NB-Cleantech

Extraction sans solvants organiques des granulats et sables à partir d'enrobés propres ou pollués aux HAPs

Samuel Probst, Weibel AG
Joel Rossier, NewRoad SA



Gestion des matériaux bitumineux de démolition

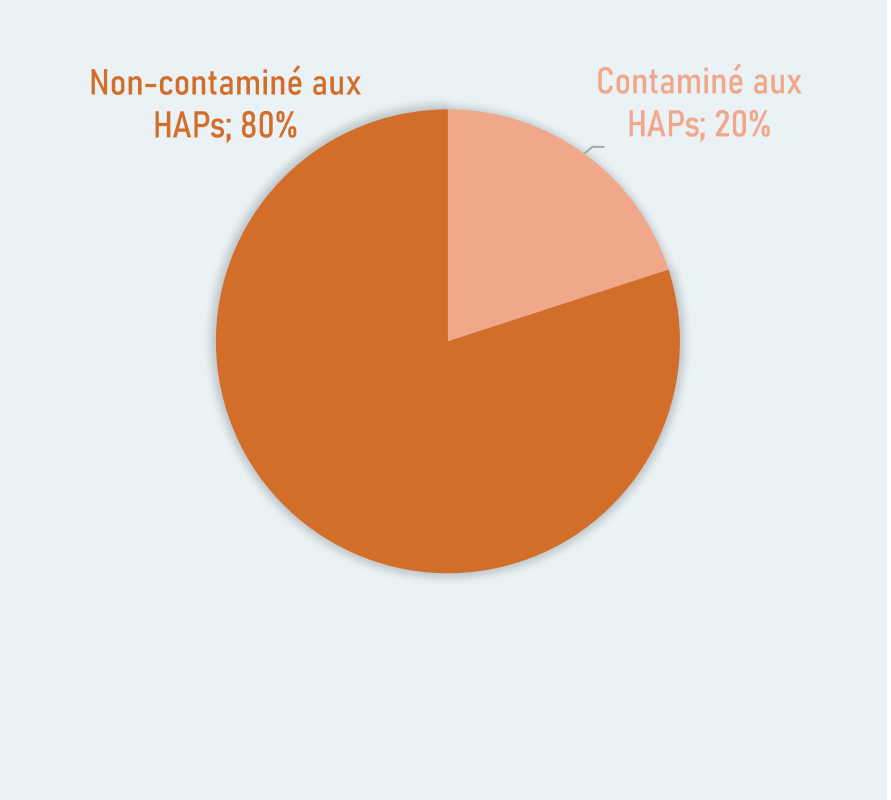
En Suisse, env. 4.5 mio de to d'enrobés bitumineux avec un taux de recyclés moyen de 35% (soit 1.6 mio de to) sont produits chaque année

En Suisse, 2,7 mio de tonnes/an de fraisats*:

- 20% pollués aux HAPs, difficilement valorisables
- 80% non-pollués (<250 mg/kg de HAP/enrobé)

Evolutions réglementaires:

- Restrictions du recyclage
- Interdiction de mise en décharge 2028



*Source: CSD Ingénieurs mandaté par l'OFEV, Rapport d'étude sur la gestion des déchets bitumineux en Suisse (2021)

Recyclage classique des enrobés

1 FRAISAGE DE LA CHAUSSÉE

La couche d'enrobé usée est fraisée et collectée.



2 CONCASSAGE ET CALIBRAGE DE L'ENROBÉ

Les plaques ou le fraisat d'enrobés sont concassés pour obtenir des « agrégats d'enrobés ».



3 INCORPORATION DES « AGRÉGATS D'ENROBÉS » DANS LA PRODUCTION EN CENTRALE

Les matériaux concassés et calibrés (RAP) sont utilisés dans la production d'enrobés (recyclage sous forme liée).



4 MISE EN ŒUVRE DU NOUVEL ENROBÉ

Le nouvel enrobé est transporté, mis en œuvre et compacté sur la route.



Solutions d'élimination des matériaux bitumineux de démolition

Exportation de l'enrobé :

- Barge sur le Rhin: Bâle Rotterdam
- Incinération: Hollande



Challenges :

- Manque d'eau: restrictions de navigation
- Augmentation probable des coûts par to

Comment diminuer la quantité de matériaux à exporter ?

Recyclage classique des enrobés

1 FRAISAGE DE LA CHAUSSÉE

La couche d'enrobé usée est fraisée et collectée.



2 CONCASSAGE ET CALIBRAGE DE L'ENROBÉ

Les plaques ou le fraisat d'enrobés sont concassés pour obtenir des « agrégats d'enrobés ».



3 INCORPORATION DES « AGRÉGATS D'ENROBÉS » DANS LA PRODUCTION EN CENTRALE

Les matériaux concassés et calibrés (RAP) sont utilisés dans la production d'enrobés (recyclage sous forme liée).



4 MISE EN ŒUVRE DU NOUVEL ENROBÉ

Le nouvel enrobé est transporté, mis en œuvre et compacté sur la route.



Recyclage accru des enrobés

1

FRAISAGE DE LA CHAUSSÉE

La couche d'enrobé usée est fraisée et collectée.



2

CONCASSAGE ET CALIBRAGE DE L'ENROBÉ

Les plaques ou le fraisat d'enrobés sont concassés pour obtenir des « agrégats d'enrobés ».



2A

SÉPARATION DE L'ENROBÉ ET DES GRANULATS

La séparation est réalisée par la technologie brevetée « NB-Cleantech ».

L'enrobé est séparé au moyen de nanobulles dans l'eau, sans solvants organiques.



3

INCORPORATION DES « GRANULATS EXTRAITS » PAR NB-CLEANTECH ET DES « AGRÉGATS D'ENROBÉS » DANS LA PRODUCTION EN CENTRALE

Les granulats extraits sont ajoutés aux matériaux primaires et aux matériaux concassés et calibrés (RAP) pour produire des enrobés bitumineux en centrale d'enrobés.



4

MISE EN ŒUVRE DU NOUVEL ENROBÉ

Le nouvel enrobé est transporté, mis en œuvre et compacté sur la route.



Extraire les granulats pour diminuer le volume à exporter et incinérer

Extraction par solvants organiques (analyse de laboratoire)

Avantages:

- Extraction de la fraction minérale
- Extraction du liant bitumineux par distillation

Challenges:

- Toxicité des solvants (Chlorés – aromatiques - aliphatiques)
- Difficulté de faire un scale-up
- Risque de résidus sur les granulats



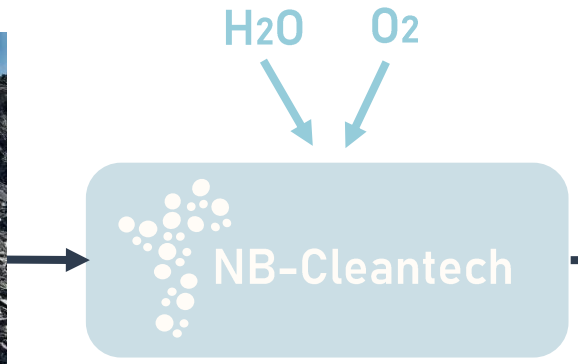


Extraire les granulats pour diminuer le volume à exporter et incinérer

Traitement par nano-bulles dans un milieu aqueux : NB-Cleantech (NanoBubble)

- Séparation fraction minérale/bitume sans solvants organiques







Fraction minérale



Fraction bitumineuse

Principe d'extraction des granulats et sables par NB-Cleantech

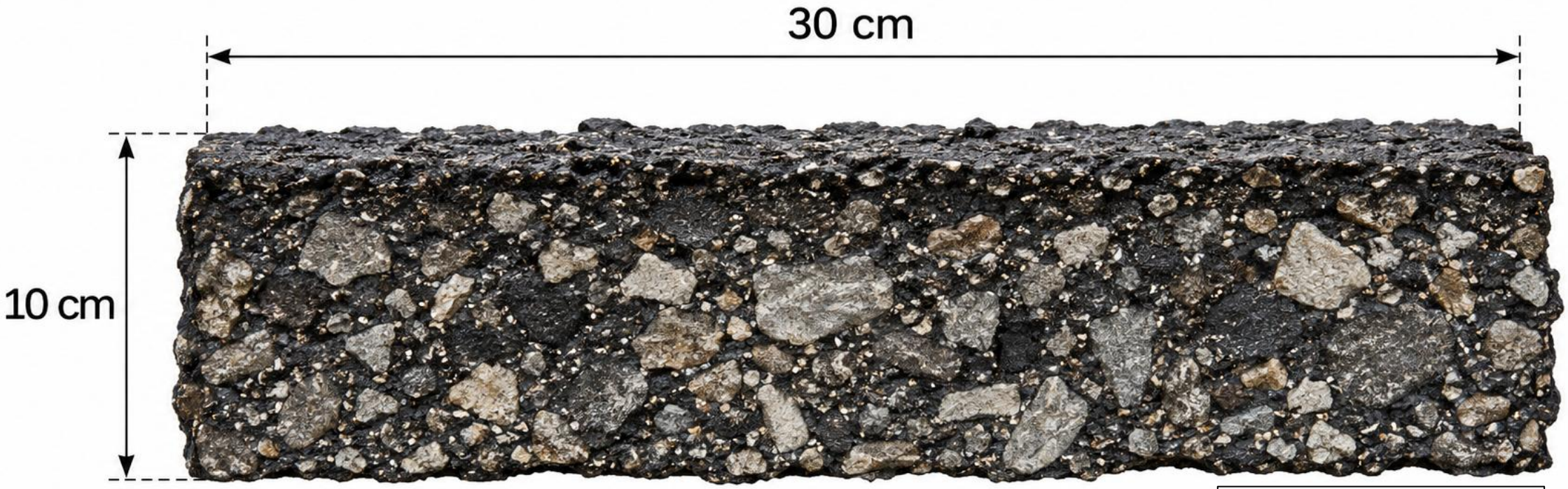
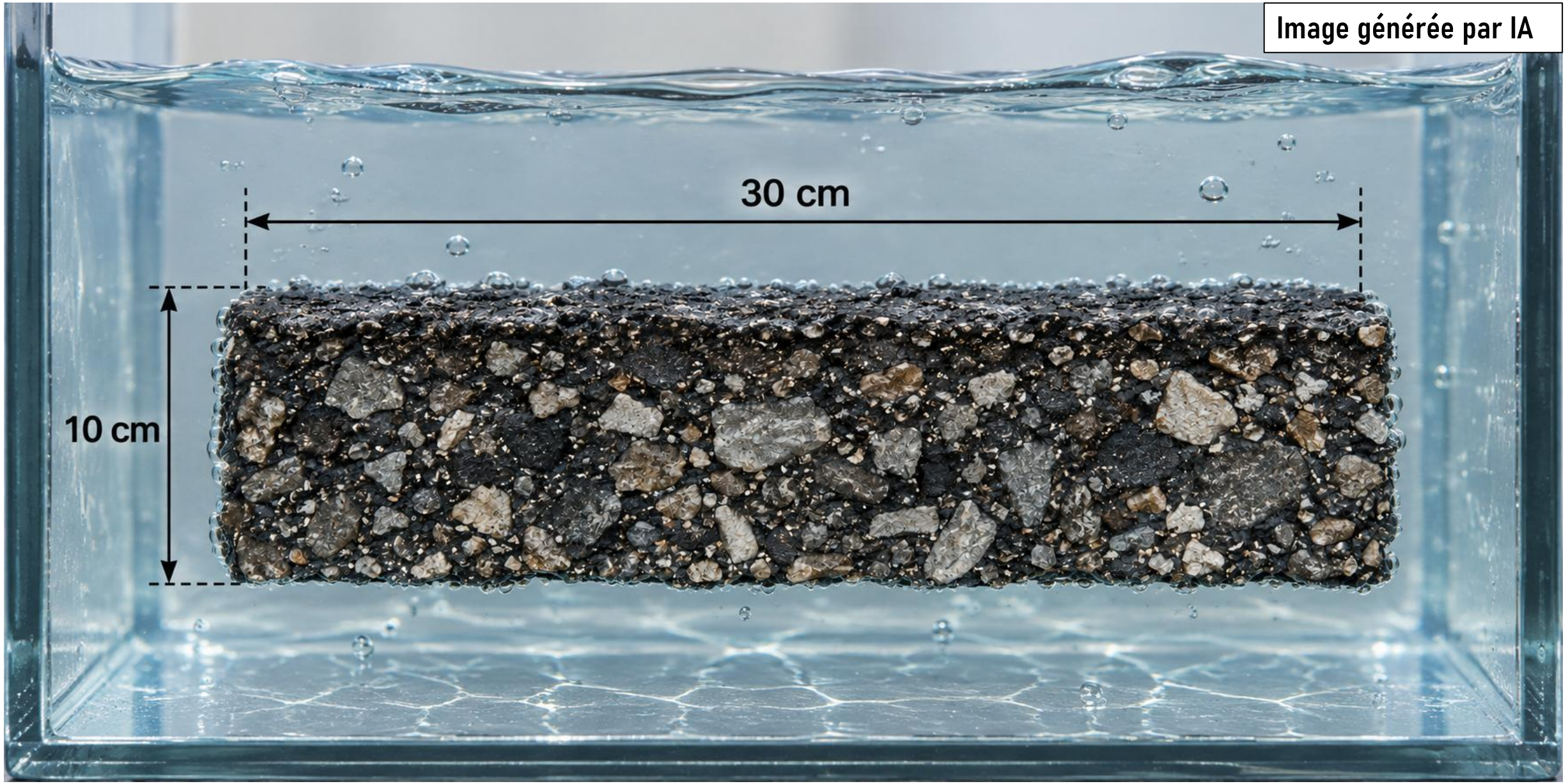
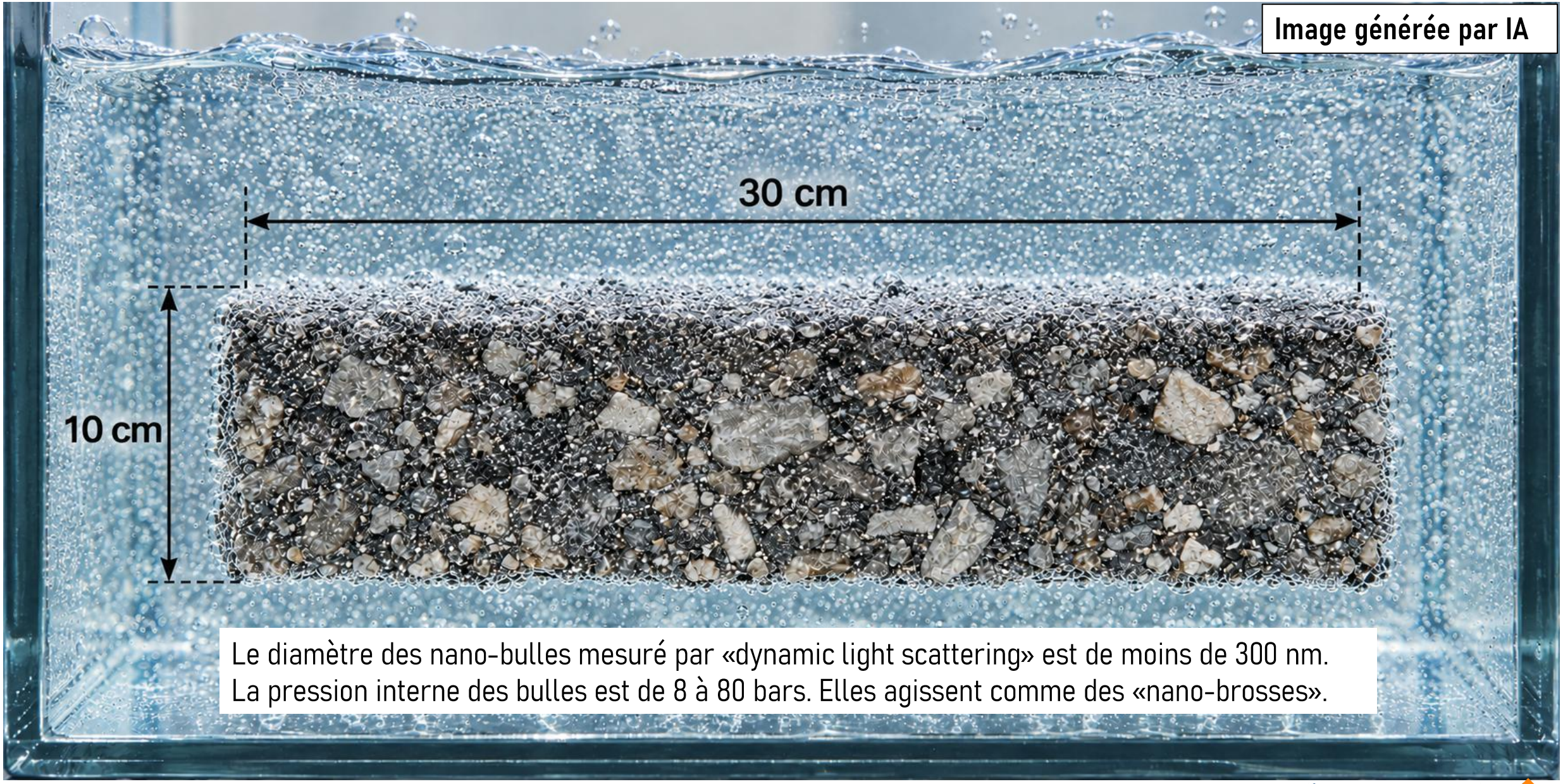


Image générée par IA

Composition d'un enrobé bitumineux

- 80-90 % de granulats et sables
- 4-7 % de liant bitumineux
- 6-12 % de filler


Image générée par IA
30 cm
10 cm



Le diamètre des nano-bulles mesuré par «dynamic light scattering» est de moins de 300 nm.
La pression interne des bulles est de 8 à 80 bars. Elles agissent comme des «nano-brosses».



Les particules hydrophobes (extrait de liant bitumineux) se collent aux bulles et montent à la surface

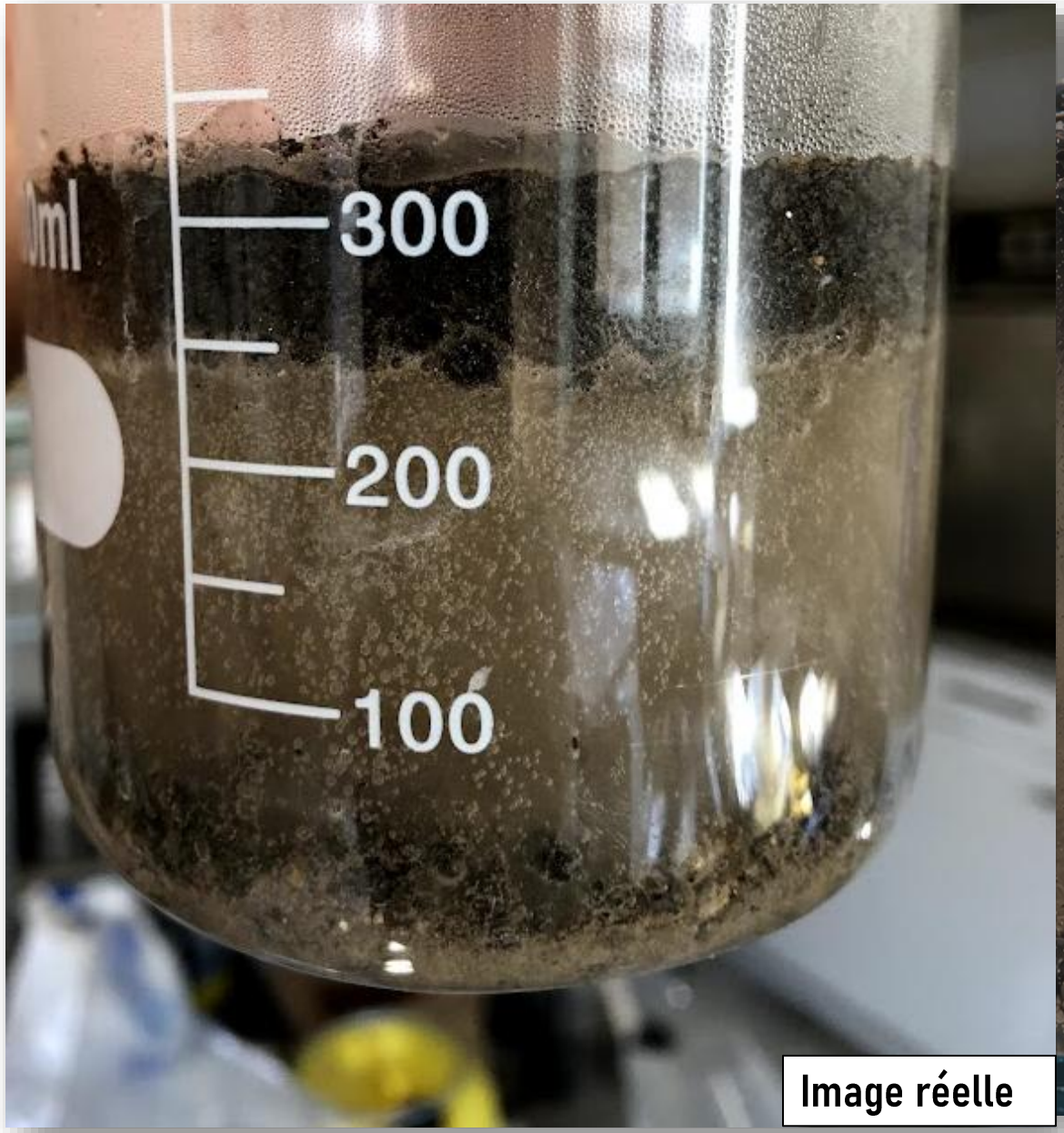


Image réelle



Image générée par IA

NewRoad®
NEW WAYS. NEW RESSOURCES.
FS GROUP

Premier prototype d'extraction des granulats (3 to)



Remorque d'asphalte coulé

- Remplir d'eau (chauffage et malaxage)
- Remplissage de fraisats à la pelle
- Injection des nano-bulles

Premier prototype d'extraction des granulats (3 to)

Sortie du des granulats restés
au fond du réacteur





Sortie de l'extrait bitumineux
par flottation



Installation pilote d'extraction des granulats

Première installation NB-Cleantech :

12 to/h de fraisats traités

>96% du bitume et des HAPs extraits

- Sans solvant organique
- H_2O + nano-bulles d'O_2 uniquement
- Aucun résidus de traitement
- 100% électrique, 100% modulable
- 30 kWh/to (20 kWh pour le chauffage)



Installation pilote d'extraction des granulats

Vue d'ensemble:

Tour de traitement

Traitement d'eau

Tapis d'alimentation

Trémie de chargement



Sortie des granulats et sables

Extraction au dessus du niveau d'eau par des vis et bande transporteuses

- Rendement de la fraction minérale est au moins de 60 %.
- Rendement dépendant de la préparation des enrobés: déconstruction, fraisage, concassage etc.



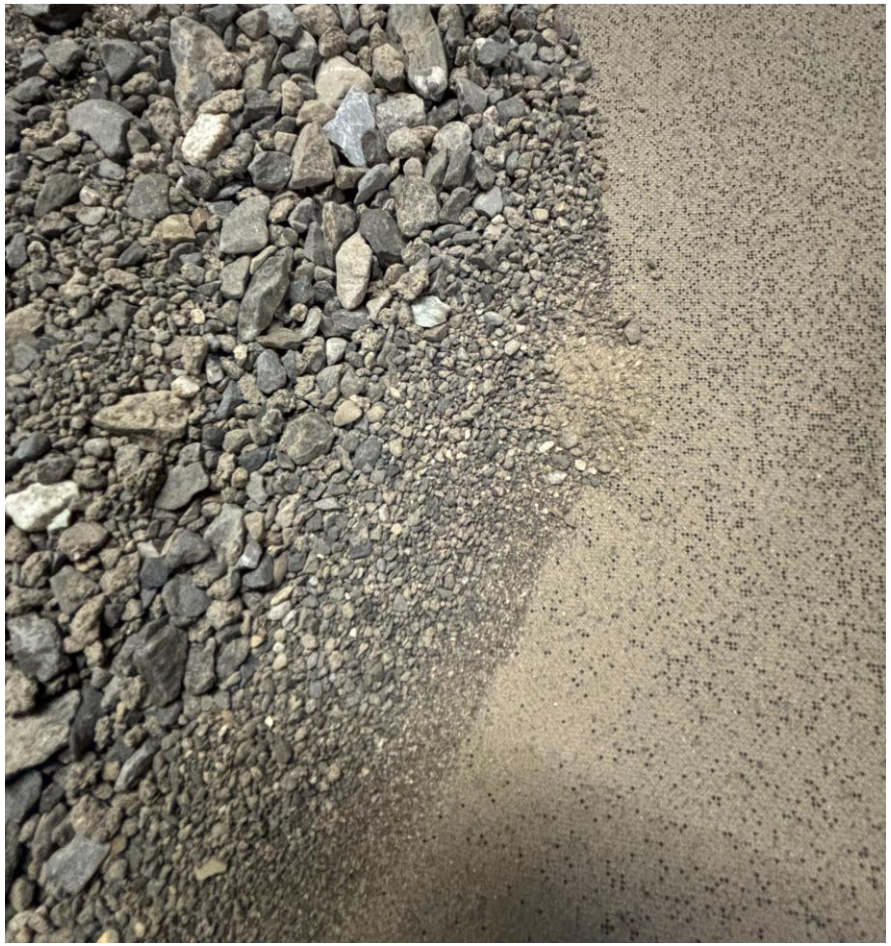
Les particules minérales sont totalement désagrégées

Du filler au sable, tout est désagrégé en particules indépendantes

La courbe granulométrique est totalement maîtrisable pour la réutilisation

Reste de bitume :

< 0.3 % sur toute la granulométrie

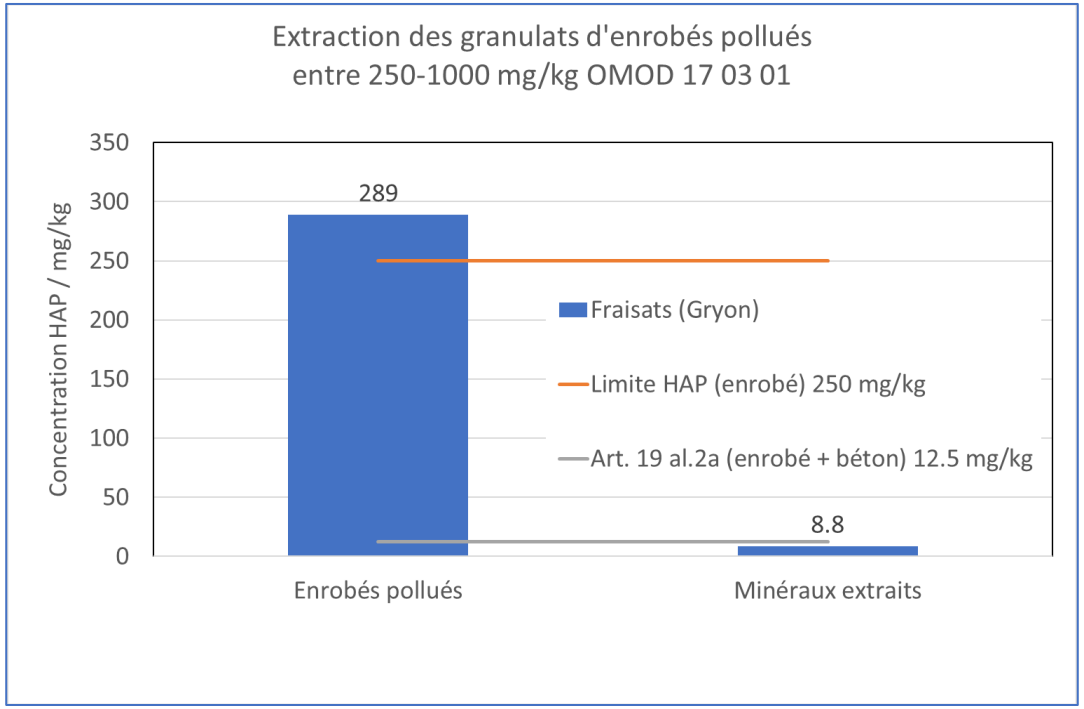


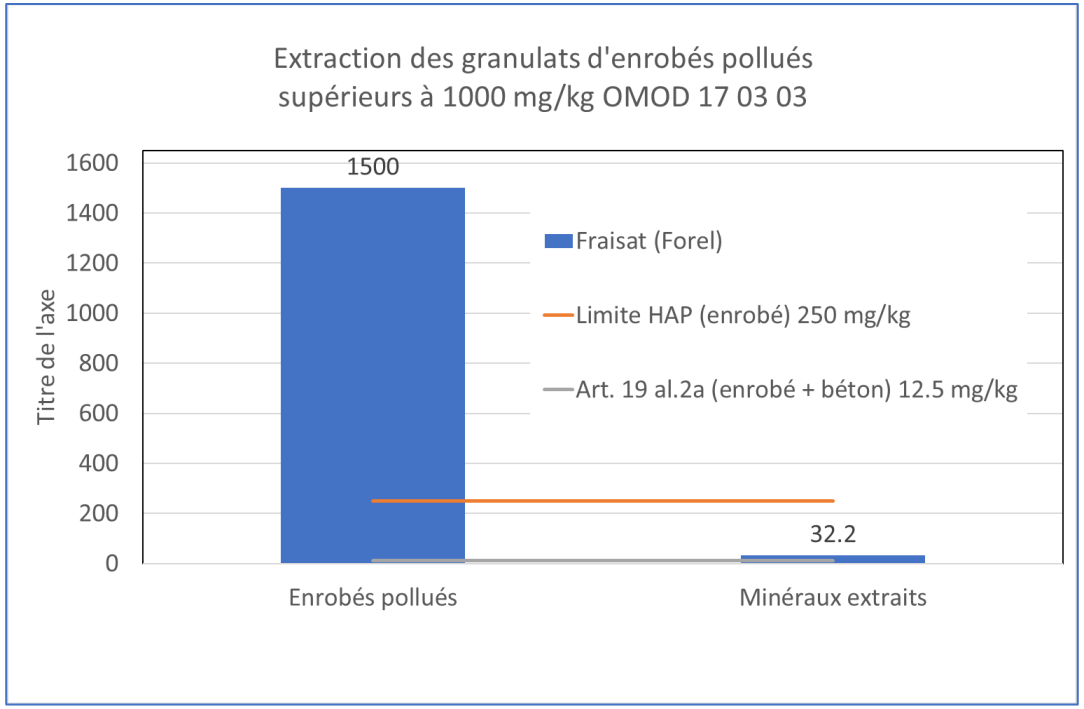
Capacité de décontamination des HAPs

Traitement par nano-bulles: NB-Cleantech



- Décontamination des enrobés bitumineux pollués aux HAPs





Elimination de la fraction bitumineuse polluée aux HAPs



Fraction de liant pollué aux HAPs

- Mise en décharge jusqu'à fin 2027
- Incinérée dès 2028

Traitement par nano-bulles: NB-Cleantech

Caractérisation de la fraction bitumineuse

- Bitume et filler 35/65

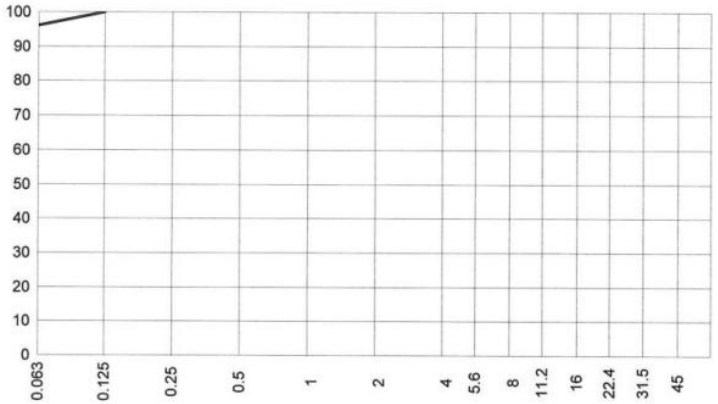


Pas de changement de qualité pour le bitume avant et après extraction

Bindemittel Art / Sorte*: Bitumenstaub — lösl. Anteil: **38.94** Masse-% (EN 12697-1)
Dosierung*: -
Zusätze Art / Menge*: - *Angaben Dritter

Korngrössenverteilung EN 12697-2 — **20220711-Noir haut**

Prüfsieb [mm]	Durchgang Masse-%
45.0	
31.5	
22.4	
16.0	
11.2	
8.0	
5.6	
4.0	
2.0	
1.0	
0.5	
0.25	
0.125	**100.0**
0.063	**96.1**



Marshall-Versuch 1) bestimmt, 2) berechnet — Verdichtungstemperatur: °C

Raumdichte	EN 12697-6	-	kg/m³				
Rohdichte	EN 12697-5	-	kg/m³	Stabilität	S	-	kN
Hohlraumgehalt	EN 12697-8	-	Vol-%	Fliessen	F	-	mm
HM-Füllungsgrad	EN 12697-8	-	%	EN 12697-34			

Eigenschaften des rückgewonnenen Bindemittels

Erweichungspunkt R.u.K. EN 1427	**69.4**	°C	erreichte Auszuglänge:	-	mm
			Elastische Rückstellung EN 13398		%
Penetration bei 25 °C EN 1426	**22**	1/10 mm			
			Brechpunkt nach Fraass EN 12593	-	°C
Penetrationsindex PI	**+0.9**				

Réutilisation de la fraction bitumineuse non polluée aux HAPs



Réutilisation de l'extrait de bitume dans le malaxeur

Utilisation limitée par la concentration de fines minérales



NB-Cleantech: **Points critiques en développement**

- **Stabilisation** du procédé dans l'installation pilote industrielle
- **Valorisation** de la fraction bitumineuse
  - HAPs < 250 mg/kg en liant (réduire la fraction minérale)
  - HAPs > 250 mg/kg en valorisation thermique (énergie)

Réutilisation des granulats et sables

1 FRAISAGE DE LA CHAUSSÉE

La couche d'enrobé usée est fraisée et collectée.



2 CONCASSAGE ET CALIBRAGE DE L'ENROBÉ

Les plaques ou le fraisat d'enrobés sont concassés pour obtenir des « agrégats d'enrobés ».



2A SÉPARATION DE L'ENROBÉ ET DES GRANULATS

La séparation est réalisée par la technologie brevetée « NB-Cleantech ».

L'enrobé est séparé au moyen de nanobulles dans l'eau, sans solvants organiques.



3 INCORPORATION DES « GRANULATS EXTRAITS » PAR NB-CLEANTECH ET DES « AGRÉGATS D'ENROBÉS » DANS LA PRODUCTION EN CENTRALE

Les granulats extraits sont ajoutés aux matériaux primaires et aux matériaux concassés et calibrés (RAP) pour produire des enrobés bitumineux en centrale d'enrobés.



4 MISE EN ŒUVRE DU NOUVEL ENROBÉ

Le nouvel enrobé est transporté, mis en œuvre et compacté sur la route.



Réutilisation des granulats et sables

Exemples concrets démontrant l'augmentation de la teneur en matériaux recyclés dans différentes sortes d'enrobés:

Sorte	Taux RAP max. VSS	Recette enrobé [kg] Liant	filler	agrégats	RAP	granulats NBC	Total	Total R	Augmentation part R
AC B 22 S	60%	14		386	600		1000	600	+ 32%
[liaison]		14		193	600	193	1000	793	
AC 11 N	40%	40		560	400		1000	400	+ 70%
[surface]		40		280	400	280	1000	680	
AC MR 8	0%	60	50	890			1000	0	☺
[spécial]		60	50	445		445	1000	445	

NB-Cleantech

- **Augmente** la part des matériaux bitumineux recyclés
- **Améliore** la circularité des matériaux
- **Préserve** les ressources naturelle en granulats
- **Répond** à l'évolution du cadre réglementaire



NB-Cleantech: a new way, new resources





Remerciements
OFEV-OFROU, Service de l'environnement du VS