



GC'2017

CACHAN

15 et 16 mars

LAVAGE DES SABLES DE BEAUCHAMP EXCAVÉS : UNE OPPORTUNITÉ DE VALORISATION DES DÉBLAIS

Stéphane GAFFIÉ, Grégoire PRIOL (SGP)

Julian MARLINGE (TERRASOL/SETEC)

Isabelle MOULIN, Thomas MILLAN (LERM/SETEC)

Le lavage des Sables de
Beauchamp excavés :
une opportunité de valorisation des
déblais



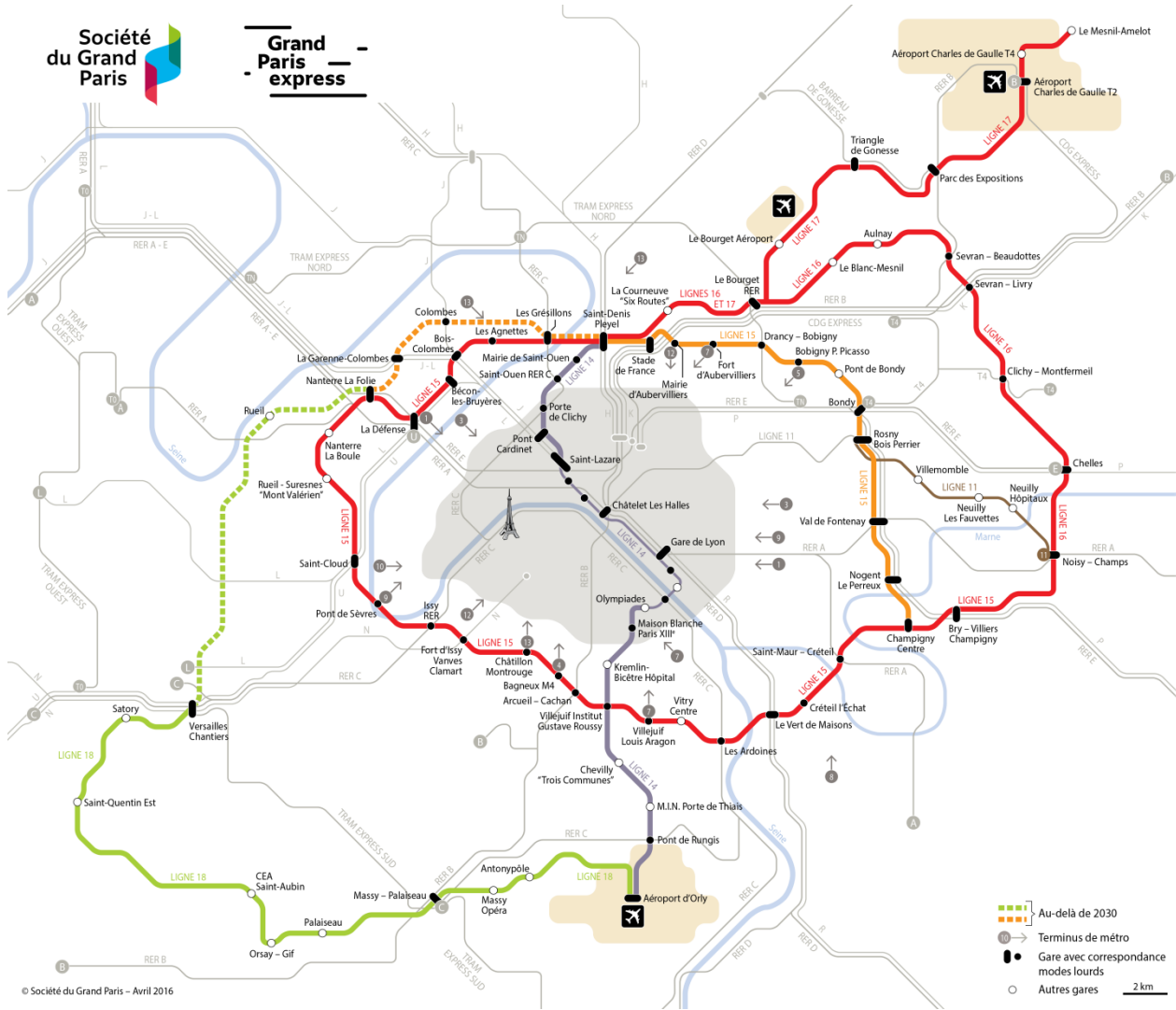
setec



setec
lerm

setec
terrasol

Société
du Grand
Paris



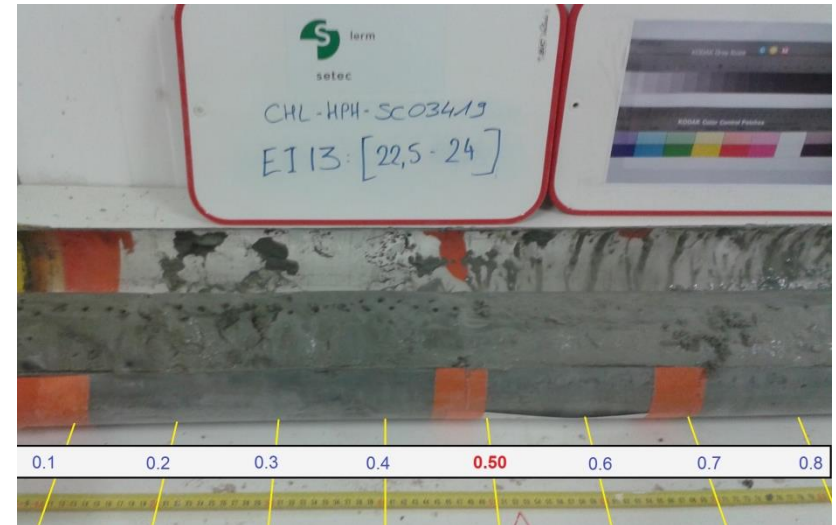
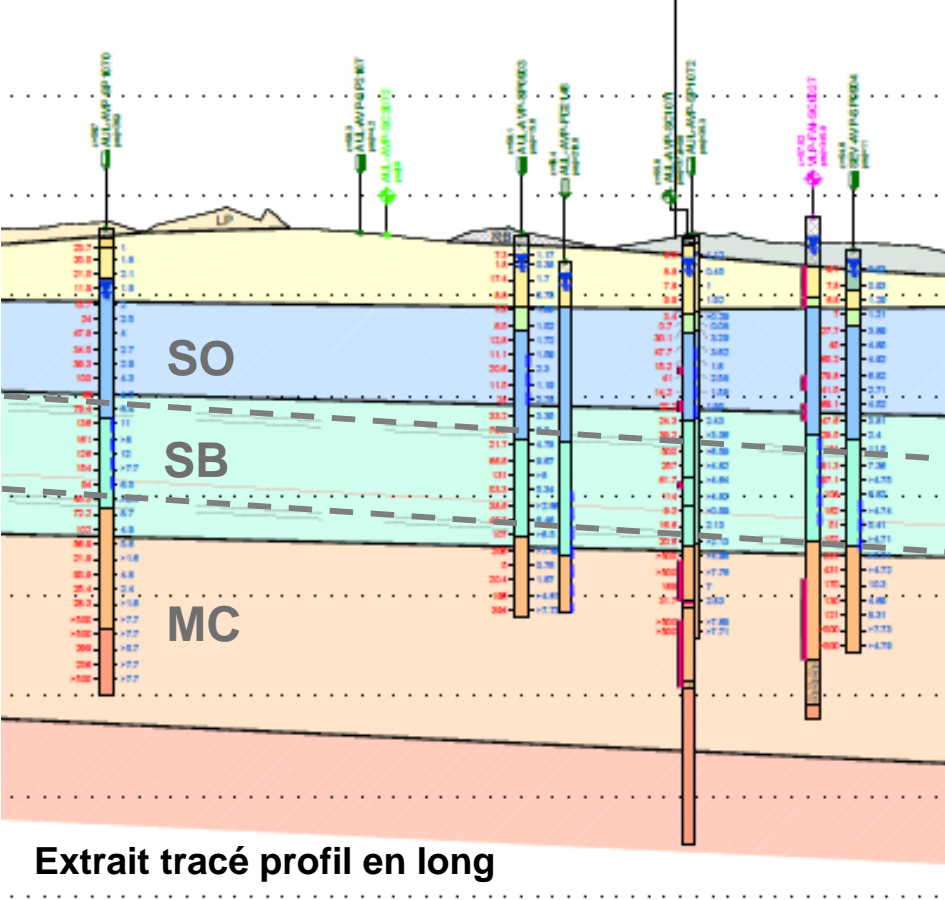
200 km de lignes
68 nouvelles gares



43 millions de tonnes de matériaux excavés

Sables de Beauchamp

- Sables fins à très fins
- Passages limoneux-argileux
- Inclusions gypseuses diffuses
- Épaisseur 10 mètres en moyenne



Valorisation dans les filières traditionnelles limitée / volumes générés + caractéristiques SB

→ **Opportunités de valorisation apportées par un lavage des SB ?**

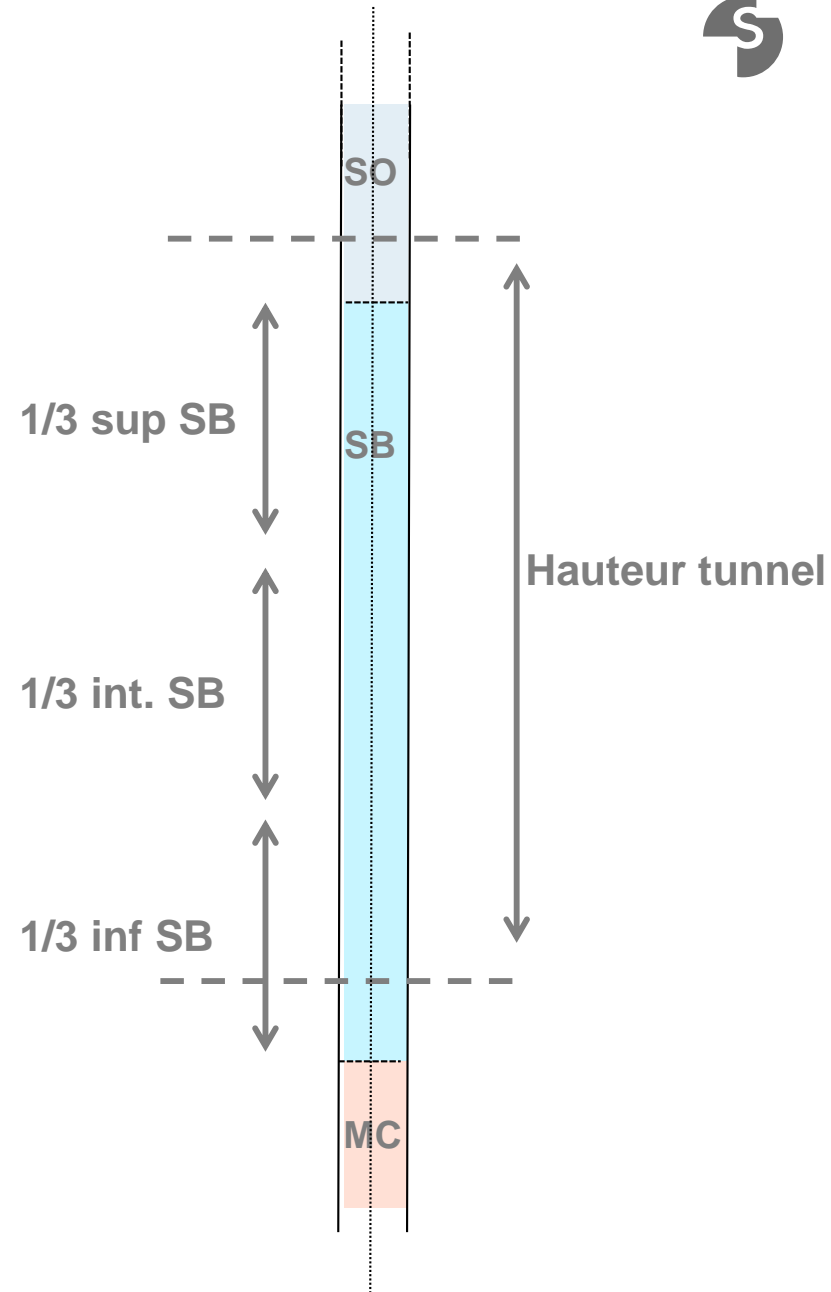
- Fraction sableuse / Fraction fine ?
- Qualité fractions sableuses et fractions fines ?
- Impacts de la présence de sulfates, fluorures ?
- Impacts mélanges formations sous et sur jacentes ?

Matériaux de l'étude

- Campagne de sondages carottés dédiés
- Confection d'échantillons moyens
- Caractérisation détaillée :
 - Chimie
 - Potentiel polluant
 - Minéralogie
 - Géotechnique

Sélection des échantillons pour les essais de lavage

- Impact du caractère +/- argileux
- Impact des teneurs +/- importantes en sulfates
- Impact des mélanges avec SO et MC

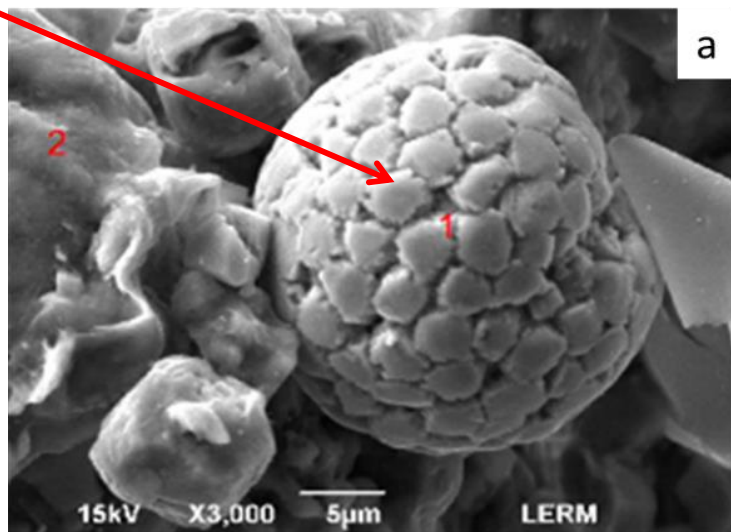


	HT (SO + SB) Sondage A	1/3 sup. Sondage A	HT (SO + SB) Sondage B	1/3 int. Sondage B	HT (SB + MC) Sondage C	1/3 int. Sondage C
Paramètres physiques						
Passant à 1 mm (%)	94	94	88	100	90	92
Passant à 315 µm (%)	91	93	82	99	85	89
Passant à 80 µm (%)	48	64	48	76	64	82
Indice de plasticité Ip		8,7		8,2		18,7
Particules < 2 µm (%)		4,9		7,9		
VBS (g/100g)	0,59	0,77	0,39	1,32	0,90	2,01
Paramètres chimiques						
Sulfates totaux (mg/kg)	2600	3100	4600	4300	6200	5100
Soufre total (mg/kg)	3700	5100	3500	6800	6000	7200
Paramètres sur éluat après lixiviation (NF EN 12457-2)						
Sulfates lixiviés (mg/kg)	1490	1160	554	1590	1590	2080
Fluorures lixiviés (mg/kg)	5,4	5,1	6,1	6,6	8,3	7,6
Molybdène lixivié (mg/kg)	0,48	0,40	0,20	0,30	0,50	0,40
Fraction soluble (mg/kg)	2860	2910	1280	3560	4330	5880

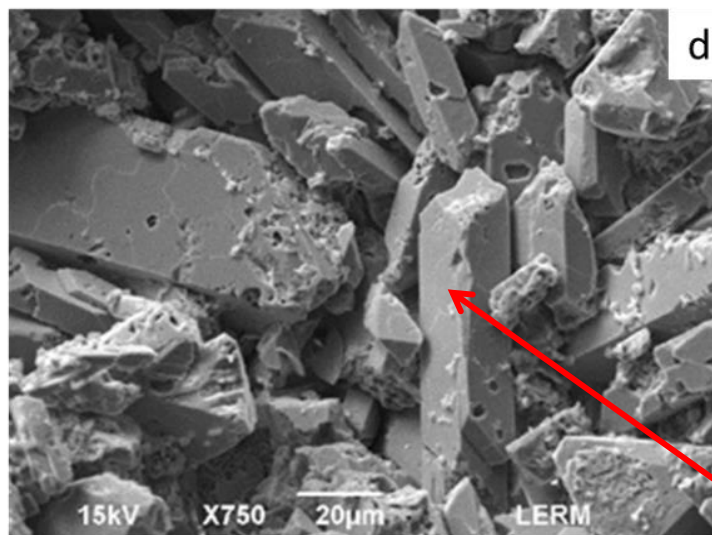
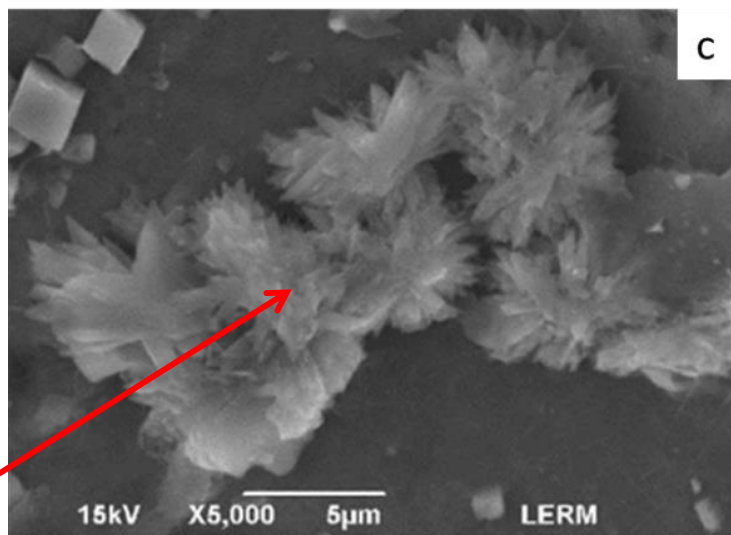
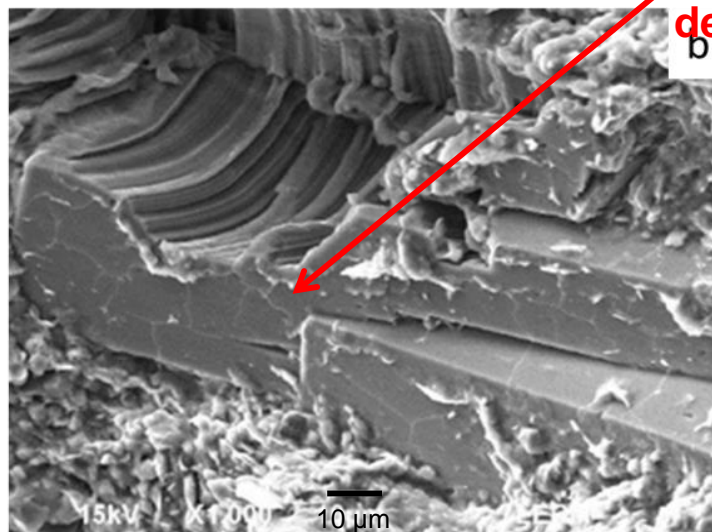
Différentes spéciations du soufre



Pyrite framboïdale



Gros cristaux de gypse

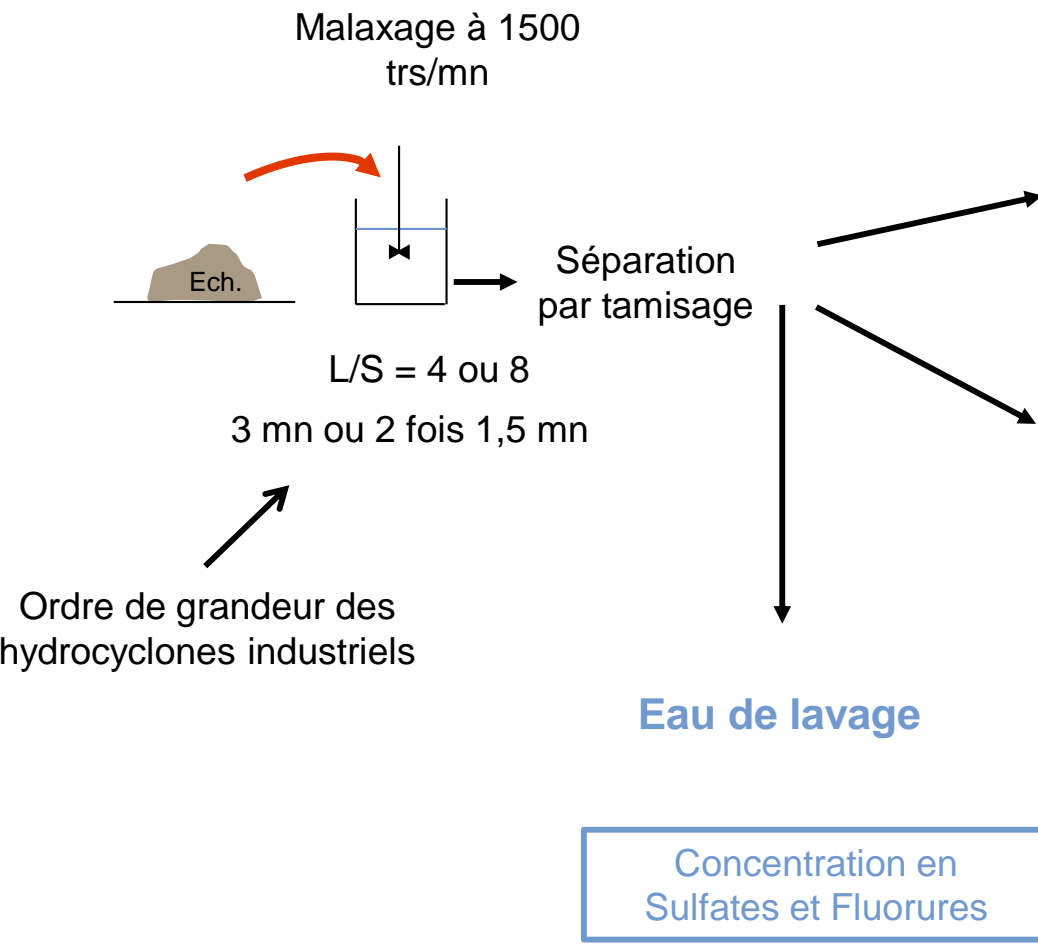


Petits cristaux de sulfate de calcium (recristallisés)

Sulfate de strontium

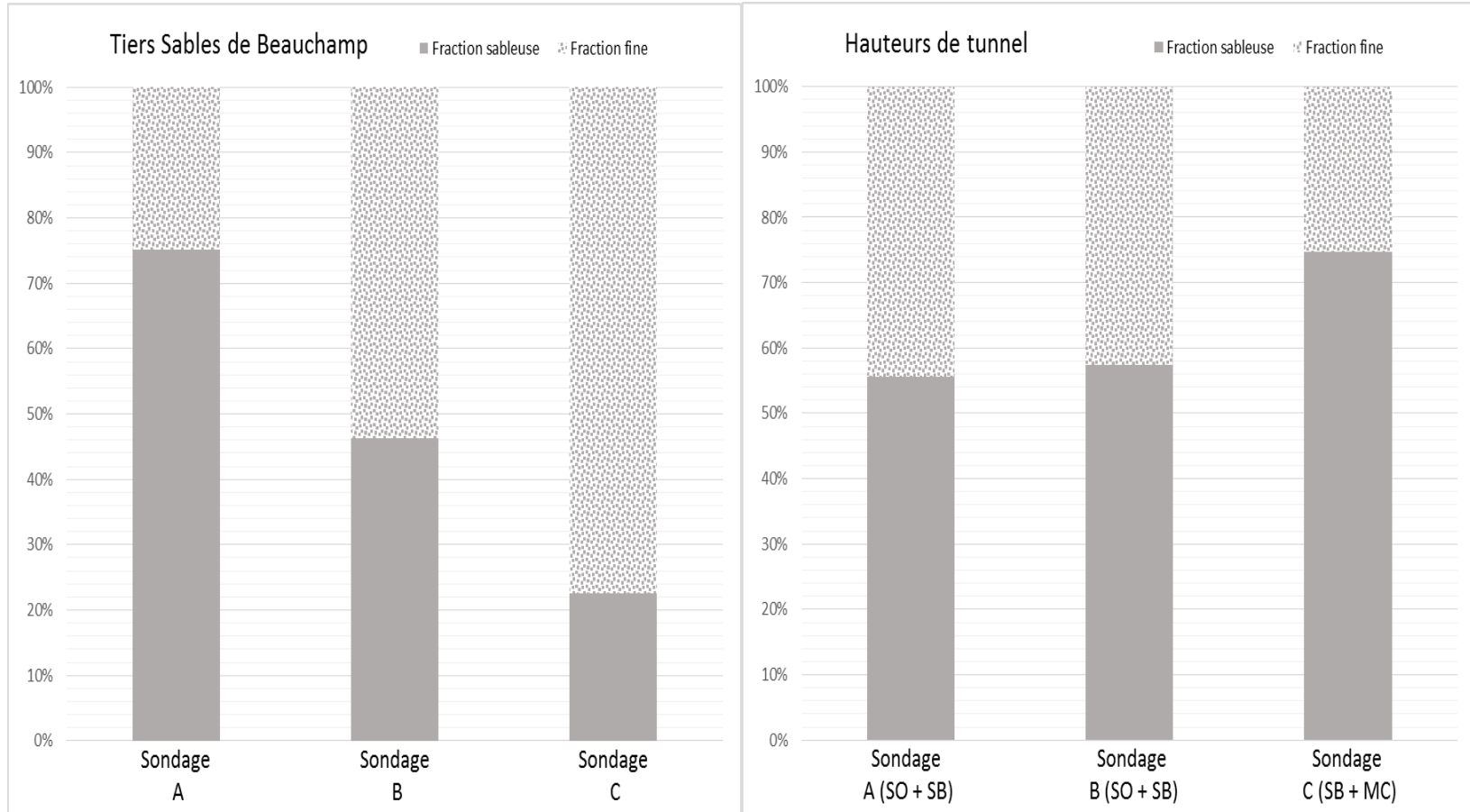
Protocole des essais de lavage

Référentiel granulat :
 Granulométrie
 Masse volumique, Absorption
 Valeur au bleu
 Alkali réaction
 Sulfates et soufre totaux
Potentiel polluant (lixiviation)



DRX
 Quantification et qualification des argiles
 Sédimentométrie
 Sulfates et soufre totaux
 Potentiel polluant (lixiviation)

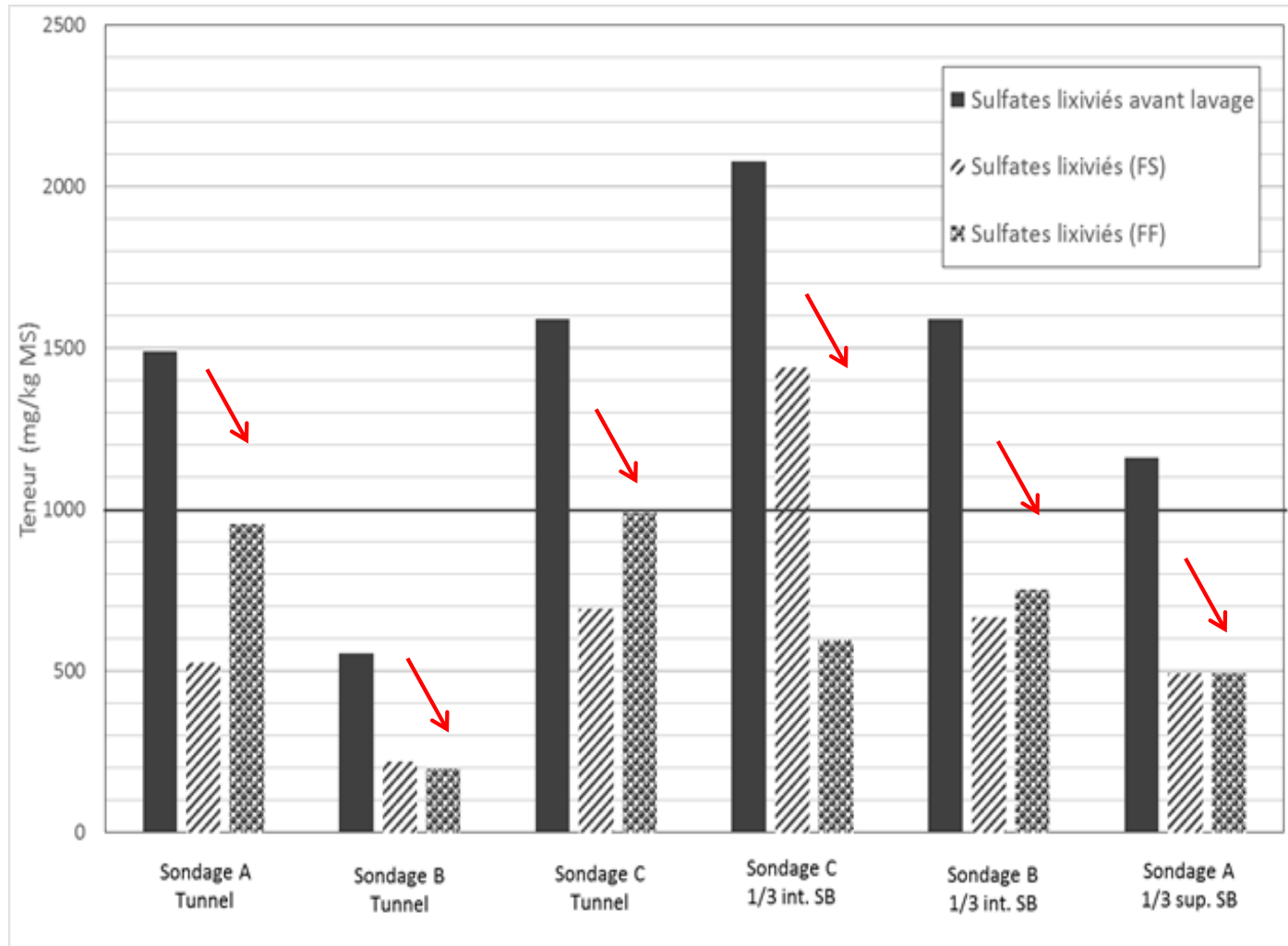
Répartition Fraction sableuse / Fraction Fine



Entre 20 et 75% de fraction sableuse

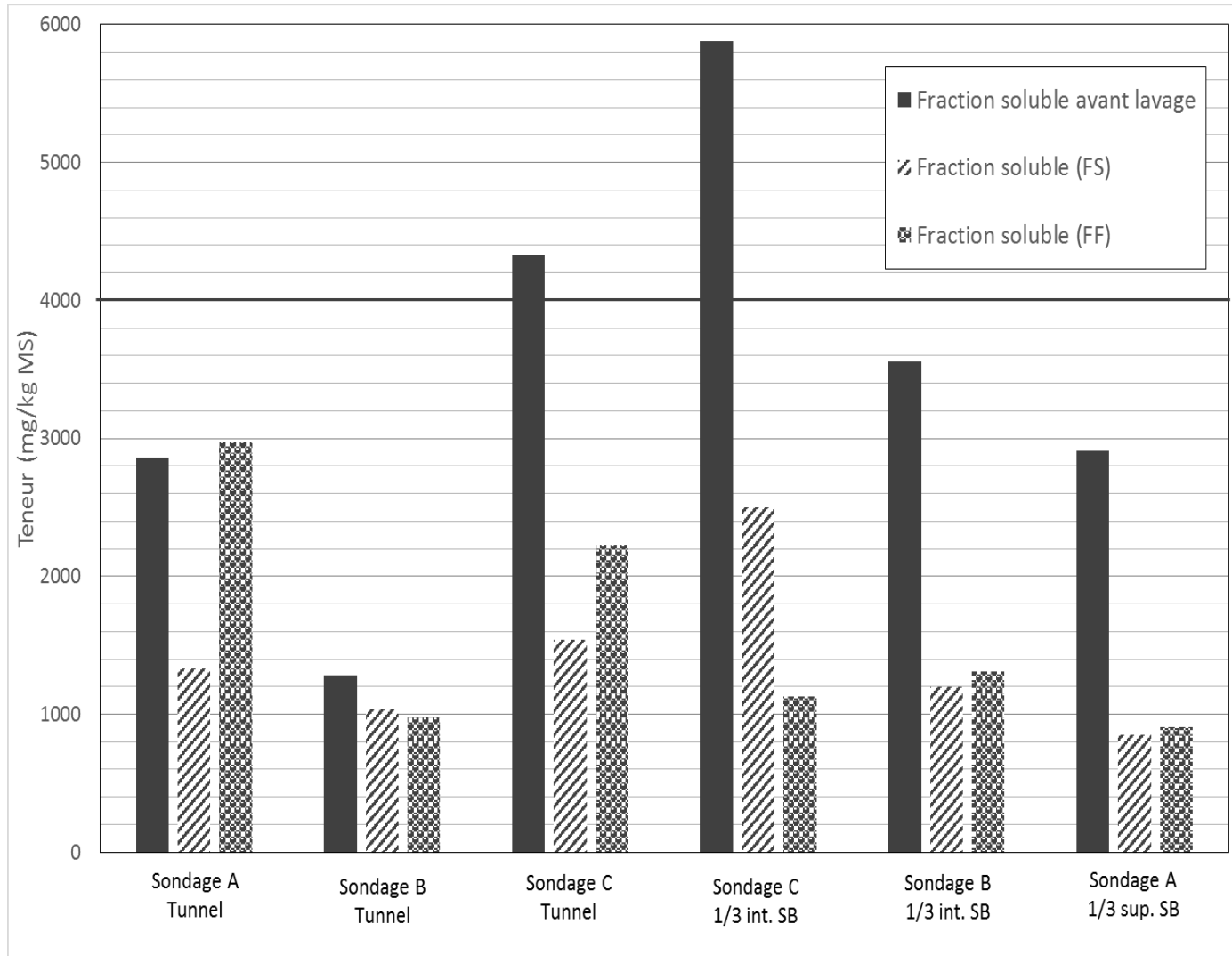
Entre 55 et 75% sur les échantillons « hauteur de tunnel »

Impact du lavage sur le potentiel polluant des matériaux



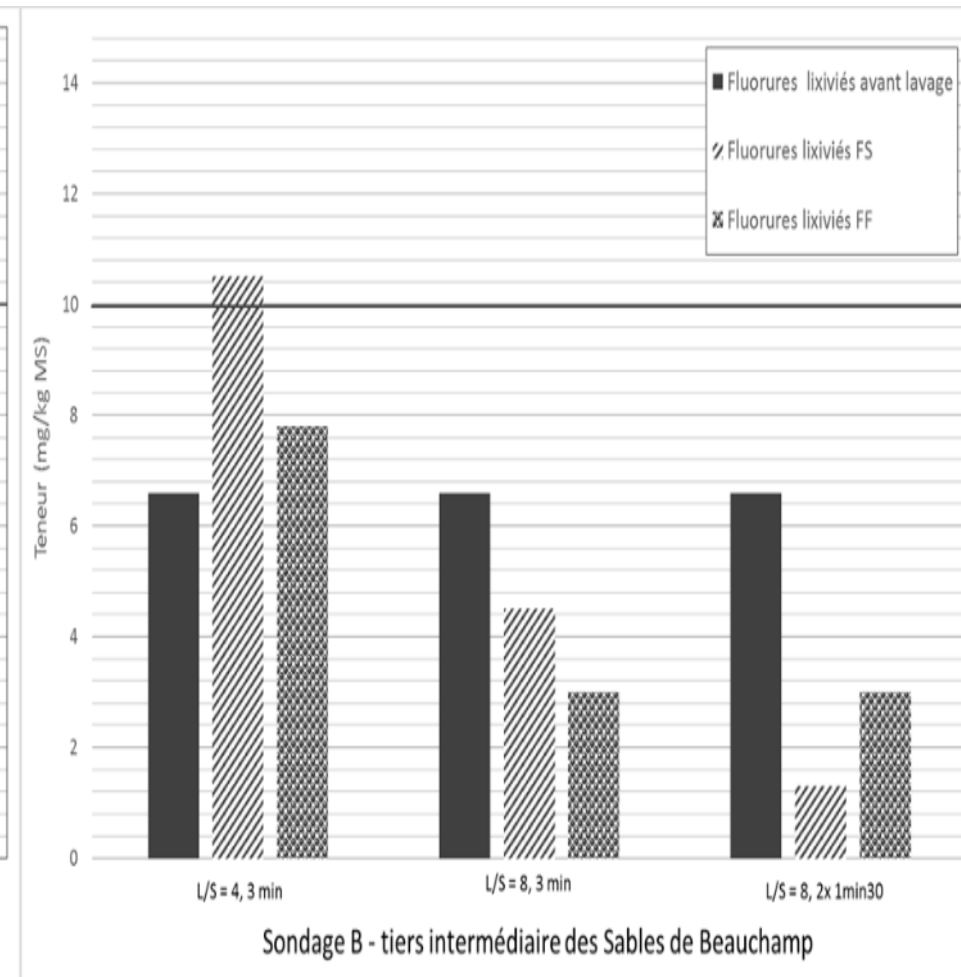
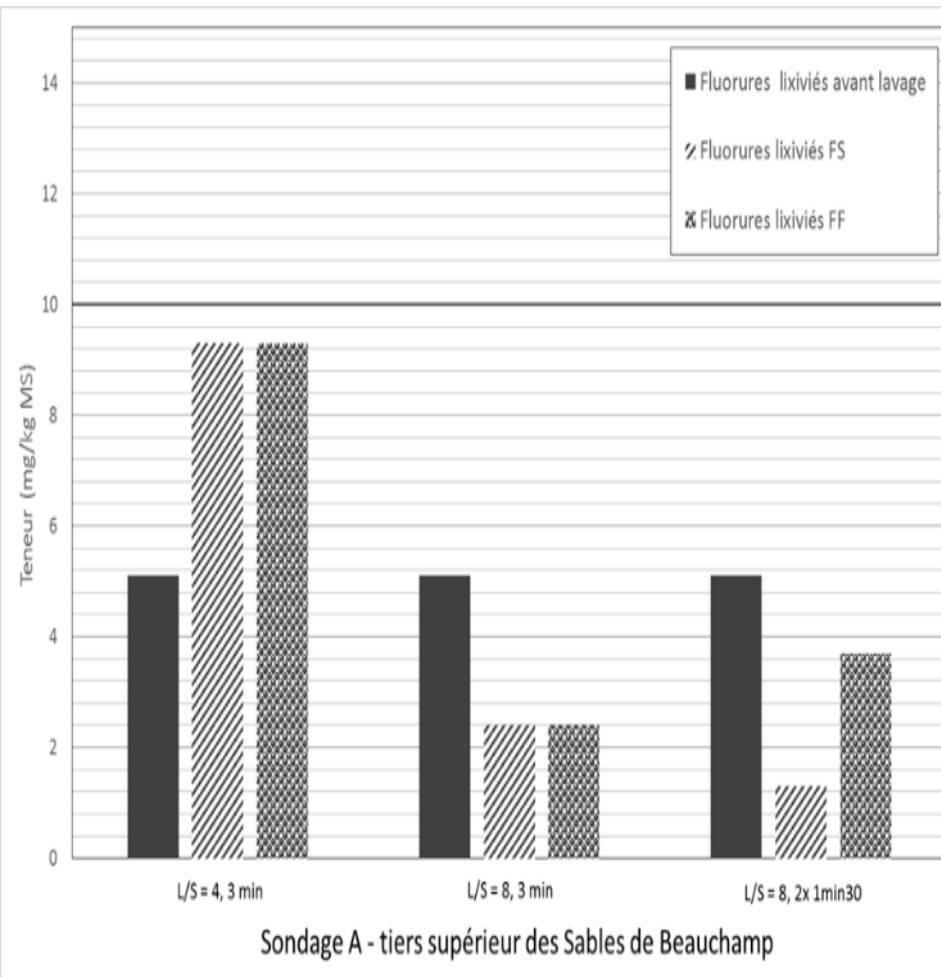
Evolution des teneurs en sulfates lixiviés

Impact du lavage sur le potentiel polluant des matériaux



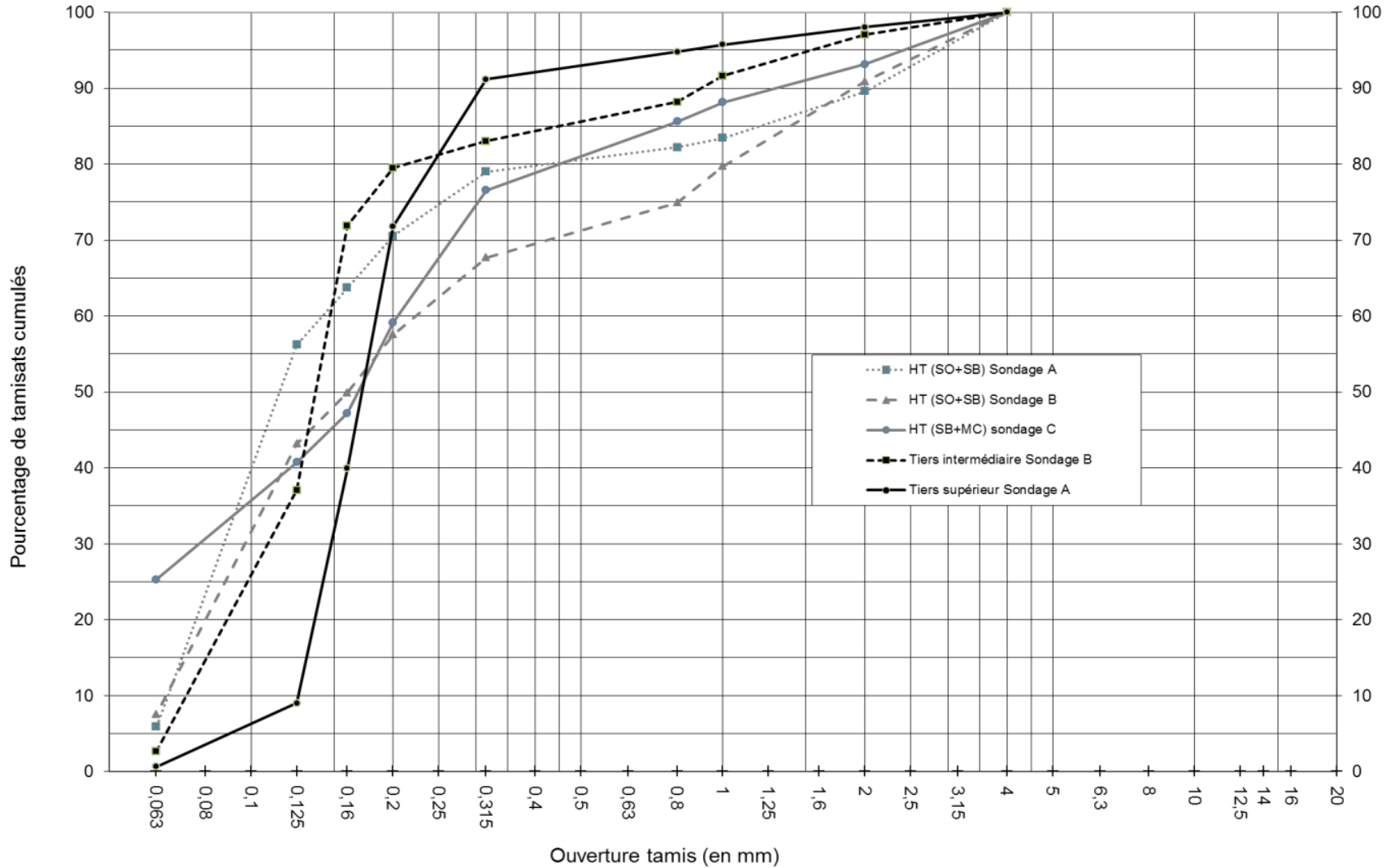
Evolution des teneurs en fraction soluble

Impact du lavage sur le potentiel polluant des matériaux



Impact du rapport L/S sur la teneur en fluorures libérés des produits de lavage

Potentiel de valorisation des fractions sableuses



→ Sablon 0/1

Potentiel de valorisation des fractions sableuses

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 ³) (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 ₃ 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)



Potentiel de valorisation des fractions fines

	HT (SO + SB) Sondage A	HT (SO + SB) Sondage B	HT (SB + MC) Sondage C	1/3 int. Sondage C	1/3 int. Sondage B	1/3 sup. Sondage A
Sulfates totaux (%)	0,34	0,44	0,55	0,34	0,34	0,27
Soufre total (%)	0,64	0,31	0,41	0,65	0,32	0,70
Particules < 2 µm (%)	16,1	9,4	15,3	19,5	19,8	13,4

Echantillon	Ankérite	Quartz	Calcite	Aragonite	Microcline	Pyrite	Phases amorphes ou mal cristallisées et phyllosilicates
HT (SO + SB) Sondage A	52	8	3		11	1	25
HT (SO + SB) Sondage B	28	4	47	4			17
HT (SB + MC) Sondage C	70	5	1		8	2	14

Echantillon	Illite	Sépiolite	Palygorskite	Interstratifié Vermiculite-Smectite
HT (SO + SB) Sondage A	30%		50%	20%
HT (SO + SB) Sondage B	5%	80%	15%	
HT (SB + MC) Sondage C	40%		60%	

Conclusions

- Production d'un **sablon 0/1** a priori compatible avec une utilisation béton
- Répartition fraction sableuse / fraction fine de **55% à 75%** sur hauteur de tunnel
- **Fractions fines** peu argileuses, faibles opportunités de valorisation mais ↘ du potentiel polluant → **déclassement et réduction du coût de mise en stockage**
- **Études complémentaires** à mener pour des matériaux dont les teneurs en sulfates, fluorures et molybdène sont + élevées
 - préciser l'efficacité du lavage
- **Essais pilotes** à mener :
 - Préciser les seuils de coupure, répartition granulométrique des FS, ratio FS/FF
 - Confirmer la faisabilité technico-économique

Merci de votre attention !



setec
Immeuble Central Seine
42 - 52 quai de la Rapée – CS 71230
75583 PARIS CEDEX 12
FRANCE

Tél +33 1 82 51 68 00
Fax +33 1 82 51 68 00
adresse@setec.fr

Isabelle.moulin@lerm.setec.fr
Thomas.millan@lerm.setec.fr
Julian.marlinge@terrasol.fr

www.setec.fr