Vibration des bétons

Avril 2018

La vibration des bétons est obligatoire (sauf dans le cas des bétons autoplaçants) pour obtenir des bétons présentant de bonnes caractéristiques mécaniques et physiques et, en particulier, une compacité maximale et des parements de qualité.

Rôle de la vibration

La vibration appliquée au béton frais a pour fonction, en le fluidifiant, de favoriser l'arrangement optimal des grains qui sont les constituants du béton (gravillons, sables, fines, ciment…) .les grains s'imbriquent les uns dans les autres et laissent le moins de vide possible entre eux, les plus fins s'insèrent entre les plus gros .la vibration permet un remplissage optimal des coffrages. La fréquence et la durée de vibration doivent être adaptées à la composition du béton et aux caractéristiques de l'ouvrage.

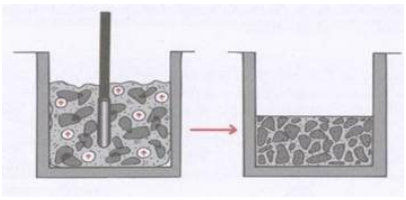
Sous l'effet de la vibration, le béton se liquéfie (les grains se rapprochent, l'air remonte à la surface, les vides se remplissent par le mortier de ciment), il est comparable à une sorte de liquide visqueux, ce qui permet une meilleure mise en place dans les coffrages, un remplissage intégral des coffrages et des moules, un parfait enrobage des armatures et une adhérence optimale entre le béton et les armatures.

La vibration permet aussi d'évacuer une grande partie de l'air contenu dans le béton (air occlus dont le volume est de l'ordre de 1,5% du volume du béton) et d'améliorer ainsi sa compacité (sans vibration, les bulles restent piégées au sein de la pâte cimentaire, ces bulles d'air sont créées lors du malaxage, du transport et du déversent du béton dans le coffrage).

Les effets de la vibration sur le béton frais se traduisent par des propriétés améliorées du béton durci : compacité et densité supérieure, caractéristiques mécaniques améliorées, porosité réduite, meilleure homogénéité, retrait diminué, enrobage et adhérence efficaces des armatures, durabilité augmentée et amélioration de l'aspect de surface.

La vibration doit être appliquée à la totalité du volume du béton et de manière homogène sous peine de créer des hétérogénéités tant au niveau de la porosité, que de l'enrobage des armatures et de l'aspect des parements.

Nota : l'absence ou le manque de vibration, mais aussi l'excès de vibration ont des conséquences néfastes sur la résistance des bétons et l'esthétique des parements.



La vibration doit s'opposer

- Au frottement interne au niveau des surfaces de contact entre les granulats
- Au frottement au point de contact avec les parois du coffrage et les armatures
- A la cohésion du béton

Il faut vibrer « ni trop, ni trop peu ».la durée de vibration est importante, car si elle est trop courte le béton est insuffisamment serré (vides de surface et baisse de résistance : nid de cailloux, bullage, béton poreux, mauvais enrobage…), si elle est trop longue, elle peut entrainer une ségrégation de ses constituants, une teinte de surface hétérogène, et une migration des gros granulats vers le bas (marbrures, ségrégation, ressuage, …).

Nota : les armatures gênent souvent l'accès à la totalité du coffrage. Il est nécessaire de prévoir des cheminées de bétonnage et de vibration.

	RISQUES	PRECAUTIONS
SURVIBRATION	Ségrégation, fuites de laitance	Maîtriser la durée de vibration (10 à 30 secondes)
SOUS VIBRATION	Nid de cailloux, Porosité importante	Vibrer suffisamment
REVIBRATION DU BETON	Bullage, marbrures	Ne pas revibrer un béton déjà vibré
MISE EN VIBRATION DES ARMATURES	Apparition de « Fantôme des armatures » Mauvaise adhérence armatures-béton	Ne pas vibrer les armatures Bien caler les armatures
DEPLACEMENT DU BETON AVEC L'AIGUILLE	Ségrégation	A éviter impérativement
VIBREURS TROP PETITS	Nid de cailloux	Adapter le diamètre de l'aiguille au volume à vibrer
VIBREURS TROP GROS	Ressuage	Adapter le diamètre de l'aiguille au volume à vibrer

Procédés et matériels de vibration

Les matériels de vibration se répartissent en 2 catégories principales :

- ceux qui fournissent une vibration interne au béton (ou pervibration), le vibrateur agit directement au sein du béton ;
- ceux qui apportent une vibration externe, le vibrateur agit sur le béton par l'intermédiaire d'un coffrage ou d'une poutre.

Les trois procédés de vibration

Il existe trois procédés de vibration :

- La vibration externe :

  La vibration est transmise au béton par le coffrage (vibrateurs fixés sur l'ossature du coffrage) ou par le moule (vibrations sur table vibrante). Ce procédé est utilisé essentiellement en usine de préfabrication.

- La vibration interne ou pervibration

  La vibration est transmise directement dans la masse du béton par des aiguilles vibrantes (pervibrateurs)

- La vibration de surface par règle vibrante

  La vibration est transmise directement au béton par sa surface au moyen d'une règle vibrante. La technique consiste à déplacer à la surface du béton, la règle vibrante qui assure ainsi le serrage du béton.

  Ce type de vibration est adapté aux dalles et à tout élément horizontal de faible épaisseur (15 à 20 cm maximum).

  Nota : une règle vibrante lisseuse est efficace sur une épaisseur de 5 cm.

Les matériels de vibration

Les matériels de vibration se répartissent en deux catégories principales :

Les vibrateurs internes, qui agissent directement sur le béton par pervibration, aussi appelés aiguilles vibrantes. Les aiguilles vibrantes sont introduites dans la masse du béton frais. Elles sont constituées par un tube métallique dans lequel la rotation à grande vitesse d'une masse excentrée provoque la vibration. Le mode d'entraînement des aiguilles vibrantes peut être électrique, pneumatique ou thermique.

La vibration doit être réalisée avec des aiguilles vibrantes de diamètres, de fréquence (comprise entre 10000 et 20000 vibrations par minute).

L'immersion des aiguilles se fait verticalement et la durée d'immersion doit être limitée afin d'éviter la ségrégation du béton. Le diamètre des aiguilles vibrantes doit être adapté aux dimensions de l'ouvrage à bétonner, à la granularité du béton et à la densité et l'espacement des armatures. La masse de l'aiguille doit être adaptée à la consistance du béton (l'aiguille doit pouvoir s'enfoncer sous son propre poids dans le béton frais)

Les diamètres usuels des aiguilles vibrantes sont compris entre 30 et 100 mm pour des bétons degranulométrie inférieure à 25 mm (les aiguilles de 40 à 70 mm sont plutôt utilisées pour des bétons courants et des volumes n'excédant pas 10 m^3, les aiguilles de plus de 70 mm sont utilisées pour des volumes de 10 à 30 m^3 de béton avec de fortes granulométries).

Les vibrateurs externes, qui agissent sur le béton par l'intermédiaire du coffrage (vibrateurs fixés sur les coffrages). Dans le cas de dallages ou de couches de chaussée, la vibration est transmise directement au béton par sa surface au moyen d'une poutre ou d'une règle vibrante équipée de vibrateurs qui est déplacée à la surface du béton .

Nota : la vibration externe sur chantier est une opération qui nécessite une certaine expérience. Elle est par contre couramment utilisée en préfabrication, car les moules, plus robustes, permettent une transmission homogène et efficace des vibrations. Le caractère répétitif des éléments à réaliser permet la détermination optimale de l'emplacement des vibrateurs.

Paramètres de la vibration : énergie, fréquence, amplitude

Trois paramètres permettent de caractériser la vibration :

- énergie : l'énergie transmise au béton par le vibrateur est proportionnelle à la masse du balourd en rotation, à son excentricité et au carré de sa vitesse. Elle caractérise l'efficacité d'un appareil et doit être la plus élevée possible, tout en restant compatible avec la taille du vibrateur.
- fréquence : la fréquence optimale varie suivant la taille des granulats. Une fréquence basse (3000 vibrations par minute) favorise la vibration des gros granulats, une fréquence élevée (6000 vibrations par minute) celle des éléments fins.
- amplitude : c'est le paramètre qui détermine en particulier le déplacement des constituants du béton durant une demi-vibration.

Règles de la vibration

Le béton doit être vibré avant le début de sondurcissement. Le temps de vibration nécessaire est lié à la nature du béton (granulométrie, consistance), au volume à vibrer, à la densité des armatures et aux caractéristiques spécifiques de l'ouvrage.

De manière empirique, on peut dire qu'il faut arrêter la vibration quand :

- Le béton cesse de se tasser,
- Les bulles d'air ne remontent plus en surface,
- La surface se couvre d'une mince couche delaitance et commence à briller,
- Le bruit émis par le vibrateur se stabilise.

Les règles de bonne pratique concernent essentiellement le temps de vibration et les emplacements des vibrateurs et leurs fréquences. Le temps de vibration lié à la nature du béton (granulométrie, consistance), au volume à vibrer, à la densité d'armatures.

Il varie également en fonction du type de vibrateurs et de leur puissance.

Le temps de vibration est en général de 30 secondes à 1 minute, il doit être adapté aux caractéristiques du béton frais.

Dans le cas d'utilisation d'aiguille vibrante, les règles suivantes doivent être respectées :

FAIRE

- Déterminer l'aiguille vibrante adaptée : diamètre, longueur et fréquence;
- Prévoir pour les voiles des cheminées de vibration et de bétonnage ;
- Vibrer des couches de l'ordre de 40 à 50 cm d'épaisseur ;
- Vibrer le béton avant le début du durcissement;
- Maintenir une vitesse de bétonnage aussi constante que possible et limiter la hauteur de chute du béton;
- Appliquer la vibration à la totalité du volume du béton de manière uniforme;
- Choisir des points de vibration successifs (maillage d'introduction de l'aiguille) compris entre 30 et 60 cm selon le diamètre de l'aiguille et son diamètre d'action (distance entre points successifs 8 à 10 fois de diamètre de l'aiguille);
- Immerger l'aiguille rapidement au cœur de la masse de béton verticalement ou sous un angle faible ;
- Repiquer la couche inférieure sur 10 à 15 cm , afin d'assurer une bonne liaison entre les couches ;
- Remonter l'aiguille lentement et régulièrement (d'autant plus lentement que le béton est ferme), sur une hauteur n'excédant pas 60cm. (le trou laissé par l'aiguille dans le béton frais doit se refermer lors du retrait de l'aiguille)

NE PAS FAIRE :

- Ne jamais mettre en contact direct l'aiguille ni avec les armatures (risques de ségrégation), ni avec le coffrage (risques de ségrégation, ressuage, bullage…) ;
- Ne pas vibrer trop près du coffrage et ne pas vibrer directement le béton d'enrobage ;
- Ne jamais utiliser l'aiguille pour déplacer le béton (risques de ségrégation) ;
- Ne pas vibrer une couche déjà vibrée ou un béton qui a démarré sa prise ;
- Eviter de laisser le vibreur en marche s'il n'est pas dans le béton ;
- Eviter la mise en place et la vibration du béton sous forte pluie pouvant entraîner un « lavage » des granulats un excès d'eau du béton de surface ;
- Ne pas vibrer trop longtemps (l'excès de vibration risque de provoquer une sédimentation des gravillons au fond du coffrage) ;

NOTA BENE :

- Vibration autour d'une réservation de fenêtre : vibrer d'un seul côté jusqu'à l'apparition du béton de l'autre côté de la réservation, pour éviter un risque de poche d'air sous la réservation.
- Vibration autour d'une porte : remplir et vibrer simultanément des deux cotés

Diamètre d'action de l'aiguille vibrante

Le diamètre de l'aiguille est :

- déterminé en fonction des dimensions de l'élément à bétonner ;
- limité en fonction de la densité des armatures et leurs espacements.

On constate autour d'une aiguille vibrante plongée dans le béton, une succession de zones concentriques :

- la zone périphérique déjà serrée et désaérée ;
- une zone en cours de plastification qui absorbe la totalité de l'énergie au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source vibratoire ;
- une zone qui ne reçoit pratiquement pas d'énergie.

Les deux premières zones constituent le rayon d'action de l'aiguille vibrante.

NOTA : le diamètre d'action d'une aiguille vibrante (d) est de l'ordre de 10 fois le diamètre de l'aiguille (d). L'espacement entre des points d'introduction (e) doit être de l'ordre de 8 fois le diamètre de l'aiguille d = 10 x d e = 8 x d

NOTA : pour la vibration de voile verticaux, le diamètre de l'aiguille (d) doit être de l'ordre de 1/7ème de l'épaisseur du voile (e) d = e/7

Epaisseur du voile (cm)	Diamètre de l'aiguille (cm)
20	3
25	3,5
30	4

Auteur

Patrick Guiraud



Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr