

1. INTRODUCTION

Le béton est le matériau des projets les plus audacieux. De par ses déclinaisons illimitées, sa noblesse architecturale, couleurs, forme et esthétique, le béton est devenu un matériau incontournable de la construction moderne.

Sculpté par le talent des architectes, il contribue grandement au développement durable de la collectivité. Dans les aménagements urbains, il est versatile et peut prendre des formes complexes qui le rend complémentaire aux autres matériaux.

2. PARAMÈTRES AFFECTANT LES QUALITÉS ESTHÉTIQUES DU BÉTON

Le rendu final d'un béton architectural dépend essentiellement de trois éléments clés : la forme, la teinte et la texture. Les principaux défauts d'apparence qui y sont associés sont présentés à la figure 1.

Les défauts énumérés à la figure 1 peuvent être causés par différents paramètres (figure 2). Le présent TechnoBéton a pour objectif de présenter ces différents paramètres et d'identifier les actions à prendre afin de les éliminer ou de les atténuer.

3. RÔLES ET RESPONSABILITÉS DANS LE CADRE D'UN PROJET DE BÉTON ARCHITECTURAL

La collaboration des différents acteurs (maître d'œuvre, architecte, ingénieur, entrepreneur et fournisseur de béton) est essentielle afin d'assurer le succès d'un projet de béton architectural. Pour s'assurer de rencontrer les

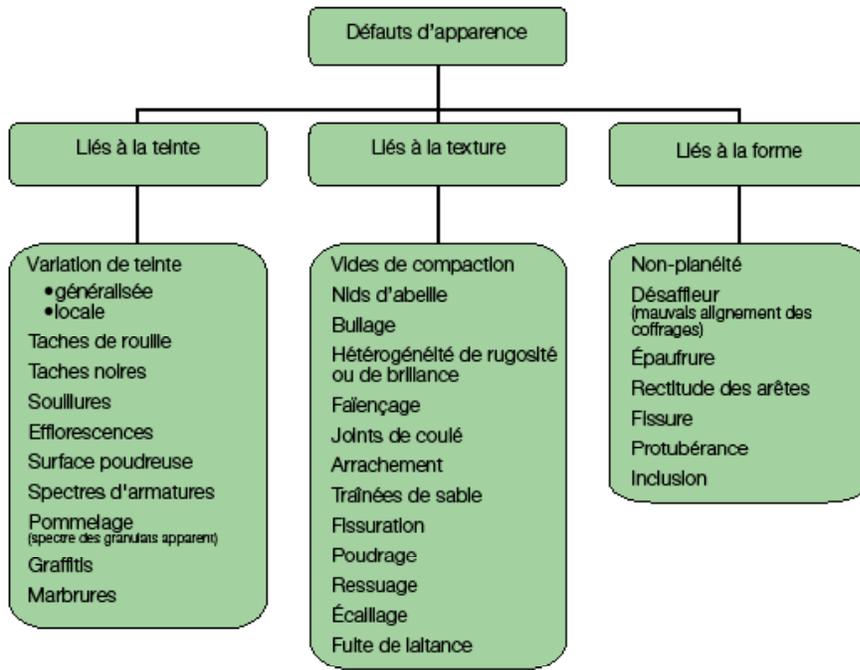
exigences du client, il importe que toutes les étapes du projet, de la conception jusqu'à la réalisation, soient bien maîtrisées.

Les rôles et responsabilités des participants doivent être définis dès le début du projet afin d'éviter les malentendus, des dépassements de coûts, des retards dans l'exécution des travaux ou les conflits quant à l'évaluation du produit final (bullage, efflorescence, uniformité de couleur, etc.). Le tableau 1 présente les responsabilités et compétences des différents participants. Le recours à des professionnels et entrepreneurs qualifiés est un premier pas vers le succès d'un projet de béton architectural.

TABLEAU 1-Responsabilités des différents participants⁽¹⁾

Nature des travaux	Responsabilité
Planification	Planificateur / architecte
Soumission / devis	Planificateur / architecte / ingénieur
Coffrage / armature	Entrepreneur, ingénieur civil
Fabrication et livraison du béton	Fournisseur de béton
Opérations de bétonnage incluant la cure	Entrepreneur
Réception des travaux	Planificateur / architecte

1 Référence 8.1



fautes d'apparence des
(2)

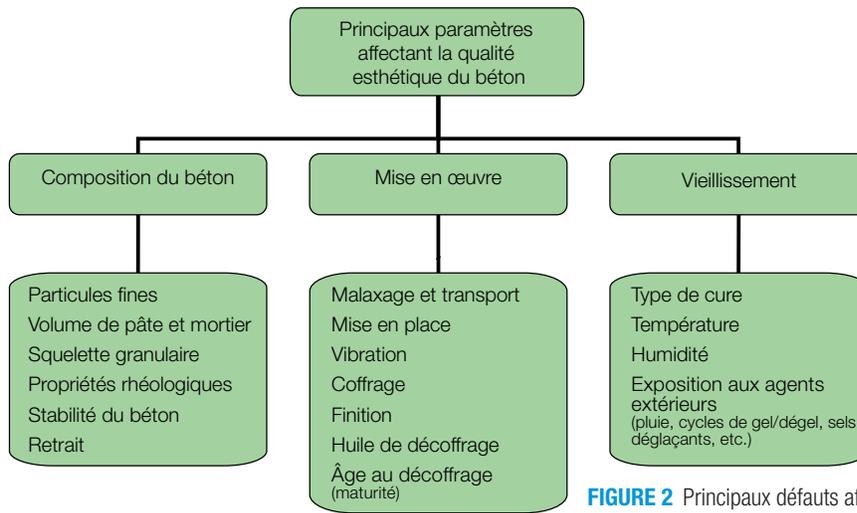


FIGURE 2 Principaux défauts affectant la qualité esthétique du béton



FIGURE 3 Facteurs afin d'assurer la réussite d'un béton architectural⁽³⁾

2 Adaptation de la référence 8.2

3 Référence 8.1

4. SPÉCIFICATION DU BÉTON ARCHITECTURAL

Le concepteur doit tenir en compte plusieurs paramètres qui ont un effet sur le rendu des parements architecturaux.

4.1 ÉCHANTILLON TÉMOIN

Un échantillon témoin peut être fourni aux soumissionnaires. La texture, la qualité et le type de fini de la surface et autres caractéristiques de l'échantillon doivent être similaires à ceux prévus pour l'ouvrage. L'échantillon doit être confectionné dans une position similaire à celle prévue pour l'ouvrage et ne devrait pas faire figure de norme d'excellence exceptionnelle à atteindre, mais plutôt représenter ce qui est réalisable.

4.2 COFFRAGES

Le concepteur doit clairement indiquer l'emplacement des joints dans les coffrages et spécifier les tirants à coffrages (type, emplacement et traitement final, y compris le traitement possible des évidements). Les tirants à coffrages doivent être à l'épreuve de la corrosion. Le concepteur doit également spécifier l'utilisation et le type de cales d'espacement. Les cales d'espacement doivent être à l'épreuve de la corrosion et ne doivent pas marquer la surface finie.

Le concepteur doit également spécifier les types de coffrages. La teinte et la texture du béton sont étroitement reliées à la qualité et au type de matériau du coffrage.

Les coffrages absorbants

L'utilisation de coffrages absorbants tels les planches, les contreplaqués, les panneaux de coffrages traités et les doublures de coffrage drainantes génèrent moins de bullage et donnent une teinte foncée et un fini mat du béton. Par contre, si le pouvoir absorbant du coffrage est inégal comme ce l'est généralement avec le bois (figure 4), on observera alors une divergence de couleur. Plus l'absorption sera importante, plus le rapport E/L de la peau sera faible, plus sa teinte sera foncée.

Les coffrages non absorbants

Les coffrages d'acier et de matières synthétiques vont généralement donner une teinte plus pâle que les coffrages absorbants, car le E/L de la peau est plus élevé. Ces coffrages donneront généralement un fini plus brillant que les coffrages de bois (figure 5).

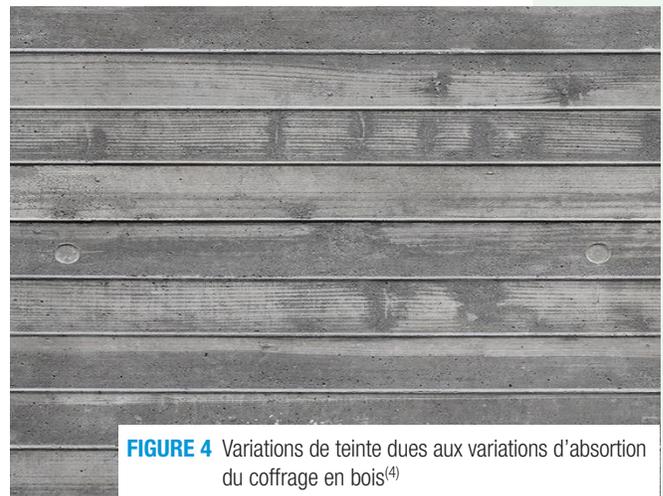


FIGURE 4 Variations de teinte dues aux variations d'absorption du coffrage en bois⁽⁴⁾

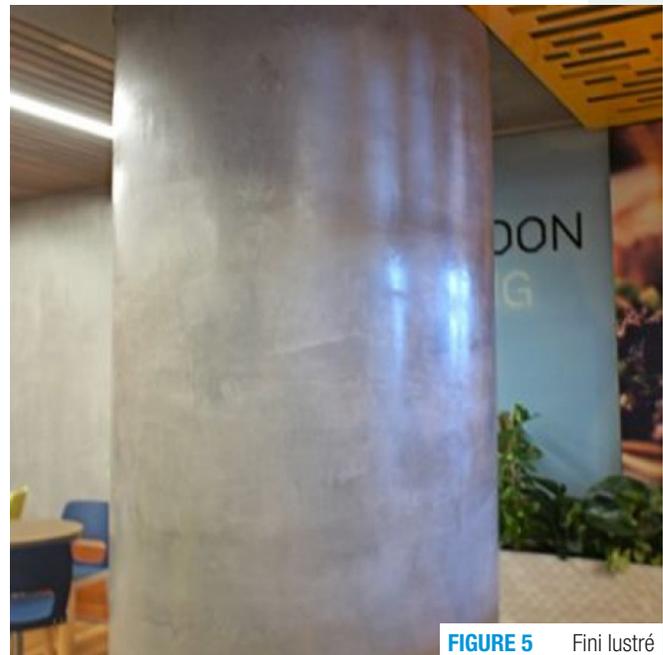


FIGURE 5 Fini lustré

Les matrices de coffrage

Différents fabricants offrent des matrices que l'on peut placer dans les coffrages. Elles sont généralement fabriquées avec des matériaux polymères et une grande variété de motifs sont disponibles sur le marché. Au démoulage, le parement de béton reproduira le motif de la matrice. Les matrices sont conçues pour être réutilisées plusieurs fois (figure 6).

⁴ Pinterest



FIGURE 6 Parement réalisé avec matrices de coffrage⁽⁵⁾

4.4 AGENT DE DÉCOFFRAGE

L'agent de décoffrage a pour fonction de prévenir l'adhérence entre le béton et la paroi du coffrage. Il est important d'utiliser un produit propre et conçu à cet effet. Avant d'appliquer l'agent de décoffrage, s'assurer que la peau coffrante est propre et sèche. En cas de pluie, il importe d'éliminer l'excès d'eau. Pour faire un choix approprié, il est recommandé d'effectuer des essais préliminaires avec le coffrage choisi. Dans tous les cas il faut éviter d'appliquer un film excessif, particulièrement sur des coffrages non absorbants. Sans quoi, les problématiques suivantes peuvent survenir:

- > risque d'arrachements ;
- > farinage ;
- > tâches et différences de teinte du béton ;
- > bullage ; et
- > mauvais accrochage d'un éventuel revêtement.

4.5 TEINTE DU BÉTON

Les liants

Le béton se présente généralement sous différentes teintes de gris selon le liant utilisé et le rapport E/L. Il est recommandé de travailler avec le même lot de ciment pour la coulée d'un parement ou s'assurer de l'uniformité de la couleur avec le cimentier pour des projets d'envergures.

Il est également possible de produire du béton avec du ciment blanc pour obtenir des teintes très claires. Par contre, il est impératif d'utiliser des granulats grossiers et sables de teintes pâles afin d'obtenir le blanc le plus pur possible. En raison du coût et de la disponibilité du ciment blanc et des granulats pâles ainsi que de la gestion à l'usine pour éviter toute contamination des matériaux, le coût du béton blanc sera inévitablement plus cher qu'un béton gris standard.

L'utilisation de cendres volantes ou de fumées de silice peut avoir des teintes plus difficilement maîtrisées. Dans un souci d'homogénéité des teintes, il serait préférable de ne pas utiliser d'eau recyclée dans le cadre d'un projet de béton architectural.

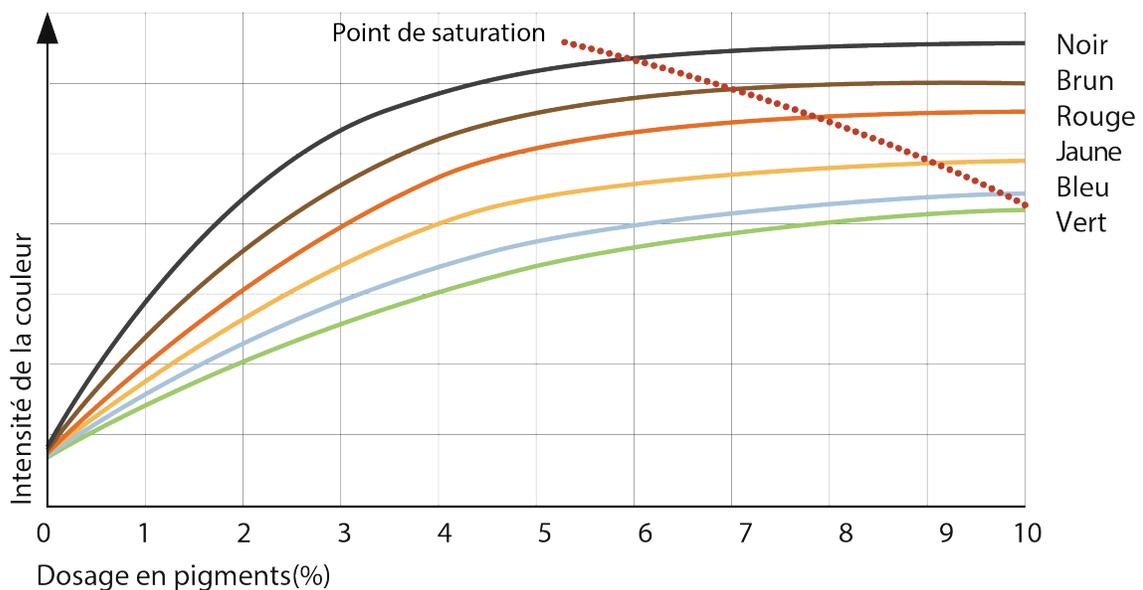


FIGURE 7 Point de saturation du dosage en pigments⁽⁶⁾

Les pigments

L'utilisation de pigments de couleur permet de teinter le béton dans sa masse. Si l'on désire obtenir une couleur franche, il est recommandé d'utiliser un ciment blanc ou pâle. L'intensité de la couleur augmente selon le dosage du pigment. Par contre, à partir d'un certain dosage, l'ajout de pigments n'a presque plus d'influence sur l'intensité de la couleur. On parle alors du point de saturation (figure 7). Si la couleur recherchée se trouve dans la zone de saturation, le béton sera moins sensible aux variations des conditions de chantier et devrait offrir une bonne uniformité de la couleur. Pour assurer une bonne dispersion des pigments de couleur et une meilleure uniformité de la teinte, il est recommandé d'utiliser un agent dispersant efficace comme les superplastifiants.

Les granulats

Les granulats fins et grossiers sont généralement enrobés par la matrice cimentaire. Par contre, avec une exposition aux intempéries au fil des années, ou suite à une épaufrure, les granulats peuvent alors être apparents et influencer la teinte du béton.

Comme mentionné précédemment, les particules fines des granulats, particulièrement celles du sable, affecteront la teinte de la peau du béton. Pour des bétons blancs ou de teintes pâles, le recours à des granulats blancs ou pâles peut être nécessaire.

Le béton à granulats exposés

Le béton à granulats exposés est un béton traditionnel fabriqué avec un granulat particulier en vue d'exposer

la valeur esthétique de la pierre. Cette technique est applicable tant au niveau des applications horizontales que verticales. En modifiant le type de ciment, la nature et la taille des granulats ainsi que le dosage en désactivant, on peut reproduire une grande variété de couleurs et de textures.

Pour les applications horizontales (ex. : trottoirs), on applique sur le béton une fois mis en place un désactivant liquide qui empêche l'hydratation de la peau du béton. Au moment opportun, selon la nature du désactivant et de la température ambiante, un jet d'eau à haute pression est appliqué sur le béton afin de retirer la peau du béton et ainsi exposer les granulats. Pour les applications verticales, le désactivant est appliqué sur les parois du coffrage. Suite au démoulage, un jet à haute pression est appliqué pour exposer les granulats.

Enfin, il est également possible d'exposer les granulats avec un jet de sable sur le béton durci.

4.6 DISPOSITIONS ARCHITECTURALES

Les baguettes

Le concepteur peut spécifier l'utilisation de baguettes pour faire des joints creux (figure 8). Les baguettes permettent de dissimuler les joints entre les panneaux de coffrage. Le concepteur peut contrôler également l'emplacement des attaches et des joints de construction. Le concepteur doit également spécifier les types de coffrages. La teinte et la texture du béton sont étroitement reliées à la qualité et au type de matériau du coffrage.

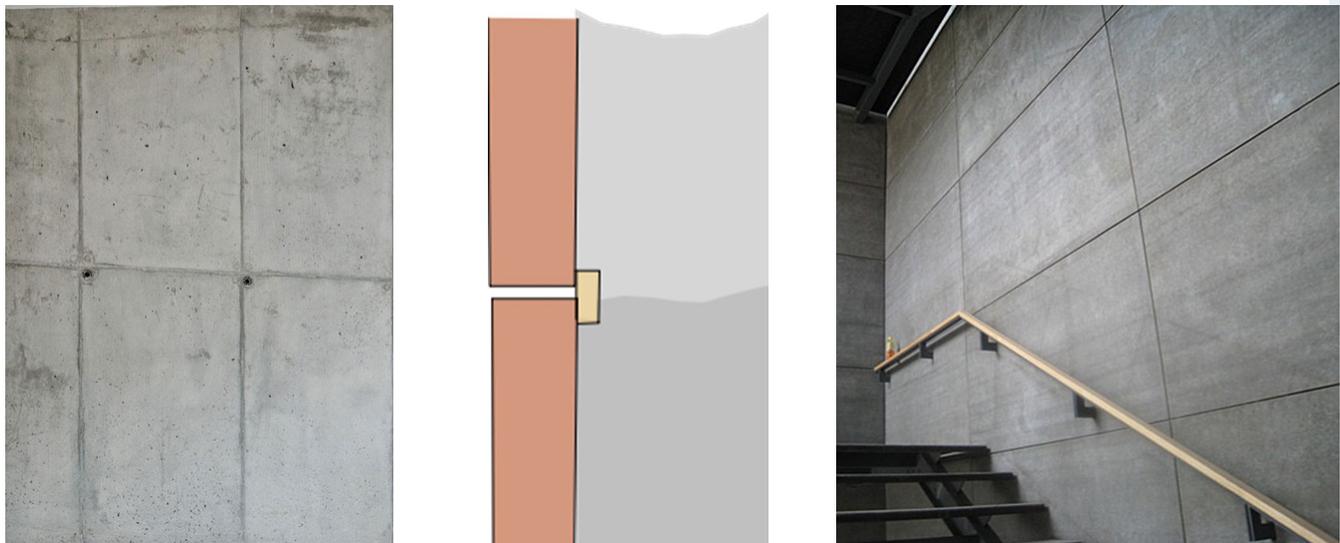


FIGURE 8 Surface coffrée sans utilisation de baguettes (à gauche) et avec utilisation de baguettes (au centre et à droite)

Traitement des arêtes

Les arêtes à angle aigu donnent souvent un profil irrégulier au décoffrage. L'utilisation d'un chanfrein (figure 9) de manière à créer un angle obtus donne des arêtes beaucoup plus nettes en plus de réduire les fuites de laitance qui sont fréquentes dans les angles et qui provoquent souvent des nids d'abeille (figure 9). De plus, l'utilisation de chanfrein permet de réduire les risques d'épaufrures des arêtes.

Ruissellement de l'eau

Le ruissellement de l'eau à la surface du béton favorise les hétérogénéités de teinte, l'efflorescence et l'encrassement. L'eau transporte les saletés qui, avec le temps, s'incrustent dans la porosité du béton. Cela favorise aussi l'efflorescence. Toute mesure constructive (figure 10) qui prévient le ruissellement de l'eau contribue à préserver l'apparence originale du béton. L'application d'un scellant à la surface du béton prévient aussi le vieillissement des surfaces.

5. MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

Une mise en œuvre selon les règles de l'art est nécessaire afin d'obtenir un parement de qualité. Pour ce faire, il est essentiel d'organiser une rencontre de pré-bétonnage quelques semaines avec la coulée pour s'assurer que chaque aspect du bétonnage (coffrage, méthode de mise en place, décoffrage, cure, etc.) soit traité. Le lecteur est invité à consulter la fiche pré-bétonnage de l'ABQ à cet effet.

5.1 ESSAI DE CONVENANCE

Lorsque la qualité architecturale du parement est particulièrement importante, on devrait exiger un essai de convenance en chantier afin de réaliser une maquette pour chaque fini de béton. La fabrication de la maquette doit se faire dans les mêmes conditions que celles prévues lors de la réalisation du parement final (formulation de béton, coffrages, agent de décoffrage, disposition des armatures, méthode de mise en place, cure, etc.). La réalisation de la maquette doit permettre de vérifier l'homogénéité du béton et ses propriétés physiques et rhéologiques

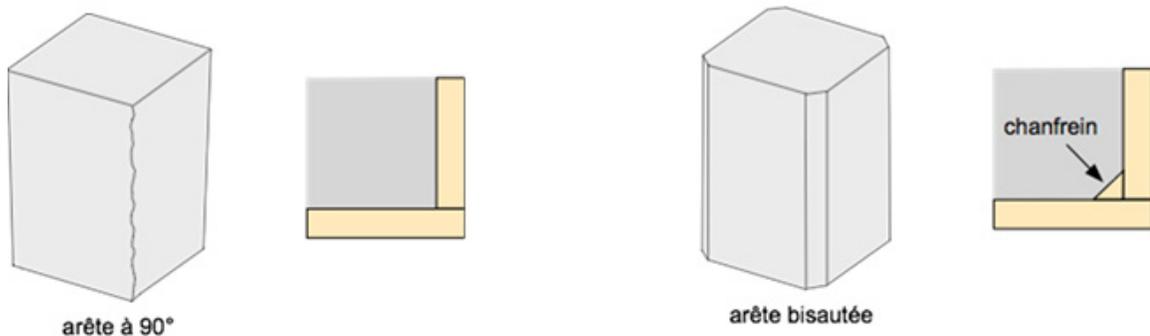


FIGURE 9 Traitement des arêtes⁽⁷⁾

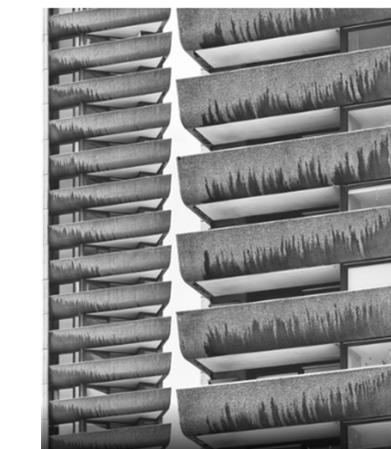
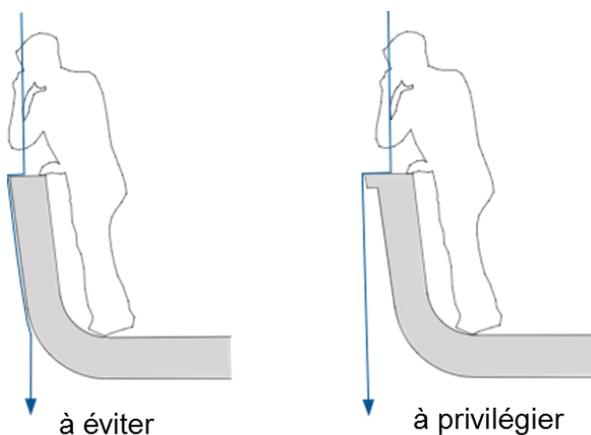


FIGURE 10 Gestion du ruissellement de l'eau

(ouvrabilité...) et le respect des spécifications relatives à l'aspect des parements. Les défauts matériels, tels que le bullage, doivent être caractérisés selon leur taille et leur fréquence par rapport à une maquette témoin normalisée. À cet effet, l'American Society for Concrete Contractors a développé le document *Guide for Surface Finish of Formed Concrete*. Le guide ACI 347.3R-13 présente également des outils pour caractériser les défauts.

Dans le cadre de l'essai de convenance, il serait de mise que les échantillons de chantier comprennent un endroit à réparer, et les dosages et méthodes de réparation doivent être élaborés de façon à permettre une harmonisation des couleurs et des textures avec le béton de base de la maquette. Ces endroits doivent comprendre des exemples de réparation de vides en surface, de lignes de ressuage, de nids d'abeille et de trous de tirants (CSA A23.1).

5.2 LE BÉTON

Le béton doit provenir d'une usine certifiée par le protocole BNQ 2621-905 assurant ainsi un contrôle de la qualité par le producteur de béton.

Afin d'obtenir une régularité des teintes, il est essentiel que le béton ait les mêmes sources des composants durant le projet. Si une usine de soutien est prévue, celle-ci doit également utiliser les mêmes sources de constituants que l'usine dédiée.

Le béton doit avoir une fluidité adaptée à la méthode de mise en place et à la géométrie de l'ouvrage afin de minimiser le bullage et les vides de compaction (figure 11). Lorsqu'un fini « exceptionnel » est recherché, l'utilisation d'un béton autoplaçant serait à considérer (figure 12)

5.3 LES COFFRAGES

L'entrepreneur doit s'assurer d'utiliser les coffrages spécifiés aux devis. Ceux-ci doivent être propres, uniformes et de n'avoir aucun dommage. Les coffrages doivent être bien alignés et respecter le plan de coffrage.

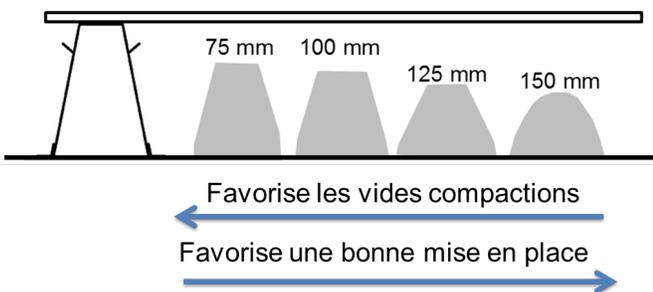


FIGURE 11 Influence de la fluidité sur les risques d'occurrence de vides de compaction

Les coffrages doivent également être étanches afin d'éviter la perte de laitance et créer des poches de cailloux.

Les coffrages doivent être suffisamment épais et contreventés pour prévenir les déplacements ou les vibrations excessives et ainsi s'assurer d'une bonne planéité du parement (figure 14). Si un béton autoplaçant est utilisé, les coffrages devront être particulièrement étanches et conçus pour reprendre les poussées hydrostatiques. Si des baguettes sont utilisées pour faire des joints creux, elles doivent être collées et non clouées.

Avant chaque coulée, les coffrages doivent être propres et secs et l'agent de démoulage spécifié au devis doit être appliqué selon les recommandations du manufacturier. Celui-ci doit être appliqué en une couche d'épaisseur uniforme. L'application d'une trop grande quantité peut provoquer des taches, des pores ou des traînées verticales (figure 13). Si l'agent de démoulage est appliqué en couche inégale ou trop mince, ou si le coffrage n'est pas propre, des arrachements et des absorptions différentes causeront des hétérogénéités de teinte. Une fois l'agent de décoffrage appliqué, il est recommandé de protéger les coffrages contre toute forme de salissures (feuilles, sciures, poussières, etc.).

5.4 LES ARMATURES

Les armatures doivent être posées selon les règles de l'art en respectant l'enrobage spécifié dans les plans et devis. Une attention doit être portée afin de ne pas abîmer les coffrages.



FIGURE 12 Béton auto-plaçant



FIGURE 13 Traînées verticales causées par un excès d'agent de décoffrage

5.5 LA MISE EN PLACE DU BÉTON

Si applicable, le béton architectural doit être mis en place de la même façon que pour la maquette de chantier approuvée, et les méthodes de mise en place ne peuvent être modifiées que si une nouvelle maquette de chantier est confectionnée pour approbation.

La mise en place doit être effectuée par une équipe expérimentée. Il est recommandé d'utiliser toujours les mêmes ouvriers. Une bonne mise en place doit tenir compte des points suivants :

- > Les règles de l'art portant sur le bétonnage par temps chaud ou froid doivent être respectées.
- > Bien coordonner avec le producteur de béton le débit de livraison (m^3/h) afin d'avoir un approvisionnement

en béton continu.

- > Limiter la hauteur de chute à 1 m.
- > Le béton ne doit pas être déversé contre les parois du coffrage.
- > Privilégier la mise en œuvre à la pompe, car elle permet un apport continu en béton limitant ainsi les joints froids. Ne jamais mettre la barbotine de lubrification dans l'ouvrage.
- > L'épaisseur des levées sera fonction de la forme des coffrages et de l'armature, mais ne doit habituellement pas dépasser 50 cm. La norme CSA A23.1 recommande des couches de 30 cm pour le béton architectural.
- > Il faut s'assurer de déposer le béton le plus près possible de sa position finale. Il faut éviter de verser une grande masse de béton et ensuite la répartir avec les aiguilles vibrantes.
- > Utiliser un nombre suffisant d'aiguilles vibrantes (si le béton n'est pas auto-plaçant) ayant le même diamètre et rayon d'action.
- > Vibrer le béton en chevauchant 10 à 15 cm la couche inférieure afin d'assurer un bon mariage des couches. Les aiguilles doivent pénétrer verticalement dans le béton à intervalles réguliers en respectant la règle des 1,5 fois le rayon d'action.
- > Les aiguilles vibrantes ne doivent pas entrer en contact avec les coffrages ou les armatures. L'utilisation d'embouts protecteurs minimise les effets dus à de tels contacts.

5.6 DÉCOFFRAGE

Les travailleurs ne doivent pas devoir utiliser de levier contre la surface ni autrement marquer la surface du béton.

Le moment opportun pour décoffrer dépend de deux facteurs : la résistance à la compression minimale pour

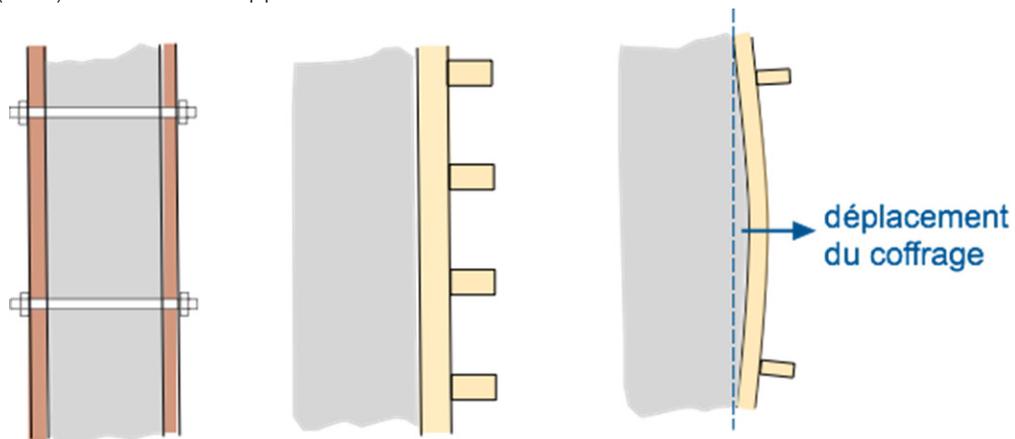


FIGURE 14 Rigidité et contreventement des coffrages⁽⁸⁾

retirer en toute sécurité les coffrages et l'obtention d'une teinte homogène du béton.

La teinte du béton est directement influencée par la durée pendant laquelle il est resté dans les coffrages. Le degré d'avancement du durcissement du béton lors du décoffrage conditionne les échanges entre le parement et l'extérieur et à terme, l'évolution de son aspect. Pour une même formulation de béton et dans des conditions climatiques et de mise en œuvre similaires, on veille à respecter des délais de coffrage identiques afin d'obtenir une teinte homogène et constante sur l'ensemble des éléments de l'ouvrage.

Par contre, pour un chantier de longue durée couvrant plusieurs saisons ou lorsqu'il y a une variation importante des températures d'une journée à l'autre, il serait de mise de décoffrer le béton à même maturité (résistance équivalente au décoffrage). L'évolution des résistances du béton est tributaire de son historique de température. Le temps nécessaire entre le coulage et le décoffrage varie en fonction de la géométrie du parement, de la composition du béton et de la température extérieure. La technique de la maturométrie peut s'avérer une option intéressante pour contrôler l'homogénéité de la teinte du béton.

Il est à noter par contre que décoffrer les éléments à maturité équivalente n'empêchera pas une évolution de la teinte dans le temps. Par contre, elle permettra d'avoir une évolution homogène.

5.7 LA CURE

La cure est appliquée immédiatement après coulage du béton sur les surfaces non coffrées ou immédiatement après le décoffrage. La méthode de cure (produits de cure, feuille imperméable, géotextile humide, pulvérisation d'eau, etc.) peut influencer aussi la qualité du parement. La cure devrait faire l'objet d'essais préalables permettant de vérifier qu'elle n'a pas d'incidence sur la teinte du parement. Il convient de déterminer aussi avec précision le délai de maintien de la cure. Pour les dallages architecturaux, une cure chimique est à privilégier afin de maximiser l'uniformité de la couleur.

5.8 PROTECTION DES ÉLÉMENTS COULÉS

Une fois la cure des éléments terminée, il est nécessaire de les protéger contre les salissures ou endommagements (ex. : épaufrure) durant les autres phases de la construction. Le recouvrement des éléments architecturaux avec un plastique suffisamment épais constitue un moyen efficace.

6. VIELLISSEMENT DU BÉTON

Plusieurs facteurs peuvent affecter les qualités et l'uniformité des parements de béton une fois le béton durci. Parmi les principaux facteurs, notons, les efflorescences, l'exposition à des degrés hygrométriques variables, les facteurs climatiques tels que les cycles de gel/dégel, l'application de sels déglaçant, etc.

6.1 EFFLORESCENCES

L'efflorescence est un défaut d'aspect affectant la peau des bétons, qui consiste en l'apparition d'un dépôt cristallin souvent blanchâtre. L'hydroxyde de calcium (chaux hydratée) produit par l'hydratation du ciment est transporté à la surface par capillarité et en réagissant avec le dioxyde de carbone dans l'air, crée du carbonate de calcium (insoluble). D'autres sels solubles peuvent également créer des efflorescences de sulfates et de chlorures.

On identifie généralement deux types d'efflorescence : primaire et secondaire. L'efflorescence primaire survient à jeune âge durant le durcissement et la cure du béton où l'eau de gâchage contenant les sels solubles s'assèche en surface. L'efflorescence secondaire apparaît quant à elle plusieurs jours et mois après la coulée. Ce type d'efflorescence est généralement due à une source d'eau extérieure (ex. : pluie). Elle apparaît souvent au droit des fissures.

L'efflorescence est plus susceptible de survenir pour les bétons poreux (E/L élevé) et fissurés exposés à la pluie ou à un taux d'humidité élevé. Trois conditions sont nécessaires pour qu'il y ait apparition d'efflorescence :

- > Il doit y avoir des sels solubles (hydroxyde de calcium).
- > Il doit y avoir de l'eau qui entre en contact avec les sels solubles.
- > Il doit y avoir un « passage » pour que la solution de sel migre vers la surface et précipite en surface.

Afin de limiter les efflorescences, il est possible d'avoir recours à l'une ou plusieurs des actions suivantes :

- > Diminuer le rapport E/L afin de diminuer la perméabilité du béton.
- > Utilisation d'ajouts cimentaires afin de consommer la chaux soluble et diminuer la perméabilité du béton.
- > Cure suffisante, particulièrement par temps froid.
- > Ne pas exposer trop tôt les surfaces aux intempéries.
- > Utiliser un scellant.

6.2 VARIATION DE L'HYGROMÉTRIE

Une hygrométrie variable à différents endroits sur un élément peut mener à une non-uniformité de la teinte. Par exemple, un mur partiellement exposé à la pluie sera plus susceptible de développer de l'efflorescence secondaire que la partie de l'élément continuellement sec. De plus, un apport inégal en eau sur un élément peut également entraîner à long terme une maturité localisée différente entraînant des teintes différentes. L'utilisation d'un scellant approprié peut aider à diminuer les impacts d'hygrométrie variable sur un élément.

6.3 EXPOSITION AUX CYCLES DE GEL/DÉGEL OU AUX SELS DE DÉGLAÇAGE

L'application de sels déglaçant sur le béton crée avec le temps un écaillage de surface. Il donc de mise d'utiliser un béton adapté à ce type d'exposition. Pour les ouvrages non armés exposé aux sels et cycles de gel/dégel (ex. : trottoir), la norme CSA A23.1 préconise un béton de classe C-2. Pour les bétons armés exposés aux chlorures (avec ou sans cycle de gel/dégel), un béton de classe C-1 doit être utilisé.

Pour les ouvrages exposés uniquement aux cycles de gel/dégel, les éléments non saturés en eau doivent être conçus avec un béton de classe F-2 et de classe F-1 pour les éléments saturés.

6.4 PROTECTION CONTRE LES GRAFFITIS

Certains parements de béton sont susceptibles de recevoir des graffitis (ex.; murs extérieurs). Afin de faciliter le nettoyage, il est possible de recouvrir le parement d'un enduit qui prévient l'absorption par les surfaces poreuses de la plupart des peintures en aérosols.

7. RECOMMANDATIONS

- > Organiser une rencontre pré-bétonnage afin de s'assurer que l'ensemble des exigences sur le béton frais et durci soient connues par tous les intervenants.

COFFRAGES

- > S'assurer de l'étanchéité des joints de coffrages.
- > Les coffrages doivent être suffisamment contreventés pour prévenir les déplacements ou les vibrations excessives.
- > Les coffrages doivent être recouverts d'une couche mince et uniforme d'agent de démoulage propre et conçu spécifiquement pour les coffrages à béton.
- > Les coffrages doivent être soigneusement nettoyés entre chaque utilisation et il ne doit y subsister aucune trace du béton.
- > Pour les éléments exigeant une grande qualité architecturale, utiliser des coffrages neufs si des panneaux de contreplaqué sont utilisés.

MISE EN PLACE

- > La fluidité du béton doit être adaptée à la géométrie de l'ouvrage et la méthode de mise en place.
- > Évite les ajouts d'eau afin d'éviter les hétérogénéités des teintes.
- > Éviter de laisser tomber le béton dans les coffrages d'une hauteur supérieure à 1m.
- > Éviter que le béton ne vienne buter sur la paroi du coffrage lors de la mise en place.
- > Remplir le coffrage en couches successives d'environ 30 cm d'épaisseur.
- > Limiter le temps qui s'écoule entre la mise en place de deux couches successives afin d'éviter les joints froids.

- > Toujours utiliser le même modèle d'aiguille vibrante lors de la même coulée de béton.
- > Éviter que l'aiguille vibrante ne touche le coffrage et les armatures lors de la mise en place du béton.
- > Utiliser toujours les mêmes ouvriers pour la mise en place du béton.
- > Lorsque la qualité architecturale du parement est importante, on devrait exiger un essai de convenance en chantier avant le début de la mise en place du béton.
- > Le béton devrait être toujours décoffré lorsqu'il a atteint un même niveau de maturité.

8. RÉFÉRENCES

- 8.1 Sika Béton coloré, Guide technique. 4. Edition 02/2012, 40p
- 8.2 Résultats et recommandation du projet National Calibé, *La maîtrise de la qualité des bétons*, Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, 2004, 452 pages
- 8.3 The coloring of concrete: processing instructions, Fiche technique LANXESS
- 8.4 *ABC du ciment et du béton*, Febelcem
- 8.5 BNQ. BNQ 2621-905/2018 *Béton prêt à l'emploi - Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences de la norme CSA A23.1/23.2)*, Bureau de normalisation du Québec, Québec, 77 p. (BNQ 2621-905/2018)
- 8.6 CSA. Béton : Constituants et exécution des travaux/Procédures d'essai et pratiques normalisées pour le béton. Canada. Association canadienne de normalisation, 2019, 938p. (CSA A23.1-F19/A23.2-F19).
- 8.7 ABQ. *Fiche prébétonnage*. Association béton Québec, Québec, 2013, 2 p.
- 8.8 American Society of Concrete Construction. *Guide for Surface Finish of Formed Concrete : As-Cast Structural Concrete*. ASCC Education and Training Committee , États-Unis, 1999, 17 p.

MISE EN GARDE : L'Association béton Québec publie ce document à titre consultatif seulement et ne peut être tenue responsable d'erreurs ou d'omissions reliées à l'information et à la consultation de ce document.



520, D'Avaugour, bureau 2200
Boucherville (Québec) J4B 0G6
Tél. : (450) 650-0930
Sans frais : (855) 650-0930
Télec. : (450) 650-0935
Courriel : info@betonabq.org