

*Depuis leur apparition au Japon à la fin des années '80, les bétons autoplaçants ont été progressivement utilisés partout en Europe. Leurs qualités les destinent à un bel avenir dans de nombreuses applications qu'il s'agisse de bétons prêts à l'emploi ou de produits préfabriqués en usine.*

*Il n'existe cependant pas encore en Belgique de document permettant une spécification adéquate de ce matériau. C'est pourquoi, un groupe de travail de la Plate-forme Béton s'est attaché à préparer des recommandations afin de spécifier de manière univoque un béton autoplaçant et de caractériser sa consistance, son homogénéité et son absence de ségrégation, tout en restant dans le cadre de la norme NBN EN 206-1: 2001 « Béton - Spécification, performances, production et conformité » et de son supplément NBN B 15-001 : 2004.*

*C'est ainsi que des procédures d'essais simples et applicables aussi bien en centrale à béton qu'en usine de préfabrication et sur chantier sont proposées. Ces recommandations sont provisoires, dans la mesure où elles pourront être complétées en fonction de l'amélioration de nos connaissances, notamment en matière d'essais de caractérisation, et en fonction de l'expérience acquise.*

« Le **béton autoplaçant** (BAP) est un béton qui, à l'état frais, est caractérisé par une fluidité telle que, par le seul effet de son poids propre et sans énergie de compactage supplémentaire, il est capable de remplir complètement le coffrage, même à travers une nappe d'armatures dense ou en présence d'autres obstacles, tout en ayant une résistance à la ségrégation suffisante pour rester homogène lors du transport, du pompage et de la mise en œuvre. »

[G. De Schutter, 2000]

Les BAP se distinguent des bétons ordinaires notamment par leurs propriétés à l'état frais. Ces propriétés se caractérisent principalement par :

- une mobilité en milieu non confiné (décrite par l'essai d'étalement) ;
- une mobilité en milieu confiné (décrite par la boîte en U) ;
- une stabilité (c'est-à-dire une résistance à la ségrégation et au ressuage).

Afin de pouvoir répondre à ces trois caractéristiques, la composition d'un BAP doit être soigneusement mise au point. Elle se caractérise par un volume de pâte (ciment + addition + eau + air) élevé, l'utilisation de superplastifiants et un volume de granulats faible.

En effet, les frottements entre les granulats limitent l'étalement et l'aptitude au remplissage des bétons. La quantité de granulats est donc limitée (en général le rapport granulats/sable exprimé en masse est de l'ordre de 1 dans un BAP). De plus, le  $D_{max}$  des granulats est compris entre 10 et 20 mm. Le risque de blocage dans un milieu fortement ferraille augmente, en effet, lorsque le  $D_{max}$  augmente.

La pâte doit assurer une mobilité suffisante mais doit aussi inhiber tout risque de ségrégation et de ressuage. Un BAP sera dès lors composé d'une quantité de fines élevée et d'une quantité d'eau relativement faible (E/C rarement supérieur à 0,55 voire 0,50). La fluidité souhaitée sera obtenue par l'utilisation de superplastifiants.

Le ciment est généralement un ciment portland ou de haut fourneau. A celui-ci sont mélangés soit des cendres volantes, soit du filler calcaire. Le choix des additions et de leur teneur respective doit se faire en fonction des exigences de résistance à la compression et de durabilité telles qu'imposées par les normes.

Dans certains cas, des agents de viscosité sont utilisés. Il s'agit généralement de dérivés celluloseux, de polysaccharides ou de suspensions colloïdales. Ces produits, comme les fines, ont pour rôle d'empêcher le ressuage et de limiter les risques de ségrégation en rendant la pâte plus épaisse.

Toute la gamme de résistances des bétons conventionnels peut être obtenue avec les BAP en jouant sur la nature du liant et la quantité d'eau. Il faut néanmoins noter que les résistances aux jeunes âges peuvent être affectées lorsque les bétons contiennent de grosses proportions d'additions ou un fort dosage en superplastifiant.

En ce qui concerne la mise en place des bétons autoplaçants, celle-ci peut se faire comme pour les bétons ordinaires par le haut du coffrage au moyen d'une goulotte ou d'un tube plongeur. Ce dernier permet d'éviter la chute du béton frais dans les coffrages. Les bétons autoplaçants peuvent également être mis en place par le bas du coffrage à l'aide de manchettes d'injection. Le risque de formation de vides d'air est ainsi diminué. Quelle que soit la méthode retenue pour mettre en place le béton, il convient de limiter la longueur de cheminement horizontal dans les coffrages afin d'éviter le risque de voir se manifester de la ségrégation dynamique. Ainsi, il y a lieu de répartir les tubes plongeurs ou les manchettes d'injection à un espacement maximum de 7 mètres.

Il est recommandé d'être particulièrement vigilant en matière de protection du béton frais contre la dessiccation. Les BAP sont, en effet, des bétons vulnérables vis-à-vis des effets du retrait plastique. La cure du béton frais doit donc avoir lieu immédiatement après sa mise en œuvre.

Le *tableau 1* donne à titre d'exemple des résultats obtenus sur différentes compositions de béton. Bien que l'ouvrabilité (*slump flow*) de ces bétons soit toujours suffisante (étalement supérieur à 65 cm), nous pouvons remarquer qu'un BAP doit posséder une composition soigneusement étudiée pour répondre aux exigences de mobilité en milieu confiné (résultat à la boîte en U supérieur à 300 mm) et de résistance à la ségrégation (résultat de stabilité au tamis inférieur à 20 %). Ce tableau indique, en effet, que le critère à la boîte en U est généralement satisfait pour des bétons riches en pâte voire en eau alors que celui de stabilité au tamis n'est satisfait que pour des bétons pauvres en eau (soit pas nécessairement des BAP parfaitement mobiles, mais des bétons sans ségrégation).

Autrement dit, la caractérisation du béton frais à l'aide de ces 3 essais (*slump flow* – boîte en U – stabilité au tamis) est tout à fait nécessaire pour différencier un BAP d'un autre béton.

Tableau 1 - Comparaison de différents types de bétons

Ciment (kg/m <sup>3</sup> )	400	400	400	400	
Filler calcaire (kg/m <sup>3</sup> )	0	0	200	200	
Rapport granulats / sable	1	1	1	1	
Rapport eau / ciment	0,73	0,45	0,83	0,45	
Superplastifiant	non	oui	non	oui	
Agent de viscosité	non	non	non	non	
Caractéristiques à l'état frais (*)					
critère:					
<i>Slump Flow</i>	≥ 65 cm	71	72	74	68
Boîte en U	≥ 300 mm	340	130	340	335
Stabilité au tamis	≤ 20 %	21,9	7,5	27,8	6,5
Résistance à la compression à 28 jours, sur cubes de 15 cm de côté (N/mm <sup>2</sup> )		39,4	74,7	33,3	80,0
Appréciation du béton en tant que BAP	NON ségrégation	NON blocage en milieu confiné	NON ségrégation importante	OUI	

(\*) voir méthodes d'essais plus loin

Un BAP est donc un béton qui présente des caractéristiques rhéologiques telles qu'il se met en place sous son propre poids, en restant homogène, sans aucune vibration. Les avantages d'un tel béton sont les suivants :

- pour la mise en œuvre :
  - diminution du temps de coulée ;
  - suppression de la vibration et donc diminution notable des nuisances sonores et de l'usure des moules métalliques et des coffrages ;
  - meilleures conditions de travail, ce qui permet d'attirer une main d'œuvre qui n'appréciait pas toujours les conditions de travail « bruyantes » ;
  - possibilité de couler des bétons dans des endroits inaccessibles ;
  - possibilité de couler des voiles de grande hauteur en une seule opération.
- sur la qualité du béton :
  - parfait remplissage des éléments fortement ferrillés ;
  - obtention d'une bonne qualité de parement (surface de béton lisse et donc moins de pores en surface) ;
  - et d'une manière générale, obtention d'une meilleure qualité du béton, in situ, pratiquement indépendante du savoir-faire des ouvriers durant la réalisation ; cela va dans le sens d'une durabilité accrue des ouvrages.
- concernant la conception :
  - permet d'envisager de nouveaux types d'éléments en béton ;
  - possibilité d'intégrer des réservations dans le coffrage.

Le désavantage principal de ce béton est qu'il entraîne un accroissement du coût des matières premières, de la fabrication et du contrôle. Sur chantier, il nécessite également des coffrages plus lourds afin de reprendre les pressions exercées. En effet, les données de la littérature concernant les pressions exercées par les BAP sont parfois contradictoires mais il est recommandé de retenir de manière conservatrice une pression en pied de coffrage correspondant à la poussée hydrostatique du béton frais.

Cependant, de manière globale, des économies résultant de la rapidité de mise en place, de la diminution de main d'œuvre, de l'usure moindre des coffrages et de l'amélioration sensible de la qualité finale ont toujours été constatées.

#### Terminologie

- Français : *béton autoplaçant* (BAP) ou *béton autocompactant* (BAC).
- Les *bétons autonivelants* (BAN) constituent une famille de BAP correspondant aux applications horizontales (dallage, plancher).
- Néerlandais : *zelfverdichtend beton* (ZVB)
- Anglais : *self-compacting concrete* ou *self-consolidating concrete* (SCC)
- Allemand : *Selbstverdichtender Beton* (SVB)

photos P. Van Audenhove



Bâtiment industriel complexe, réalisé en BAP coulé sur chantier



La **prescription d'un béton autoplaçant** se fait, comme pour tout autre béton, sur base des performances souhaitées à l'aide des données de base de la norme NBN EN 206-1 et de son supplément NBN B 15-001. Ces données sont ensuite complétées par des exigences complémentaires spécifiques au béton autoplaçant.

Outre la conformité à la norme NBN EN 206-1 : 2001 « Béton - Spécification, performances, production et conformité » et à son supplément NBN B 15-001 : 2004, les **données de base** pour la prescription du béton à propriétés spécifiées sont :

- A : la résistance à la compression, définie par une **classe de résistance** ;
- B : la durabilité traduite par le **domaine d'utilisation** (B1) et la **classe d'environnement** (B2). Les classes d'environnement fixent les paramètres de composition qui régissent la durabilité du béton comme par exemple la teneur minimale en ciment et le rapport eau/ciment maximum ;
- C : l'ouvrabilité, définie par la **classe de consistance**. A noter que cette spécification est indicative et non mesurable par les essais classiques d'affaissement au cône d'Abrams et d'étalement à la table à chocs ;
- D : la **dimension nominale maximale** des granulats ( $D_{max}$ ).

Ces données de base sont complétées par les **exigences complémentaires** suivantes (donnée E). Celles-ci sont spécifiques au béton autoplaçant et complètent la prescription concernant la classe de consistance du béton (donnée C).

- E : la valeur d'étalement (*slump flow*),  
la hauteur à la boîte en U et  
la stabilité au tamis.

Ces données permettent, dans la majorité des cas, de garantir l'aptitude du béton à répondre aux applications les plus courantes. Si les propriétés du béton doivent être précisées davantage, une série d'exigences complémentaires peuvent être formulées mais celles-ci ne doivent pas se trouver en contradiction avec les exigences fondamentales.

Le *tableau 2* permet de spécifier ces données.

Les essais d'étalement, à la boîte en U et de stabilité au tamis sont réalisés conformément aux directives des modes opératoires donnés ci-après. A noter que ces essais sont réalisés soit à la centrale à béton soit sur chantier comme décrit dans l'ordinogramme ci-contre. Celui-ci recommande une procédure de réception du béton autoplaçant sur chantier afin de vérifier l'aptitude du béton à être mis en œuvre sans aucune vibration. Il est conseillé de réaliser un contrôle de réception au minimum sur la première charge de la journée de bétonnage et systématiquement en cas de doute.

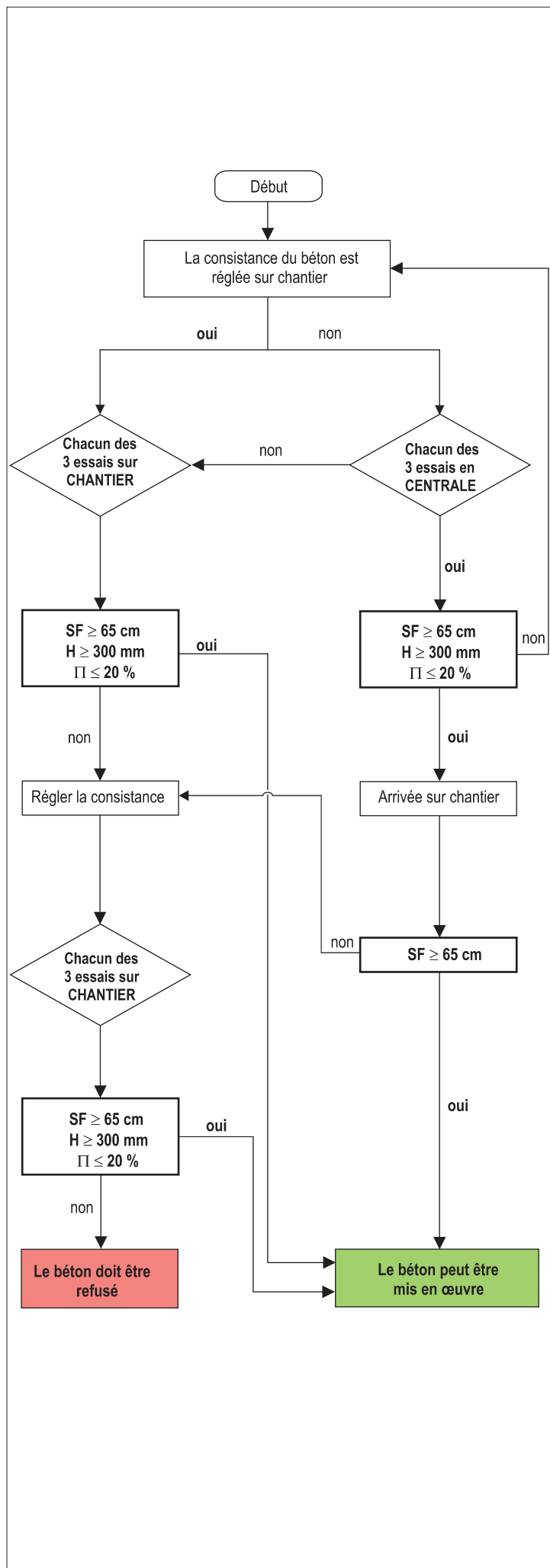


Tableau 2 - Spécification d'un béton autoplaçant

**Exigence de base : CONFORMITÉ aux normes NBN EN 206-1 : 2001 et NBN B 15-001 : 2004**

**DONNÉE DE BASE A : choisir la CLASSE DE RÉSISTANCE**

Classe	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cub}$	30	37	45	50	55	60

$f_{ck,cyl}$  : résistance caractéristique sur cylindre

$f_{ck,cub}$  : résistance caractéristique sur cube

**DONNÉE DE BASE B1 : choisir le DOMAINE D'UTILISATION**

<b>BNA</b>	Béton ne contenant ni armatures en acier ni pièces métalliques noyées, teneur maximale en ions chlorures ( $Cl^-$ ) : 1,0 %
<b>BA</b>	Béton contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées, teneur maximale en ions chlorures ( $Cl^-$ ) : 0,4 %
<b>BP</b>	Béton contenant des armatures de précontrainte en acier, teneur maximale en ions chlorures ( $Cl^-$ ) : 0,2 %

**DONNÉE DE BASE B2 : choisir la CLASSE D'ENVIRONNEMENT**

Classe	Description	Remarques
<b>E0</b>	Environnement non agressif	
<b>E1</b>	Environnement intérieur	
<b>EE</b>	Environnement extérieur	
<b>EE1</b>	<b>Pas de gel</b>	
<b>EE2</b>	<b>Gel, mais pas de contact avec la pluie</b>	
<b>EE3</b>	<b>Gel et contact avec la pluie</b>	
<b>EE4</b>	<b>Gel et agents de déverglaçage</b> (présence d'eau contenant des agents de déverglaçage provenant soit de la fonte sur place, soit de projections, soit de ruissellement)	Il y a également lieu de spécifier si le béton doit contenir de l'air entraîné.
<b>ES</b>	Environnement marin	
	Pas de contact avec l'eau de mer, mais bien avec de l'eau saumâtre et/ou de l'air marin jusqu'à 3 km de la côte	
<b>ES1</b>	<b>Pas de gel</b>	
<b>ES2</b>	<b>Gel</b>	
	Contact avec l'eau de mer	
<b>ES3</b>	<b>Éléments immergés</b>	
<b>ES4</b>	<b>Éléments exposés aux marées et aux éclaboussures</b>	Il y a également lieu de spécifier si le béton doit contenir de l'air entraîné.
<b>EA</b>	Environnement agressif (toujours en combinaison avec une des classes d'environnement ci-dessus)	
<b>EA1</b>	<b>Environnement à faible agressivité chimique</b>	Un ciment HSR (à haute résistance aux sulfates – conforme à la NBN B 12-108) doit être utilisé si la teneur en sulfates est > 500 mg/kg dans l'eau et > 3000 mg/kg dans le sol.
<b>EA2</b>	<b>Environnement à agressivité chimique modérée</b>	
<b>EA3</b>	<b>Environnement à forte agressivité chimique</b>	

**DONNÉE DE BASE C : CLASSE DE CONSISTANCE = S5 ou F6**

**DONNÉE DE BASE D : choisir la DIMENSION NOMINALE MAXIMALE du granulat**

La norme recommande que  $D_{max}$  ne soit pas supérieur à :

- $\frac{1}{5}$  de la plus petite distance entre les parois du coffrage
- $\frac{1}{5}$  de l'épaisseur de la dalle
- $\frac{3}{4}$  du plus petit écartement entre les barres d'armatures (en cas d'armatures soudées:  $1\frac{1}{2}$  fois la plus petite distance)
- $\frac{1}{4}$  de l'espace libre entre les armatures longitudinales utilisées pour la fabrication de pieux moulés dans le sol
- $\frac{2}{5}$  de l'épaisseur de la couche de compression d'un plancher composite
- l'épaisseur d'enrobage

Choisir  $D_{max}$  dans la série suivante : **6 - 8 - 10 - 11 - 12 - 14 - 16 - 20 (mm)**

**EXIGENCES COMPLÉMENTAIRES E : valeur d'ÉTALEMENT, hauteur à la BOÎTE EN U, STABILITÉ AU TAMIS**

Étalement ( <i>Slump Flow</i> )	SF $\geq$ <b>65 cm (650 mm)</b>
Boîte en U	H $\geq$ <b>300 mm</b>
Stabilité au tamis	$\Pi \leq$ <b>20 %</b>

## ESSAI D'ÉTALEMENT (*'SLUMP FLOW'*)

### 1. But

L'essai d'étalement au cône permet de mesurer la consistance d'un béton.

### 2. Appareillage

- Table d'étalement : table mobile, comportant un plateau plan et carré d'au moins 900 mm de côté, qui est destiné à recevoir le béton.

Le plateau de la table d'étalement doit être recouvert d'une plaque en acier inoxydable, d'une épaisseur minimale de 2 mm, non attaquable par la pâte de ciment. Le plateau doit être conçu de façon à éviter toute déformation de la plaque en inox.

Le centre de la table doit être marqué de deux cercles concentriques centrés de  $(210 \pm 1)$  mm et de  $(500 \pm 1)$  mm de diamètre.

- Cône d'Abrams : moule en métal non directement attaquable par la pâte de ciment, d'une épaisseur min. de 1,5 mm. La paroi intérieure du moule doit être lisse, sans aspérités telles que des protubérances de rivets et sans déformations locales. Le moule doit avoir la forme d'un tronc de cône creux aux dimensions intérieures suivantes :
  - diamètre de la base :  $(200 \pm 2)$  mm ;
  - diamètre du haut :  $(100 \pm 2)$  mm ;
  - hauteur :  $(300 \pm 2)$  mm.Les deux extrémités sont ouvertes, parallèles, et situées dans un plan perpendiculaire à l'axe du cône. Le moule doit être suffisamment lourd ou muni, à sa partie inférieure, de pattes d'appui afin de le rendre immobile durant le remplissage.
- Entonnoir, en matériau non absorbant et non directement attaquable par la pâte de ciment, ayant un collier permettant à l'entonnoir d'être placé correctement sur le cône d'Abrams spécifié ci-dessus.
- Règle, graduée de 0 à 900 mm, avec des graduations de 5 mm, le zéro étant situé à une extrémité de la règle.
- Seau d'une capacité minimale de 10 litres et muni d'un bec verseur.
- Truelle.

- Chiffon humide.
- Minuterie ou horloge capable de mesurer à 1 s près.
- Main-écope.
- Niveau.

### 3. Mode opératoire

- S'assurer que le plateau est placé sur un support stable et horizontal.
- Humidifier la surface de la plaque ainsi que le cône d'Abrams (éliminer l'eau en excès avec le chiffon humide – il y a lieu de ne plus avoir d'eau libre en surface de la plaque et du moule).
- Placer et centrer le cône d'Abrams sur le plateau.
- Prélever un échantillon de béton représentatif, conformément à la norme NBN-EN 12350-1 : 1999.
- Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un seau directement à la goulotte du mixer. S'il y a lieu d'utiliser une brouette, l'échantillon global doit être ré-homogénéisé à la main-écope avant de constituer l'échantillon réduit (remplissage du seau).
- Equiper la partie supérieure du cône de l'entonnoir. Remplir le cône en déversant de manière continue, à l'aide du seau, jusqu'à l'arase supérieure du cône [photo 1].
- Retirer l'entonnoir, araser si nécessaire à l'aide d'une truelle et nettoyer la plaque si nécessaire avec un chiffon humide.
- Soulever le cône verticalement. L'enlèvement du moule doit se faire, par une remontée verticale régulière sans imprimer au béton un mouvement latéral ou de torsion, en maximum 5 s. Maintenir le moule au-dessus du béton minimum 10 s et à une hauteur (par rapport à la base du moule) de maximum 30 cm. L'ensemble des opérations, depuis le début du remplissage jusqu'à l'enlèvement du moule, doit être réalisé sans interruption et terminé en moins de 150 s.
- Une fois que le béton s'est étalé sur la table, mesurer (au centimètre le plus proche) l'étalement selon deux diamètres perpendiculaires [photo 2].
- Noter ces deux valeurs D1 et D2.  
Exemple : 68/70 cm.

Si les deux valeurs diffèrent de plus de 5 cm, l'essai doit être rejeté et reconduit.

- Exprimer le résultat final en terme de moyenne des deux valeurs obtenues, en arrondissant au centimètre supérieur.
- On peut également chronométrer la valeur du T50 (temps nécessaire après soulèvement du cône pour que le béton atteigne le cercle de 50 cm).
- Après mesure de l'étalement, un contrôle visuel de la galette de béton peut aussi s'avérer intéressant. En effet, les gros granulats doivent être apparents à la surface du mélange et être uniformément répartis. De plus, sur le pourtour de la galette, il ne peut y avoir une auréole de laitance.

## ESSAI DE BOÎTE EN U (*'U-BOX TEST'*)

### 1. But

L'essai de la boîte en U permet de caractériser la mobilité du béton en milieu confiné et de vérifier que la mise en place du béton ne sera pas contrariée par des phénomènes de blocages inacceptables.

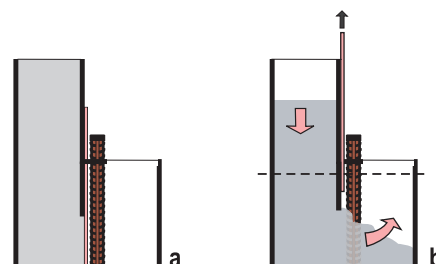
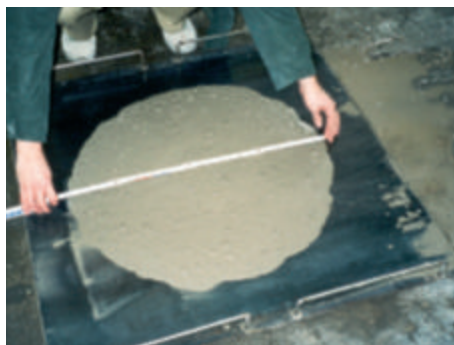
### 2. Appareillage

- Boîte en U : boîte en forme de U dont les 2 parties sont séparées l'une de l'autre par une cloison. Au bas de cette cloison, on trouve une ouverture de 190 mm de hauteur munie d'une trappe qui permet de mettre les 2 parties en contact. La boîte en U est munie de pieds permettant de maintenir celle-ci (à l'aide des pieds de l'opérateur) lors du soulèvement de la trappe. L'ouverture est munie d'une grille constituée d'armatures à béton. En fonction du  $D_{max}$  du béton, il existe deux types de grilles, conformément au tableau ci-après. Celles-ci sont donc interchangeables en fonction du  $D_{max}$  du béton. La boîte en U est en métal non directement attaquable par la pâte de ciment, d'une épaisseur minimale de 1,5 mm. Les parois intérieures doivent être lisses, sans aspérités telles que des protubérances de rivets et sans déformations locales.

1



2



Afin de mieux visualiser la montée du béton, la face latérale de la partie basse de la boîte est en plexiglas d'une épaisseur minimale de 3 mm. A 30 cm de hauteur, une ligne horizontale est tracée sur ce plexiglas.

- Deux seaux d'une capacité minimale de 10 litres et munis d'un bec verseur.
- Règle, graduée de 0 à 350 mm, avec des graduations de 1 mm, le zéro étant situé à une extrémité de la règle.
- Truelle.
- Chiffon humide.
- Minuterie ou horloge capable de mesurer à 1 s près.

$D_{max}$ du béton	Nombre de barres et diamètre (mm)	Espace libre entre les barres
> 16 mm	3 Ø 20 crénelées	35 mm
≤ 16 mm	4 Ø 18 crénelées	25 mm

Types de grilles pour boîte en U

### 3. Mode opératoire

- S'assurer que la boîte en U soit placée sur un support stable et horizontal et que la grille soit adaptée au  $D_{max}$  du béton (cfr tableau). De plus, une attention particulière doit être apportée au centrage de la grille. Celle-ci doit être le plus proche possible de la plus grande partie de la boîte.
- Humidifier les parois intérieures de la boîte (éliminer l'eau en excès avec un chiffon humide).
- Prélever un échantillon de béton représentatif, conformément à la norme NBN-EN 12350-1 : 1999 (2 seaux de 10 litres sont nécessaires au remplissage de la boîte en U). Le prélèvement est réalisé à l'aide de 2 seaux directement à la goulotte du mixer. S'il y a lieu d'utiliser une brouette, l'échantillon global doit être réhomogénéisé à la main-écope avant de constituer l'échantillon réduit (remplissage des 2 seaux).



3



4



5

- Après avoir vérifié que la trappe de la boîte soit fermée, remplir de béton la partie la plus haute de la boîte en déversant de manière continue, à l'aide des seaux, jusqu'à l'arase supérieure [photo 3].
- Araser à l'aide de la truelle.
- Ouvrir la trappe sans à-coups, en 3 s maximum, 60 s après la fin de l'arasage [photo 4]. L'ensemble des opérations, depuis le début du remplissage jusqu'au soulèvement de la trappe, doit être réalisé sans interruption et se termine en moins de 180 s.
- Quand le béton ne s'écoule plus, on mesure 4 hauteurs :  $h_1, h_2, h_3$  et  $h_4$  (espace non comblé par du béton) au mm le plus près. Ces mesures se font aux quatre coins de la plus petite partie de la boîte [photo 5].
- Calculer la moyenne  $h$  des 4 valeurs obtenues et arrondir à 5 mm près. Le résultat final est obtenu comme suit :  
$$H = 340 - h$$
- Le temps nécessaire pour que le béton atteigne une hauteur de 30 cm sera également mesuré.

### ESSAI DE STABILITÉ AU TAMIS

#### 1. But

L'essai de stabilité au tamis vise à qualifier les bétons vis-à-vis du risque de ségrégation.

#### 2. Appareillage

- Seau de 10 l muni d'un bec verseur + couvercle.
- Tamis (toile à mailles carrées) 5 mm, diamètre de 315 mm + fond.
- Balance : précision minimale 20 g, portée minimale 20 kg.
- Minuterie ou horloge capable de mesurer à 1 s près.
- Main-écope.

#### 3. Mode opératoire

- Prélever un échantillon de béton représentatif conformément à la norme NBN-EN 12350-1 : 1999.

Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un seau directement à la goulotte du mixer. Le seau doit être rempli à raison d'au minimum 9 litres de béton. S'il y a lieu d'utiliser une brouette, l'échantillon global doit être re-homogénéisé à la main-écope avant de constituer l'échantillon réduit (remplissage du seau).

- Couvrir le seau pour protéger le béton de la dessiccation.
- Attendre 15 minutes.
- Peser le fond seul :  $P_{fond}$
- Peser le fond et le tamis à vide.
- Faire la tare.
- Observer et noter l'éventuelle présence d'eau claire de ressurgage à la surface du seau après les 15 minutes.
- Verser sur le tamis une quantité de béton égale à  $(4,8 \pm 0,2)$  kg ; verser ce béton au centre du tamis : hauteur de chute du béton de  $50 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ .
- Noter immédiatement la masse réelle de l'échantillon de béton versé sur le tamis [photo 6]:

$P_{\text{échantillon}}$

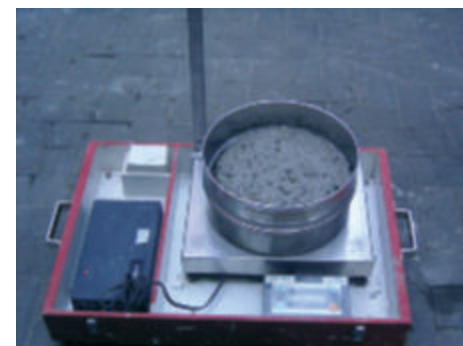
- Attendre 2 minutes.
- Retirer le tamis ainsi que le fond et remettre la balance à zéro.
- Peser le fond avec la laitance [photo 7]:

$P_{\text{fond}} + \text{laitance}$

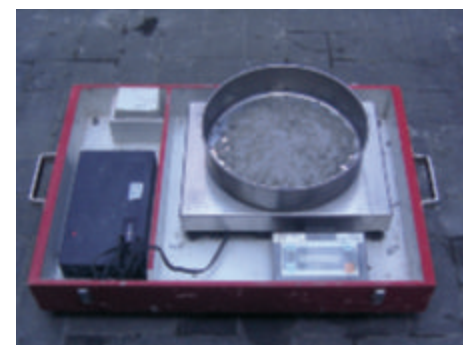
- Déterminer  
 $P_{\text{laitance}} = P_{\text{fond}} + \text{laitance} - P_{\text{fond}}$
- Calculer le pourcentage en masse de laitance par rapport à la masse de l'échantillon :

$$\Pi = (P_{\text{laitance}} / P_{\text{échantillon}}) \times 100$$

Le résultat est arrondi à l'entier le plus proche.



6



7

## BIBLIOGRAPHIE

*NBN EN 206-1 : Béton – Spécification, performances, production et conformité*  
Bruxelles : IBN, 2001

*NBN B15-001 : Supplément à la NBN EN 206-1 – Béton - Spécification, performances, production et conformité*  
Bruxelles : IBN, 2004

*Bétons Auto-Plaçants, recommandations provisoires*  
Association Française de Génie Civil  
Juillet 2000

*Recommandations de mise en œuvre des BAP et des BAN*  
Fédération Française du Bâtiment  
Edition 2003

*The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*  
BIBM, CEMBUREAU, EFCA, EFNARC, ERMCO  
Mai 2005



*ce bulletin est publié par :*  
FEBELCEM - Fédération de  
l'Industrie Cimentière Belge  
rue Volta 8  
1050 Bruxelles  
tél. 02 645 52 11  
fax 02 640 06 70  
www.febelcem.be  
info@felbelcem.be

*auteur :*  
Ir C. Ployaert

*éditeur responsable :*  
J.P. Jacobs

*dépôt légal :*  
D/2005/0280/06



*photos A. Nullens*

*Application du BAP dans la préfabrication*

*Avec nos remerciements aux autres membres du Groupe de Travail 'BAP' de la Plate-forme Béton.*

*couverture : arch. Gie Wollaert*