

## MESURE DE LA PROPRETE DES GRANULATS

L'essai de mesure de la propreté des granulats est utilisé pour évaluer le niveau de propreté des agrégats ou des granulats, qui sont des matériaux comme le sable, le gravier ou les pierres concassées utilisés dans la construction de béton ou d'asphalte. La propreté des granulats est importante car elle peut avoir un impact significatif sur les propriétés du mélange final, telles que la résistance, la durabilité et l'adhérence. Il existe différentes méthodes d'évaluation de la propreté des granulats, La propreté des granulats peut être évaluée de plusieurs manières, notamment :

**Teneur globale en fines :** Ce paramètre évalue la quantité totale de particules fines dans les granulats, ce qui est crucial dans la composition des bétons. L'analyse granulométrique permet de déterminer le pourcentage global de fines, mais elle ne distingue généralement pas les fines silico-calcaires des fines argileuses.

**Essai d'équivalent de sable :** Cet essai normalisé permet de quantifier la propreté d'un sable. Il évalue la quantité de fines dans un échantillon de sable par rapport à un sable de référence, ce qui donne une indication de la propreté relative du matériau.

**Essai au bleu de méthylène :** Cet essai est utilisé pour évaluer le degré d'activité des particules fines argileuses présentes dans les granulats. Ces fines argileuses peuvent être responsables de divers problèmes et de non-qualité dans les bétons. L'essai au bleu de méthylène permet d'évaluer leur impact potentiel en termes de réactivité.

Chacune de ces méthodes a ses propres avantages et limites. L'analyse granulométrique offre une vue globale des fines, mais ne permet pas de distinguer les différents types de fines. L'essai d'équivalent de sable et l'essai au bleu de méthylène se concentrent davantage sur la propreté spécifique du matériau par rapport à des critères normalisés ou à des caractéristiques particulières des fines, comme leur réactivité dans les mélanges de béton.

En combinant ces différentes méthodes, il est possible d'avoir une évaluation plus complète de la propreté des granulats, ce qui est essentiel pour garantir la qualité et les performances des matériaux utilisés dans la construction.

### Essai d'équivalent de sable (EN 933-8)

#### 1 -But de l'essai :

Cet essai est utilisé de manière courante pour évaluer la propreté des sables entrant dans la composition des bétons. L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers.

Une procédure normalisée permet de déterminer un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté de celui-ci.

#### 2-Principe de l'essai :

L'essai décrit concerne l'évaluation de la propreté de la fraction 0/2 mm d'un matériau spécifique. Voici les étapes et principes de cet essai :

**Tamissage par voie humide** : Le tamissage est réalisé sur la fraction 0/2 mm du matériau à étudier en utilisant un tamis humide. Cette méthode humide permet de retenir les éléments fins sans les perdre pendant le processus de tamissage.

**Lavage normalisé de l'échantillon** : L'échantillon est lavé selon un processus normalisé, probablement avec de l'eau ou une solution spécifique, pour éliminer les particules fines et la saleté du matériau.

**Temps de repos** : Après le lavage, l'échantillon est laissé en repos pendant une durée spécifique. Dans ce cas, la durée de repos est de 20 minutes.

#### **Mesure des hauteurs :**

**Hauteur h1** : C'est la hauteur totale de l'échantillon, composée du sable propre et des éléments fins restants après le lavage et le repos.

**Hauteur h2** : Il s'agit de la hauteur du sable propre uniquement, après que les particules fines ont eu le temps de se déposer ou de se séparer du sable propre pendant le repos de l'échantillon.

En mesurant la différence entre h1 et h2, on peut obtenir une estimation de la quantité d'éléments fins restants dans l'échantillon après le processus de lavage. Cette différence de hauteur peut donner une indication de la propreté du sable, en évaluant la quantité de fines qui ont été éliminées ou restent présentes dans le matériau après le lavage.

**L'objectif principal de cet essai** est de déterminer la propreté relative du sable, en évaluant la quantité de fines présentes dans la fraction 0/2 mm, ce qui est crucial pour garantir la qualité des matériaux utilisés dans la construction, notamment dans la fabrication du béton.

On en déduit |' équivalent de sable qui, par convention, est (figure 5.1) :

$$SE = 100 \cdot h_2 / h_1$$

Les conditions opératoires ont une influence importante sur le résultat. Il convient donc de suivre celles-ci scrupuleusement. Il est préférable d'utiliser un échantillon humide, ce qui évite de perdre les éléments fins. L'essai devant être effectué sur 120 g de grains secs, après détermination de la teneur en eau du sol  $w$ , on pèse un échantillon humide de masse égale à  $120(1 + w)$  grammes. La teneur en eau  $w$  est exprimée en % du poids d'eau par rapport au poids de l'échantillon sec et doit être compris entre, 0 et 2 %.

### 3- Produits utilisés

Les détails sur la procédure d'essai d'équivalent de sable, y compris les conditions opératoires, les produits utilisés et la préparation de la solution lavante. Voici une explication des points mentionnés :

**Conditionnement de l'échantillon :** Avant de réaliser l'essai, il est crucial de suivre des conditions opératoires strictes. Il est recommandé d'utiliser un échantillon humide pour éviter la perte des éléments fins. Sur la base d'une masse de 120 g de grains secs, après avoir déterminé la teneur en eau du sol ( $w$ ), vous devez peser un échantillon humide d'une masse égale à  $120 * (1 + w)$  grammes. La teneur en eau ( $w$ ) est exprimée en pourcentage du poids d'eau par rapport au poids de l'échantillon sec et doit être comprise entre 0 et 2 %.

**Préparation de la solution lavante :** La solution lavante utilisée dans cet essai est conçue pour séparer les éléments fins argileux et provoquer leur floculation. La solution concentrée est préparée avec les ingrédients suivants (pour un litre, complété avec de l'eau déminéralisée) :

111 g (+1 g) de chlorure de calcium anhydre ( $\text{CaCl}_2$ ), ou 219 g (+ 2 g) de chlorure de calcium cristallin ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

480 g (+ 5 g) de glycérine, soit 99 % de glycérol de qualité pharmaceutique,

12,5 g (+ 0,5 g) de solution aqueuse à 40 % en volume de formaldéhyde de qualité pharmaceutique.

**Stockage et préparation de la solution lavante :** La solution concentrée ainsi préparée est stockée en doses de 125 cm<sup>3</sup> dans des flacons en polyéthylène. La solution lavante utilisée pour l'essai est obtenue en diluant une dose de 125 cm<sup>3</sup> de la solution concentrée dans 5 litres d'eau déminéralisée. Cette solution peut être conservée pendant 2 à 4 semaines.

Il est à noter que ces détails donnent des instructions spécifiques pour préparer la solution lavante utilisée dans le cadre de l'essai d'équivalent de sable. Suivre rigoureusement ces instructions est essentiel pour garantir la fiabilité et la précision des résultats de l'essai.

### 4- Equipement utilisé :

Il est mentionné que l'équipement utilisé pour l'essai d'équivalent de sable est décrit de manière détaillée dans la norme. Voici une liste des éléments principaux requis pour cet essai, telle que décrite :

**1-Éprouvettes en verre ou en matière plastique :** Ces éprouvettes sont utilisées pour contenir l'échantillon de sable et sont équipées de deux traits repères pour mesurer les hauteurs  $h_1$  et  $h_2$ . Elles sont munies de leurs bouchons pour faciliter la manipulation de l'échantillon pendant l'essai.

**2-Entonnoir :** L'entonnoir est utilisé pour l'introduction contrôlée du sable dans les éprouvettes, facilitant ainsi le processus de mise en place de l'échantillon.

**3-Bonbonne de 5 litres pour la solution lavante :** Cette bonbonne est destinée à contenir la solution lavante nécessaire à l'essai. Elle est munie de son bouchon pour conserver la solution et est équipée d'un siphon et d'un tube souple d'1,5 mètre pour acheminer la solution vers l'échantillon.

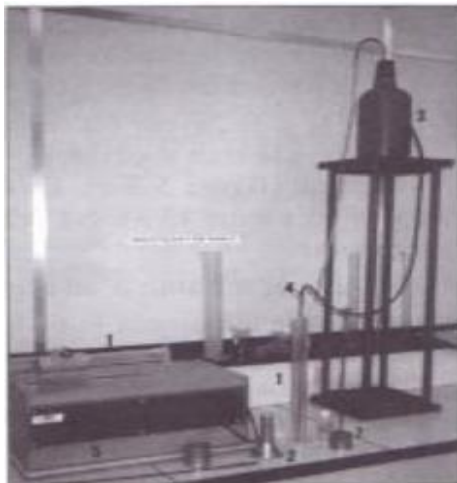
**4. Tube laveur métallique plongeant :** Ce tube est utilisé pour laver l'échantillon de sable. Il est conçu pour immerger l'échantillon dans la solution lavante et faciliter ainsi le processus de lavage.

**5. Machine agitatrice :** Cette machine est utilisée pour agiter l'échantillon de sable en solution lavante de manière contrôlée et uniforme. L'agitation est nécessaire pour assurer un lavage efficace des particules fines du sable.

**6. Réglet métallique :** Ce réglet métallique est utilisé pour mesurer précisément les hauteurs de sable et de floculat dans les éprouvettes. Il est essentiel pour obtenir des mesures précises lors de l'essai.

**7. Piston taré avec une masse coulissante de 1 kg :** Ce piston taré est utilisé pour exercer une pression contrôlée sur l'échantillon de sable lors de la mesure de l'équivalent de sable (SE). Il est utilisé pour obtenir des résultats précis en appliquant une force constante sur l'échantillon pendant la mesure.

Ces éléments constituent l'équipement de base nécessaire pour mener à bien l'essai d'équivalent de sable tel que décrit dans la norme. Ils sont essentiels pour réaliser correctement et avec précision cet essai visant à évaluer la propreté des sables utilisés dans la construction.

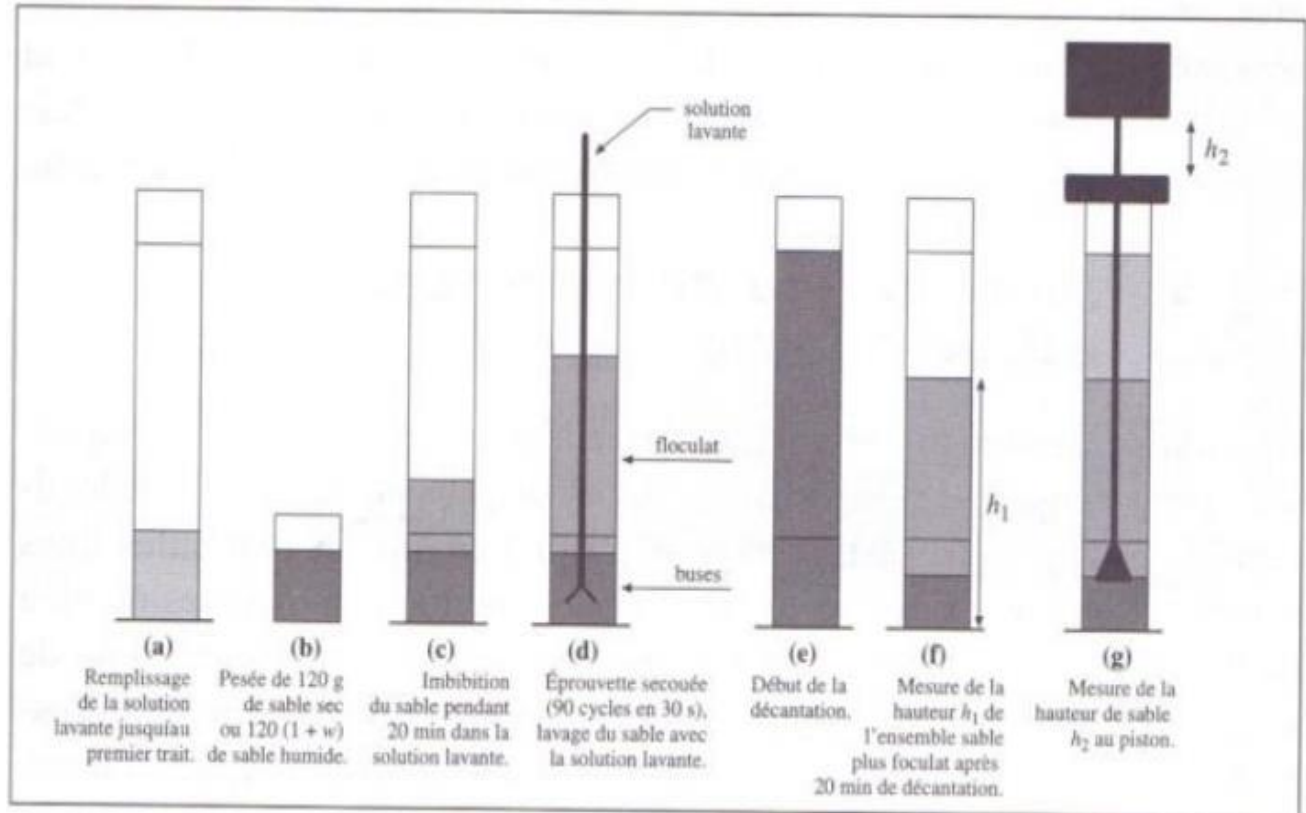


## 5- Conduite de l'essai :

L'essai est effectué sur deux échantillons du matériau dont on veut mesurer l'équivalent de sable. Les deux échantillons passant au tamis de 2 mm et pesés, on effectue les opérations dans l'ordre suivant :

1. La solution lavante est placée dans une bonbonne de 5 L située à 1 m au-dessus du fond des éprouvettes, le dispositif siphonique est amorcé et il est relié au tube laveur.

2. On dispose de deux éprouvettes propres pour les deux échantillons étudiés et on prendra la moyenne des 2 résultats obtenus. L'ensemble de ces procédures, schématisé figure 5.3, est effectué selon le protocole suivant :
3. Emplir les éprouvettes avec la solution lavante jusqu' au trait inférieur (figure a).
4. La quantité de sable voulue (figure b) est versée dans l'éprouvette en veillant à éliminer les bulles d'air. Laisser reposer 10 min (figure c).
5. Boucher les éprouvettes et les agiter : mouvement rectiligne et horizontal de 20 cm d'amplitude, 90 allers et retours en 30 s (effectués de manière automatique par la machine).
6. Laver et remplir les éprouvettes, avec le tube laveur (figure d). Pour cela, rincer le bouchon au-dessus de l'éprouvette, faire descendre le tube laveur en le faisant tourner entre les doigts : on lave ainsi les parois intérieures de l' éprouvette. Laver le sable en faisant descendre et remonter lentement le tube laveur dans la masse du sable pour faire remonter les particules fines dans la solution supérieure.
7. Sortir le tube laveur (et fermer le robinet) lorsque le niveau du liquide atteint le trait supérieur puis laisser reposer 20 min en évitant toute vibration (figure e). La tolérance sur le temps de repos est faible (plus ou moins 15 s), car la hauteur du floculat dépend fortement de celui-ci.
8. Mesurer  $h_1$  à l'aide d'un réglet (figure f).
9. Descendre lentement le piston taré dans le liquide à travers le floculat, le manchon prenant appui sur le bord supérieur de l' éprouvette, et l'immobiliser au contact du sable. Mesurer  $h_2$ . Ces opérations sont identiques pour les deux éprouvettes réalisées sur chaque échantillon. Les mesures  $h_1$  et  $h_2$  doivent être effectuées avec la précision du millimètre.



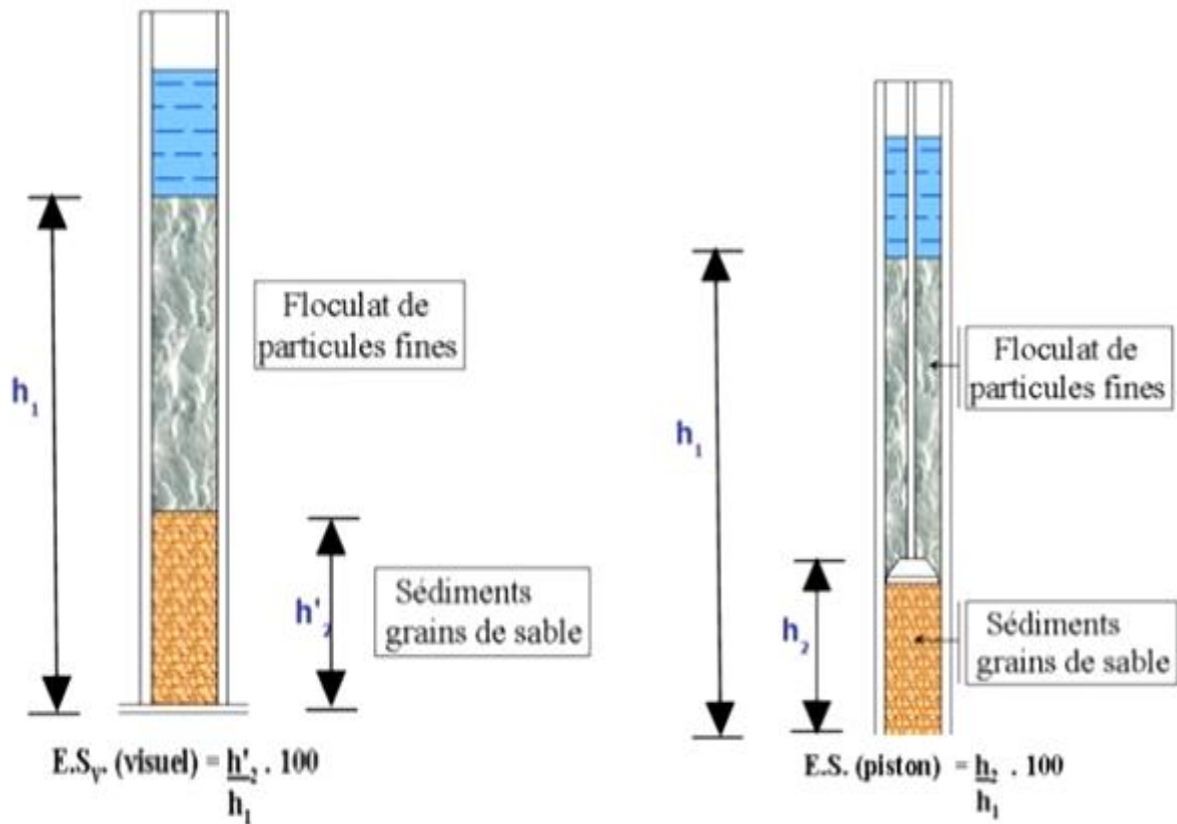
## Calcul de SE

Les valeurs de l'équivalent de sable sont utilisées pour évaluer la qualité du sable en termes de propreté, de quantité de fines et de sa capacité à produire un béton durable et de haute qualité

SE à vue	SE à piston	Nature et qualité du sable
SE < 65%	SE < 60%	sables contenant une trop grande quantité d'argile qui sont à éviter dans la fabrication de béton de qualité pour minimiser les risques de retrait, de gonflement et de détérioration prématurée du béton
65% ≤ SE < 75%	60% ≤ SE < 70%	sable légèrement argileux qui peut être acceptable pour des bétons courants dans la mesure où sa teneur en argile reste dans des limites acceptables et où des mesures sont prises pour minimiser tout effet négatif potentiel sur la qualité du béton.
75% ≤ SE < 85%	70% ≤ SE < 80%	sable propre avec une faible teneur en fines argileuses qui est préférable pour la production de bétons de haute qualité, car il contribue à améliorer les propriétés du béton tout en réduisant les risques de défauts structurels.

# TP N° 08 : MESURE DE LA PROPRETE DES GRANULATS

SE ≥85%	SE ≥80%	sable très propre, avec une absence presque totale de fines argileuses, peut présenter un défi en termes de plasticité du béton.
---------	---------	--



Exercice :

Equivalent de sable visuel

N de l'essai	1	2	3
La hauteur h1	9.24	8.91	9.13
La hauteur h2	11.66	11.44	11.22
SE v	..... %	.....%	.....%
SE V moyenne	.....%		

Equivalent de sable par piston

N de l'essai	1	2	3
La hauteur h1	8.25	7.81	8.25
La hauteur h2	11.66	11.44	11.22
SEP	.....%	.....%	.....%
SE P moyenne	.....%		

## Conclusion

Qualité du sable : sable propre avec une faible teneur en fines argileuses qui est préférable pour la production de bétons de haute qualité.

$75\% \leq S_{Ev} < 85\%$	$70\% \leq S_{Ep} < 80\%$
---------------------------	---------------------------