

LE CIMENT - LES MORTIERS ET LES BETONS

*Par: Zile-Marie Durosier¹
Richard Bonneville*

Le ciment est réalisé à base de klinker, cuit en haut fourneau (élimination de l'eau) puis broyé finement. Le ciment est un liant hydraulique :

- 1) Il amalgame des éléments (du sable pour faire du mortier, du sable et du gravier pour faire du béton).
- 2) Sa mise en oeuvre nécessite de l'eau (resté trop longtemps dans un endroit humide le ciment perd sa qualité de liant...).

Il existe principalement deux type de ciment : le Ciment Portland Artificiel (CPA) et le ciment laitier ou ciment de haut fourneau ou encore ciment métallurgique. On utilisera de préférence les ciments laitiers pour la mise en oeuvre en milieu humide (captage, citerne) car ils ne contiennent pas d'hydroxyde de carbone (chaux éteinte) libre.

Le lait de ciment (eau + ciment) sert au polissage et à l'étanchéité d'un béton (à appliquer après plusieurs couche de mortier taloché, pour finition). Il n'a aucune résistance en soi.

Le mortier est utilisé pour amalgamer d'autres éléments de plus gros volume (briques, roches, parpaings de béton...). C'est un mélange de ciment, de sable et d'eau.

Le béton est un mélange de mortier et de gravier. Le béton résiste particulièrement bien à la pression et très mal à la traction. On l'utilise donc seul pour réaliser des éléments porteurs tels que fondations ou murs de soutènement. On lui ajoute des fers (résistant à la traction) pour réaliser des éléments de construction qui demande une bonne résistance à la flexion (dalles, poutres, poteaux...).

Quand on calcule la résistance que doit supporter un ouvrage (plancher ou poutre par exemple) il est important de ne pas oublier le propre poids du béton qui va composer cet ouvrage. C'est souvent la part la plus importante des contraintes à supporter (densité du béton $\cong 2,4$).

La résistance maximum d'un béton s'acquiert progressivement avec le temps. On parle du temps de prise, qui dépend du ciment utilisé (qualité, âge, etc.) des conditions météo

¹ * Zile-Marie Durosier a été responsable du programme Palmes-Grand Goëve hydraulique (partenariat Inter Aide / Concert-Action) jusqu'en 2000.

Richard Bonneville a supervisé les programmes de Marigot (Haïti) jusqu'en avril 99 et les programmes dominicains jusqu'en septembre 1999.



(température, hygrométrie) et de la qualité des agrégats et de leur proportion. Au bout de 7 jours de prise, un béton a acquis de 40 à 60 % de sa résistance finale (seulement !). Et de 60 à 80% au bout de 28 jours. Il n'est donc pas recommandé de décoffrer trop rapidement les dalles en béton par exemple. Il durcit lorsqu'il cesse d'être en mouvement (et non parce qu'il sèche...).

Le ciment n'a pas de résistance en soi. C'est le gravier, dans le cas du béton, qui lui procure la résistance (le sable dans le cas du mortier). Il est donc de première importance de bien choisir les agrégats.

Le ciment prend (durcit) non pas par évaporation de l'eau mais par réaction chimique. Le « séchage » du ciment (au soleil par exemple) l'empêchera d'acquiescer toute sa résistance (il se fendillera ou même s'effritera). Il est donc recommandé de mouiller les ouvrages en béton pendant la prise et de les protéger du soleil les premières heures (feuilles de bananier par exemple). Un béton prend même en immersion complète à condition qu'il ne soit plus en mouvement. Cette propriété est bien utile pour réaliser les fondations de captage.

Le gâchage du béton est une phase cruciale. En théorie il faut gâcher un béton pendant plus de 10 minutes en bétonnière pour assurer la bonne répartition des différents composants et lui donner une cohésion parfaite. Autant dire qu'un gâchage manuel, comme cela se fait généralement sur le terrain, est loin de permettre une homogénéité parfaite.

Pour obtenir une homogénéité satisfaisante du béton ou du mortier gâché à la main, la technique des trois tas donne d'assez bons résultats: 1) on ajoute les différents ingrédients sans l'eau sur le tas central ; 2) on déplace le tas à petites pelletées en formant un second tas à côté, et le plus haut possible ; 3) on ramène le second tas à la place du premier pour former ainsi un troisième tas; 4) il faut mouiller l'ensemble du mélange en une seule fois et gâcher le béton en continu en attendant son utilisation. La technique qui consiste à mouiller une partie seulement du béton entraîne une mauvaise répartition du ciment dans le mélange sable-gravier : l'eau entraînant le ciment vers le bas et laisse les agrégats (sable plus gravier) du haut sans liant.

Remouiller un béton qui a séché quelque peu est à déconseiller. Le ciment déjà mouillé a commencé sa réaction chimique. Il a séché et s'est durci. Mais par manque d'eau il reste friable. Rajouter de l'eau ne va pas permettre que le ciment récupère la dureté qu'il a déjà perdu... la réaction chimique ayant déjà eu lieu.

L'étanchéité des bétons dépend de la granulométrie de ses composants, mais aussi des ratios de composition. On peut réaliser des bétons poreux donc perméables en choisissant les composants adéquats. Pour tous les ouvrages de béton armé on doit réaliser des bétons étanches : protection des fers contre l'oxydation.

Les proportions des bétons font appel à des volumes et des poids. On parle de kg de ciment par mètre cube de composants. Une méthode empirique est le rapport de volumes ciment-sable-gravier :



- ✓ 1-2-3. soit 1 volume de ciment, 2 de sable et 3 de gravier est réputé étanche
- ✓ 1-2-4. est utilisé pour les maçonneries classiques.
- ✓ 1-2-2. est utilisé pour les sections minces (revêtements, dalle flottante...).

Encore faut-il s'entendre sur sable et gravier ! La granulométrie des différents éléments est essentielle. Un sable trop fin affaiblit le béton ! Il doit être propre (sans matière organique - moins de 8%- ni argile). Une poignée bien serrée dans la main s'effondre et se disloque dès qu'on desserre le poing et ne laisse pas de traces. Pour dépister la présence de matière organique on remplit une éprouvette de sable que l'on recouvre d'eau. Après 48 heures au repos, les matières organiques sont remontées en surface. On calcule alors le rapport des matières organiques sur la hauteur totale du sable \Rightarrow inférieur à 8 %.

La granulométrie des sables

- ✓ sable fin : 0,05 à 0,5 mm en général pour les enduits et polissage ;
- ✓ sable moyen : 0,5 à 2 mm pour réaliser les mortiers de montage ;
- ✓ sable gros : 2 à 5 mm pour un béton légèrement poreux ;
- ✓ un mélange de ces trois granulométries pour un béton étanche.

Le gravier de rivière (grains ronds et polis) est meilleur que le gravier concassé à arrêtes.

- ✓ gravier : 0,5 à 2,5 cm (soit 5 à 25 mm).

L'eau, elle aussi en principe, doit être mesurée. Trop d'eau rend le béton poreux et affaiblit sa résistance. Pas assez le rend difficile à mettre en oeuvre et ne permet pas la prise totale du ciment. Il faut faire des essais pour mesurer le « besoin en eau » des agrégats choisis. Un béton doit être fluide mais pas coulant, « une pâte à crêpe épaisse »... Un béton, moulé dans un cône tronqué (\varnothing base = 30 cm, \varnothing sommet = 15 cm et Hauteur = 45 cm) ne doit pas s'affaisser de plus de 5 cm la première minute.

Pour des fondations on peut utiliser des bétons dosés à 250, voire 200 kg/m³. Pour des ouvrages de béton armé (poutres, colonnes, planchers...) il faut augmenter la dose de ciment à 350 voire même 400 kg/m³. Attention encore, 60 litres de gravier et 40 litres de sable ne font pas 100 litres d'agrégat... Enfin, plus on dose en ciment (béton gras) plus le retrait est important à la prise. La quantité d'eau varie entre 150 et 230 litres par mètre cube.

