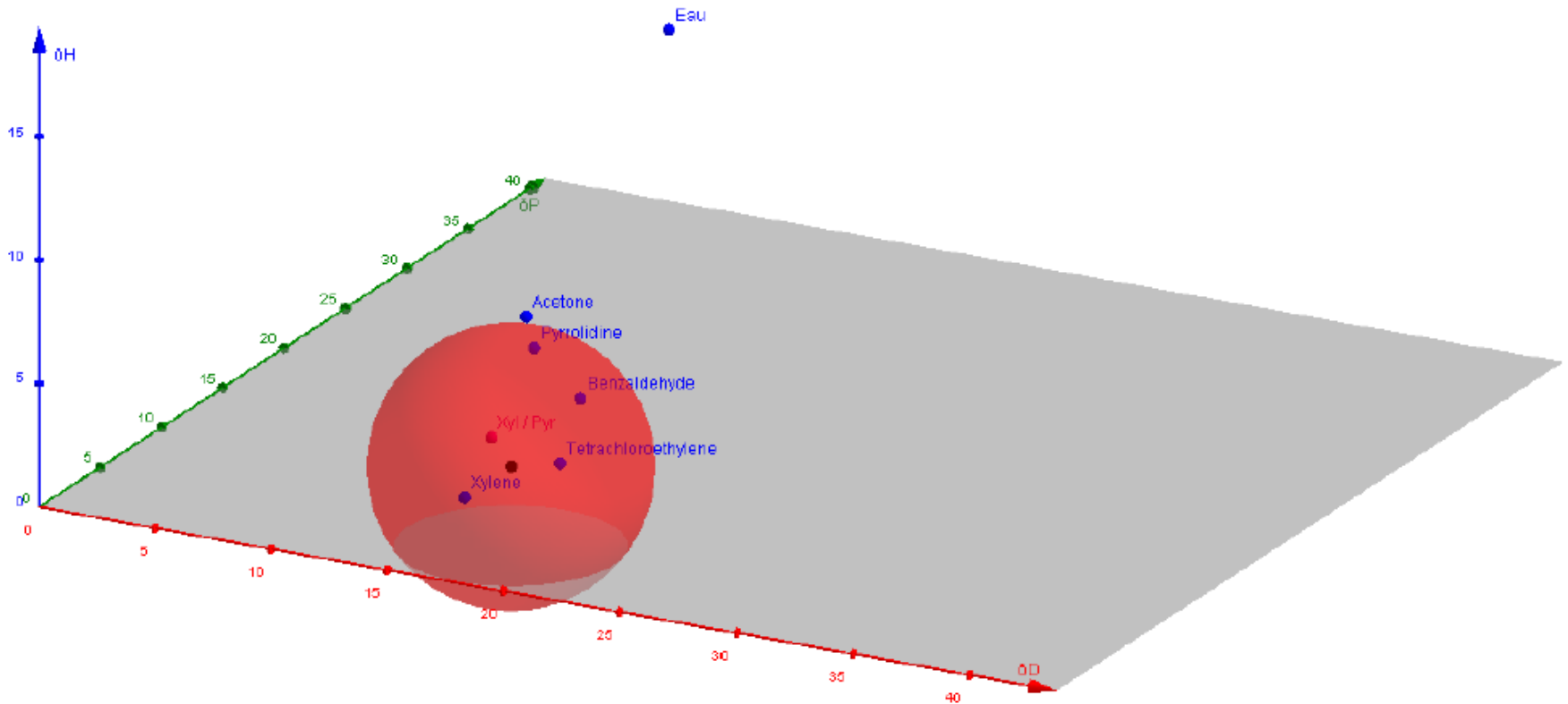
# Approche chimique : principe

## Paramètres de Hansen : affinité entre 2 produits

- Modèle basé sur les interactions :
    - de London (forces de dispersion) :  $\delta_D$
    - de Keesom et de Debye (forces polaires) :  $\delta_P$
    - des ponts hydrogène :  $\delta_H$
  - Chaque  $\delta$  représente un certain type d'interactions
    - A chaque produit est associé un système ( $\delta_D$  ;  $\delta_P$  ;  $\delta_H$ )
- exemple du perchloroéthylène :  $\delta_D = 18,3 \text{ MPa}^{1/2}$   
 $\delta_P = 5,7 \text{ MPa}^{1/2}$   
 $\delta_H = 0,0 \text{ MPa}^{1/2}$
- La distance  $R_a = \sqrt{4 * (\delta_{D2} - \delta_{D1})^2 + (\delta_{P2} - \delta_{P1})^2 + (\delta_{H2} - \delta_{H1})^2}$
  - Le RED (Relative Energy Difference) =  $R_a / R_0$   
( $R_0$  : Rayon d'interaction du produit)
    - RED = 0 : identiques
    - RED < 1 : soluble
    - RED = 1 : limite de solubilité
    - RED > 1 : insoluble

# Approche chimique : principe

## Affinité : représentation géométrique



# Approche chimique : principe

## Critères de sélection





- Critères choisis :
  - RED < 1
  - Pas de risque CMR
  - Pas de risque grave\*
  - Teb < 180 °C
  - Prix < 30€/L
- Produits retenus :
  - Xylène
  - Carbonate de diéthyle
  - Dupont™ Vertrel® Sion™

Solvants	RED
Xylène	0,68
Carbonate de diéthyle	0,78
Dupont™ Vertrel® Sion™	0,79
Methyl iso-amyl cétone	0,79
Pyrrolidine	0,84
Benzaldéhyde	0,85
Mineral Spirits	0,98
n-Amyl Acetate	1,00
Hexyl Acetate	1,00
n-Butyl Propionate	1,00

# Approche chimique : Résultats

## ▪ Sélection de trois solvants

- Xylène
- Carbonate de diéthyle
- Dupont Vertrel Sion

Propriété	Xylène	DEC	DVS	Perchlo
Formule	$C_8H_{10}$	$C_5H_{10}O_3$	$C_2H_2Cl_2$ ; $C_8H_3OF_{13}$	$C_2Cl_4$
RED	0,68	0,78	≈ 0,79	0,71
Teb (°C)	136	126	<b>48</b>	121
Point d'éclair	<b>25</b>	<b>25</b>	- (< 22°C)	-
Pvap (kPa)	0,8	1,1	<b>44,1</b>	1,7
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,87	0,98	1,26	1,62
Pictogrammes				

# Approche chimique : Résultats

- **Pré-tests sur les trois solvants : élimination du carbonate de diéthyle (inefficace)**
- **Tests complémentaires sur xylène et Dupont Vertrel Sion**
  - Techniquement : viable potentiellement, moyennant adaptation des matériels et procédures pour le Dupont Vertrel Sion
  - Santé : risque de passer CMR à court-moyen terme
  - Sécurité : produits inflammables à température ambiante, risque majeur en cas d'incendie pour le Dupont Vertrel Sion (composés fluorés)

# Approche chimique : Conclusions

- Transfert de risque sans garantie technique en changeant de solvant
- Poursuivre la recherche d'une solution de substitution par voie physique



# Infratest Asphaltanalysator Verte

- Adaptation de l'Infratest classique à un solvant d'origine végétale (méthyl octanoate)
- Avis du groupe de travail
  - ⇒ Matériel cher (65-70 k€)
  - ⇒ Matériel encore en développement
  - ⇒ Solvant peu disponible et cher (60 €/l)
  - ⇒ Caractérisation santé-sécurité du solvant insuffisante
  - ⇒ Pas encore assez de retour d'expérience
  - ⇒ **Solution pas encore viable**

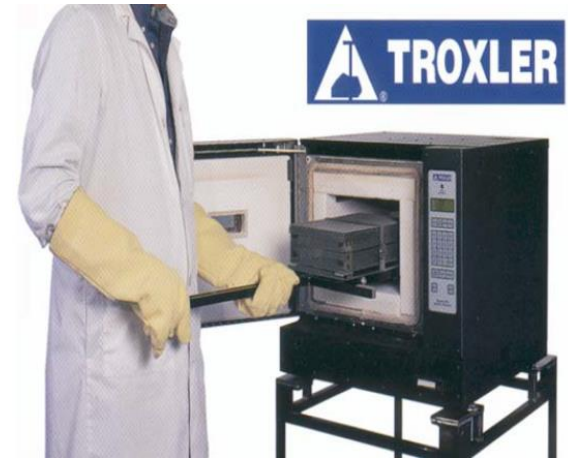


# Calcination : principe

- Déjà largement utilisée aux USA et dans d'autres pays d'Europe
- Quelques laboratoires en France
- Une norme européenne existe, incertitude a priori raisonnable (à vérifier)
- Des matériels à un prix raisonnables (10-15 k€) pour une durée d'essai intéressante (30-45')
- Couverture du problème : 1 extraction/2000 t pour 35 Mt = 17 500 extractions par an en France
- Inconvénient : nécessite un calibrage par formule d'enrobé, ne permet pas l'analyse du liant après extraction des AE (nb d'essais estimé à 4000 extractions par an en France)

# Calcination : solution choisie

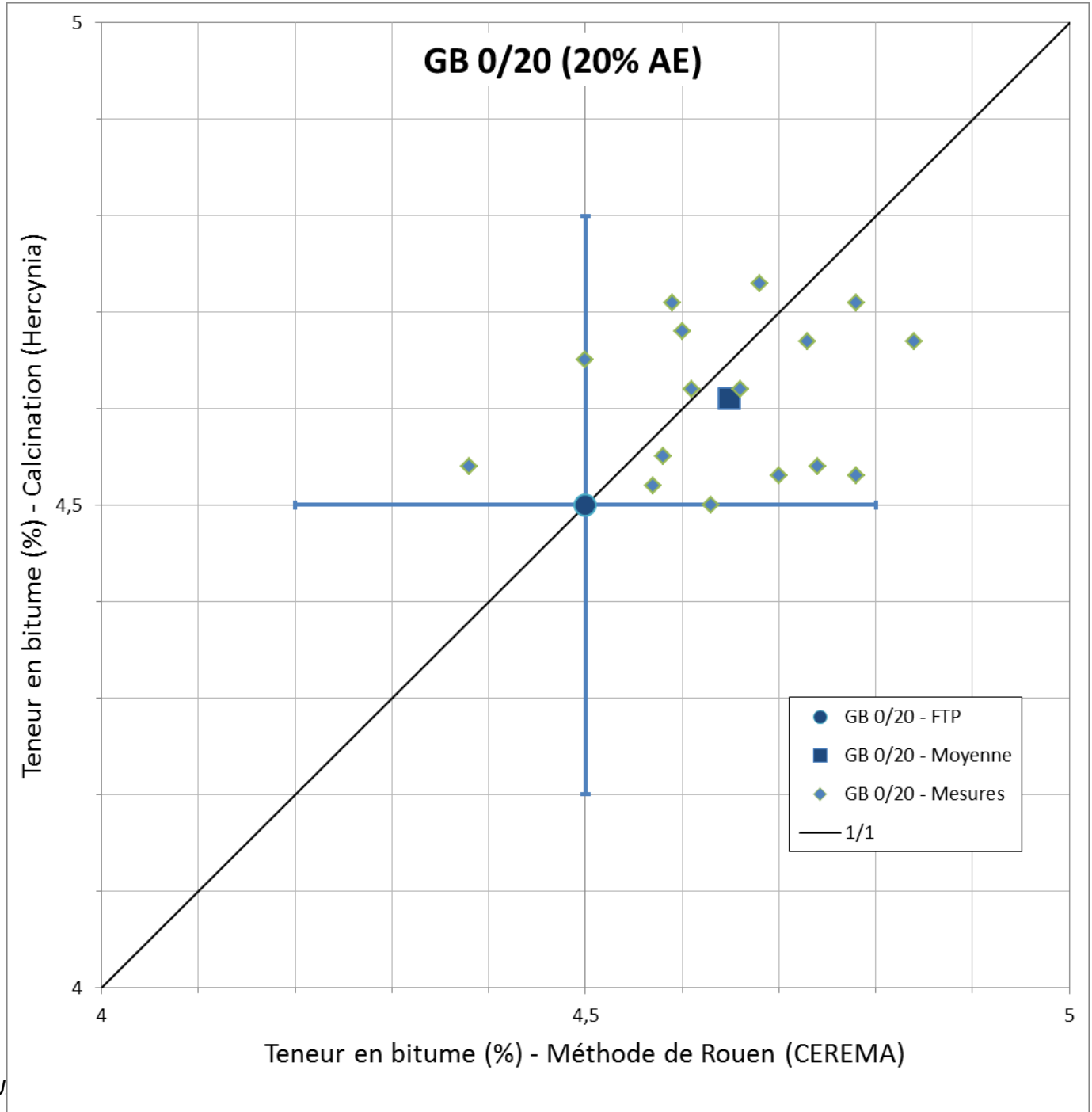
- Four à infra-rouge Troxler NTO  
(commercialisation LINDQVIST)
- Conformité à la norme NF EN 12697-39
- Calage du dosage par formule
- Pesée intégrée
- Prix raisonnable
- Rapidité de la calcination
- Durée Granulo à ajouter (séchage en étuve)
- Traitement des émissions à préciser



# Calcination : essais chantier

- Chantier RN12
- Granulats : gneiss (carrière La Clarté)
- 3 formules
  - GB3 0/20 (20 % AE)
  - BBSG 0/10 (18,8 % AE)
  - BBTM 0/10 bitume polymères (pas d'AE)
- Contrôles chantier :
  - Ctrle externe : calcination (Hercynia)
  - Ctrle extérieur : méthode de Rouen (CEREMA St Briec)

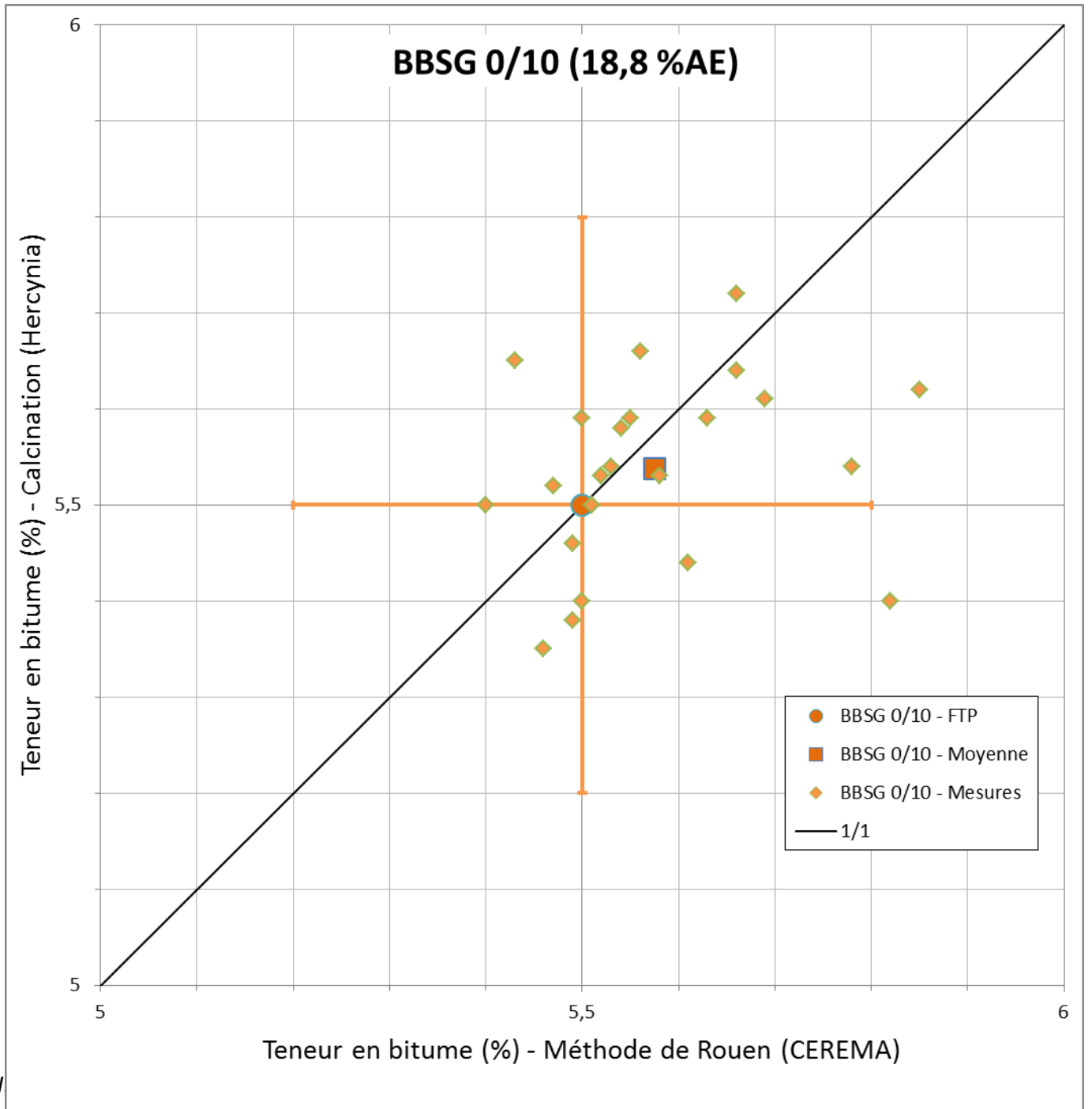
Teneur en liant  
GB 0/20



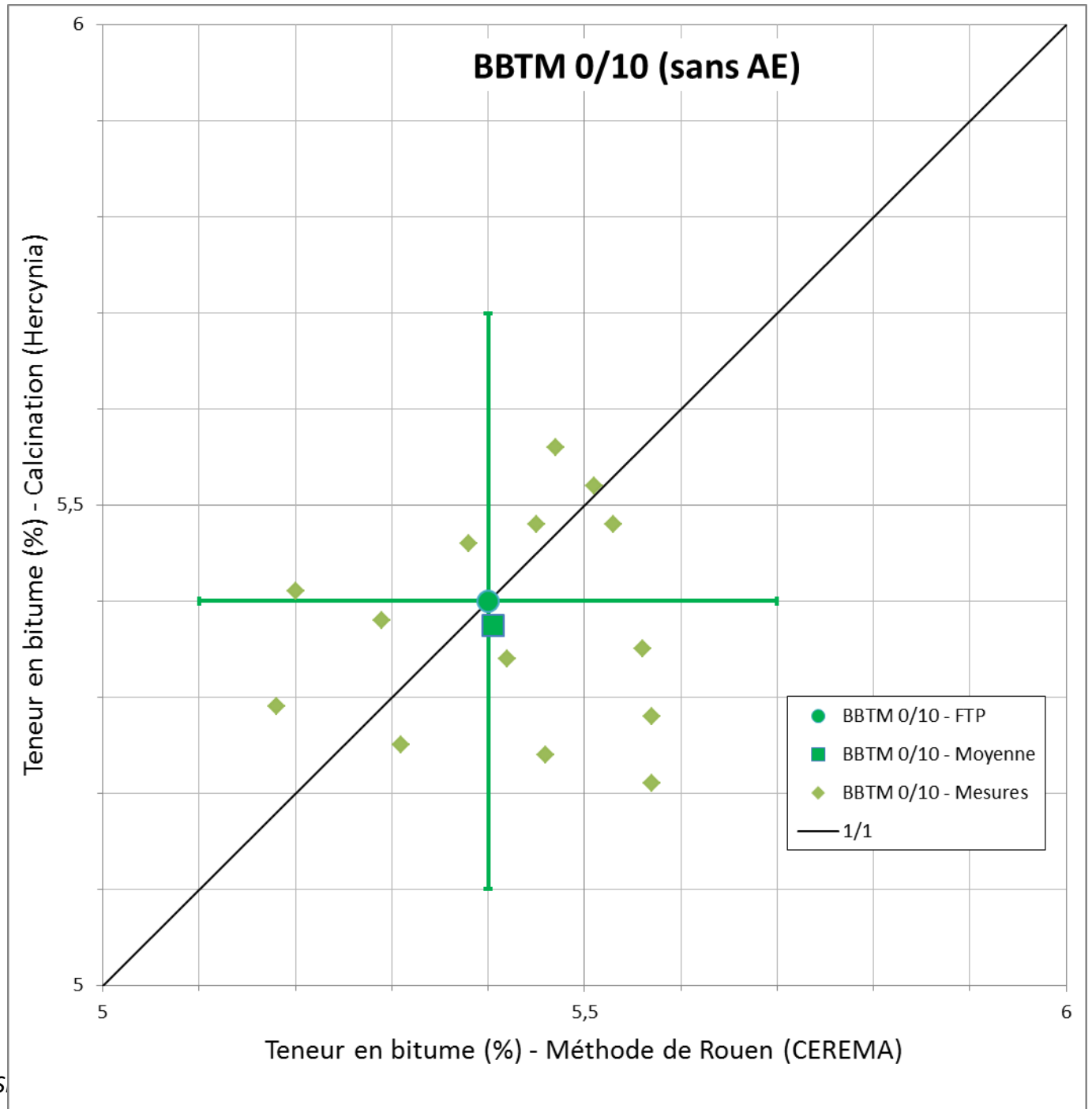
GTU



Teneur en liant  
BBSG 0/10



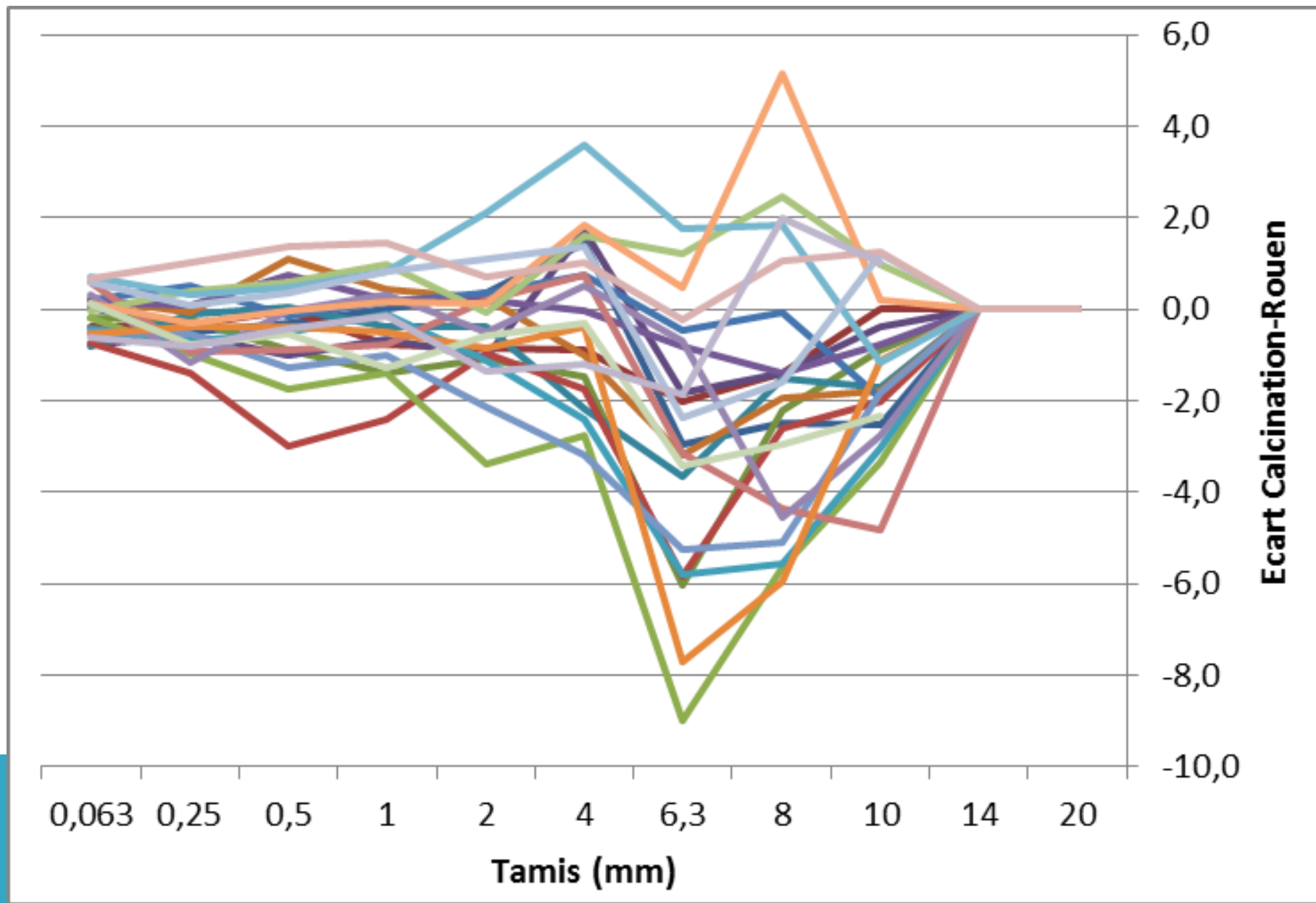
Teneur en liant  
BBTM 0/10







# Ecart Granulos - BBSG 0/10





# Conclusions

- Approche chimique décrite dans article RGRA
- Substitution par solvant : une impasse ?
- Asphaltanalytator verte : un leurre ?
- Calcination
  - Intérêt du four infra-rouge
  - Efficacité sur granulats gneiss
  - Prudence sur la généralisation
  - Essais en cours sur autres types de granulats
- Evaluation à l'échelle nationale encadrée par le réseau des clubs régionaux ?
- Objectif : note IDRIM en 2017