



■ ■ ■

# IMGC

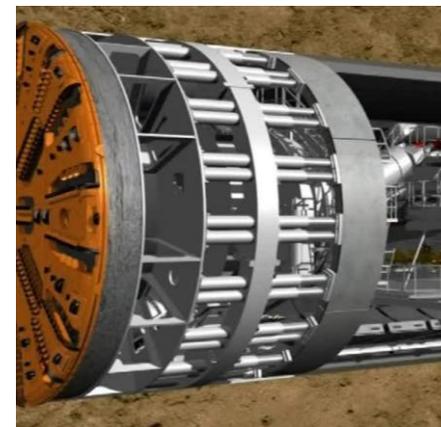
## LES INFRASTRUCTURES DU GRAND PARIS ET EOLE : La gestion des interactions avec l'existant

Journée Technique  
Jeudi 27 septembre 2018  
Amphithéâtre AUGUSTE BRULÉ



# La réutilisation des matériaux d'excavation

Isabelle MOULIN, Thomas MILLAN, LERM Setec



## La réutilisation des matériaux d'excavation

Isabelle MOULIN, Thomas MILLAN – LERM Setec

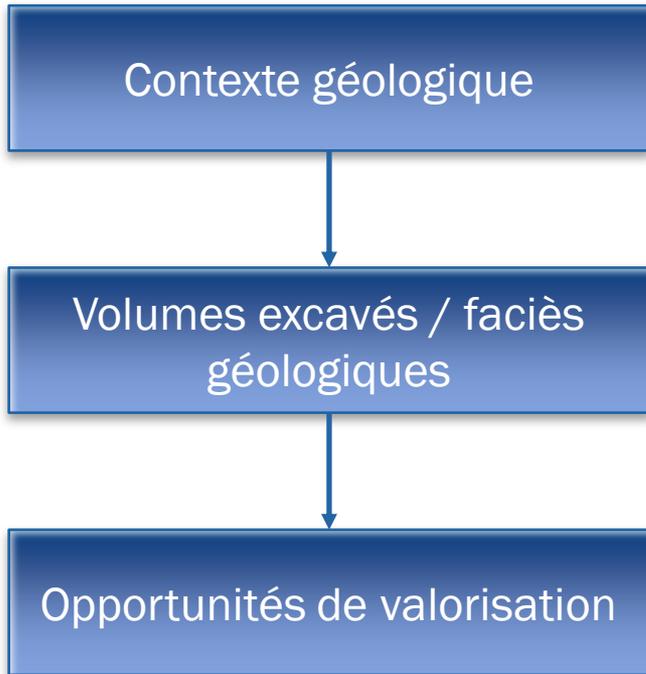
# Un enjeu majeur

- Grand Paris Express : 43 Millions de tonnes de déblais
- Tunnel de base Lyon – Turin : 27 Millions de tonnes
- Production nationale de granulats : 330 Millions (2016)
- Production de granulats IdF : 13 Millions (2016)
- Loi transition énergétique pour la croissance verte : 70 % de valorisation à l’horizon 2020

**Comment intégrer ces volumes à l’existant ?**

# Quelle approche ?

## Une anticipation dès les premiers stades de l'étude



→ Géologie des terrains traversés, variabilité, évolution des faciès, hydrologie, anomalies géochimiques pressenties....

→ Enjeux principaux (volumes et caractéristiques)

→ Identifier les freins et les leviers

**→ Campagne de reconnaissance adaptée**

# Quelle approche

## Une campagne de reconnaissance dédiée

### Méthodologie

- Approche matériaux (et non déchet)
- Implantation des sondages + stratégie d'échantillonnage (représentativité)
- Programme de caractérisation :
  - Adapté aux filières envisagées
  - Physique, chimique, minéralogiques
  - [Car. Environnementale]
- Synergie avec reconnaissances géotechniques

- Exemples :
  - Classiquement filière TP → classification GTR, teneur en sulfates (en cas de traitement), etc...
  - Béton : (formation sableuses, roche massive, ..) : norme granulats pour béton
  - Filières industrielles : ciment, plâtre, terres cuites, process thermique, ... : chimie, minéralogie, essais spécifiques

→ Anticiper une étape de traitement

# Démarche globale

## Opportunité d'une étape de traitement ?

- Traitement mécanique (criblage, concassage,...)
- Lavage, traitement physico-chimique, traitement aux liants, autres...

### Avantages

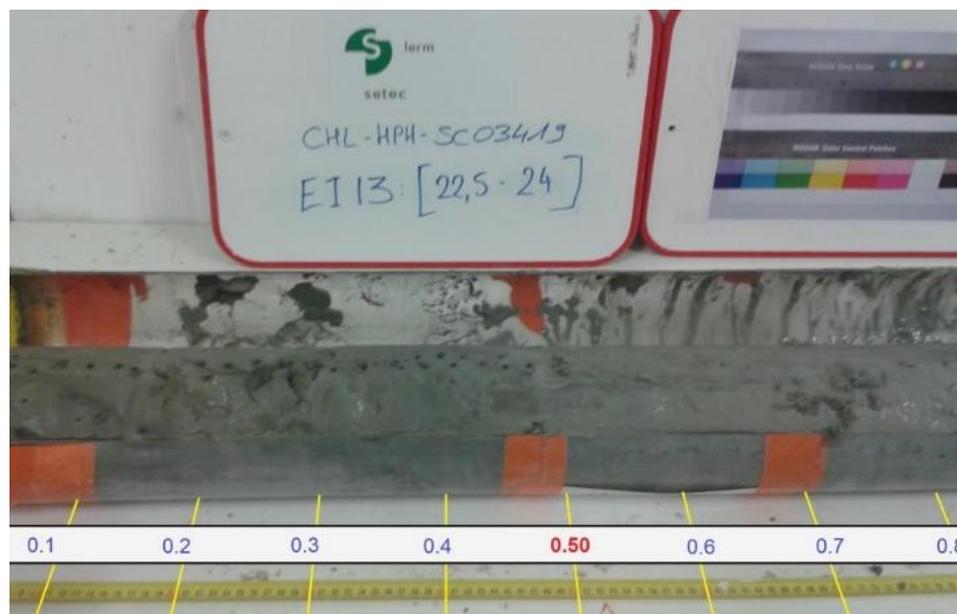
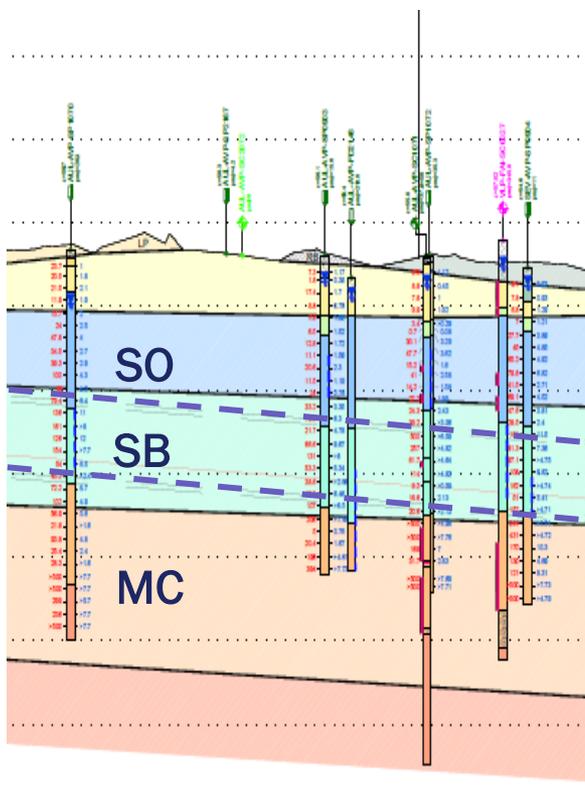
- Meilleure maîtrise de la variabilité du MATEX
- passage d'une logique déchet à une logique produit
- Accès à des filières à valeur ajoutée

### Inconvénients

- Besoin de foncier
- Logistique spécifique
- Surcoût éventuel

# Application : les sables du GPE

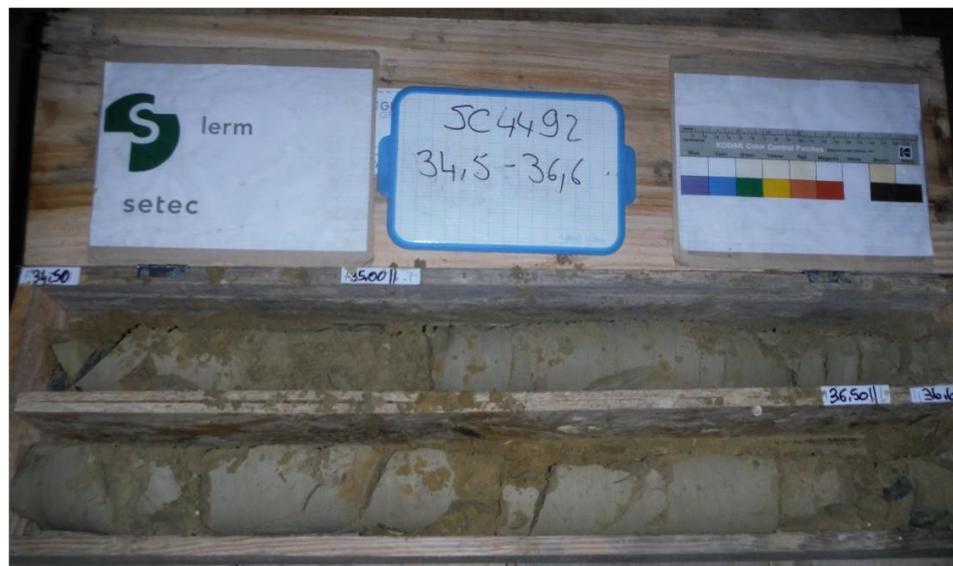
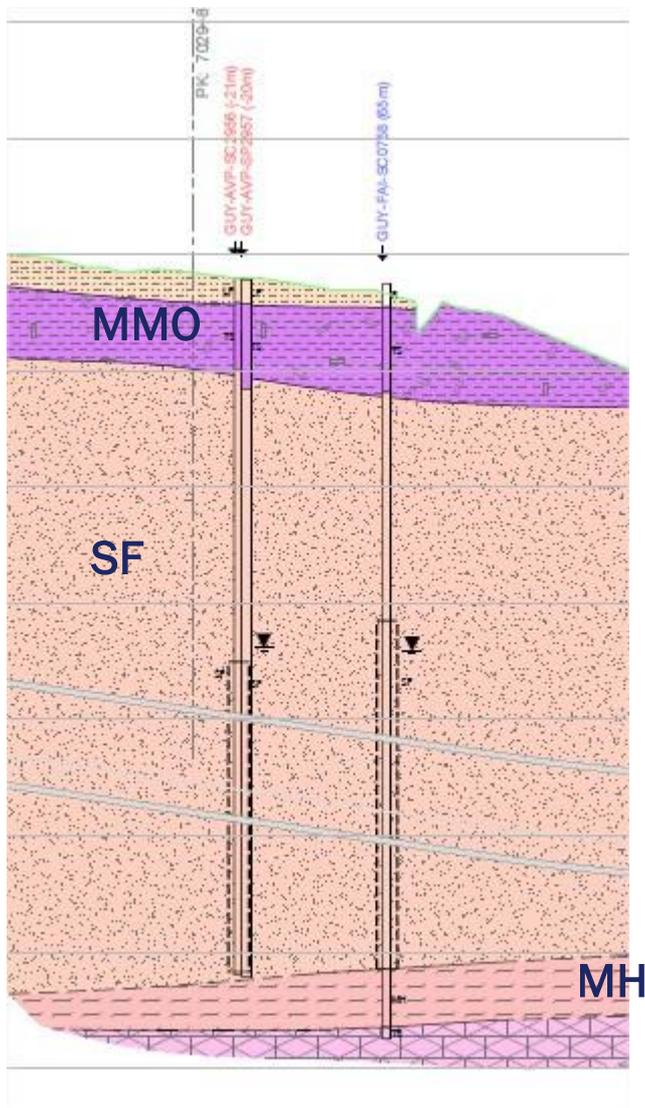
## Sables de Beauchamp



- Sables de Beauchamp
  - Sables fins à très fins
  - Passages limoneux-argileux
  - Inclusions gypseuses diffuses
  - Epaisseur 10 mètres en moyenne

# Application : les sables du GPE

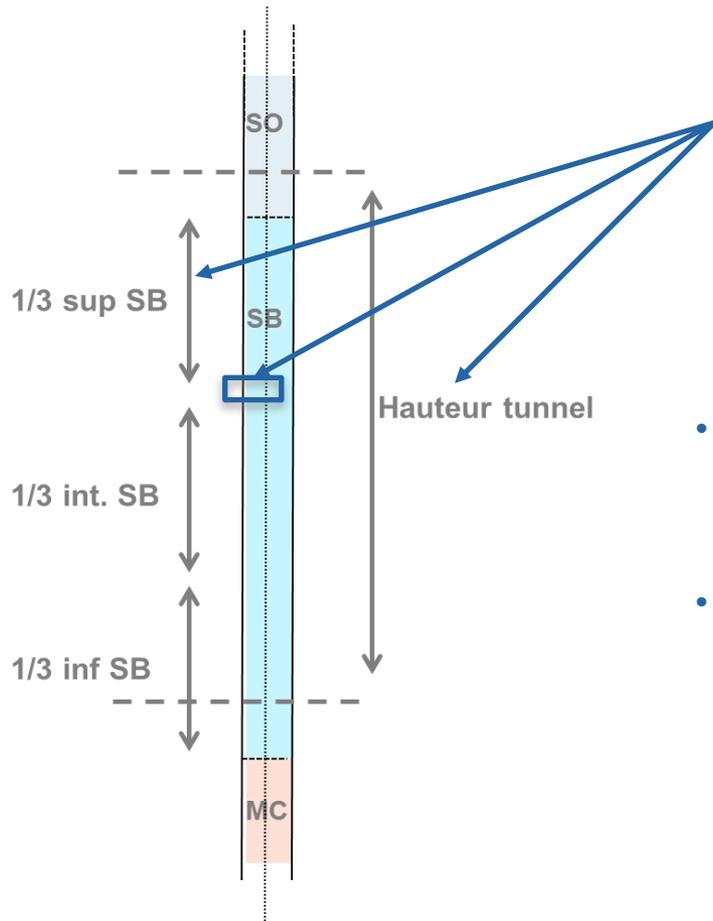
## Sables de Fontainebleau



- Sables de Fontainebleau
  - Sables fins à très fins, quartzeux
  - Légèrement argileux à leur base
  - Pureté importante
  - Jusqu'à 60 mètres d'épaisseur

# Application : les sables du GPE

## Stratégie d'échantillonnage



≠ typologies  
d'échantillons

- Description lithologique → implantation des prélèvements
- Constitution de différents types d'échantillons
  - Echantillons moyennés sur hauteur donnée
  - Prélèvements ponctuels (faciès spécifiques)

4>

# Application : les sables du GPE

## Caractérisation vis-à-vis des voies de valorisation

### Valorisation en technique routière

- Evaluation des paramètres de nature
  - Limites d'Atterberg
  - Valeur au bleu (norme sol)
  - Granulométrie (norme sol)
- Aptitudes des SB et SF au réemploi en technique routière
  - Valorisation ok après un éventuel traitement au liant
  - Freins : teneur en soufre / sulfates (SB)  
argilosité (SB / SF)



Formulation spécifique en cas de traitement au liant

# Application : les sables du GPE

## Caractérisation vis-à-vis des voies de valorisation

Valorisation dans la filière béton (norme granulat NF P 18-545)

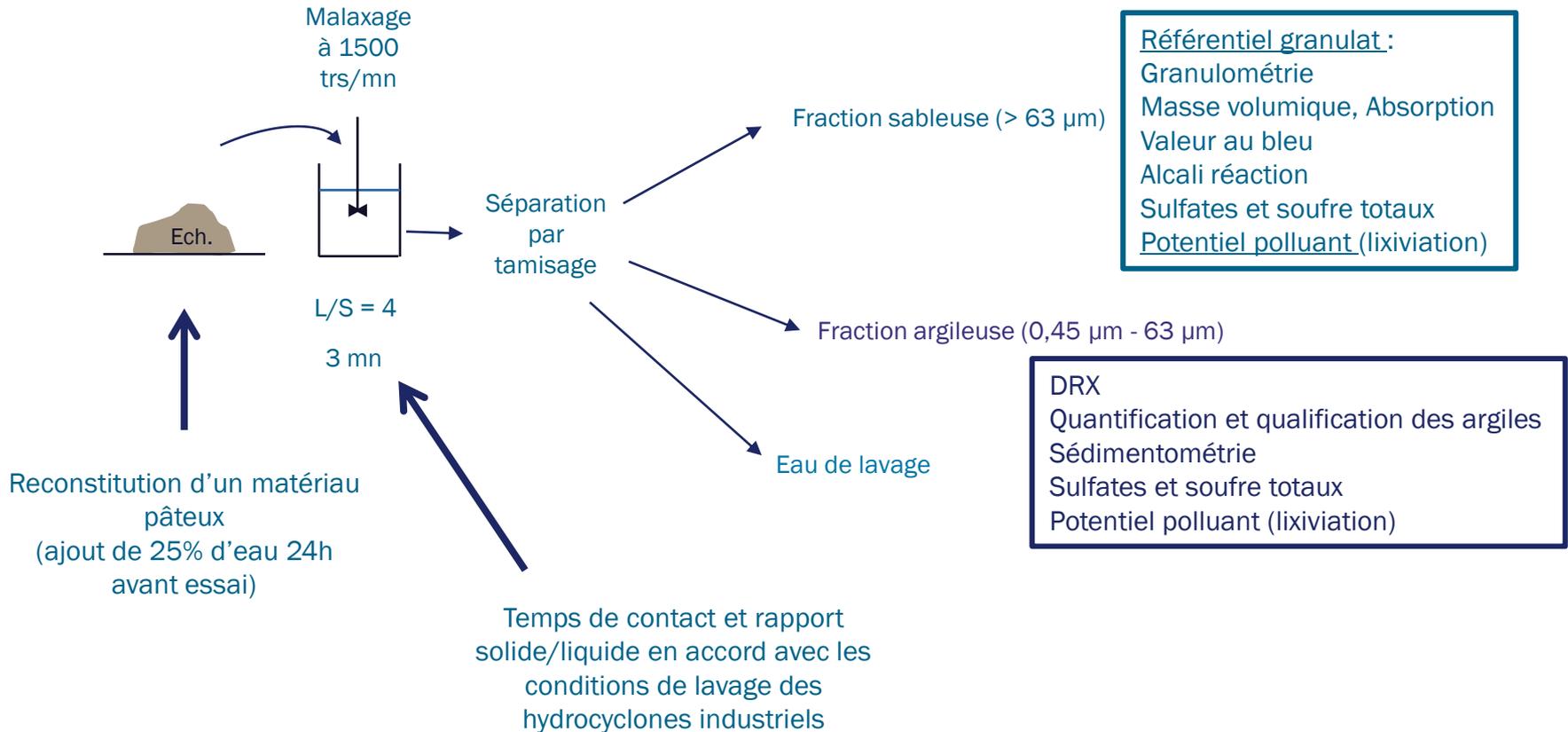
- Sables de Beauchamp
  - Teneur en fines / Valeur au bleu assez élevées
  - Teneurs en soufre / sulfates assez élevées pour certains échantillons
  - Hétérogénéité de la formation
- Sables de Fontainebleau
  - Formation plutôt homogène
  - Majorité des échantillons ok vis-à-vis de la norme NF P 18-545
  - Freins : teneur en fines argileuses + importante à proximité des Marnes à Huitres



Apport d'un traitement par lavage ?

# Application : les sables du GPE

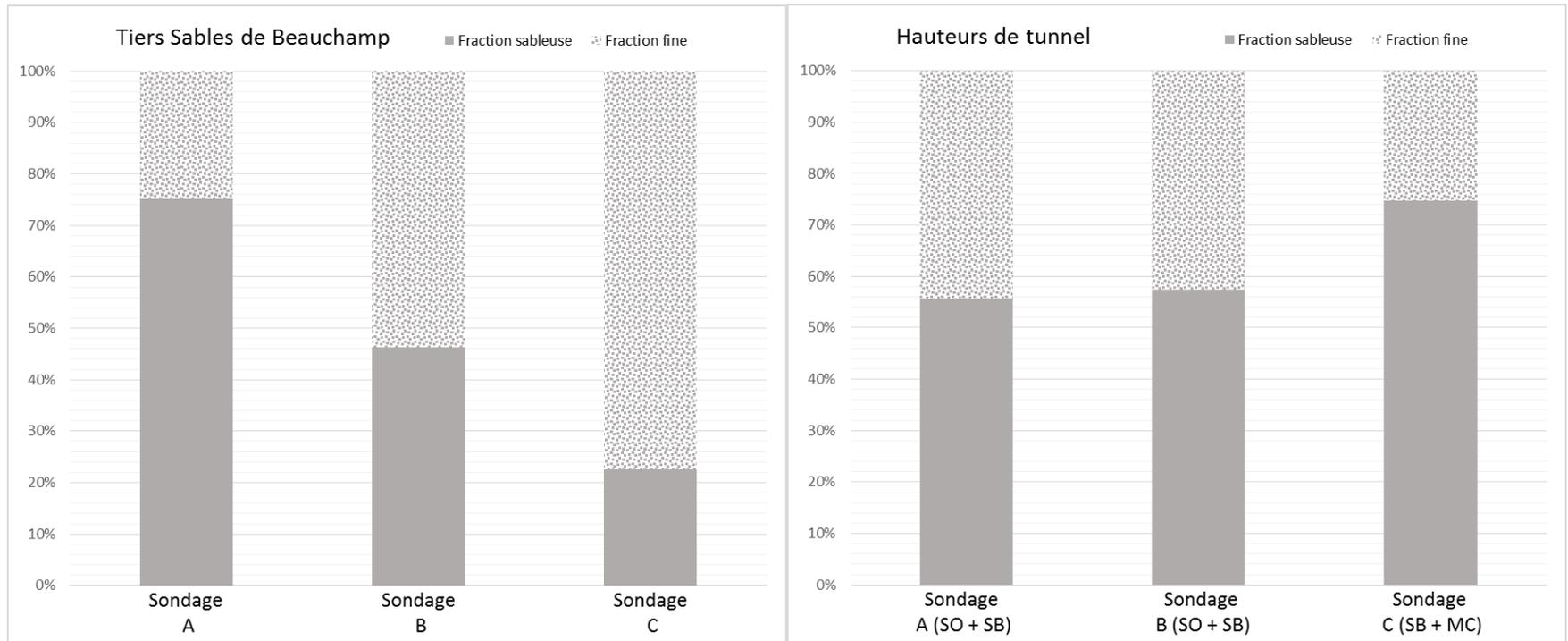
## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton



# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

### Sables de Beauchamp



A high-angle, wide shot of Paris at night. The Eiffel Tower is the central focus, illuminated in a golden-yellow light. The city below is a dense grid of buildings, many with lights on, creating a warm, orange glow. The sky is a mix of deep blue and orange, suggesting dusk or dawn. A semi-transparent blue rectangle is overlaid on the right side of the image, containing the text 'IMGC' and three small squares (dark blue, light blue, white) in the top right corner.

# IMGC



# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

### Sables de Beauchamp

Caractéristiques	HT (SO + SB) Sondage A	HT (SO + SB) Sondage B	HT (SB + MC) Sondage C	Spécifications NF P 18-545
				<i>Béton hydraulique et mortiers Article 10</i>
Masse volumique réelle (t/m <sup>3</sup> ) (NF EN 1097-6)	2,63	2,55	2,66	-
Coefficient d'absorption d'eau (%) (NF EN 1097-6)	0,4	1,6	1,1	< 2,5 % Catégorie A
Soufre total (S en %) (NF EN 1744-1)	0,20	0,20	0,29	< 0,4 % Catégorie A
Sulfates solubles dans l'acide (SO <sub>3</sub> en %) (NF EN 1744-1)	0,27	0,37	0,42	< 0,2 % (si S > 0,08 %) Catégorie A, B et C
Masse de Bleu (g/kg) (NF EN 933-9)	1,5	1,8	2	si D > 1mm , < 1,5 si D < ou = 1 mm) < 1 Catégorie A < 2 Catégorie B et C > 2, Catégorie D
Réactivité aux alcalis (essai « microbar ») (XP P 18-594)	NR	NR	NR	Essai négatif (NR)

# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

### Sables de Fontainebleau

Caractéristiques	Avant lavage			Fractions sableuses après lavage			Catégories européennes	Spécifications NF P 18-545
	9 – 12 m	13 – 17 m	25 – 28 m	9 – 12 m	13 – 17 m	25 – 28 m		
							<b>NF EN 12620 &amp; 13139</b>	<i>Béton hydraulique et mortiers Article 10</i>
Teneur en fines (< 63 µm) (%)	9	11	34	1	2	6		< 10 % Catégorie A < 16 % Catégorie B et C < 22 % Catégorie D
Coefficient d'absorption d'eau (%)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	<i>Valeur à déclarer</i>	< 2,5 % Catégorie A
Soufre total (S en %)	0,00	0,01	0,17	0,01	0,01	0,05	< 1 % (catégorie S1)	< 0,4 % Catégorie A < 1 % Catégorie B et C
Sulfates solubles dans l'acide (SO <sub>3</sub> en %)	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	< 0,2 % (catégorie AS <sub>0,2</sub> )	< 0,2 % (si S > 0,08 %) Catégorie A, B et C < 0,8 % Catégorie D
Masse de Bleu (g/kg)	2,7	3,3	11,6	2,0	1,9	4,2		si D < ou = 1 mm) < 1 Catégorie A < 2 Catégorie B et C > 2, Catégorie D

# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

Essais pilotes (Sables de Beauchamp)

Echantillons issus d'un puits d'essai (Aulnay-sous-Bois)

→ 2 échantillons moyens (hauteur 4 m)

### Hydrocyclone

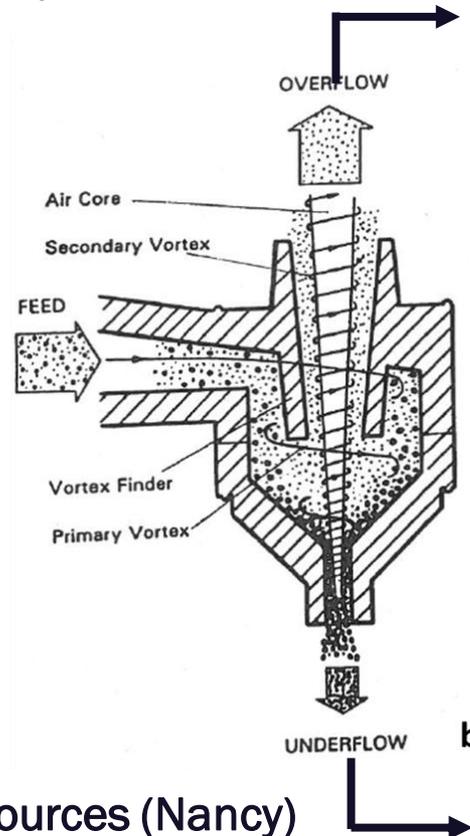
Remise en pulpe



Cellule d'attrition



Laboratoire Geo Ressources (Nancy)



Fraction Fine + eau



Filtration

Vortex 30 mm

Buse 15 mm

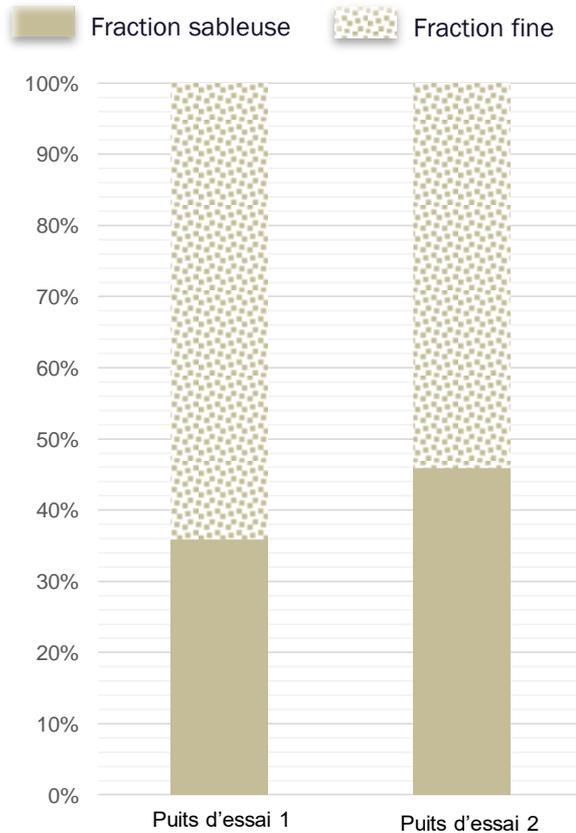
L/S = 6 durée = 45 s.

Fraction  
Sableuse

# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

### Essais pilotes (Sables de Beauchamp)

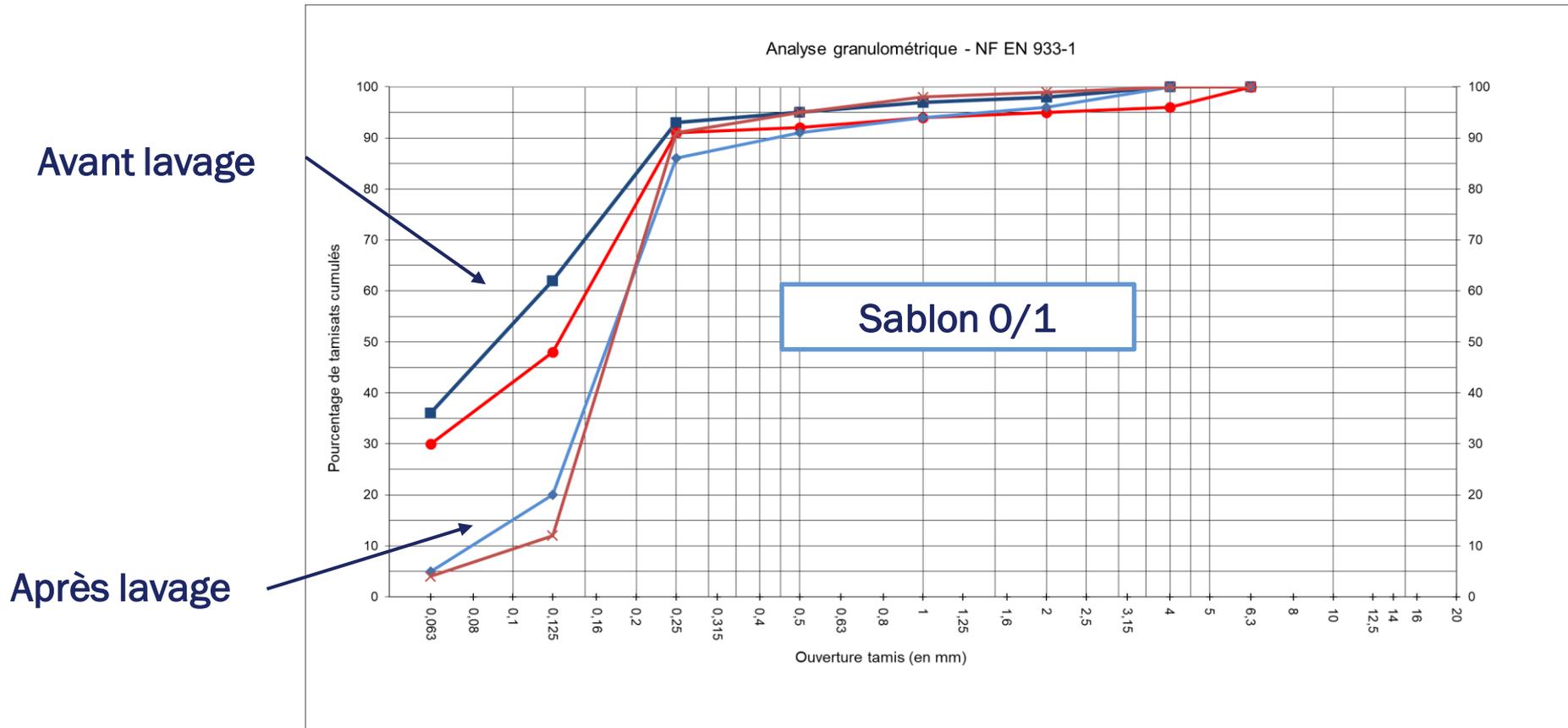


Caractéristiques	Fractions sableuses après lavage		Catégories européennes	Spécifications NF P 18-545
	Puits d'essai 1	Puits d'essai 2		
			<i>NF EN 12620 &amp; 13139</i>	<i>Béton hydraulique et mortiers Article 10</i>
Teneur en fines (< 63 µm) (%)	5	4		< 10 % Catégorie A < 16 % Catégorie B et C < 22 % Catégorie D
Coefficient d'absorption d'eau (%)	0,1	0,3	<i>Valeur à déclarer</i>	< 2,5 % Catégorie A
Soufre total (S en %)	0,07	0,08	< 1 % (catégorie S1)	< 0,4 % Catégorie A < 1 % Catégorie B et C
Sulfates solubles dans l'acide (SO <sub>3</sub> en %)	0,08	0,04	< 0,2 % (catégorie AS <sub>0,2</sub> )	< 0,2 % (si S > 0,08 %) Catégorie A, B et C < 0,8 % Catégorie D
Masse de Bleu (g/kg)	1,0	0,7		si D < ou = 1 mm < 1 Catégorie A < 2 Catégorie B et C > 2, Catégorie D

# Application : les sables du GPE

## Apport d'un traitement par lavage pour la filière béton

Essais pilotes (Sables de Beauchamp)



# Conclusions et Perspectives (1)

- Gestion des matériaux d'excavation
  - Anticipation dès les premiers stades de l'étude  
→ rechercher des filières intégrées au projet
- Campagne de reconnaissance **dédiée aux filières**
  - Stratégie d'échantillonnage et de prélèvement
  - Programme d'essais spécifiques aux voies de valorisation identifiées
- Opportunité d'une étape de traitement ?
  - **Maitrise de la variabilité** des produits
  - **Logique déchet** → **logique produit**
  - Filières de plus **haute valeur ajoutée**