

8.3 Les bétons apparents



Qu'est-ce que le béton apparent ?

Selon l'architecte Claude Parent : « Le béton, matière malléable, fournit une grande liberté de création : le béton libère l'imagination. Le béton sortant brut de son moule traduit la réalité de sa nature, de sa structure, de sa matière : le béton apporte la franchise de l'expression.

Le béton ayant la possibilité de modifier son aspect final suivant la composition, la paroi du coffrage, le traitement de surface, propose aux architectes une variété infinie d'états de surface : le béton permet le jeu des apparences. »

■ Les facteurs de l'apparence

Grâce à ses qualités expressives, le béton peut être beau et ne nécessite alors aucun revêtement. Trois facteurs essentiels déterminent la réussite d'un béton apparent.

La forme

Les coffrages et les moules de natures très diverses permettent la réalisation de toutes les formes imaginées, grâce à la plasticité du matériau.

La teinte

La teinte du parement est apportée par les composants du béton. Gris ou blanc, le ciment, mélangé aux éléments les plus fins du sable (les « fines »), donne au béton brut de démolage sa teinte de fond. Elle peut être modifiée par l'ajout de colorants – oxydes métalliques ou éventuellement pigments de synthèse – en donnant la préférence aux colorants naturels.

Dans le cas des bétons traités, c'est la couleur des granulats les plus gros qui prédomine. Ils seront mis en valeur par le traitement qui, suivant son intensité, les rendra plus ou moins visibles.

L'aspect

La surface peut être lisse ou rugueuse, comporter des creux et des reliefs, reproduire des motifs décoratifs.

Les dispositions adoptées lors du moulage ou de la mise en œuvre, les traitements de surface avant ou après démolage, créent une variété infinie d'aspects qui seront accentués par la lumière.



La forme

Une propriété essentielle du béton est son aptitude à être moulé, ce qui lui permet de prendre la forme voulue par le concepteur.

L'élaboration d'un élément et sa reproduction apportent une grande liberté de création au maître d'œuvre, et une facilité d'exécution à l'entrepreneur. Trois exigences concourent à l'obtention correcte de la forme d'un élément en béton : une composition appropriée du béton, une mise en œuvre soignée, des moules ou des coffrages bien conçus et bien exécutés.

■ La composition du béton

Elle est déterminée en fonction des constituants, de la forme de l'élément à réaliser, de son volume, de la densité du ferrailage et des moyens de mise en œuvre.

Les méthodes théoriques peuvent aider à la recherche de la composition, mais elles doivent faire l'objet de vérifications expérimentales dans les conditions du chantier. La courbe granulométrique permet d'apprécier la reproductibilité des gâchées de béton, et la régularité de ses constituants, notamment pour les éléments fins.

La plasticité du béton, qui peut être contrôlée par des essais au cône d'Abrams, doit être ajustée pour permettre la mise en place correcte du béton.

Un béton plastique présentant un affaissement de 8 à 10 cm est généralement satisfaisant ; il est préférable de parvenir à cette plasticité par l'emploi de plastifiants réducteurs d'eau, plutôt qu'en augmentant le dosage en eau, défavorable à la compacité du béton, à son aspect et à sa teinte.

■ Les moules et les coffrages

Ce sont les outils qui permettent d'obtenir les éléments présentant la forme requise. Le choix du matériau constitutif et la conception doivent faire l'objet d'une analyse précise, en fonction des conditions de mise en œuvre, des pièces à réaliser, du nombre de réemplois. Des indications sont fournies dans le chapitre 7.4.

Quelle que soit sa nature, le coffrage doit être stable et indéformable, étanche et soigneusement entretenu.

Les tolérances dimensionnelles et la limitation des flèches imposent un calcul correct des efforts, en particulier dynamiques, qui lui sont imposés lors de la mise en place du béton et de son serrage.

Les coffrages métalliques, utilisés en préfabrication, rendent possibles les petites séries avec les moules « à géométrie variable ». Leur longévité et leur surface lisse permettent le respect des formes et leur reproduction à l'identique, même pour de longues séries. Il faut cependant insister sur l'entretien dont ils doivent faire l'objet, les réparations étant plus difficiles qu'avec d'autres matériaux.

Les coffrages bois, clouables et sciabes, permettent de réaliser des formes complexes ; leur exécution relève parfois de l'ébénisterie. Ils sont constitués de planches brutes ou poncées, tirées de bois d'essences diverses qui doivent être bien secs. Le contre-plaqué, grâce à ses dimensions, évite les raccords pour les grandes surfaces. Il se prête aussi aux petits éléments de formes complexes du fait de sa facilité de découpe.

Les matrices modulaires en élastomère, du fait de leur souplesse, permettent d'obtenir des volumes de forme délicate (sculptures). Il existe également des moules ou des matrices synthétiques à base de PVC, polyester, époxy.

■ La mise en œuvre

Elle doit pouvoir assurer un remplissage effectif des moules, quelle que soit leur forme, et un enrobage correct des armatures. C'est pourquoi le mode de serrage retenu doit être adapté à l'élément à réaliser.

En préfabrication, on utilise de préférence des tables vibrantes avec vibrateurs externes ; sur chantier, la vibration interne à l'aiguille est la plus usuelle (voir le chapitre 7.5). Pour éviter une décohéation éventuelle, la coulée du béton, de préférence continue, s'effectue à l'aide d'une goulotte ou d'une pompe à béton en limitant la hauteur de chute et en la canalisant par des tubes ou des manchons à entonnoir.

La teinte

Le choix des constituants et leur dosage déterminent la teinte du béton.

Il ne faut cependant pas négliger les autres paramètres qui peuvent influencer sur la teinte et sa régularité : mise en œuvre, préparation des coffrages, démoulage, cure du béton, stockage pour les éléments préfabriqués.

■ Les constituants

Les ciments

Le choix entre ciment gris et ciment blanc est lié à l'effet recherché, aux granulats et aux colorants avec lesquels il se marie.

Les ciments doivent être de même classe et de même provenance. Pour des ciments avec ajouts, on tiendra compte de la nature de l'ajout et on veillera à ce que leur teneur soit constante.

Le dosage doit permettre, conjointement avec les éléments fins, d'assurer l'enrobage régulier des plus gros grains, sans vide et sans ségrégation.

Les sables

Ce sont les éléments essentiels de la teinte de fond du béton, en particulier par leurs grains les plus fins (inférieurs à 0,3 mm). Le fuseau granulométrique des fines doit être continu, ce qui peut parfois conduire à des ajouts de fillers qui apportent à la surface du béton un meilleur fini.

Les sables présentent une grande variété de teintes selon leur provenance et leur nature ; ils doivent être propres et exempts d'oxydes métalliques et de matières organiques ou végétales susceptibles de tacher le parement.

Les gravillons et graviers

Ils n'influencent la teinte du béton que lorsqu'ils sont rendus apparents par un traitement. Dans ce cas, on utilise des grains de dimensions voisines.

Leur origine est très variée : siliceux, calcaires, éruptifs. Leur coefficient de forme doit être convenable, en évitant les granulats en plaquettes ou en aiguilles.

Les colorants

La coloration du béton dans la masse est obtenue avec des pigments, de préférence minéraux, plus stables que les pigments de synthèse. La combinaison des teintes avec les granulats et les ciments nécessite des essais préalables permettant de choisir le colorant approprié et son dosage (généralement compris entre 1 et 3 % du poids de ciment).

L'eau

Son influence sur la teinte du béton est importante. Elle devra être propre et dosée correctement pour assurer la maniabilité du béton. Un excès d'eau conduit à la ségrégation des éléments fins, un défaut d'eau provoque le bullage.

Le dosage retenu doit être respecté d'une gâchée à l'autre pour éviter les variations de teinte.

Les adjuvants

Pour améliorer la maniabilité du béton, sans augmenter le dosage en eau, les plastifiants réducteurs d'eau ou les entraîneurs d'air ont un rôle favorable. Les hydrofuges s'opposent à la diffusion des sels entraînés par l'eau (efflorescences) et sont donc favorables à la teinte régulière des bétons apparents sous réserve d'une compacité de béton satisfaisante.

■ La mise en œuvre

Les coffrages

La nature plus ou moins absorbante des matériaux de coffrage, l'agent démoulant influent directement sur la teinte du béton (voir le chapitre 7.4). Il faut donc veiller, au cours des réemplois, à ce que les caractéristiques de surface du coffrage ne soient pas modifiées. Les coffrages doivent, bien entendu, être soigneusement nettoyés et ne présenter aucune trace (taches, rouille) susceptible de marquer le parement du béton. Les produits de démoulage doivent être préalablement testés pour apprécier leur réactivité sur le béton.



L'apparence découle à la fois du choix des composants du béton et du traitement de surface.





*Ces échantillons
montrent quelques
exemples significatifs
de bétons obtenus
avec des granulats de
diverses provenances -
et avec différents
traitements de surface.*



La mise en place

Les précautions relatives à sa régularité, déjà mentionnées, sont également valables pour leur influence sur la teinte du béton : ségrégation, variation de compacité se traduisent par des nuances de teinte.

Le démoulage

La durée de conservation du béton dans le coffrage et les conditions ambiantes ayant un effet sur sa teinte, elles seront maintenues aussi constantes que possible.

La cure

Elle favorise un durcissement homogène du béton, sans dessiccation de surface, et constitue ainsi un élément favorable à l'obtention d'une teinte régulière.



Moule élastomère pour panneau sculpté.



Béton brut de décoffrage.

L'aspect

L'aspect est lié aux reliefs de la surface sur laquelle joue la lumière. Il est obtenu soit par un brut de décoffrage, soit par le traitement de surface effectué après décoffrage.

■ Les bétons bruts de décoffrage

Les exigences précédemment détaillées s'appliquent à la recherche des aspects des bétons : choix et préparation des coffrages, composition du béton, mise en place.

Les coffrages

Les reliefs sont, en général, faciles à réaliser avec des coffrages à base de bois, plus faciles à découper et à assembler et qui conduisent à de bons résultats, ou avec des matrices thermoformées ou sculptées (élastomères, mousses).

Avec les coffrages bois, des traitements à la soude, par brûlage ou par brossage, permettent d'accentuer la profondeur du veinage.

Les matrices en matériaux de synthèse peuvent être obtenues à partir d'un contre-moule ; elles existent aussi en modèles standard commercialisés sous forme de modules.

La composition du béton

Elle doit être suffisamment riche en fines, pas trop en eau, tout en présentant la plasticité propre à lui assurer une mise en place correcte. Une bonne composition doit permettre un parement homogène exempt de bullage ou de nids de cailloux.

Pour obtenir des motifs comportant des reliefs fins et fragiles, on peut améliorer la cohésion du béton et sa résistance au jeune âge par incorporation de fibres.



La mise en place

Elle requiert les précautions habituelles prises lors de la coulée du béton et de son serrage.

Il faut également mentionner le recours aux techniques de projection pour la mise en œuvre de voiles, coques ou structures. L'état de finition du béton projeté peut donner lieu à des aspects très variés : bruts ou lissés.

■ Les traitements de surface

Ils ont pour objet d'animer la surface du béton, soit en rendant les granulats apparents, soit en créant des reliefs (stries, cannelures, rugosités, etc.).

Ces traitements sont exécutés sur béton frais ou sur béton plus ou moins durci.

■ Les traitements par effet mécanique

Le lavage

Ce traitement courant est employé aussi bien pour les éléments préfabriqués (de l'élément de façade à la petite dalle) que pour le béton coulé en place.

Le béton frais est finement lavé à très faible pression ; l'eau enlève la laitance superficielle et met en valeur le granulat.

Le sablage

Le parement durci est attaqué avec un jet de sable projeté à l'air comprimé. La pression et la durée de la projection entraînent des effets proportionnels, par décapage plus ou moins accentué des gros granulats – qui seront eux-mêmes plus ou moins déformés et dépolis suivant leur nature.

Le brossage

Ce procédé consiste à enlever à la brosse une fine couche de mortier ou de laitance.

Le grésage

Effectué par abrasion à l'aide de meules, ce procédé aboutit à une uniformisation de la surface en supprimant les irrégularités dues aux défauts de coffrage.

Le polissage

Le béton est poli, à l'aide de meules de plus en plus fines, avec mouillage simultané. Les bétons à granulats de marbre ou de calcaires durs sont les plus aptes à recevoir ce traitement.

La finition « marbrière » nécessite jusqu'à cinq à six passes successives, avec lustrage et application d'un produit de protection en fin d'opération.

Variété de traitements de surface.

Le béton sablé peut trancher sur un béton brut de décoffrage.

■ Les traitements chimiques

Ils ont pour objet de rendre les granulats apparents.

La désactivation

L'emploi d'un désactivant, appliqué sur le coffrage avant le coulage du béton, inhibe sa prise en surface : la peau du béton peut ainsi être enlevée plus ou moins profondément, par lavage au jet d'eau suivi d'un brossage. Très précis, ce procédé peut permettre un traitement partiel du parement dans des zones choisies.

Il existe une gamme très étendue de désactivants qui permettent d'obtenir des effets de surface variés à partir d'un même béton.

Le décapage à l'acide

Le parement du béton durci est attaqué avec une solution à base d'acide chlorhydrique ; la profondeur de l'attaque varie en fonction de la durée du traitement. Celui-ci doit être suivi d'un lavage à grande eau pour éviter la neutralisation de la chaux, entraînant la dépassivation des armatures et leur corrosion ; le traitement est réservé aux bétons de masse à base de granulats siliceux.



La prévention des altérations

Comme tous les matériaux, le béton subit les effets du vieillissement, mais une analyse de ses causes et des précautions appropriées peuvent en limiter efficacement les effets.

■ Les causes d'altération

Les principales sont :

- les salissures d'origine minérale ou organique ;
- les déformations d'origine mécanique ou hygrothermique entraînant des fissurations ;
- les attaques physico-chimiques dues à l'eau, à l'air et au gel.

Toutes ces causes peuvent, lorsqu'elles ne sont pas suffisamment prises en compte, provoquer une dégradation du béton.

■ Les méthodes de prévention

Elles concernent les dispositions architecturales, la qualité des matériaux et la conception de l'ouvrage.

Les dispositions architecturales

Outre la prise en compte de l'environnement local pour l'orientation d'un bâtiment, les dispositions architecturales relatives à la création d'acrotères, de balcons, de larmiers sont essentielles pour éviter l'encrassement et l'apparition de coulures inesthétiques.

Dans ce domaine, la conception des façades, notamment les intersections de plans, l'inclinaison, les effets de masque, les joints doivent être bien étudiés pour éviter le ruissellement des eaux selon des trajets préférentiels non prévus intentionnellement. Une répartition uniforme assurera un vieillissement homogène.

La qualité des matériaux et de l'ouvrage

Un béton bien réalisé, présentant une faible porosité, est plus durable. La diffusion des agents agressifs se trouve empêchée, et leur action ne peut être que superficielle.

Pour protéger les armatures, il faut veiller, lors de la mise en œuvre, à respecter leur enrobage correct par le béton (les règlements prévoient un enrobage minimum de 2 à 4 cm selon les conditions d'environnement).

Les bétons soumis aux risques de gel, surtout en surfaces horizontales, doivent être réalisés avec un entraîneur d'air, qui crée dans le béton une répartition de bulles d'air, le protégeant efficacement.

Les traitements de protection

Des produits d'imprégnation qui n'affectent pas l'aspect des bétons apparents diminuent la porosité de surface, améliorent leur résistance à l'hydrolyse alcaline, facilitent le ruissellement des eaux en surface. Ce sont généralement des hydrofuges à base de résines de silicones, acryliques, stéarates ou polyoléfinés. Certains produits colorés teintent le béton, sans cacher sa nature, par un effet de transparence : ce sont les lasures.

Les produits « anti-graffitis » facilitent le nettoyage des façades soumises à ce type d'agressions.

L'entretien

C'est une opération qui doit être considérée comme naturelle.

La conservation du bon aspect d'une façade justifie l'entretien du béton au même titre que celui d'autres matériaux pour lesquels cette intervention est admise et effectuée régulièrement.

Les techniques de nettoyage usuelles sont les suivantes.

- Le sablage, surtout en voie humide pour limiter les nuisances. La technique du sablage a évolué pour s'adapter à la nature du béton et préserver sa tex-



Avant et après nettoyage...

ture. A l'origine, certains procédés mal maîtrisés avaient tendance à provoquer des microfissures du parement.

- L'emploi de l'eau, de préférence chaude, sous pression avec addition de détergents, permet une action rapide, sans mouiller de façon excessive le béton.

- La vapeur d'eau limite encore les effets du mouillage tout en agissant efficacement sur les impuretés grâce à sa vitesse de projection.

- L'emploi de produits chimiques mis au point par des sociétés spécialisées permet de dissoudre les salissures sans altérer le béton. Un nettoyage à l'eau chaude redonne ensuite au béton son aspect d'origine.

L'application d'un hydrofuge après traitement constitue une protection plus durable, limitant la fréquence d'intervention.