



---

## Mélanges béton

---

Note du 13 juin 2012

Le mélange standard avec lequel je crois que tout le monde s'accord pour travailler est un mélange à **350 kg de ciment par mètre cube de matériaux secs**.

Le problème est de savoir comment obtenir cette proportion sur chantier.

Le plus cohérent serait d'avoir une **proportion par volumes**. Cela évite d'une part les problèmes d'unités conflictuelles (p.ex. sacs de ciment de taille différente suivant les normes, les marques ou les pays) et d'autre par les problèmes de pesée sur site.

Sur le terrain, j'ai en général entendu parler de mélanges à 1/2/3 ou 1/2/4 (ciment/sable/gravier).

---

### Calculs

---

soit  $1/2/3 \times 250 \text{ l} = 250 \text{ l}$  (litres de ciment) /  $500 \text{ l}$  (sable) /  $750 \text{ l}$  (gravier).

500 l de sable et 750 l de gravier se combinent pour former un mètre cube de matériaux secs (une partie du sable occupe le vide entre les graviers) dans une proportion proche de celle recommandée par les Eurocodes. C'est donc parfait.

Mais

combien pèsent 250 l de ciment?

La densité apparente du ciment varie entre 0.8 (s'il n'est pas tassé) et 1.6 (très tassé, par exemple après un long trajet).

250 l de ciment pèsent donc entre 200 et 400 kg. Il faut donc que le ciment soit très tassé pour que le mélange compte 350 kg de ciment par mètre cube de matériaux secs.

Dans les conditions de mesure de chantier, la densité apparente du ciment doit plutôt être considérée proche de 1.

Dans ce cas, **un mélange à 1/2/3 est dosé à 250 kg de ciment par mètre cube** de matériaux secs, soit un béton sous-dosé à près de 30%.

Pour un mélange à 1/2/4, c'est encore pire:

Soit  $1/2/4 \times 200 \text{ l} = 200 \text{ l}$  (litres de ciment) /  $400 \text{ l}$  (sable) /  $800 \text{ l}$  (gravier).

400 l de sable et 800 l de gravier se combinent pour former un mètre cube de matériaux secs (une partie du sable occupe le vide entre les graviers) et forment un mélange plus "grumeleux" que celui des Eurocodes (difficile à vibrer).

200 l de ciment pèsent entre 160 et 320 kg, et autour de 200 kg dans les conditions habituelles de chantier.

Aussi, un mélange à **1/2/4** est dosé à 200 kg de ciment par mètre cube de matériaux secs, soit un béton **sous-dosé à plus de 40%**.

---

### Conjectures

---

Il est possible que ceux qui ont les premiers proposé ces proportions par volumes aient été trop optimistes quant à la densité apparente du ciment - c'est-à-dire qu'ils auraient considéré un

ciment de densité apparente de 1.5, ce qui est très tassé (mais donne bien un mélange idéal dans le cas d'un mélange à 1/2/3).

Il est possible également que le code américain, qui recommande un mélange à 1/2/4 **par masse** ait brouillé le message.

---

## Recommandation

---

Dans les conditions de mesure du volume qu'on rencontre sur les chantiers (= densité apparente du ciment proche de 1), une proportion de 1½ / 2 / 3 donnerait béton dosé à 350 kg de ciment par mètre cube de matériaux secs dans un mélange très proche des recommandations Eurocodes.

Il serait cependant plus simple de le présenter en fractions entières, soit: **3/4/6**.

---

## La question de l'eau

---

Les industriels utilisent des matériaux stockés secs, et peuvent donc donner une proportion d'eau, que ce soit en masse ou en volume.

Sur chantier, au contraire, les matériaux sont rarement stockés à l'abri de l'eau et de l'humidité. Il faudrait donc déduire de la quantité d'eau à ajouter au mélange celle contenue dans les granulats.

Comme il est impossible d'estimer cette quantité d'eau contenue dans les granulats, **il est préférable de ne pas donner de proportion d'eau**, et d'enseigner aux maçons à l'estimer en réel (apparence, *slump test*, etc.).

Cependant, s'il faut donner un chiffre, on peut proposer deux à trois fois moins d'eau que de ciment (en volume), quitte à compléter après observation du mélange obtenu.

---

## Mélange idéal

---

**Le mélange idéal est donc de 1/3/4/6 par volumes (eau/ciment/sable/gravier),**

où le ciment pourra être mesuré tel que sorti du sac (= peu tassé), et

où cette quantité d'eau doit être augmentée après observation du résultat.