

# Technologies et procédés de recyclage des granulats recyclés

Programme de recherche et premiers résultats



Colloque RECYBETON  
**B. CAZACLIU** - IFSTTAR / **L. IZORET** - ATILH

16/06/2015

Impacts énergétiques,  
environnementaux et  
sanitaires





► **Filières d'Incorporation spécifique des FBC**

- Dans le cru de cimenterie pour produire du clinker
- Comme constituant du ciment autre que le clinker
- Comme addition minérale au malaxeur

► **Physique et chimie des FBC Influencent**

→ clinkérisation

→ propriétés d'usage des ciments & des bétons

► **Influence du type de concassage → GBC**

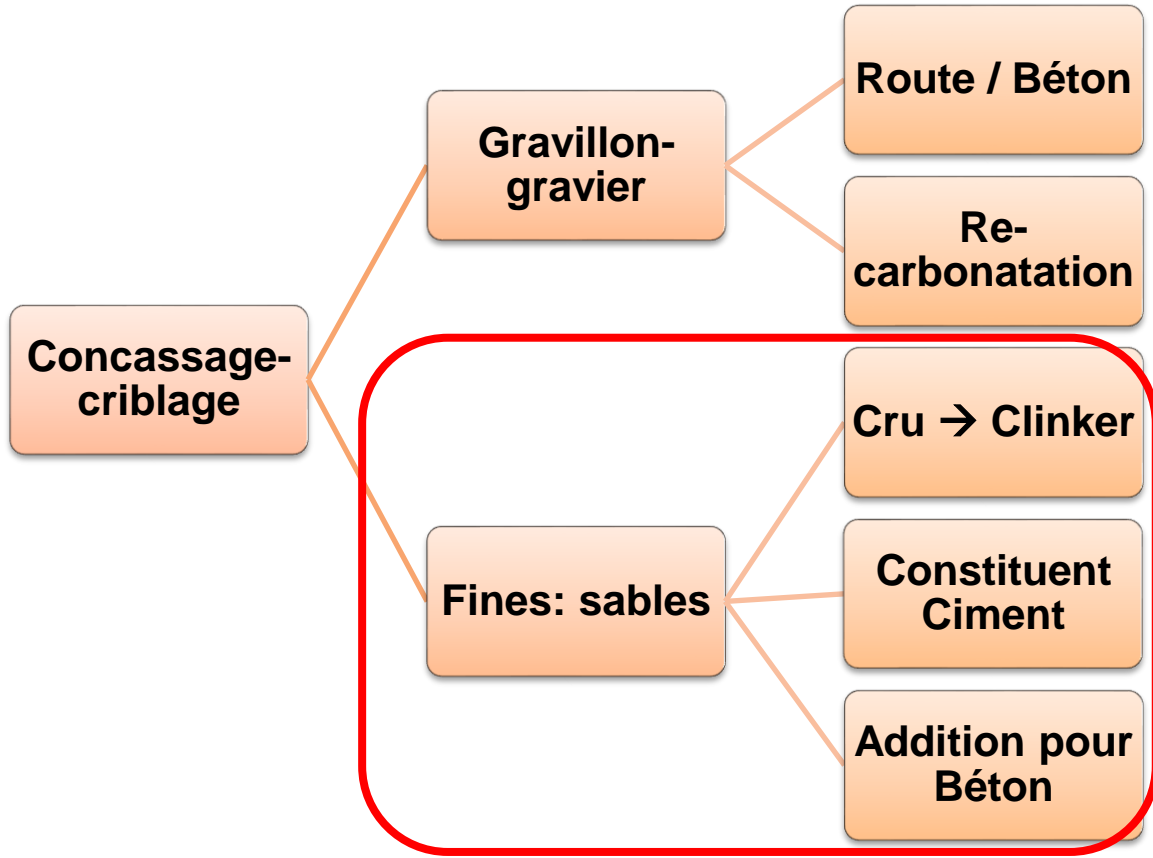
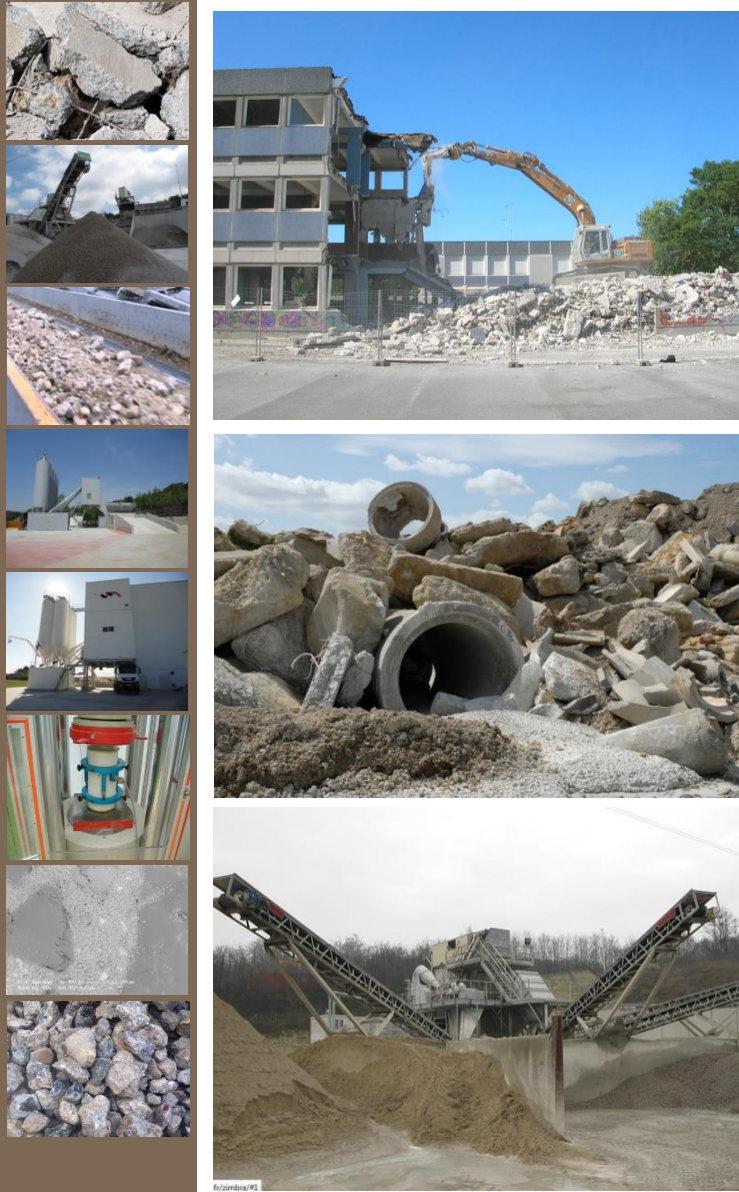
► **Séparation à sec des FBC → état de l'art**

► **Tri sélectif des GBC**

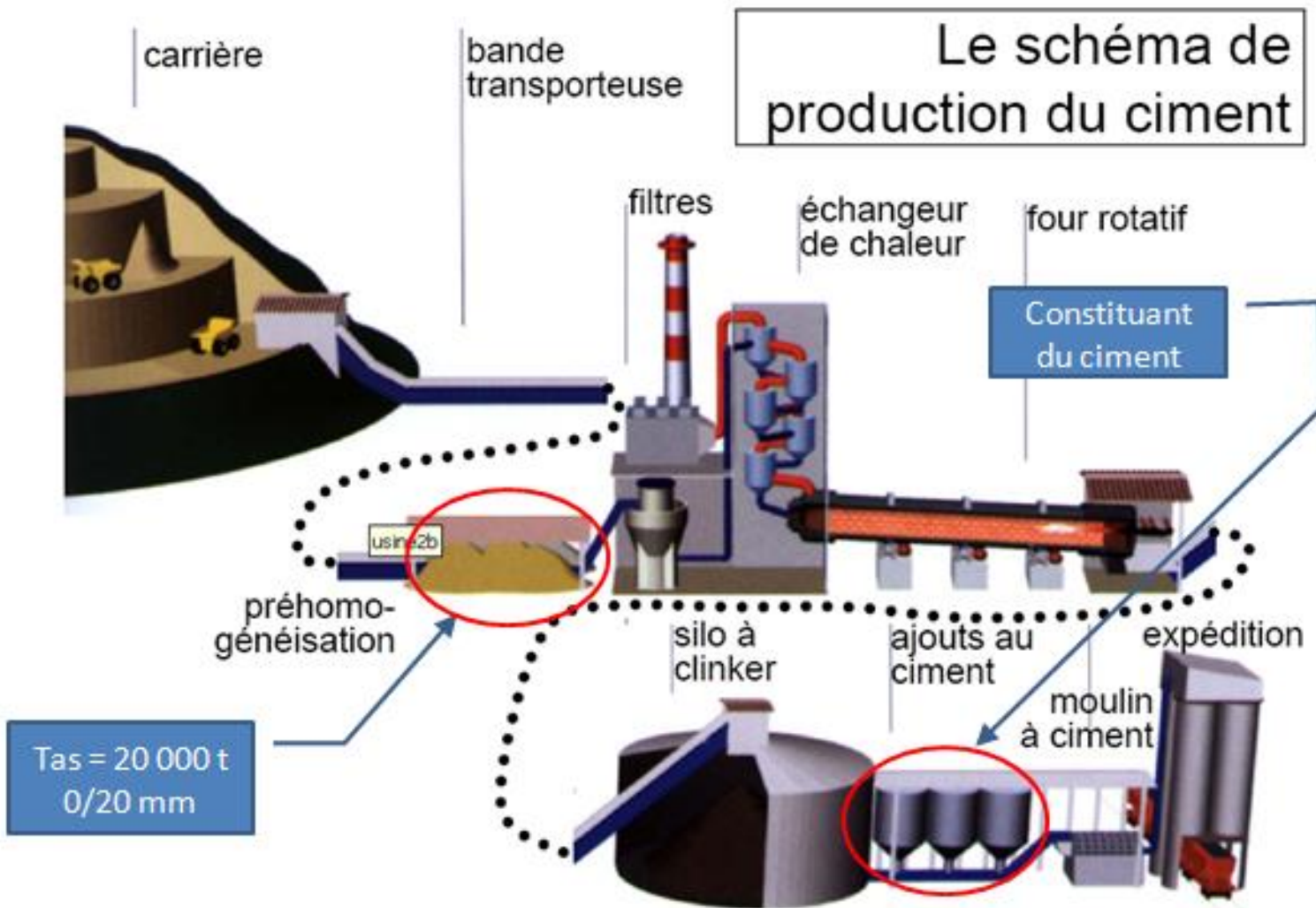
Détection en continu d'éléments indésirables

► **Influence du malaxage**

→ rhéologie des béton avec GBC



► Les deux voies possibles en cimenterie



## ► A l'échelle du laboratoire et industrielle



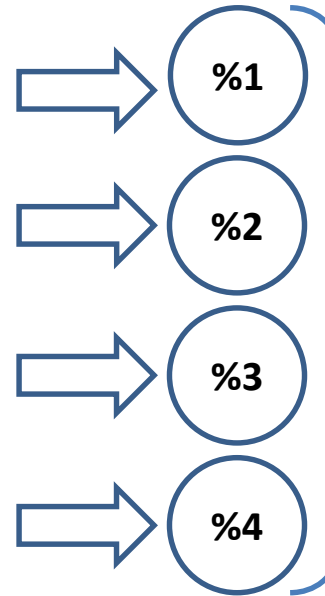
**Calcaire**  
Ca, Mg (Si)

**Argile**  
Si, Al, Fe, K, Na (Ca)

**Oxyde de Fe**  
Fe

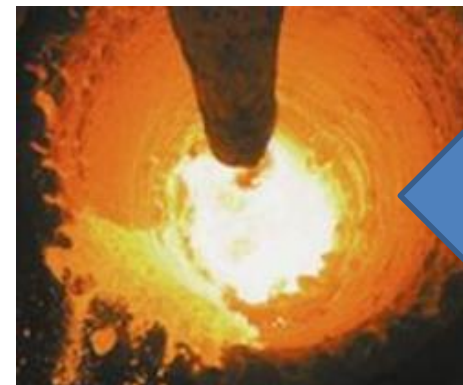
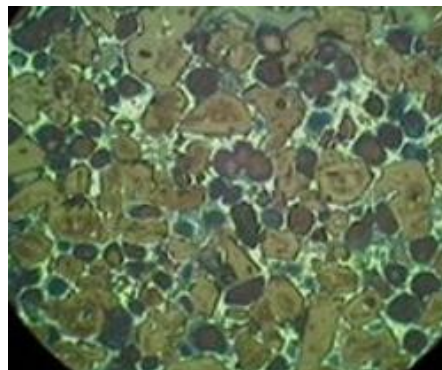
**Oxyde d'Al**  
A, (Fe, Si)

**Argile**  
**SBC**



PF	: 35,5%
SiO2	: 15,0%
Al2O3	: 3,5%
Fe2O3	: 2,5%
CaO	: 42,0%
MgO	: 0,35%
SO3	: 0,10%
K2O	: 0,25%

C/S # 3



## ► A l'échelle du laboratoire



**Clinker**

71%

**Gypse**

4%

**Calcaire**

25%

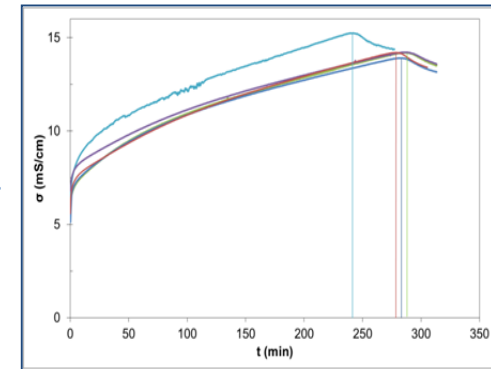
**Calcaire**

12,5%  
/0%

**SBC**

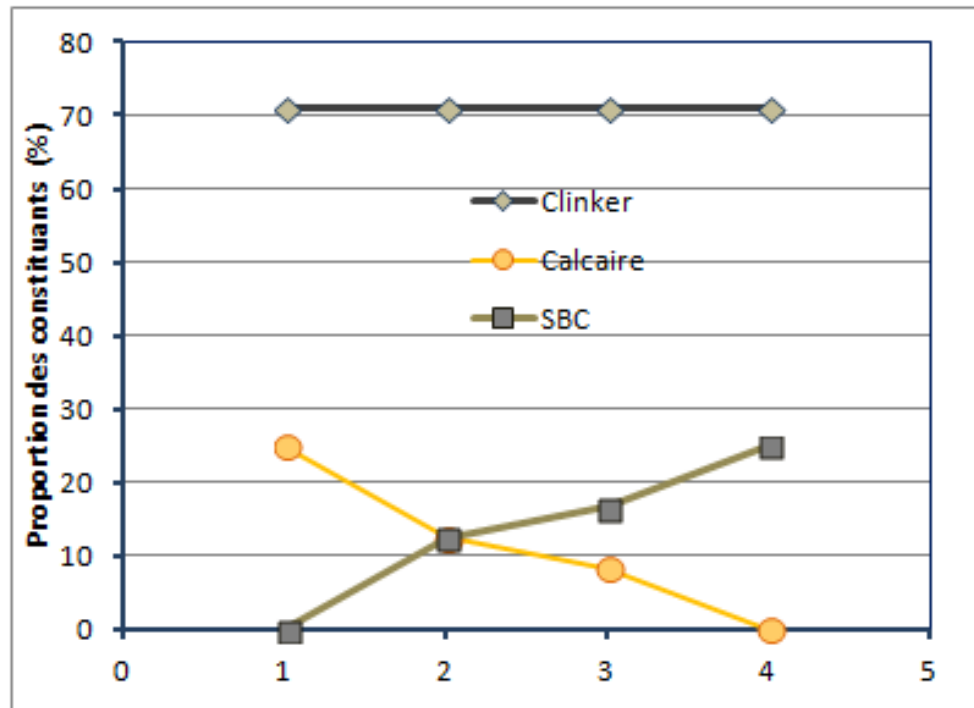
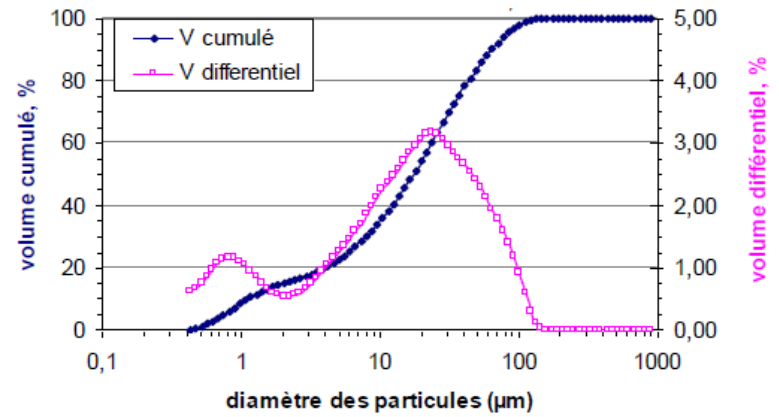
12,5%  
/25%

**CEM II/A + 30% SBC**



## ► A l'échelle pilote (en cours de réalisation)

Broyage « autogène » →



## ► A l'échelle du laboratoire

→ pas d'hydraulicité résiduelle

→ Les SBC se comportent comme des fillers

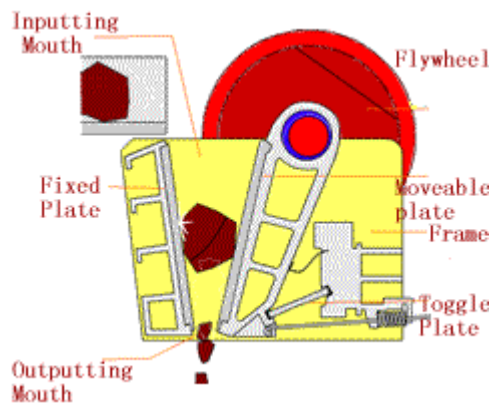




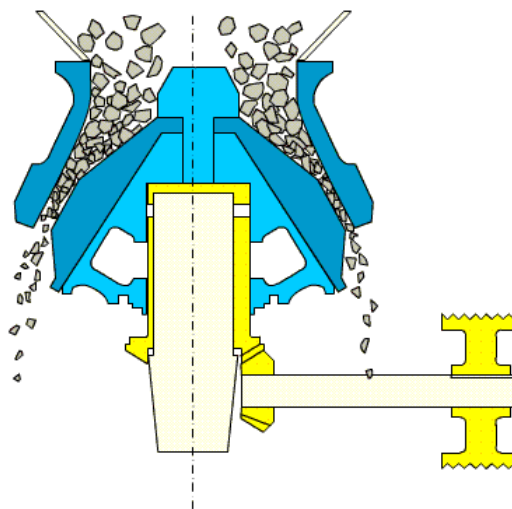
► Influence du type de concassage



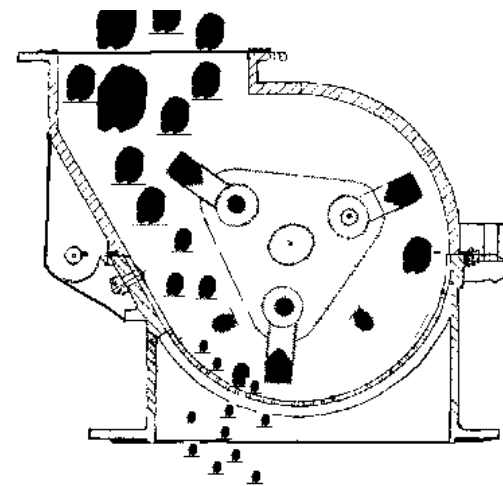
mâchoires



giratoire



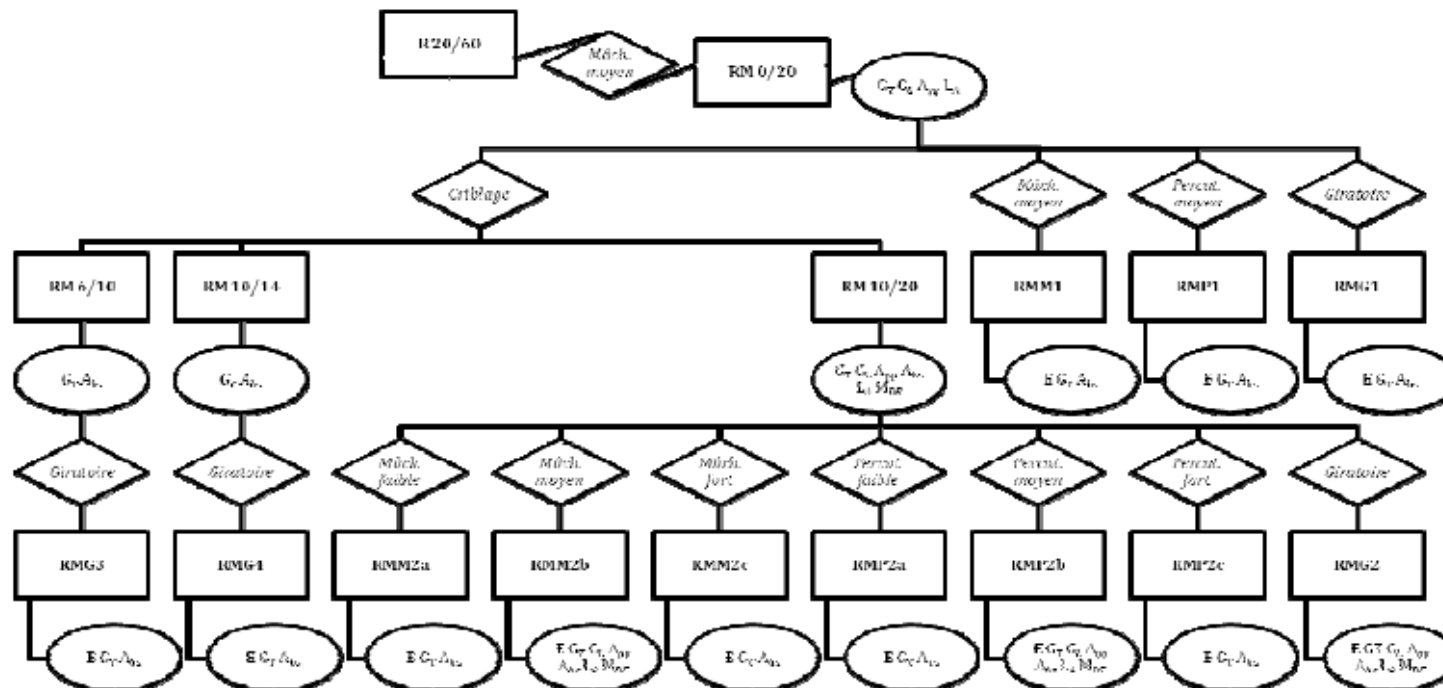
percussion



Essais en laboratoire (30 modalités)  
 Quelques essais in situ (plateforme Lafarge)



► Influence du type de concassage



X 2 GN GR

E Consommation d'énergie  
 G<sub>T</sub> Granulométrie par tamisage  
 G<sub>L</sub> Granulométrie laser  
 A<sub>app</sub> Aplatissement

A<sub>24h</sub> Absorption à 24 h  
 L<sub>A</sub> Résistance à la fragmentation  
 M<sub>DE</sub> Résistance à l'usure



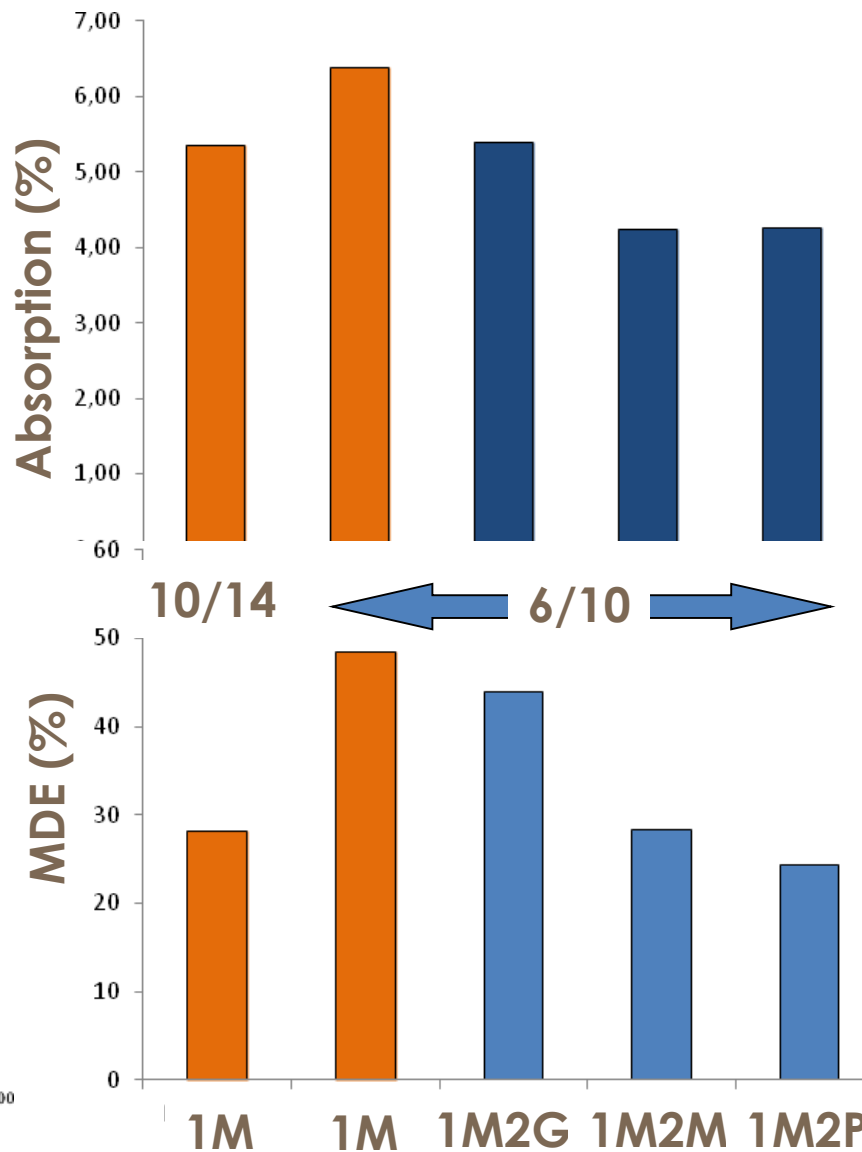
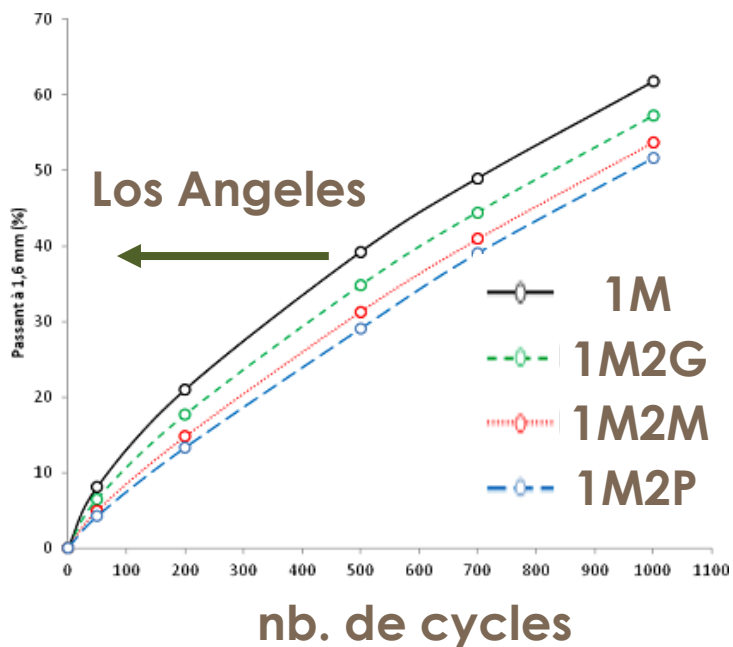


## CRITERE d'OPTIMISATION

- Granularité (GR ≈ GN)
- Aplatissement

Mais aussi :

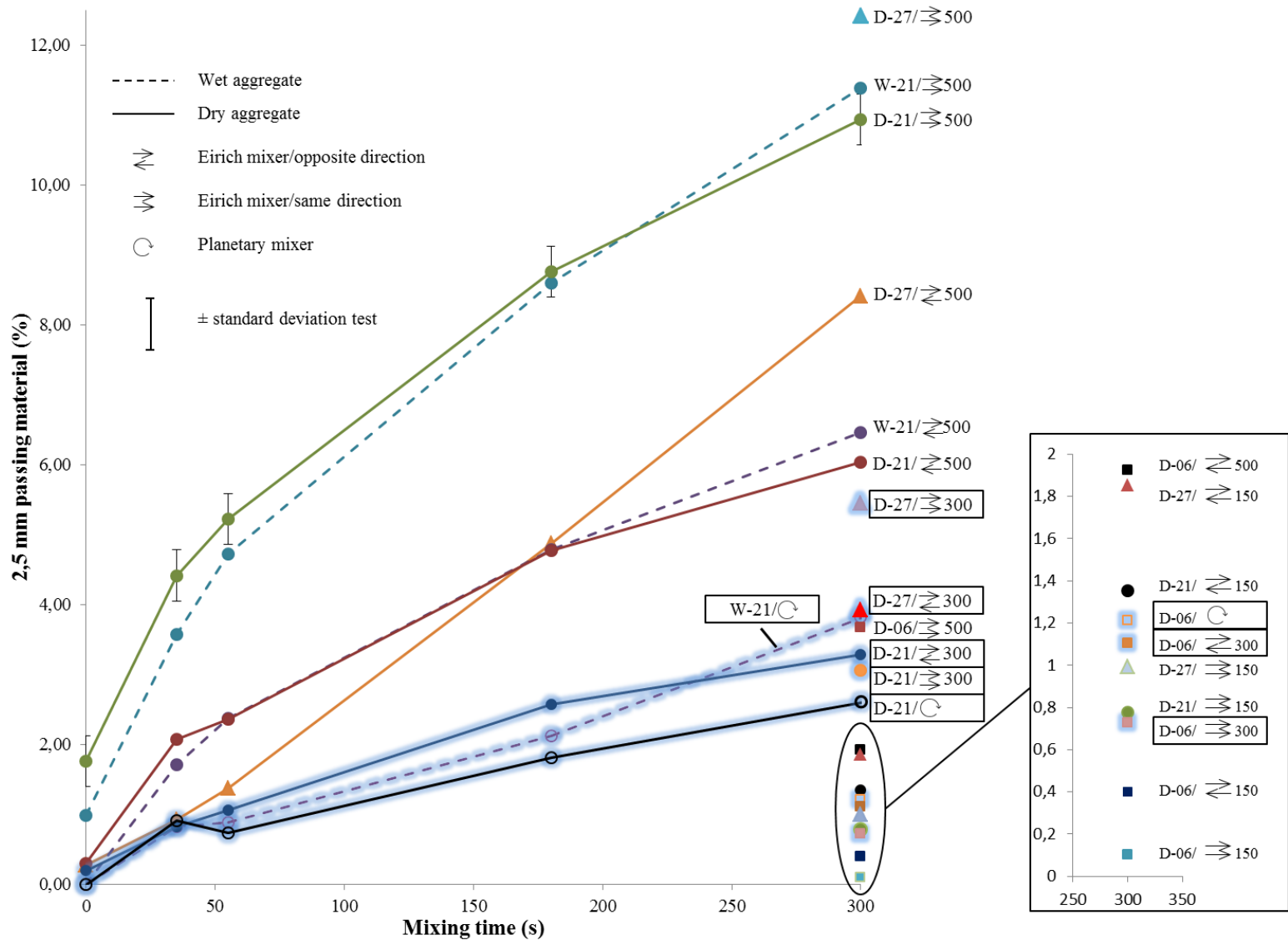
- Absorption, Densité
- Los Angeles, MDE

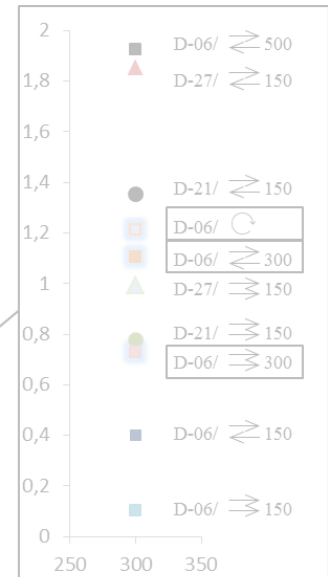
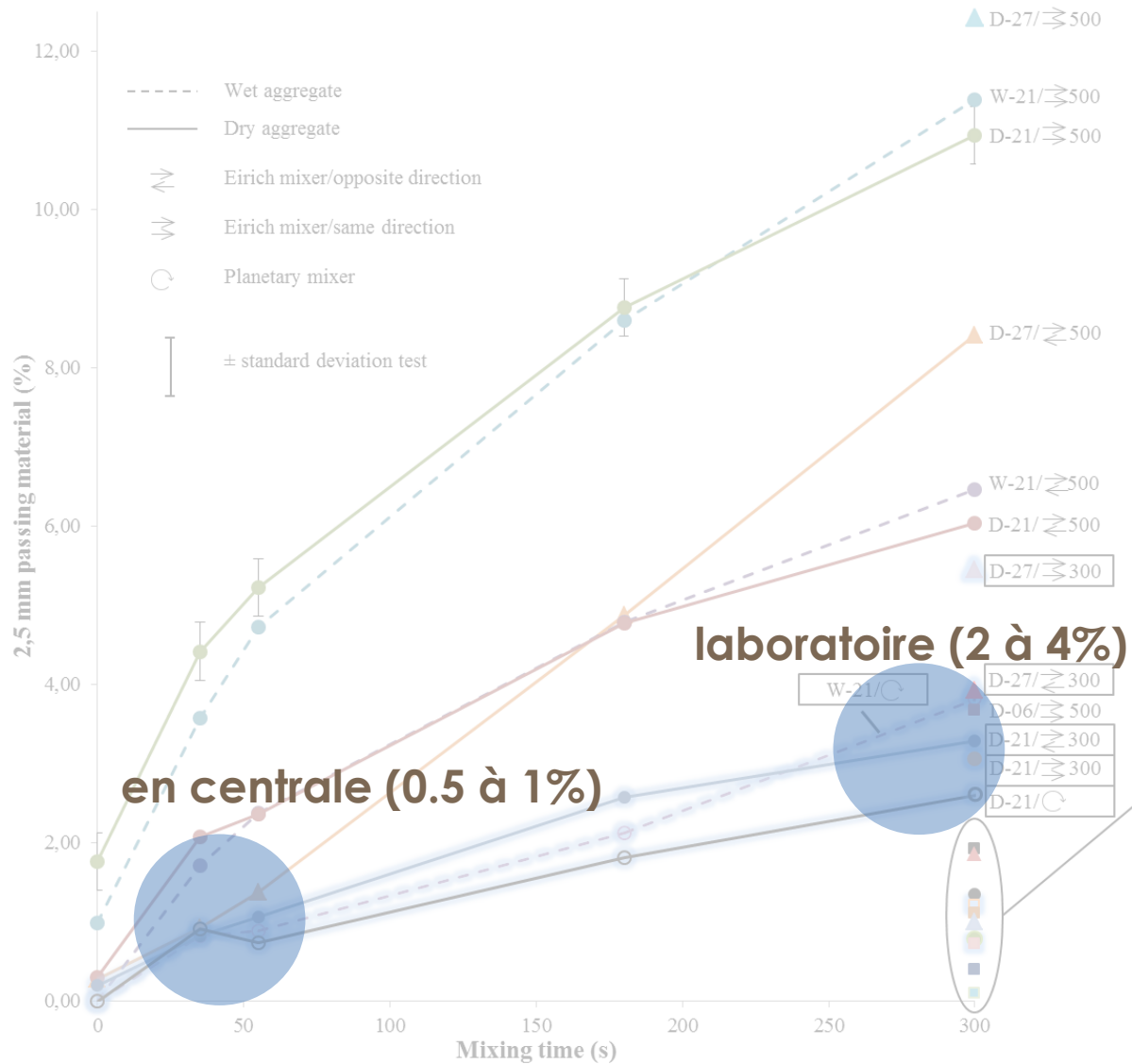


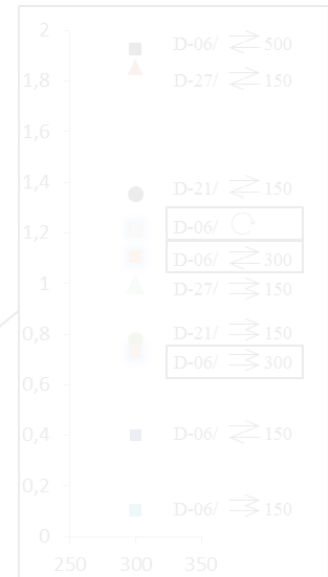
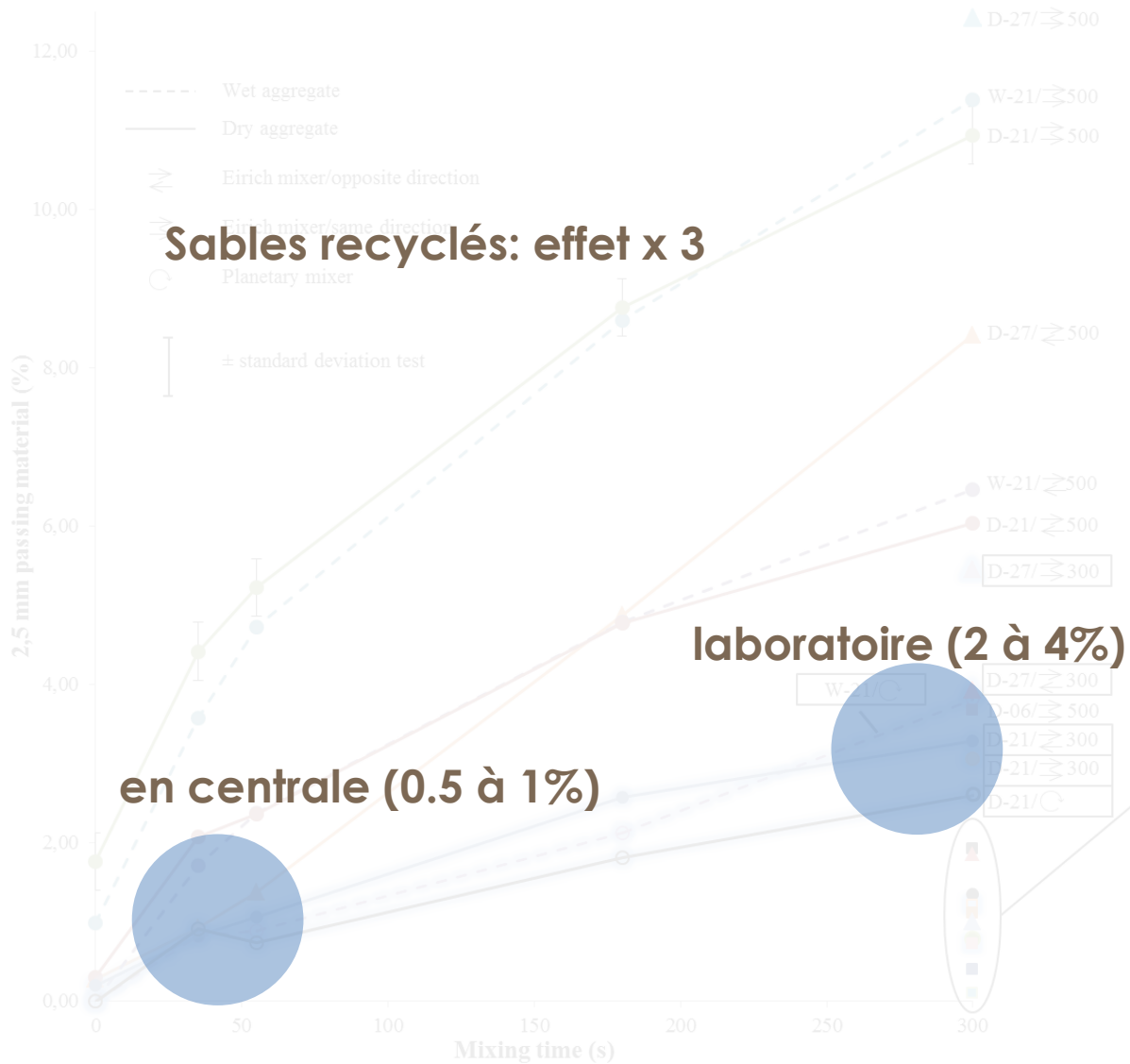
- ▶ malaxage de GBC 10/14 → création de <math><2.5\text{ mm}</math>



Essais en laboratoire (55 modalités)





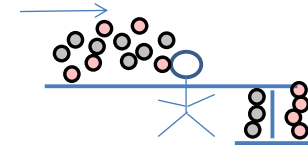


## ► Technologies physico-chimiques



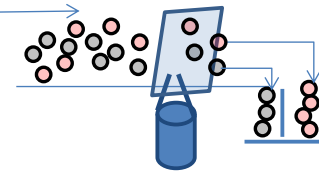
*Couleur, forme, optique*

Tri manuel



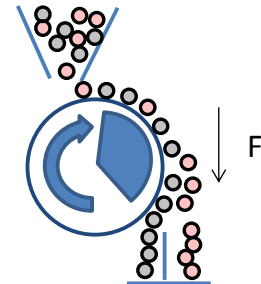
*Analyse physico-chimique (Superficielle, volumique)*

Tri automatisé (Scan IR – RX etc..)



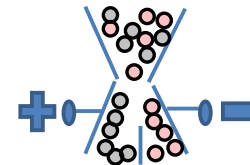
*Susceptibilité magnétique*

Séparation magnétique



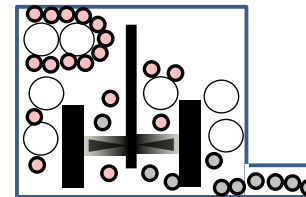
*Conductivité électrique*

Séparation électrique



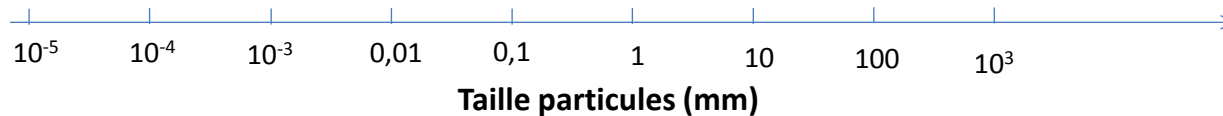
*Mouillage*

Flottation (gas/liquide)



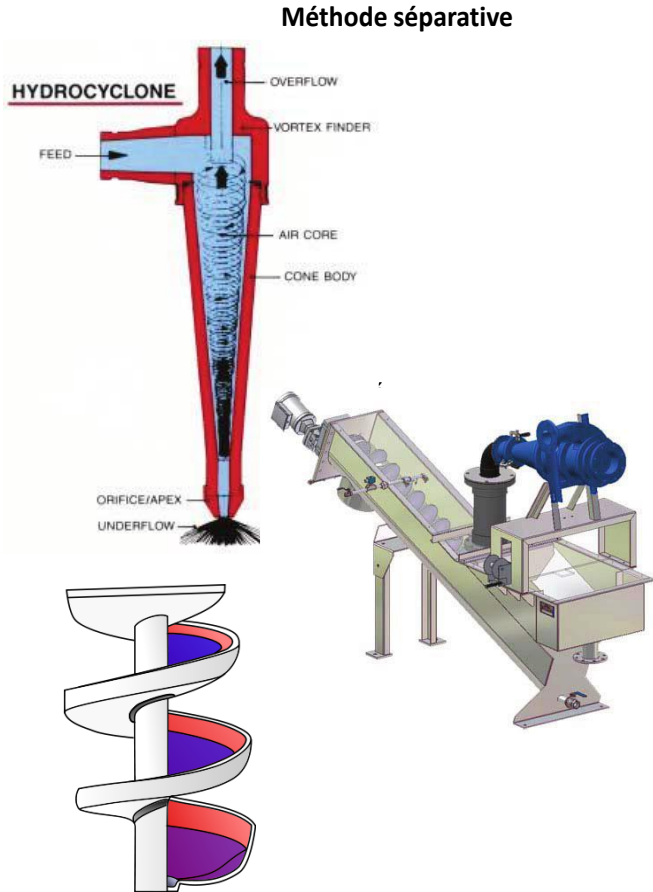
*Taille-forme, poids moléculaire*

Procédés membranaires





## ► Technologies gravimétriques



**Opération unitaire**

- Sédimentation
- Plan incliné
- Table vibrante
- Jig
- Flux (contre-courant ; courant croisé)

**Principe**

