

Essais sur les bétons

Définitions

Le béton, composé de ciment liant et de granulats, est appelé béton hydraulique en raison de ses propriétés hydrauliques. Les bétons à hautes performances (BHP), avec des superplastifiants, offrent des résistances jusqu'à 70 MPa et une meilleure durabilité. Les bétons à très hautes performances (BTHP), avec fumée de silice, dépassent les 100 MPa de résistance. Les bétons auto-nivelants (BAN) et auto-plaçants (BAP) s'écoulent sans vibration, améliorant la qualité du coulage horizontal et vertical.

1-Gâchée d'essai (NF P18-404)

La norme NF P18-404 fait une distinction entre les essais d'étude et les essais de conformité et de contrôle. Les essais d'étude sont réalisés sur un béton fabriqué en laboratoire. Les essais de conformité ou de contrôle sont effectués sur le béton mélangé dans la bétonnière ou le malaxeur utilisé sur le chantier. La norme EN 12350-1 précise la méthode de prélèvement du béton destiné aux essais.

2-Essais d'étude

Les essais en laboratoire vérifient les qualités des bétons, incluant maniabilité et résistance. Une gâchée adaptée doit dépasser de 25 % le volume compacté des éprouvettes. La cuve doit contenir entre un tiers et la moitié du volume total. Les constituants sont ajoutés dans l'ordre : gros éléments, liant, sable, puis eau. Le malaxage à sec dure environ 1 minute, suivi de 2 minutes avec de l'eau. Pour les adjuvants, comme les superplastifiants, la durée du malaxage peut varier. Une première gâchée similaire "graisse" le malaxeur pour assurer la reproductibilité des essais. Ne pas rincer le malaxeur entre les gâchées économise et maintient la cohérence des mélanges. Le prélèvement du béton se fait par vidage latéral ou central, pas directement de la cuve.

Méthode de calcul simplifiée des composants d'un béton :

Mode opératoire:

Calculer la composition de 1 m³ de béton en utilisant **la méthode simplifiée**, avec:

Rapport granulats, 0,4 sable + 0,8 gravier et coef. E/C de 0,5 + 350kg de CEMII-42,5R

Calcul de composants :

Sable : $1,000 \text{ m}^3 \times 0,4 = V_{\text{sm}^3}$ ou 400 litre de sable

TP N° 02 et TP N° 03 : ESSAIS SUR LES BETONS –TMC 2

Gravier : $1,000 \text{ m}^3 \times 0,8 \text{ m}^3 \text{ de gravier} = V_G \text{ m}^3$ ou 800 litre de gravier

Ciment: $1,000 \text{ m}^3 \times 350\text{kg} = 350\text{kg}$ de ciment

Eau($E/C=0,5$) : $\Rightarrow \text{Eau} = 350\text{kg} \times 0.5 = 175\text{kg}$ ou 175 litre d'eau

EXERCICE

Calculer la quantité des composant d'un bloc de béton sachant que ces dimensions est $0.2\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$

Calcul du volume :

.....m xm xm = m^3 soit litre

Calcul des composants :

Sable : Si pour 1m^3 de béton nous avons $0,4 \text{ m}^3$ de sable alors:

pour m^3 de béton : x $0,4$ = m^3 soit litre de sable

Gravier : Si pour 1m^3 de béton nous avons $0,8 \text{ m}^3$ de gravier alors:

pour m^3 de béton : x $0,8$ = m^3 soit litre de gravier

Ciment : Si pour 1m^3 de béton nous avons 350kg de ciment alors:

pour m^3 de béton : x 350 = kg de ciment

Eau : $E/C = 0.5$ soit x 0.5 = kg ou litre d'eau

3- Essais de convenance ou de contrôle

Les essais de convenance visent à vérifier que le béton réalisé en laboratoire se comporte de manière satisfaisante lorsqu'il est réalisé dans les conditions réelles de malaxage prévues pour un chantier donné ; les essais de contrôle permettent de vérifier le maintien de ce comportement tout au long du déroulement du chantier. Le béton nécessaire est prélevé au moment du déchargement de la gâchée sur le chantier (au milieu du déchargement). Si V est le volume de béton nécessaire pour réaliser les essais, la norme exige de prélever un volume de $1,5V$.

Essais de consistance

.1 Maniabilité des bétons

Avant d'avoir les qualités mécaniques d'un solide, le béton doit être mis en place dans des coffrages. Cette opération doit être réalisée avec le maximum de facilité, d'abord pour réduire le temps nécessaire à la mise en place, puis pour éviter des désordres difficiles, voire impossibles à réparer, lors du décoffrage, dus à la faible maniabilité du matériau. Plus le béton est facile à mettre en place dans les coffrages, plus on le considère comme maniable ou ouvrable.

1-1 Objectif des essais de consistance

Le problème consiste à évaluer la maniabilité (ou l'ouvrabilité) du béton, qui est une qualité évolutive avant sa prise. C'est l'objectif des essais de consistance, qui classent les bétons selon une échelle de fluidité croissante : ferme, plastique, très plastique, fluide. Ces essais sont variés, mais nous ne décrirons ici que les plus couramment utilisés. Quatre des essais décrits ci-dessous sont mentionnés par la norme EN 206, qui définit pour chacun des classes de consistance numérotées de 0 ou 1 à 3, 4, 5 ou 6 (du béton le plus ferme au plus fluide). Ces classes de consistance ne sont pas directement comparables entre elles (par exemple, la classe 3 de l'essai d'affaissement n'est pas forcément équivalente à la classe V3 de l'essai Vébé).

1-2 L'essai d'affaissement au cône d'Abrams - test d'étalement (EN 12350-2)

C'est l'essai le plus couramment utilisé car il est très simple à mettre en œuvre. Il peut être utilisé tant que la dimension maximale des granulats ne dépasse pas 25 mm.

Principe de l'essai

L'objectif est de mesurer l'affaissement d'un cône de béton sous l'effet de son propre poids. Plus cet affaissement est important, plus le béton est considéré comme fluide.

Équipement nécessaire

L'appareillage est entièrement décrit dans la norme EN 12350-2 et est représenté sur la figure ci-dessous ; il se compose de 4 éléments :

un moule tronconique sans fond de 30 cm de hauteur, de 20 cm de diamètre à sa base et de 10 cm de diamètre à son sommet ;

une plaque d'appui ;

une tige de piquage ;

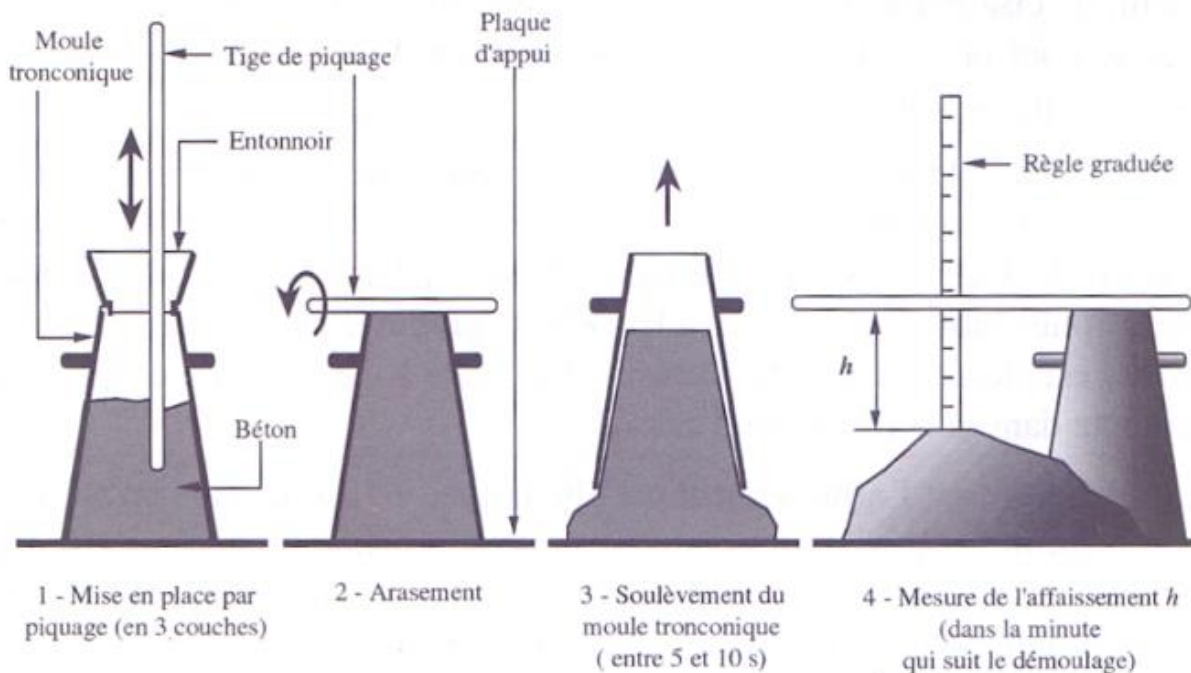
une règle graduée.

Conduite de l'essai

Le moule et la plaque d'appui sont légèrement humidifiés avec une éponge. Le moule est fixé sur la plaque. Le béton est introduit dans le moule en 3 couches de hauteurs égales, qui sont mises en

TP N° 02 et TP N° 03 : ESSAIS SUR LES BETONS –TMC 2

place à l'aide de la tige de piquage, actionnée 25 fois par couche (la tige doit pénétrer la couche immédiatement inférieure). Après avoir nivelé en faisant rouler la tige de piquage sur le bord supérieur du moule, le démoulage s'effectue en soulevant délicatement le moule (entre 5 et 10 secondes). Le béton n'étant plus en contact direct



tenu s'affaisse plus ou moins suivant sa consistance. Celle-ci est caractérisée par cet affaissement, noté A , et arrondi au centimètre le plus proche. La mesure doit être effectuée sur le point le plus haut du béton et dans la minute qui suit le démoulage. La durée totale de l'essai, du début du remplissage à la mesure de l'affaissement, ne doit pas excéder 2 min 30 s.

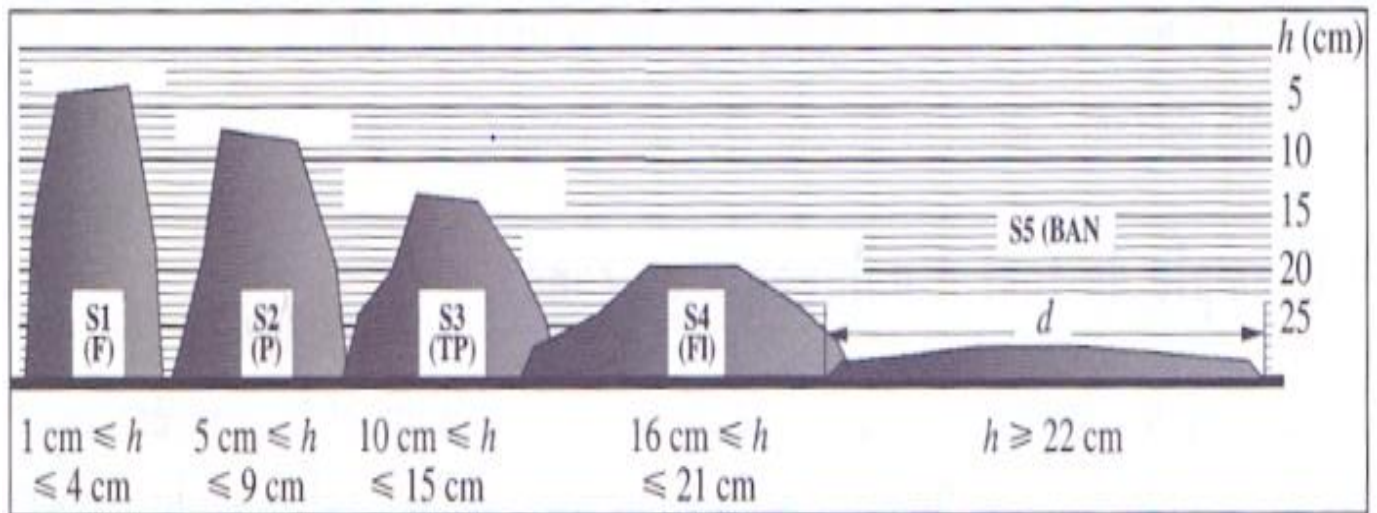
Classes d'affaissement

La norme EN 206 définit 5 classes de consistance, en fonction de l'affaissement mesuré. Elles sont indiquées sur la figure ci-dessous. Sur cette figure, les rectangles blancs représentent la variation possible d'affaissement correspondant à la classe considérée. Les classes sont notées S1, S2, S3, S4, S5 et appelées classes d'affaissement. S rappelle ici l'initiale du nom de l'essai en anglais : slump test. La norme XP P18-305 définissait les 4 premières classes de la même manière, mais les notait F, P, TP et Fl (Ferme, Plastique, Très Plastique et Fluide). La classe S5 correspond aux bétons autonivelants (BAN) pour lesquels il est plus significatif de mesurer l'étalement (d)

TP N° 02 et TP N° 03 : ESSAIS SUR LES BETONS –TMC 2

correspondant à la moyenne de deux mesures dans deux directions perpendiculaires. Dans ce cas, il est d'usage de remplir le cône sans piquage.

Indice d'affaissement	Affaissement en mm
S1	10 à 40
S2	50 à 90
S3	100 à 150
S4	160 à 210
S5	≥ à 220



Limites d'information de l'essai d'affaissement

L'écoulement d'un matériau comme le béton, lorsqu'il est fluide, est caractérisé par au moins deux paramètres : le seuil de cisaillement et la viscosité.

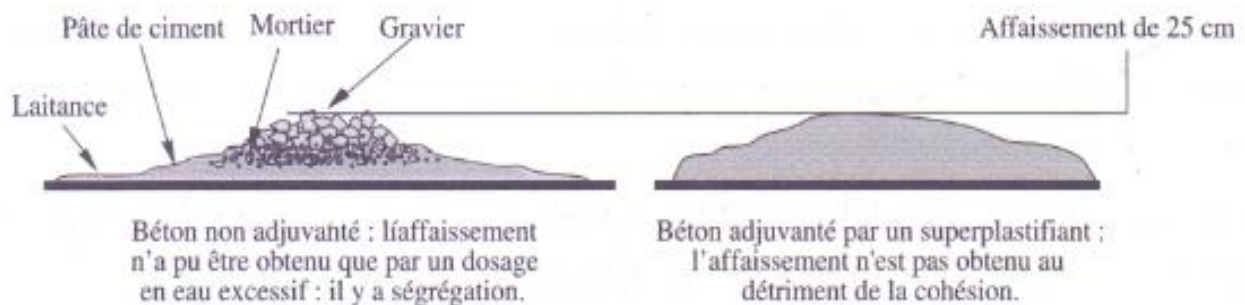
TP N° 02 et TP N° 03 : ESSAIS SUR LES BETONS –TMC 2

Le seuil de cisaillement renseigne sur la contrainte minimale à appliquer au matériau pour provoquer un début d'écoulement. La viscosité relie la variation de la vitesse d'écoulement à l'augmentation de la contrainte appliquée. L'affaissement est bien corrélé au seuil de cisaillement : plus l'affaissement est important et moins le seuil est élevé. Mais il ne donne aucune information quant à la viscosité. Celle-ci peut être reliée à la vitesse à laquelle se produit l'affaissement : plus faible est la vitesse à laquelle se produit l'affaissement et plus la viscosité est élevée. Mais cette vitesse est délicate à mesurer et n'est pas prise en compte dans la normalisation actuelle.

Or, les bétons dont l'affaissement est obtenu par un fort dosage en adjuvant superplastifiant connaissent une importante augmentation de leur viscosité comparativement aux bétons non adjuvés présentant le même affaissement. C'est pourquoi pour de tels bétons, il paraît souhaitable de travailler avec des affaissements au moins égaux à 15 cm.

Par contre, cette augmentation de la viscosité joue un rôle favorable pour de forts affaissements : elle permet d'éviter la ségrégation que connaîtrait un béton non adjuvé présentant un affaissement élevé.

L'abaissement, voire l'annulation, du seuil de cisaillement obtenu grâce à l'emploi de fortes doses de superplastifiants permet aujourd'hui de réaliser des bétons « autonivelants » ou « autoplacants » qui peuvent se mettre en place sans vibration et sans ségrégation.

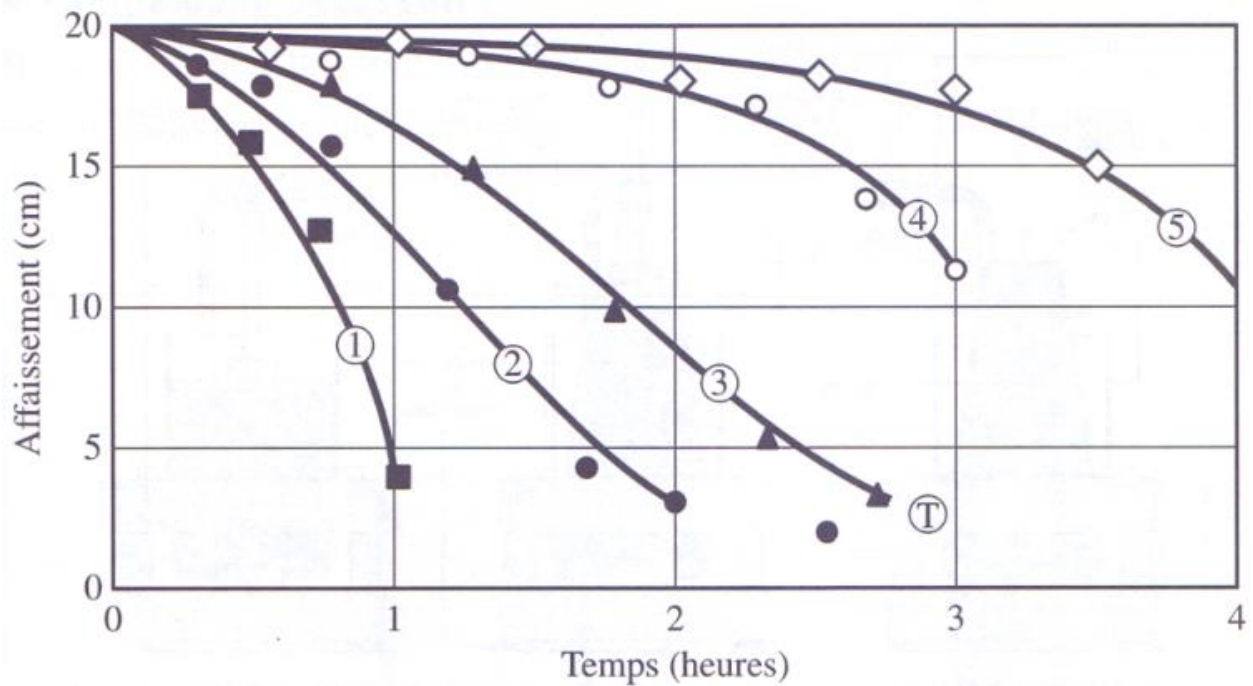


De tout cela, il ressort que la consistance mesurée par l'essai d'affaissement au cône ne suffit pas pour caractériser la maniabilité d'un béton et qu'il faut toujours préciser la manière dont cet affaissement a été obtenu : notamment le dosage en superplastifiant.

Exemple de test d'adjuvants au cône

Les propriétés fluidifiantes des superplastifiants présentent l'inconvénient de ne pas toujours se maintenir dans le temps. De ce point de vue, les superplastifiants peuvent avoir, en fonction de leur composition, des comportements très différents. La figure ci-dessous montre quelques exemples d'évolution de l'affaissement au cours du temps pour des bétons confectionnés avec 5 superplastifiants différents, comparés à un béton témoin .

TP N° 02 et TP N° 03 : ESSAIS SUR LES BETONS –TMC 2



De cet essai, il ressort que les adjuvants n° 4 et n° 5 ont, en plus de leurs propriétés fluidifiantes, un effet retardant sur la prise. De tels adjuvants peuvent être utilisés dilués dans l'eau de gâchage. Par contre, en ce qui concerne les adjuvants n° 1 et n° 2, s'ils ne sont pas utilisés pour de la préfabrication en usine, il paraît souhaitable de prévoir que la majeure partie, voire la totalité, de la dose d'adjuvant soit ajoutée au béton au moment de la livraison du béton sur le chantier. Si cela est nécessaire pour l'homogénéité du malaxage, 1/3 de la dose pourra être incorporée à l'eau de gâchage.