

## Cahier technique pour les constructions en béton de parement

Février 2013

Cahier technique cemsuisse – CT 02

Publié par:

**BETON**SUISSE

## **Cahiers techniques cemsuisse**

ce.msuisse publie des Cahiers techniques destinés à donner des explications ou des recommandations sur certains sujets spéciaux. Le présent Cahier repose sur les résultats d'un projet financé par ce.msuisse.

Les auteurs déclinent toute responsabilité concernant les dommages pouvant survenir du fait de l'utilisation de la présente publication. Les Cahiers techniques sont valables durant cinq ans après leur publication. La validité peut ensuite être prolongée, chaque fois pour une durée de cinq ans.

### **Auteur**

ce.msuisse, Association suisse de l'industrie du ciment,  
Marktgasse 53, 3011 Berne, [www.ce.msuisse.ch](http://www.ce.msuisse.ch)

### **Éditeur**

Betonsuisse Marketing AG, Marktgasse 53, 3011 Berne  
[www.betonsuisse.ch](http://www.betonsuisse.ch)

### **Illustrations**

Toutes les illustrations n'ont pour fonction que d'informer et de faciliter la compréhension du texte.

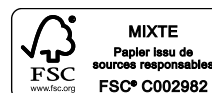
#### **Note explicative de l'éditeur**

Pour traduire l'allemand «Sichtbeton», l'expression «béton de parement» a été préférée ici à celle de «béton apparent» généralement utilisée jusqu'ici – tandis que «béton de parement» était réservé aux surfaces spécialement traitées après décoffrage, ainsi qu'à la préfabrication. Les raisons de ce choix sont les suivantes:

- 1) Dans la norme SIA 118/262 (Annexe C) «Sichtbeton» est traduit par «béton de parement». Il est vrai que la norme SIA 262 mentionne, en passant, le «béton apparent» (cf. ch. 5.2.2.7) mais, vu la nature respective de ces deux normes et des passages en cause, il a paru justifié de reconnaître à la première in casu un caractère prioritaire.
- 2) La définition que le dictionnaire Robert donne du terme «parement» en matière de construction fait exclusivement référence à des surfaces brutes qui, quoique soignées, n'ont fait l'objet d'aucun traitement pour leur donner un aspect particulier («face extérieure d'un mur», «côté visible d'une pierre dans un ouvrage de maçonnerie», «face supérieure d'un pavé»). Cf. Le Grand Robert de la langue française, 2e éd., 2001; Le Petit Robert, éd., 2013.
- 3) L'expression prescrite en France est «béton de parement» ou «parement de béton» (cf. «Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux/Fascicule No 65/Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint/Document annexé à l'arrêté du 30 mai 2012» et «NF P 18201/DTU 21 – Travaux de bâtiment/Exécution des ouvrages en béton/Cahier des clauses techniques»)
- 4) Les publications suisses les plus récentes traduisent «Sichtbeton» par «béton de parement» (cf. p. ex. Béton de parement/Vademecum pour le praticien, Holcim (Suisse) SA, 2012).



**PRESERVEcreation.ch**  
fabriqué climatiquement neutre



# Table des matières

	<b>Avant-propos</b>	<b>4</b>
	<b>Membres du groupe de travail</b>	<b>5</b>
<b>0</b>	<b>Champ d'application</b>	<b>6</b>
	0.1 Délimitation	6
	0.2 Références	7
	0.3 Intégration contractuelle du présent Cahier	7
<b>1</b>	<b>Notions et définitions</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Aspects pouvant être donnés au béton de parement</b>	<b>12</b>
	2.1 Généralités	12
	2.2 Effets obtenus par la peau de coffrage et le coffrage lui-même	14
	2.3 Types de coffrage	20
<b>3</b>	<b>L'équipe du béton de parement</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Classes de béton de parement</b>	<b>22</b>
	4.1 Définition des différentes classes de béton de parement	22
	4.2 Exigences posées aux différentes classes de béton de parement	23
	4.3 Détail des exigences pour les surfaces coffrées de béton de parement	24
<b>5</b>	<b>Le projet</b>	<b>31</b>
	5.1 Convention d'utilisation	32
	5.2 Possibilité de réalisation	32
	5.3 Prévention des défauts du béton au stade de la conception de l'ouvrage	32
	5.4 Management de l'assurance qualité relative au projet (PAQ)	39
	5.5 Veiller à la maîtrise des coûts	39
	5.6 Durée de la construction et reports de délais	39
<b>6</b>	<b>Mise en soumission</b>	<b>40</b>
	6.1 Bases essentielles	40
	6.2 Surfaces d'essai	41
	6.3 Surfaces de référence	41
<b>7</b>	<b>Exécution</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>Évaluation</b>	<b>43</b>
	8.1 Impression générale	43
	8.2 Critères particuliers	44
<b>9</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>45</b>
	<b>Annexes</b>	<b>47</b>

## Avant-propos

Le béton est le matériau de construction le plus utilisé au monde et c'est en même temps celui que l'on façonne le plus facilement. Il est devenu ces dernières années le matériau préféré des architectes à la recherche de l'esthétique pure – tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. Le béton est un matériau qui a du style; il permet à la forme d'être expressive. Il n'est pas seulement structure et espace, mais offre également des surfaces qui captent le regard. Celles-ci ont fixé à demeure l'instant de leur durcissement. Là, le processus de la construction agit à l'envers : la surface reflète en négatif le motif de la surface du coffrage. Depuis des années, le béton de parement confère à de nombreux ouvrages un caractère original par l'aspect particulier qu'il leur donne. Il gagne en importance auprès de nombreux architectes. On peut dire qu'il est très «tendance».

On entend par béton de parement des surfaces de béton devant répondre à des exigences esthétiques élevées, dont le respect implique un soin attentif de la part de tous les intervenants. Cela suppose de l'exactitude dans les plans, de la précision dans l'exécution, ainsi que l'amour du détail à tous les stades – ce qui nécessite une entente et une coordination parfaites.

Contrairement à l'Allemagne et à l'Autriche, la Suisse ne dispose encore, pour les constructions en béton de parement, ni de normes ni de recommandations sur lesquelles on pourrait s'appuyer pour concevoir, mettre en soumission et exécuter de tels ouvrages. Si notre pays compte toutefois de nombreuses constructions en béton de parement répondant à des exigences élevées, c'est grâce à la bonne coopération entre concepteurs, maîtres d'ouvrage et exécutants, ainsi qu'à la longue expérience dont ceux-ci bénéficiaient souvent. De plus, des publications telles que le «Guide pratique du béton» de Holcim et les dépliants du TFB de Wildeg (Bulletin du ciment) ont apporté une aide appréciable pour résoudre certains problèmes propres au béton de parement. Mais cette documentation n'a pas fait véritablement le tour des aspects propres à la conception, à l'exécution et à l'appréciation qualitative des surfaces en béton de parement. Le présent cahier technique s'efforce de combler cette lacune. Il se fonde sur l'état actuel de nos connaissances et entend donner à l'ensemble des intervenants des réponses pratiques aux questions que leur pose le béton de parement.

L'introduction des classes de béton de parement SBK 1 à SBK 3 et de la classe SBK S permet désormais de décrire plus exactement les exigences posées – sur les plans architectural aussi bien que technique – et d'évaluer le respect de celles-ci.

Le présent Cahier technique donne de précieuses indications pour la conception de surfaces en béton de parement.

Des éléments importants de cette publication ont été tirés du projet de recherche de cemsuisse consacré au béton de parement, achevé en 2008.

Berne, janvier 2012

Stefan Bischof

Groupe de travail de cemsuisse sur le béton de parement

## Membres du groupe de travail

Bischof Stefan, ing. civ. dipl. EPF, Zurich  
Holcim (Suisse) SA

Lunk Peter, dr sc. techn. EPF, Zurich (président)  
Holcim (Suisse) SA

Meyer Emmanuel, Wildegg  
Jura cement AG

Strahm Kurt, Péry  
Ciments Vigier SA

Widmer Heiner, dr phil. nat., Berne  
cemsuisse

Zbinden Olivia, cheffe RP et promotion, Berne  
BETONSUISSE

### Remerciements

L'éditeur remercie de leur précieuse contribution les auteurs, ainsi que les représentants des organisations et institutions ayant apporté leur collaboration. Sa reconnaissance s'adresse particulièrement à MM. Peter Lunk et Stefan Bischof : sans leur engagement exceptionnel et l'apport de leurs vastes connaissances spécifiques, la réalisation de la présente brochure n'aurait pas été possible.

### Traducteur

Nicolas Stoll, Lausanne



# 0 Champ d'application

## 0.1 Délimitation

Le présent Cahier s'adresse en premier lieu aux concepteurs (architectes et ingénieurs), mais également aux maîtres d'ouvrage, à leurs représentants, aux investisseurs et aux entrepreneurs, qui sont confrontés aux problèmes du béton de parement.

Il contient des indications à suivre pour obtenir qu'un tel béton ait la qualité souhaitée. Il complète les normes SN EN 206-1, SIA 262, SIA 118/262 et SN EN 13670.

Il concerne les surfaces de béton de parement réalisées au moyen d'une peau de coffrage.

Les règles contenues dans ce Cahier concernent principalement le béton selon la norme SN EN 206-1, mais peuvent également s'appliquer par analogie au béton projeté, au béton léger et au béton de recyclage; dans ces derniers cas, elles doivent, cas échéant, être adaptées aux spécificités de ces matériaux.

Ce Cahier concerne avant tout le béton coulé en place, mais peut également être utile à la production d'éléments préfabriqués.

Certains thèmes touchant au béton de parement, comme la protection contre le feu, l'aptitude au recyclage, la résistance aux agressions chimiques ou microbiologiques, la protection des surfaces et leur remise en état, ne sont pas spécialement traités.

Des surfaces en béton brut de décoffrage, mais sans exigences ou caractéristiques esthétiques, ne sont pas considérées comme béton de parement au sens de ce Cahier et n'y sont pas classifiées.

Ce Cahier mentionne certains aspects de l'exécution que le concepteur doit d'emblée prendre en compte dans l'élaboration de son projet. La réalisation des constructions, les détails d'exécution, la composition des bétons, les bétons teintés dans la masse, l'utilisation d'agents de démoulage, la mise en place et le compactage du béton, etc., ne sont pas traités dans le présent Cahier.

Fig. 1 : Exemples de surfaces brutes de décoffrage, mais sans exigences esthétiques



## 0.2 Références

Le texte du présent Cahier fait référence aux normes et recommandations mentionnées ci-dessous. L'année de ces documents n'est pas spécialement indiquée. C'est chaque fois l'édition la plus récente qui est déterminante.

Norme SIA 118 / 262	Conditions générales pour la construction en béton
Norme SIA 262	Construction en béton
Norme SIA 262 / 1	Spécifications complémentaires
Norme SIA 269 / 2	Maintenance des structures porteuses – Structures en béton
Norme SIA 414	Tolérances dimensionnelles dans la construction
Norme SN EN 197-1	Ciment- Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants
Norme SN EN 206-1	Béton – Partie 1 : spécification, performances, production et conformité
Norme SN EN 934-2	Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Partie 2 : Adjuvants pour béton – Définitions, exigences.
Norme SN EN 1008	Eaux de gâchage pour bétons – Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux de recyclage d'industries du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton
Norme SN EN 12620	Granulats pour béton
Norme SN EN 13670	Exécution des structures en béton
Recommandation SIA V414 / 10	Tolérances dimensionnelles dans le bâtiment
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
Cahier technique SIA 2042	Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten

## 0.3 Intégration contractuelle du présent Cahier

Il est recommandé de spécifier qu'outre les dispositions de la norme SIA 118 / 262, celles du présent Cahier font partie intégrante du contrat d'entreprise.

Les exigences posées dans ce Cahier quant aux surfaces de béton de parement coffrées vont plus loin que celles définies dans les normes SIA 262 et 118 / 262. Aussi ledit cahier doit-il être déclaré comme ayant priorité – en ce qui concerne ces surfaces – sur les normes SIA 262 et 118 / 262.

Il incombe au concepteur, lorsqu'il fait référence au présent Cahier dans un document contractuel, de formuler ses exigences de telle sorte qu'elles soient réalisables et conformes aux règles de l'art, et que les positions auxquelles elles se rapportent soient indiquées clairement.

# 1 Notions et définitions

Dans le présent Cahier il est fait usage des termes et notions techniques ci-après; cas échéant, ceux-ci sont complétés par l'indication d'une évaluation propre au béton de parement.

Agents de démoulage	Les agents de démoulage assurent un décoffrage optimal des surfaces de béton en permettant de limiter les défauts aux endroits délicats, tels que les arêtes et les angles.
Béton à composition prescrite	Béton selon la norme SN EN 206-1 pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur, qui est responsable de livrer un béton respectant cette composition prescrite.
Béton à propriétés spécifiées	Béton selon la norme SN EN 206-1 pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur, qui est responsable de fournir un béton qui satisfait à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires.
Béton de parement	Béton répondant à des exigences définies quant à l'aspect de ses surfaces exposées à la vue.
Bullage	Ensemble de petits creux pouvant apparaître en surface lors du durcissement du béton dans son coffrage. Ils ne constituent pas un défaut technique du béton de parement tant qu'ils ne dépassent pas la dimension de quelques millimètres. Ils apparaissent principalement sur les éléments verticaux et peuvent avoir une influence sur l'impression visuelle d'ensemble donnée par la surface du béton.
Cales (distanceurs, taquets)	Eléments aux formes diverses en mortier à base de ciment (éventuellement renforcé de fibres) ou de résine, ou en plastique; fixées à l'armature, les cales servent à maintenir durant le bétonnage l'enrobage prescrit entre le coffrage et l'armature. Après l'achèvement de l'ouvrage, elles n'affectent ni la durabilité de ce béton, ni son aptitude à l'emploi.
Classes de béton de parement	Les classes de béton de parement SBK 1 à SBK 3 et SBK S sont définies par les exigences posées aux surfaces visibles, notamment en matière de texture, de bullage, de teinte, de planéité et de joints; le respect de ces exigences dépendra entre autres du type de coffrage choisi et des expériences faites avec les surfaces échantillons.
Classe de cure	La durée de la cure doit être fixée en fonction du développement des résistances en surface du béton. Elle est indiquée dans la norme SIA 262 par référence aux classes de cure NBK 1 à 4. La cure d'un béton de parement est difficile à réaliser, voire délicate, et sa durée doit notamment être fonction du degré d'exposition de l'ouvrage aux intempéries.



	Sauf indications plus précises, la durée de la cure devra être de 5 jours, comme le prescrit la norme SIA 118/262 «Conditions générales pour la construction en béton».
Coffrages	Formes creuses dans lesquelles on coule le béton frais et que l'on éloigne lorsque le béton est durci – à l'exception des coffrages «perdus». Un coffrage se compose d'un système de coffrage et d'une peau de coffrage. On choisira le type de coffrage selon la fonction et le type de l'ouvrage à construire. Sa forme représente donc le négatif de l'élément en béton à réaliser. En choisissant telle peau de coffrage ou tel système de coffrage impliquant un certain type de surface on pourra donner au béton de parement l'aspect voulu.
Colorations indésirables	Des colorations claires ou foncées non voulues, des taches de rouille, des salissures – apparaissant sur la surface du béton – peuvent provenir des constituants du matériau, d'interactions de celui-ci avec la peau du coffrage, ainsi que des conditions climatiques.
Concrétions de chaux	Concentrations blanchâtres ou jaunâtres de chaux apparaissant à la surface du béton et produites par un ruissellement inapproprié d'eau (résultant p. ex. de fissures ou d'un drainage insuffisant).
Couche de mise en place	Couche de béton coulée dans son coffrage, avant son compactage.
Cure	La cure du béton au jeune âge a pour objet de protéger la surface du matériau après décoffrage contre la dessiccation et les agressions du milieu environnant, en faisant en sorte que ladite surface soit fermée, aussi étanche que possible et résistante. Le processus de cure doit être défini de telle sorte que cette opération n'ait pas d'effets indésirables sur l'aspect du béton de parement.
Décrochement (balèvre)	Sur une surface de béton coffré, rebord inapproprié, angulaire et en saillie, d'un élément par rapport à l'élément voisin, dû à une mauvaise mise en place du coffrage. (≠ Arête)
Défaut	Différence négative entre la surface du béton de parement telle qu'elle se présente en réalité et le résultat visé (p. ex. surface de référence).
Défaut de planéité	Ecart dans la planéité de la surface du béton en raison d'une déformation excessive du coffrage (≠ texture). Cela se traduit par des ondulations, des bavures ou des décrochements, au droit des joints de coffrage ou des joints de reprise.
Délai de décoffrage	Délai à respecter entre la mise en place du béton et le décoffrage. En matière de béton de parement, il appartient à l'ingénieur de fixer ce délai, lequel dépendra de la résistance du béton, des conditions météorologiques, de la fonction portante de l'élément en cause et des sollicitations dont celui-ci sera l'objet.
Efflorescences de chaux	Taches blanchâtres, en forme de voiles, apparaissant à la surface du béton (le plus souvent jeune) et causées par des sels alcalins en solution (p. ex. de l'hydroxyde de calcium). Elles sont liées à la composition du béton et ne constituent pas un défaut du béton de parement au sens technique du terme.
Enrobage des armatures	Distance séparant la surface des armatures de celle du béton. L'enrobage choisi $c_{nom}$ doit être indiqué dans les plans et tient compte des écarts tolérés.

Equipe du béton de parement	Groupe de personnes (maître d'ouvrage, ingénieur civil, architecte, direction des travaux, producteur de BPE, entrepreneur, contremaître, ouvriers de chantier), responsables de la coordination du processus de construction, de la gestion du flux d'informations, etc. en vue de la construction d'un ouvrage en béton de parement.
Étape de bétonnage	Bétonnage réalisé sans interruption. En matière de béton de parement, les étapes de bétonnage doivent être fixées au préalable.
Joint	Trace horizontale ou verticale apparaissant sur la surface du béton pour cause de reprise du bétonnage, de dilatation du béton ou de joint dans la peau de coffrage.
Marbrures	Nuages ou différences de teinte en forme de stries sur la surface d'un béton de parement.
Nid de gravier	Partie de la surface du béton ouverte et très poreuse due à un démélange local du béton frais, qui se caractérise par une concentration locale de granulats grossiers, pauvre en éléments fins et en ciment.
Peau de coffrage	Surface du coffrage touchant le béton. Le pouvoir absorbant de la peau de coffrage (effet buvard) a notamment un effet sur la clarté de la teinte, les variations dans le ton gris, le farinage, la tendance des fines à s'accumuler en surface, le nombre de pores, ainsi que le rapport $e/c$ , dans le béton proche de cette surface.
Plan de calepinage	Élément de base pour la mise en soumission (descriptif des prestations) d'un ouvrage en béton de parement, comportant notamment des indications sur le système de coffrage, la dimension des éléments de coffrage, les points d'ancrage, les étapes de bétonnage, les joints, etc.
Plan des joints	Disposition et nature des joints sur une surface déterminée de béton de parement.
Pores	Interstices se formant naturellement dans le béton frais lors du malaxage et de la mise en place dans le coffrage, et contenant de l'eau ou de l'air.
Rapport eau / ciment équivalent $e/c_{eq}$	Dans le béton, rapport entre, d'une part la masse de l'eau efficace, et d'autre part la masse du ciment plus les additions affectées de leur coefficient $k$ .
Ressuage	Tendance du béton frais à relâcher de l'eau à la surface du béton. Le ressuage apparaît durant ou après la mise en place et dure jusqu'au début de la prise.
Surface de référence	Surface d'essai dont la présentation sert de standard contractuel entre l'entrepreneur et le maître d'ouvrage pour l'évaluation et l'acceptation d'une construction réalisée entièrement ou en partie en béton de parement.
Surface d'essai	Surface en béton de parement, soit construite à part, soit choisie sur un élément existant, laquelle n'a pas fait l'objet d'exigences contractuelles, mais sert aux intervenants pour développer et fixer le processus technique devant permettre de donner à un béton de parement l'aspect voulu et / ou pour déterminer les essais pratiquement nécessaires en vue d'obtenir ce résultat.
Système de coffrage	Coffrages pour piliers, parois ou dalles, tels que p. ex. coffrages panneaux avec poutrelles de bois ou de métal (avec cerclages métalliques) ou coffrages cadres métalliques (avec peau de coffrage standard incorporée [en gén. panneaux multi-couches] et points d'ancrage prescrits).

Teinte du béton	Avec la luminosité et l'intensité, la teinte est l'une des trois composantes de la couleur perçue par l'œil humain. Elle joue donc un rôle majeur dans la fixation des exigences relatives à la surface d'un béton de parement (cf. aussi Colorations indésirables).
Texture	La texture renvoie aux propriétés géométriques données à la surface bétonnée (rugueuse, lisse, structurée), qui la distinguent intentionnellement d'une surface parfaitement plane (≠ défaut de planéité). Il y aura lieu de contrôler le respect des exigences relatives à l'homogénéité de la surface, ainsi qu'aux décalages, bavures ou balèvres aux joints de coffrage.
Tige de coffrage	Pièce assurant une liaison résistant à la traction entre les 2 faces du coffrage d'un élément en béton, afin de reprendre la pression du béton frais.
Traces de laitance	Coulure de pâte de ciment ou de ses éléments fins («bouillaque») au droit de joints de coffrage non étanches.
Types de coffrage	Selon la norme SIA 118 / 262, il existe 4 types de coffrage, à savoir : Type 1 : béton d'aspect ordinaire Type 2 : béton d'aspect soigné Type 3 : béton de parement conservant l'empreinte des lames de coffrage Type 4 : béton de parement conservant l'empreinte des panneaux de coffrage.
Voiles	Variations de teinte à la surface du béton.

## 2 Aspects pouvant être donnés au béton de parement

### 2.1 Généralités

L'aspect que l'on veut donner durablement au béton de parement est l'un de ses éléments les plus importants. Il doit être fixé d'entente entre le concepteur et le maître d'ouvrage. Après le décoffrage, le béton présente l'aspect que lui donne la couche de mortier (ciment durci et fines) située en surface, laquelle porte l'empreinte du coffrage utilisé. On peut donner à cette surface divers aspects, suivant la manière dont on traite le béton, en recourant par exemple aux moyens suivants :

- dimension et disposition des éléments de coffrage,
- propriétés, structure et type de la peau de coffrage (p. ex. lames de bois brut, panneaux lisses, matrices/coffrage à matrices, nattes drainantes, panneaux OSB, etc.)
- introduction d'incorporés entre le coffrage et le béton (doublages, baguettes, matrices, ornements, motifs sculptés ou découpés, etc.),

- après décoffrage : traitement mécanique (sciage, cassage, ponçage, polissage) traitement à l'outil (bosselage, piquage, bouchardage, nervurage), lavage (lavage avec retardateur de prise spécial, lavage fin, traitement à l'acide) ou traitement spécial (sablage, décapage au chalumeau, lavage à haute pression, technique photographique),
- disposition des tiges de coffrage, des joints (de coffrage et de bétonnage), trous de liaison, présentation des arêtes, etc.,
- choix de la teinte (type de ciment et / ou de granulat, incorporation de farine de pierre et / ou de pigment, lasure, enduit).

Fig. 2 : Traitement mécanique

Polissage



Ponçage



Béton cassé

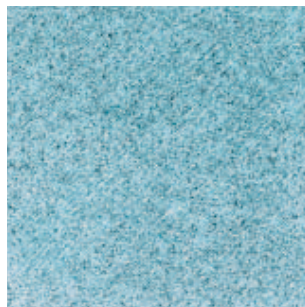


Fig. 3 : Traitement à l'outil

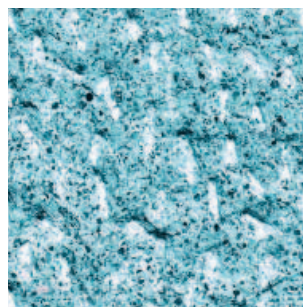
Bosselage



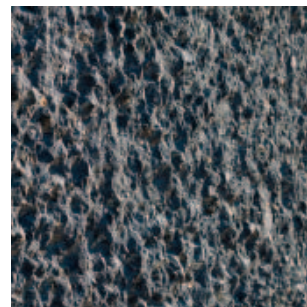
Nervurage



Piquetage



Bouchardage





**Fig. 4: Traitement par lavage ou à l'acide**

Lavage (avec retardateur spéc.)



Lavage fin



Lavage à l'acide



**Fig. 5 : Traitements spéciaux**

Sablage



Lavage à haute pression

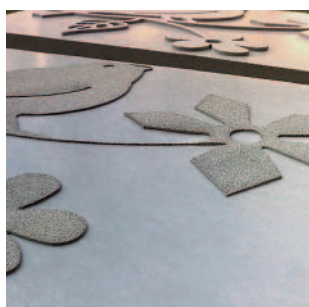


Technique photographique



**Fig. 6 : Insertion d'éléments**

Ornements en relief



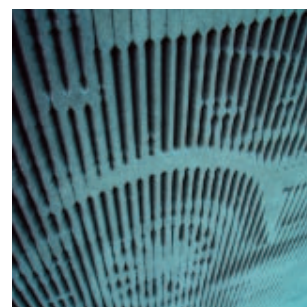
Ornement taillé dans le bois



Ornements fabriqués industriellement

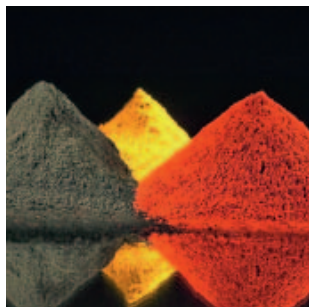


Mélange d'éléments



**Fig. 7 : Coloration dans la masse**

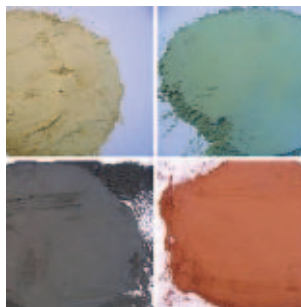
Pigments  
(poudre, coulis, granules)



Granulat de couleur



Farine de pierre colorée





## 2.2 Effets obtenus par la peau de coffrage et le coffrage lui-même

La nature du coffrage joue un rôle important pour la réussite d'un béton de parement. Le coffrage donne au béton d'une part la forme voulue et d'autre part, en surface, l'aspect, la structure et une certaine coloration du matériau. Le coffrage se compose de sa peau – qui est en contact avec le béton – et de la structure qui le porte (système de coffrage : p. ex. coffrages cadres ou coffrages panneaux avec poutrelles), et reprend les charges (p. ex. du béton frais). Ces dernières provoquent inévitablement des déformations qui doivent être maintenues dans les limites les plus étroites possibles, grâce à la rigidité du coffrage.

Le choix du coffrage se fait généralement sur la base des critères suivants :

- qualité de parement désirée
- nombre des réutilisations possibles
- coût de montage du coffrage
- mode de mise en place et de compactage du béton.

Il est indispensable que le type de coffrage ait été approuvé par l'ingénieur civil, contrairement à la surface du béton de parement proprement dite. La procédure d'approbation de la surface du béton de parement sera réglée par voie contractuelle.

### 2.2.1 Système de coffrage

Lors de l'établissement du cahier des charges, on tiendra compte le plus possible des types de coffrage disponibles sur le marché. En plus des coffrages conventionnels, on utilise aujourd'hui volontiers des systèmes (coffrages cadres, coffrages panneaux avec poutrelles), qui sont offerts par divers fabricants de coffrages. Voilà pourquoi une bonne coordination doit d'emblée être établie entre les intervenants. Il est judicieux de s'assurer, dès l'établissement des plans, que l'aspect devant être donné au béton de parement correspond à ce qui est techniquement réalisable. Mais il est possible de fixer tous les types de peau de coffrage disponibles sur les divers systèmes existants.

Fig. 8 : Systèmes de coffrage

Coffrage conventionnel



Coffrage cadres



Coffrage panneaux avec poutrelles



Coffrage circulaire



Coffrage d'une colonne



### 2.2.2 Peau de coffrage

La peau du coffrage détermine la texture de la surface du béton.

Voici les types de peau de coffrage les plus courants :

- Lame brute (non rabotée)
- Lame rabotée (lisse)
- Panneau à peau synthétique (polyester, polystyrène, linoléum, élastomère, etc.)
- Banche métallique
- Panneau synthétique.

Fig. 9 : Lames brutes

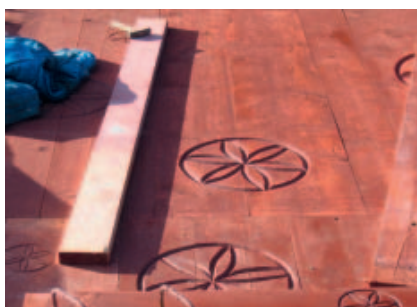


Fig. 10 : Lames rabotées



Fig. 11 : Panneau multiplis en bouleau  
Peau : film en résine phénolique

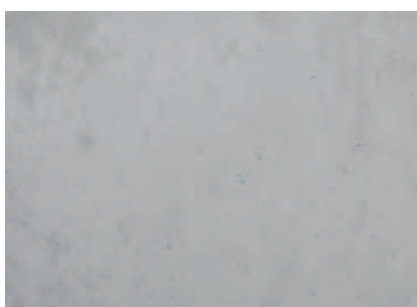
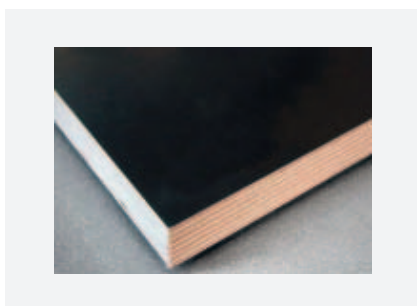


Fig. 12 : Panneaux à trois couches  
Résine de mélamine appliquée sur la peau

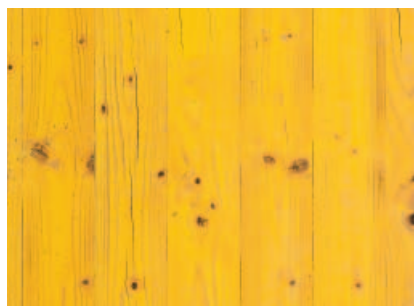


Fig. 13 : Panneau synthétique («aikus»)  
Peau : film de polypropylène

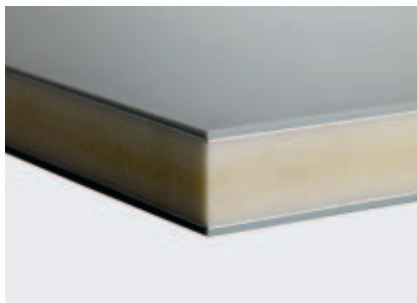


Fig. 14 : Bois asiatique contreplaqué  
Peau : film en résine phénolique

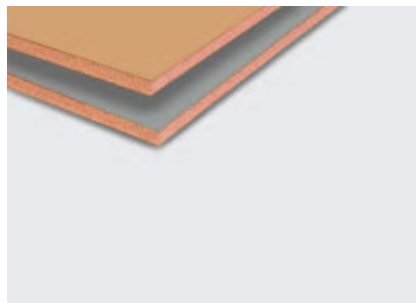


Fig. 15 : Banches métalliques



Fig. 16 : Panneau de contreplaqué brut  
Peau : un seul ponçage

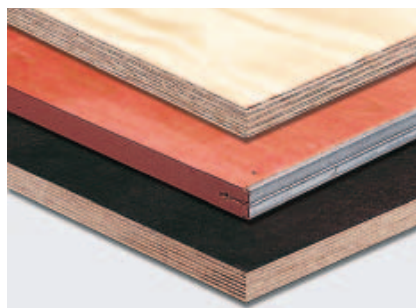


Fig. 17 : Panneaux OSB



Fig. 18 : Natte drainante



#### Anomalies sur la peau de coffrage

Les points suivants doivent être pris en compte suivant la classe de béton de parement qui a été choisie, car ils peuvent influencer sensiblement la surface du béton :

- percements, p. ex. trappes d'ouverture en matière synthétique
- trous de clouage ou pour vis
- dommages à la peau de coffrage dus au perrivateur
- éraflures
- restes de béton adhérents, p ex. dans des creux (trous de clouage, éraflures)
- voiles de ciments
- boursouflures de la peau de coffrage dans la zone de clouage/vissage ou dans les zones de découpe des panneaux (rippplings)
- traces de réparations (à ne confier qu'à du personnel qualifié capable de les réaliser dans les règles de l'art)

### 2.2.3 Pouvoir absorbant du coffrage

On trouvera dans le tableau ci-après les types de coffrage courants classés selon leur pouvoir absorbant et avec l'indication de leurs caractéristiques, de leurs effets potentiels sur la surface du béton et parfois des possibilités de réutilisation.

Tabl. 1 : Caractéristiques et effets des différentes peaux de coffrage

	Type / propriété de la peau de coffrage		Caractéristiques de la surface de béton	Effets potentiels
1	absorbant	Lames brutes	texture de bois brut (rugueuse, pouvoir absorbant élevé), teinte foncée	capacité d'absorption se réduisant et texture moins marquée au fur et à mesure des réutilisations, présence de fibres de bois isolées en surface, farinage dû aux sucres du bois, faible bullage
2		Lames rabotées	texture lisse (faible pouvoir absorbant), nettement plus claire que n°1	capacité d'absorption se réduisant et texture moins marquée au fur et à mesure des réutilisations, poudrage dû à l'amidon du bois, davantage de bullage que n°1
3		Panneaux agglomérés, sans revêtement	légèrement rugueuse, teinte foncée	fortes variations de teinte (taches), peu de bullage
4		Natte drainante	structurée avec effet quadrillé, plus foncée que n°3	risque de plis (natte et surface du béton), presque pas de bullage, n'est généralement pas utilisée pour du béton de parement
5	peu absorbant	Panneaux 3-plis, surface traitée, structure bois, durcie par projection	foncée lors des premières utilisations, plus claire ensuite	bullage (se réduisant au fur et à mesure des réutilisations)
6		Tubes de coffrage en carton	lisse, claire	agent de démoulage superflu, ne convient qu'aux colonnes, très faible bullage
7		Panneaux de bois contreplaqués, revêtus d'un placage comportant un film absorbant	lisse	jusqu'ici peu d'expériences pratiques
8		Panneaux de bois contreplaqué	texture légèrement rugueuse, veines partiellement apparentes	capacité d'absorption et texture moins marquées au fur et à mesure des réutilisations, farinage dû aux sucres du bois
9	non ou très faiblement absorbant	Panneaux traités en surface, lisses ou non	lisse, claire	variations de teinte, formation de voiles, marbrures, bullage accru
10		Panneaux finlandais revêtus de résine synthétique	structurée avec effet quadrillé, légèrement plus foncée que n°9	effets moins marqués que n°9
11		Banches métalliques	lisse, claire	comme n°9, taches de rouille possibles sur la surface du béton
12		Matrices revêtues d'un film	lisse à fortement structurée (selon le motif de la matrice), claire	influence marquée de défauts d'étanchéité aux joints, bullage accru
13		Tubes de coffrage métalliques ou synthétiques	lisse, claire	comme n°9, augmentation des marbrures



Dans la figure ci-dessous sont présentés les effets de diverses peaux de coffrage mentionnées sur le tableau 1 (cf. nos 1 à 10). Ces surfaces de béton se distinguent par des différences évidentes dans les teintes.

**Fig. 19 : Surfaces de béton obtenues au moyen de peaux de coffrage différentes**



L'influence du pouvoir absorbant de la peau de coffrage sur la surface du béton est présentée dans le tableau ci-après.

**Tabl. 2 : Influence du pouvoir absorbant de la peau de coffrage sur l'aspect du béton de parement**

Influence de la peau de coffrage sur	absorbant	non absorbant
Teinte du béton en surface	plus foncée	plus claire
Rapport e/c en surface du béton	plus faible	plus élevé
Intensité du bullage	plus faible	plus élevée
Tendance au farinage	un peu plus élevée	plus faible
Variations dans le ton du gris	plus importantes	plus faibles
Tendance à l'accroissement de la teneur en fines	plus faible	plus élevée
Tendance à la boursouffure ou au retrait	plus élevée	plus faible

### Coffrages texturés

Si le coffrage est texturé, le bullage et les différences de teintes frappent moins le regard que dans le cas contraire.

### Coffrages lisses

Au contact d'un coffrage lisse, la surface du béton peut présenter une tendance plus marquée à l'irrégularité de teinte, à la formation de marbrures et de voiles, ainsi qu'au bullage.

Chaque élément constituant la peau du coffrage laisse inévitablement la marque de ses joints sur la surface du béton, ce qui donne à celle-ci une certaine structure, bien visible. Il faut en tenir compte lorsque l'on établit le plan de calepinage.

### Coffrages neufs

Indépendamment de la matière dont est faite leur peau, les coffrages neufs donnent en général de meilleurs résultats pour le béton de parement que des coffrages réutilisés. Il est donc conseillé de fixer combien de fois le coffrage proposé peut avoir déjà été utilisé. Les coffrages neufs doivent être soumis à un traitement avant leur première utilisation (application d'une laitance de ciment).

## 2.3 Types de coffrage

Le système de coffrage a pour fonction de porter le coffrage proprement dit. Il s'agit donc de choisir un système sur lequel on puisse dûment fixer le coffrage dont la peau a été choisie pour tel béton de parement.

### Aspects du béton de parement en fonction du type de coffrage

La norme SIA 118/262 «Conditions générales pour la construction en béton» distingue quatre types de coffrage en fonction de l'aspect qu'ils donnent à la surface du béton : le type 1 ne correspond à aucune des classes de béton de parement (SBK) 1 – 3, ni à la classe SBK S, telles qu'elles sont définies dans le présent Cahier (cf. chap. 4 ss).

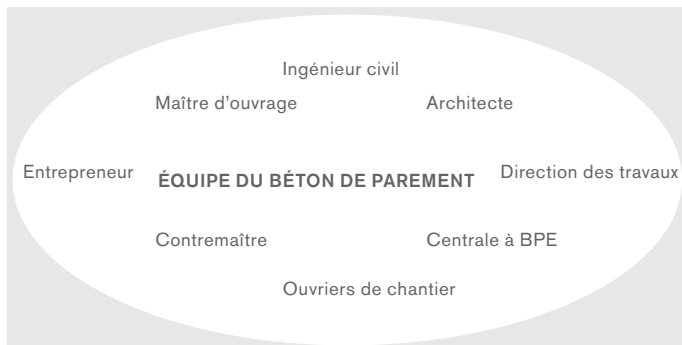
Fig. 20-23 : Les 4 types de surfaces de béton

	<p><b>Type 1 : Béton d'aspect ordinaire</b></p> <p>Surfaces sans exigence particulière :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– aspect quelconque</li><li>– sans ébarbage, ni reprise des bavures et des redents</li></ul> <p><b>Remarque :</b> Dans le présent Cahier, le type 1 n'est pas considéré comme coffrage convenant au béton de parement.</p>
	<p><b>Type 2 : Béton d'aspect soigné</b></p> <p>Surfaces satisfaisant aux exigences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– aspect uniforme, sans exigences quant à la dimension des lames ou des panneaux</li><li>– ébarbage avec reprise des bavures et des redents (n'est toutefois pas requis pour la classe de béton de parement SBK 1)</li></ul>
	<p><b>Type 3 : Béton de parement conservant l'empreinte des lames de coffrage</b></p> <p>Surfaces apparentes satisfaisant aux exigences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– aspect uniforme sans redents, bavures et nids de gravier</li><li>– nombre restreint de bulles provoquées par des inclusions d'air</li><li>– teinte la plus uniforme possible</li><li>– largeur constante des lames, sans exigences au sujet des abouts</li><li>– direction des lames uniforme et parallèle au grand côté de la surface à coffrer</li><li>– lames rabotées</li></ul>
	<p><b>Type 4 : Béton de parement conservant l'empreinte des panneaux de coffrage</b></p> <p>Surfaces apparentes satisfaisant aux exigences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– aspect uniforme sans redents, bavures et nids de gravier</li><li>– nombre restreint de bulles provoquées par des inclusions d'air</li><li>– teinte la plus uniforme possible</li><li>– largeur constante des panneaux, sans exigences au sujet des abouts</li><li>– direction des panneaux uniforme et parallèle au grand côté de la surface à coffrer</li></ul>

### 3 L'équipe du béton de parement

Pour obtenir des surfaces de béton de parement de qualité élevée à tous égards, il est indispensable d'impliquer tous les intervenants et de réaliser entre eux une entente et un flux d'information parfaits à tous les stades : de l'établissement des plans à l'exécution de l'ouvrage. Pour cela, on aura avantage à former une «équipe du béton de parement», en veillant à ce qu'au sein de celle-ci règne l'entente et l'échange d'informations nécessaires (cf. fig. 24). C'est ainsi seulement que l'on parviendra au mieux à éviter les malentendus, dépassements de coûts et de délais, litiges au moment de la remise de l'ouvrage et de l'évaluation quant à la qualité des surfaces de béton réalisées.

Fig. 24 : L'équipe du béton de parement



## 4 Classes de béton de parement

En introduisant les classes de béton de parement SBK 1 à 3, ainsi que la classe spéciale SBK S, on parvient à décrire et à évaluer plus exactement les exigences posées à ce matériau, des points de vue tant architectural que technique. Sous ch. 4.1 figurent les définitions des différentes classes de béton de parement, sous ch. 4.2 les exigences – sous forme schématique – posées à chacune d'entre elles et sous ch. 4.3 le détail de ces exigences.

### 4.1 Définition des différentes classes de béton de parement

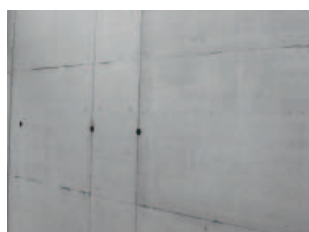
Les exigences posées en matière de béton de parement doivent absolument être clairement définies. Pour concevoir et mettre en soumission de telles surfaces on fera référence aux classes SBK (1-3 et S), aux exigences posées et aux explications correspondantes figurant dans le Tableau 3 ci-après.

Tabl. 3 : Classes de béton de parement

Classe de béton de parement	Niveau d'exigence	Explications
SBK 1	modéré	«Exigences modérées» quant à la qualité des surfaces visibles. Qualité minimale sans objectif esthétique particulier.
SBK 2	normal	«Exigences normales» quant à la qualité des surfaces visibles. La conception de l'ouvrage implique un aspect spécifié.
SBK 3	élevé	«Exigences élevées» quant à la qualité des surfaces. La conception de l'ouvrage implique une qualité supérieure correspondant à une recherche esthétique précise.
SBK S	selon indications du concepteur	Classe spéciale correspondant à une conception originale de l'aspect devant être donné au béton.

Fig. 25 : Exemples correspondant aux classes de béton de parement SBK 1 à SBK 3 et SBK S

SBK 1 : exigences modérées



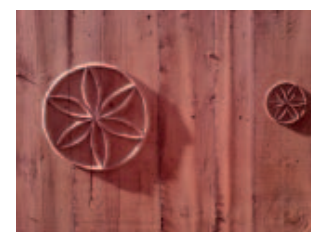
SBK 2 : exigences normales



SBK : exigences élevées



SBK S : conception originale de l'aspect à donner au béton



## 4.2 Exigences posées aux différentes classes de béton de parement

Dans le tableau ci-après sont présentés les exigences posées aux différentes classes de béton de parement coffré, les différents types de coffrage permettant de les remplir, ainsi que l'usage qui peut être fait des surfaces d'essai quant à la réalisation des exigences et caractéristiques susmentionnées.

Tabl. 4 : Classification des diverses exigences requises quant aux surfaces de béton de parement

Classe de béton de parement	Niveau d'exigence	Exigences détaillées					Autres exigences	
		Texture	Bullage	Teinte	Planéité	Joints	Type de coffrage	Surface d'essai
SBK 1	modéré	TX 1	LK 1	FB 1	EH 1	FG 1	Type 2	aucune
SBK 2	normal	TX 2	LK 2	FB 2	EH 1	FG 2	Type 3 / Type 4	recommandée
SBK 3	élevé	TX 3	LK 3	FB 3	EH 2A / EH 2B	cf. indicat. concepteur	Typ 3 / Typ 4	très recommandée
SBK S	selon indications du concepteur							

### Indications relatives à la colonne «Autres exigences» :

#### Type de coffrage

Les exigences correspondant aux différents types de coffrages sont définies sous ch.2.3 du présent Cahier.

Des informations détaillées figurent dans l'ensemble du chap. 2 «Aspects pouvant être donnés au béton apparent». Selon les exigences de ce Cahier, le type de coffrage 1 n'est pas autorisé pour réaliser des bétons de parement des classes SBK 1 à 3 ou SBK S.

C'est au concepteur qu'il appartient de déterminer le type de coffrage adéquat s'il fait référence à la classe de béton de parement SBK S.

Les exigences quant aux anomalies éventuelles sur la peau de coffrage (cf. ch. 2.2.2 «Peau de coffrage») doivent être prises en compte selon les règles relatives à la classe de béton de parement SBK choisie :

- Pour la classe SBK 1, les percements, trous de clouage ou de vissage, éraflures, restes de béton adhérents, voiles de ciments, dommages dus au pervibrateur, boursouffures de la peau de coffrage (rippings) et traces de réparations sont autorisés.
- Pour la classe SBK 2, les boursouffures de la peau de coffrage (rippings) et dommages à celle-ci dus au pervibrateur ou à des restes de béton adhérents (p. ex.

dans des creux dus à des trous de clouage, à des éraflures, etc.) ne sont pas autorisés.

- Pour la classe SBK 3, aucune des «anomalies» énumérées sous ch. 2.2.2 «Peau de coffrage in fine n'est autorisée (percements, trous de clouage ou de vissage, voiles de ciment, restes de béton adhérents, boursouffures de la peau de coffrage, dommages à la peau de coffrage dus au pervibrateur, traces de réparations).
- Pour la classe SBK S, ce sont les exigences définies par le concepteur qui s'appliquent.

#### Surfaces d'essai

Les surfaces d'essai servent à déterminer contractuellement avec le mandant l'aspect devant être donné au béton de parement, à examiner des variantes et à fixer certains détails d'exécution en les réalisant pratiquement. Elles servent d'autre part à préparer les mesures techniques que doit prendre l'entrepreneur pour pouvoir réaliser les bétons de parement demandés et à fournir une référence pour pouvoir apprécier la qualité obtenue une fois l'ouvrage construit. Des indications plus détaillées figurent sous ch. 6.2 «Surfaces d'essai».



#### 4.3 Détail des exigences pour les surfaces coffrées de béton de parement

Le tableau ci-dessous donne le détail des exigences posées au béton de parement suivant la classe (SBK à SBK 3 ou SBK S) choisie.

Tabl. 5 : Détail des exigences relatives aux surfaces de béton de parement (texture, bullage, teinte, planéité, joints)

Surfaces de béton coffré		Classes de béton de parement			
		SBK 1	SBK 2	SBK 3	SBK S
Texture	TX 1	<b>Structure uniforme de la surface</b> Empreinte des éléments de coffrage tolérée. Décrochements et redents admissibles			
	TX 2		<b>Surface reflétant la structure des lames ou panneaux de coffrage</b> Structure uniforme sans redents, décrochements ou endroits poreux. Largeur constante des éléments de coffrage. Aucune exigence quant aux joints de coffrage. Direction des éléments de coffrage uniforme et parallèle ou perpendiculaire au plus grand côté de la surface à coffrer si celle-ci est importante. Lames de coffrage lisses.		
	TX 3			Structure selon plan détaillé des surfaces coffrées (plan de calepinage)	
	TX S				Selon indications du concepteur
Bullage	LK 1	faible			
	LK 2		moyen	moyen	
	LK S				Selon indications du concepteur
Teinte	FB 1	Variations de la teinte claire / foncée admissibles. Coulures de rouille et salissures non tolérées			
	FB 2		Variations de la teinte claire / foncée admissibles. Coulures de rouille et salissures non tolérées		
	FB 3			Prescriptions particulières	
	FB S				Selon indications du concepteur
Planéité	EH 1	Selon SIA V 414 / 10	Selon SIA V 414 / 10		
	EH 2A			Selon SN EN 13670	
	EH 2B			Selon DIN 18202, «Tableau 3» (ligne 6)	
	EH S				Selon DIN 18202, «Tableau 3» (ligne 6)
Joints	FG 1	Joints de coffrage étanches. Aucune protection des arêtes. Décalages acceptés			
	FG 2		Joints de coffrage étanches. Protection des arêtes nécessaires. Décalages modestes acceptés		
	FG S			Selon indications du concepteur	Selon indications du concepteur

## Texture (TX)

### TX 1 : Texture / joints de coffrage

Exigences posées à la surface du béton de parement :

- surface fermée et largement uniforme

Il appartient au concepteur de fixer les exigences suivantes dans les limites des tolérances indiquées ci-après :

- bavures de pâte de ciment / mortier admissibles aux joints de coffrage :  $\leq 10$  mm de large,  $\leq 5$  mm de profondeur
- décalage acceptable à l'endroit des joints de coffrage :  $\leq 5$  mm
- décrochements et redents admissibles :  $\leq 5$  mm

Empreinte de l'élément de coffrage tolérée

Aucune exigence en matière de plan de calepinage.

Fig. 26 : Exemples de surface fermée et largement uniforme, avec des décalages, décrochements et empreintes des éléments de coffrage



### TX 2 : Texture / joints de coffrage

Exigences posées à la surface du béton de parement :

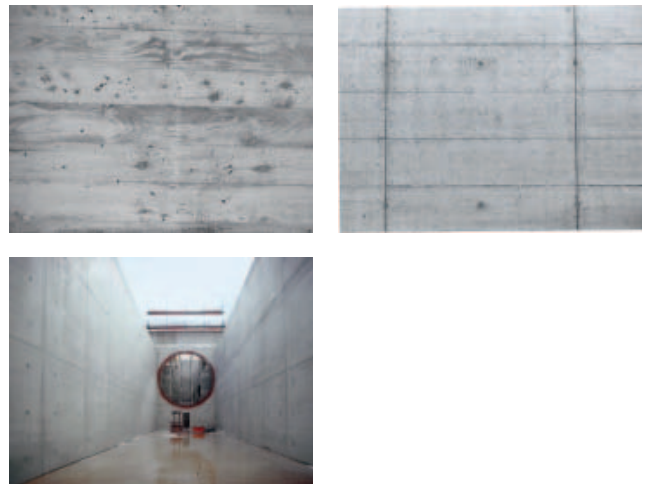
- surface lisse, fermée et largement uniforme
- bavures de pâte de ciment / mortier aux joints de coffrage non tolérées

Il appartient au concepteur de fixer :

- les exigences en matières de décrochements modestes et techniquement inévitables dans les limites suivantes :  $\leq 3$  mm
- en détail les autres exigences (p. ex. : joints de coffrage, empreinte de éléments de coffrage)

Aucune exigence relative au plan de calepinage.

Fig. 27 : Exemples de surface lisse, fermée et largement uniforme, avec de modestes décrochements, ainsi que des marques de joints de coffrage et des raccords conformes au plan

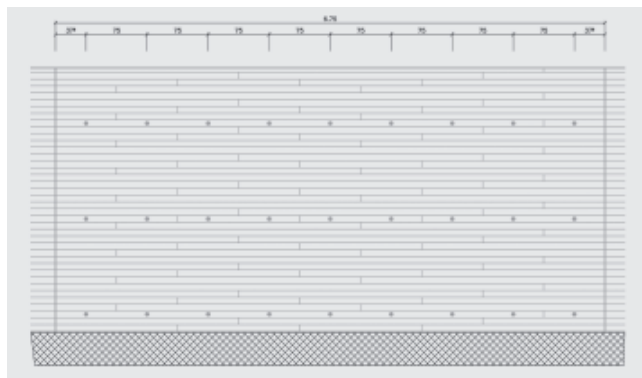


### TX 3 : Texture / plan de calepinage

La structure que le coffrage est appelé à imprimer sur la surface du béton peut être représentée sur le plan de calepinage. Dans ce document, le concepteur indiquera, en plus de ce qui y figure normalement, les caractéristiques particulières du coffrage, respectivement des surfaces du béton.

On se renseignera auprès des fournisseurs sur les dimensions des coffrages propres aux systèmes qu'ils proposent. La texture sera fixée par référence aux types TX 1 ou TX 2.

Fig. 28 : Exemple de plan de calepinage



Elévation de la paroi



### TX S :

Il appartient au concepteur de formuler les exigences en matière de texture.

### Bullage (LK)

Le bullage (apparition de petits creux à la surface du béton) est en bonne partie fonction du pouvoir absorbant du coffrage.

**LK 1** : Niveau d'exigence quant au nombre de creux en fonction de la surface et quant à la dimension de ceux-ci :

**Faible** : aucune prescription concernant les creux d'une taille comprise entre 1 et 15 mm. Le nombre de ceux-ci se réfère à une surface de 0,50 x 0,50 m.

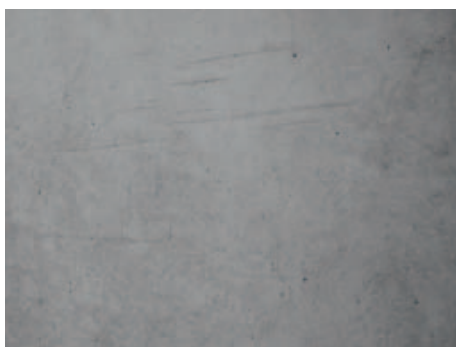
Fig. 29 : Exemples de niveau d'exigence faible



**LK 2** : Niveau d'exigence quant au nombre et à la dimension des creux :

**Moyen** : détermination par le concepteur, par référence à une surface d'essai. Le nombre de creux se réfère à une surface de 0,50 × 0,50 m.

Fig. 30 : Exemples de niveau d'exigence moyen



**LK S** :

Il appartient au concepteur de fixer les exigences en matière de bullage (nombre et dimension des creux)

### Teinte (FB)

Les exigences en matière de teinte du béton feront référence à une surface constituant un tout, c'est-à-dire à un élément défini (colonne, paroi, face inférieure d'une dalle) ou aux étapes de bétonnage constitutives d'un ouvrage. Il appartient au concepteur d'indiquer cette référence.

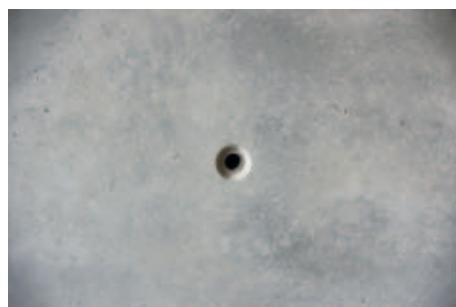
**FB 1** : Exigence :

- variations de la teinte claire / foncée (sous forme de voiles) admissibles
- coulures de rouille et salissures non tolérées

**FB 2** : Exigence : teinte aussi uniforme que possible

- variations régulières et uniformes de la teinte claire / foncée (sous forme de voiles) admissibles
- changements de peau de coffrage, du mode de traitement de celle-ci ou de composants du béton non tolérés.

Fig. 31 : Exemples de surface lisse et fermée avec variation de la teinte claire / foncée (sous forme de voiles)



**FB 3 :** Exigence : cf. prescriptions particulières

- grandes zones de variations de teinte engendrées par des composants d'origines et de types différents, par des changements de la peau de coffrage ou du traitement de celle-ci, ou par une cure inappropriée : non tolérées
- variations minimales de la teinte claire/foncée (p. ex. léger voile, déviation minime dans le ton de la teinte) : admissibles
- coulures de rouille, salissures, colorations diverses et zébrures (liées aux couches de mise en place du béton) nettement visibles : non tolérées.

Fig. 32 : Exemples de teinte uniforme



**FB S :**

Il appartient au concepteur de déterminer les exigences en matière de teinte.

## Planéité (EH)

**EH 1 :** Les exigences en matière de planéité des surfaces de béton finies seront fixées en application de la norme SIA 414 «Tolérances dimensionnelles dans la construction», respectivement SIA V414 / 10 «Tolérances dimensionnelles dans le bâtiment».

Pour contrôler la planéité, on procédera par balayage de la surface au moyen d'une règle de maçon et l'on effectuera des mesures ponctuelles de la profondeur en un certain nombre de points considérés comme significatifs.

Fig. 33 : Présentation graphique de la mesure de la planéité selon SIA V 414 / 10

Les distances  $f_1$  et  $f_2$  correspondent à la valeur  $\Delta_{adm}$  du Tableau 6, p. 29 ci-contre.

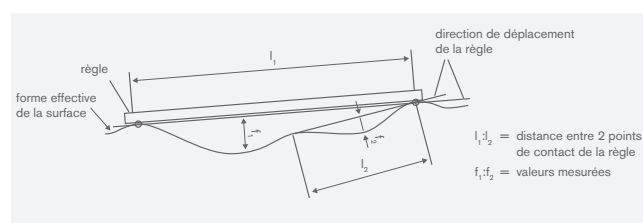


Fig. 34 : Exemples de bâtiments en béton de parement répondant à des exigences élevées en matière de planéité





Le tableau ci-après – correspondant au tableau 34 de la norme SIA V 414 / 10 – concerne les bâtiments et parties de bâtiment construits en place, les éléments préfabriqués pour le bâtiment, les types de travaux mentionnés par le Code des coûts de la construction du CRB, présentant des degrés de précision (SIA 414, ch. 1 11) et soumis à des conditions d'environnement et de charge normales (SIA 414, ch. 4 4).

Ledit tableau ne concerne ni les matériaux de construction, ni les simples éléments (terminés ou semi-ouvrés), et pas non plus les dimensions à l'intérieur d'une partie d'ouvrage. Pour les tolérances concernant ceux-ci, il convient de se reporter aux normes relatives aux structures porteuses (SIA 262 etc.).

Tabl. 6 : Rectitude, planéité, par référence au tableau 34 de la Recommandation SIA V 414 / 10 (cf. chap. 0.2 «Prescriptions également applicables»)

Coffrage	Distance à mesurer (libre) [m]	0,4	1	2	4	10	20	40
Type 2	$\Delta_{adm}$ [mm]	8	: 10	: 12	: 16	: 20	: 30	: –
Type 3 / Type 4	$\Delta_{adm}$ [mm]	4	: 6	: 8	: 12	: 16	: 20	: 25

**EH 2 :** Les exigences en matière de planéité des surfaces de béton finies – réalisées au moyen de coffrages ou lissées par talochage – et de rectitude des arêtes seront fixées par référence à la norme SN EN 13670 «Exécution des structures en béton» et à la norme DIN 18202 «Toleranzen im Hochbau – Bauwerke».

**EH 2A :** Fixation des tolérances selon SN EN 13670  
La norme SN EN 13670, tableau 7, est actuellement en procédure de consultation en Suisse.

**EH 2B :** DIN 18202 «Toleranzen im Hochbau – Bauwerke»  
Les tolérances admises, dans cette norme, pour l'exécution des constructions sont valables quel que soit le matériau

utilisé. Pour les surfaces de béton de parement, ce sont les valeurs indiquées dans la «Tabelle 3» (p. 6) de la norme DIN 18202 qui sont déterminantes.

Si l'on entend fixer des exigences plus élevées en matière de planéité que ce qui figure dans le tableau 8 ci-après, il faut le spécifier contractuellement. Les moyens à mettre en œuvre et les mesures à prendre pour s'y conformer doivent être indiqués en détail par le mandant.

**EH S :** Il appartient au concepteur de fixer les exigences en matière de planéité.

Tabl. 7 : Planéité des surfaces et rectitude des arêtes selon SN EN 13670

Type d'écart		Description	Écart admissible
Surface coffrée ou lissée	globale	Planéité à la règle longueur = 2,0 m	9 mm
	locale	longueur = 0,2 m	4 mm
Ebenheit der Kanten		longueur $\leq$ 1,0 m	+/- 8 mm
		longueur $>$ 1,0 m	$\pm$ 8 mm / m toutefois limité à $\pm$ 20 mm / m

Tabl. 8 : Ecart limites en matière de planéité selon DIN 18202

Ces écarts limites s'appliquent aux surfaces (supérieures et inférieures) de dalles et aux parois, indépendamment de leur situation.

Ligne	Éléments	Valeurs mesurées [mm]				
		0,1 m	1 m	4 m	10 m	15 m
DIN 18202, Tabelle 3 / Ligne 6	Surfaces finies de parois et de faces inférieures de dalles	3	5	10	20	25

## Joint (FG)

### FG :

Exigences quant aux joints de reprise, aux joints de peau de coffrage et à la protection des arêtes :

#### – Joints de coffrage étanches

Les bavures de mortier fin apparues lors de la précédente étape de bétonnage seront éliminées en temps utile

#### – Joints de reprise et de peau de coffrage

On précisera en détail la disposition des joints de reprise et de peau de coffrage

#### – Joints de reprise

Les joints de reprise restent visibles

#### – Joints de peau de coffrage

Un décalage des surfaces entre deux étapes de bétonnage est toléré, mais s'il doit rester «modeste», il incombe au concepteur de le préciser.

#### – Protection des arêtes

Les arêtes vives doivent être protégées durant la construction.

Dans les figures ci-après, on trouve des exemples de divers types de joints, ainsi qu'un cas de protection des arêtes.

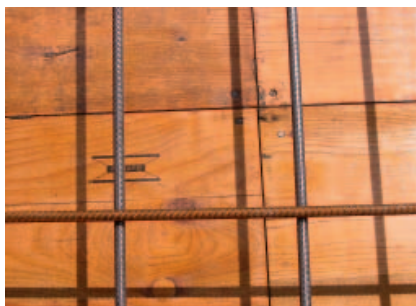
Fig. 35 : Exemple de joint étanche (pas de bavure de mortier fin)



Fig. 38 : Exemple de joint de reprise sur une paroi



Fig. 36 : Exemple de joints sur un coffrage composé de panneaux



Fi. 39 : Protection des arêtes (vives) d'un pilier



Fig. 37 : Exemple de joints de peau de coffrage réguliers sur le plafond et la paroi; bavures de mortier au joint de reprise entre ces deux éléments



## 5 Le projet

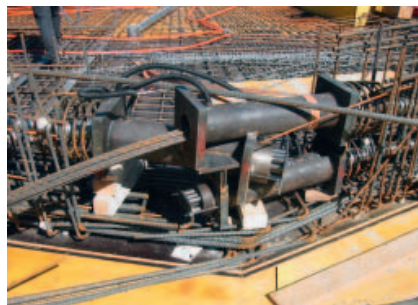
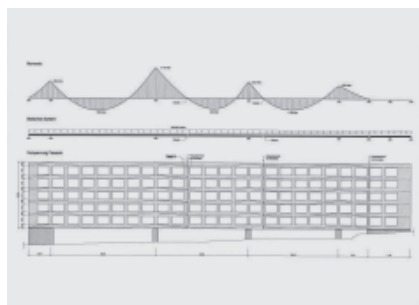
Le concepteur doit indiquer clairement l'objectif fixé, c'est-à-dire quel type de béton de parement est à réaliser et quel aspect ce matériau devra présenter. Cela implique qu'il apporte toute précision nécessaire sur les différents éléments contribuant à cet aspect, à savoir notamment : la texture/structure, la disposition des différentes surfaces, la teinte, la planéité, les joints, le type de coffrage, etc.; il indiquera également la classe dans laquelle le béton de parement devra se situer, c'est-à-dire les exigences qu'il devra remplir (y compris les marges de tolérance). Le concepteur porte la responsabilité de fournir à cet égard des indications suffisamment détaillées, complétées, le cas échéant, de dessins (plan de calepinage, disposition des tiges de coffrage, aspect des joints, etc.).

Pour que l'entrepreneur ne soit pas trop limité dans le choix du processus et des matériaux et de construction, de même que dans son aspiration à innover, les exigences techniques devraient être fixées par le concepteur de concert avec l'entrepreneur. Ce faisant, on tiendra compte des points suivants :

- Fixer les critères servant de base à l'évaluation du résultat
- Déterminer les surfaces d'essai et de référence
- Etablir le programme des essais préliminaires
- Appliquer le principe de la vérité des prix envers le maître d'ouvrage.

Pour les ouvrages en béton de parement, il est important de mettre au point un système d'assurance qualité («PAQ béton de parement») qui règle les compétences et le mode opératoire de tous les intervenants (p. ex. la préparation des coffrages, le stockage de leurs éléments sur le chantier, etc.), les contrôles d'un certain nombre de prestations et produits (p. ex. le montage des coffrage et la pose des armatures, la mise en place du béton, la qualité de celui-ci, le respect des délais de décoffrage prescrits, la cure, le respect des tolérances dans l'ouvrage, les étayages provisoires, les installations techniques, les éléments préfabriqués, la protection des surfaces de béton de parement déjà construites, etc.), le contrôle et la réception des différentes réalisations (p. ex. l'enrobage des armatures, l'étanchéité des joints, la rigidité des coffrages, la propreté de la peau de coffrage immédiatement avant le bétonnage, la mise en place des incorporés et l'exécution des réservations, les rapports d'essais [remise et contenu], etc.), ainsi que l'établissement et la conservation des documents. La mise en soumission d'ouvrages – ou de parties d'ouvrage – en béton de parement est une tâche importante du concepteur et sera traitée séparément ci-après dans le chapitre 6 «Mise en soumission». Dans les annexes A, B et C on trouvera des informations supplémentaires et des conseils propres à faciliter la réalisation de surfaces en béton de parement.

Fig. 40 : Plan – Construction – Résultat



## 5.1 Convention d'utilisation

L'usage auquel doit répondre une construction en béton de parement doit être mentionné dans la convention d'utilisation, dont la rédaction incombe au maître d'ouvrage et au concepteur, agissant de concert. Le contenu de cette convention doit découler de la norme SIA 262. Il vaut mieux éviter de devoir apporter en cours de construction des modifications ou des adjonctions à cette convention.

## 5.2 Possibilité de réalisation

Il incombe au concepteur d'évaluer d'emblée si les propriétés du béton de parement à prescrire, respectivement si les exigences posées quant à ses surfaces, sont techniquement réalistes, et cela par référence à la classe de béton de parement choisie :

- régularité de la teinte – respectivement de l'intensité de celle-ci – de toutes les parties visibles de l'ouvrage en béton apparent (formation de voiles et de marbrures, différences de teinte entre deux charges, importance du ressuage et des concrétions de chaux au niveau des joints, etc.)
  - bullage (fréquence et dimension des creux)
  - efflorescences de chaux
  - aspect à donner aux joints (de reprise et de coffrage), arêtes et trous d'ancrage
  - drainage de l'eau en surface
  - mesures d'ordre cosmétique (réparations au mortier, lasure, surfaces d'essai, etc.)
  - forme et dimension des parties en béton de parement (p. ex. il doit être possible de mettre en place et de compacter le béton dans les règles de l'art, également en présence d'armatures et d'incorporés), en tenant compte des dimensions et des écarts minimaux selon SIA 262
  - programme de bétonnage (étapes, accès pour la mise en place, possibilité d'évacuation de l'air, etc.)
  - attention particulière portée aux arêtes et aux angles aigus (coffrage et type de béton appropriés)
  - enrobage suffisant des armatures après traitement de surface du béton durci (p. ex. ponçage, nervurage, etc.)
- Pour cela, il est utile de recourir d'emblée à la collaboration d'un entrepreneur.

## 5.3 Prévention des défauts du béton au stade de la conception de l'ouvrage

La qualité et/ou l'esthétique d'un ouvrage en béton de parement dépendent de différents facteurs qui ne relèvent pas seulement de la technique du béton et du coffrage, ou encore des conditions météorologiques lors de l'exécution. Pour réduire à un minimum les risques de défauts, le concepteur d'un ouvrage en béton de parement doit encore, de son côté, veiller, dès le début de sa prestation, à réduire les risques de défauts susceptibles d'apparaître à l'exécution de l'ouvrage. Pour cela, il est important qu'il prenne conscience des points suivants, et qu'il en tienne compte d'emblée :

- Il n'est pas totalement exclu que des variations dans la teinte, ainsi que des colorations indésirables, trouvent leur origine dans les conditions cadres de l'ouvrage projeté.
- Un coffrage qui tend à absorber beaucoup d'eau ou favorise l'évaporation doit faire l'objet d'un traitement préalable (p. ex. application d'une laitance de ciment), afin qu'il ne soutire pas trop d'eau du béton.
- Il faut veiller à la propreté des coffrages et à manipuler ceux-ci de telle sorte que la qualité prescrite quant à la surface du béton puisse effectivement être atteinte.
- L'incorporation provisoire de dispositifs pour assurer la solidité du coffrage, de même que la présence de barres d'ancrage, de gaines pour conduites, etc. qui restent dans le béton, doivent être assurées de telle sorte que ces éléments ne portent pas esthétiquement préjudice au béton en surface.
- Si des exigences quant à l'aspect des surfaces coffrées ont été fixées, elles doivent être indiquées par le concepteur dans la documentation technique (rapport technique, plan de calepinage, etc.) ou dans des directives spéciales, p.ex. sous «Conditions particulières».
- Qualité de la peau de coffrage : on tiendra compte du fait que les percements, trous de clouage ou de vissage, éraflures, restes de béton adhérents, voiles de ciments, dommages dus au penvibrateur, boursoufflures de la peau de coffrage (rippings) et traces de réparations sont soit autorisés, soit au contraire interdits, suivant la classe de béton de parement prescrite (cf. ch. 4.2).
- L'utilisation d'agents de démoulage ne doit pas avoir d'effet indésirable sur la teinte ou l'aspect du béton en surface après l'achèvement de l'ouvrage, même en cas d'application ultérieure d'un enduit.
- Les points d'ancrage, l'obturation des trous d'ancrage, la configuration des points de fixation doivent être déterminés avec l'accord du mandant.
- Le choix du système de coffrage (coffrage cadres, coffrage panneaux avec poutrelles), ainsi que la fixation de la peau de coffrage, sont l'affaire de l'exécutant.

### Dimensionnement des éléments à construire

On déterminera la dimension des éléments à construire en tenant compte de la quantité et du type d'armatures, ainsi que des caractéristiques du béton. Les armatures doivent être disposées de telle sorte que le béton frais puisse être mis en place et compacté sans la moindre entrave.

### Coffrages et étaillages

Les coffrages et étaillages seront déterminés et construits selon les règles figurant dans les normes ad hoc. Ils doivent résister à toutes les charges liées aux travaux du chantier et en particulier aux bétonnages.

Les éventuels changements dans la forme des coffrages et des étaillages doivent, si nécessaire, être compensés. C'est au concepteur qu'il appartient de déterminer les déformations tolérées.

Il incombe au concepteur de contrôler, avant le début du bétonnage, la conformité du coffrage et des étaillages avec le cahier des charges.

### Enrobage des armatures dans le béton de parement

L'apparition de traces de rouille à la surface des bétons de parement porte non seulement préjudice à l'esthétique de l'ouvrage; elles sont aussi l'indice que la sécurité et la durabilité de la construction sont menacées.

L'enrobage des armatures a notamment pour fonction d'assurer la transmission des efforts entre le béton et l'armature; l'espace en cause permet une bonne mise en place du béton frais et la couche de béton qu'il comporte assure une protection contre le feu et la corrosion des fers. Son épaisseur est déterminante à cet égard. Les valeurs à respecter à ce titre ( $c_{nom}$ ) dépendent de la classe d'exposition de l'ouvrage d'après SIA 262 (cf. Tabl. 9 ci-après).

Lors de la conception d'un ouvrage en béton de parement, on portera une attention particulière à l'enrobage des armatures, en tenant notamment compte des points suivants :

- L'épaisseur d'enrobage prescrite ( $c_{nom}$ ), y compris la marge de tolérance, doit être indiquée sur les plans.
- Éléments d'ouvrage en béton de parement exposés aux intempéries :  
En règle générale, il faut respecter, pour ces parties, au moins les exigences de la classe d'exposition XC4 (CH).
- Éléments d'ouvrage en béton de parement protégés :  
En règle générale, il faut respecter, pour ces parties, au moins les exigences de la classe d'exposition XC1 (CH).
- Surfaces traitées après durcissement ou structurées (éléments d'ouvrage situés à l'intérieur)  
Pour ces surfaces (cf. ch. 2.1. Généralités), on déduira la profondeur de l'intervention en cause pour déterminer la valeur  $c_{nom}$  (relative à l'enrobage des armatures).

Tabl. 9 : Enrobage des armatures à déterminer dans les plans en fonction de la classe d'exposition

Enrobage de l'armature $c_{nom}$ [mm]	Classe d'exposition selon SN EN 206-1							
	Corrosion de l'armature dans le béton carbonaté				Corrosion induite par les chlorures			
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2a	XD2b	XD3
Acier d'armature passive	20	35		40	40		55	
Acier de précontrainte ou unité de précontrainte	30	45		50	50		65	



## Cales

Si l'on utilise des cales pour construire un élément en béton de parement, leur impact sur le coffrage doit être aussi réduit que possible. Elles doivent ne marquer le coffrage, c'est-à-dire la surface du béton, que dans une mesure minime. L'équipe du béton de parement devra se mettre d'accord sur le type de cales à utiliser, en tenant compte des exigences posées (résistance au gel et aux sels de déverglaçage, éléments exposés à de fortes variations de température, faible porosité, résistance élevée aux attaques chimiques).

- Les cales à base de ciment sont moins exposées à la déformation sous l'effet des efforts (charges) et variations de température que les cales en matière synthétique; elles affectent aussi moins l'esthétique de la surface du béton.
- Il incombe au fournisseur de démontrer que ses cales conviennent au projet (p.ex. surface d'essai).
- Les cales se distinguent par leur forme, leur dimension, leur matière, leur domaine d'utilisation, leur mode fixation et leurs caractéristiques avant et après le bétonnage.
- Pour chaque cas d'utilisation, il importe de se procurer un nombre suffisant de cales adéquates et de les fixer de telle sorte qu'elles ne puissent ni se déplacer ni se tordre; il faut également veiller à ce que, pendant toute la durée des travaux, elles ne puissent pas se déformer de manière significative, que ce soit sous l'effet de charges ou de températures variables.
- Inévitablement, les cales portent atteinte à l'homogénéité de l'enrobage des armatures mais il faut veiller ce qu'elles n'affectent pas de manière significative l'étanchéité de ce béton.

– Les cales doivent :

- présenter une résistance suffisante à la pression et à la torsion,
- avoir un effet ressort aussi minime que possible, afin qu'après le décoffrage la couche de béton proche de la surface ne s'écaille pas,
- avoir une structure leur permettant d'être intégralement enrobées par le béton et évitant que celui-ci ne subisse une ségrégation à proximité de la cale,
- être suffisamment résistantes à l'alcalinité du béton,
- être fabriquées dans une matière qui ne favorise par la corrosion des armatures et ne soit pas elle-même exposée à la corrosion,
- et être de la même couleur que le béton à mettre en place.




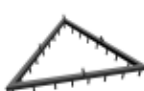
## Protection de la surface d'un béton de parement

L'aspect d'un béton de parement risque d'être affecté, pendant la construction, par l'action d'une humidité particulièrement élevée, par des taches – voire des concrétions – de rouille provenant des fers en attente ou, après l'achèvement de l'ouvrage, par des atteintes extérieures, telles que facteurs environnementaux (humidité, suie, poussières, mousses et algues) ou salissures (fientes d'oiseaux, urine), ainsi que bariolages et graffitis. De plus, certains matériaux (p. ex. aluminium, acier, verre, etc.) appliqués en des endroits très exposés, tels que contrecœurs de fenêtre ou couvertures d'éléments en saillie, etc., où ils entrent étroitement en contact avec le béton de parement, risquent d'être la cause de coulures déplorables sur celui-ci.

Fig. 41 : Cales convenant en général au béton de parement

Forme circulaire	
Cale à poser	
Cale à fixer	

Fig. 42 : Cales ne convenant en général pas au béton de parement

Cale linéaire à poser <sup>1)</sup>	
Cale linéaire à fixer <sup>1)</sup>	
Cale à surface géométrique, à poser	
Cale à surface géométrique, à fixer	

<sup>1)</sup> Longueur maximale : (350 mm, resp.  $\leq 2 \times$  épaisseur de la partie d'ouvrage ou  $\leq 0,25 \times$  largeur de celle-ci)

#### – Protection des surfaces de béton de parement durant la construction

Les concepteurs doivent tenir compte du fait qu'après une étape de bétonnage les fers en attente (parois, piliers, dalles) s'oxydent parce qu'ils sont exposés à l'humidité, voire aux intempéries, ce qui peut engendrer des taches (dalles) ou des coulures (parois, piliers) de rouille. De plus, il est indispensable de protéger les surfaces de béton de parement et les arêtes des chocs et autres dommages : graffitis, percements inappropriés, etc.

Il incombe au concepteur d'indiquer, dans la soumission, les mesures à prendre pour assurer la protection des surfaces de béton de parement et des arêtes; il en fera de même pour la protection des fers d'armature, entre les étapes de bétonnage, au moyen de laitance de ciment. Ce faisant, il précisera les endroits où ces mesures devront être appliquées.

#### – Protection des surfaces de béton de parement après l'achèvement de la partie d'ouvrage en cause, voire de l'ensemble de l'ouvrage.

En principe il appartient au concepteur, d'entente avec le maître d'ouvrage, de déterminer s'il y a lieu de protéger la surface du béton de parement au moyen d'un enduit et, si oui, quelle doit être la nature de celui-ci. Cela doit être précisé dans la convention d'utilisation de l'ouvrage. Si un système de protection de la surface est exigé, il incombe au concepteur, déjà lorsqu'il établit les plans, de prendre en compte et de préciser les points suivants :

- Indiquer quel système doit être appliqué (p. ex. imprégnation [hydrofuge], glacis, enduit [protection anti-graffiti], etc.), en recourant à un spécialiste

de la protection des surfaces, car il existe sur le marché d'innombrables produits de ce type, aux propriétés variées.

- Préciser s'il s'agit-il de conserver, malgré le vieillissement, la qualité technique – c'est-à-dire la valeur – du béton, ou plutôt la qualité visuelle du matériau, par un système de protection de la surface mettant en valeur l'aspect minéral propre du béton de parement (ennoblissement de la surface au moyen d'un glacis incolore ou au contraire pigmenté).

#### Fissuration

Sur le béton de parement, les fissures sont en principe indésirables, car elles portent atteinte à l'esthétique de l'ouvrage. Sur des surfaces monolithiques, elles sont pratiquement inévitables, mais elles ne sont en principe pas dommageables. Normalement, si elles ne s'accompagnent pas de salissures, de colorations indésirables ou d'efflorescences, elles ne causent qu'un préjudice insignifiant à la perception optique qu'on a d'une surface en béton de parement. Elles sont en général plus perceptibles sur une surface lisse que sur une surface structurée.

La norme SIA 262 distingue, en matière de fissuration, les exigences normales, accrues et élevées. Pour les surfaces en béton de parement, ce sont les exigences du Tableau 10 ci-après qui doivent être respectées.

Tabl. 10 : Exigences en matière de fissuration pour les surfaces en béton apparent

Classe de béton de parement	Exigences en matière de fissuration selon SIA 262	Commentaires
SBK 1	accrues	Exigences spéciales en matière d'aspect quant aux fissures et à la bonne répartition de celles-ci
SBK 2	accrues	Exigences spéciales en matière d'aspect quant aux fissures et à la bonne répartition de celles-ci
SBK 3	élevées	Exigences élevées en matière d'aspect quant aux fissures, à leur répartition et à leur ouverture
SBK S	accrues ou élevées	Identiques à SBK 2, respectivement à SBK 3

En ce qui concerne la fissuration pouvant affecter les bétons de parement, le concepteur doit tenir compte des points suivants :

- Les exigences normales de la norme SIA 262 ne sont pas suffisantes pour les bétons de parement.
- Pour les classes SBK 1 à 3, le concepteur doit définir avec le maître d'ouvrage, dans la convention d'utilisation de l'ouvrage et dans les autres documents servant de base au projet, les exigences posées en matière de fissuration, et s'en tenir à celles-ci.
- Pour la classe SBK S, il incombe au concepteur, de concert avec le maître d'ouvrage et sur la base des exigences posées, de décider si elles doivent être considérées comme accrues ou élevées; la convention d'utilisation de l'ouvrage et les autres documents servant de base au projet mentionneront cette décision, qui liera le concepteur.
- La largeur des fissures doit être suffisamment modeste pour que celles-ci n'apparaissent pas comme dommageables. En cas d'exigences spéciales, p. ex. si le béton doit être étanche, la largeur tolérée des fissures doit être fixée de concert avec un spécialiste (technologue du béton).
- Les mesures à prendre pour limiter la fissuration dans le béton de parement sont indiquées dans la norme SIA 262 ch. 4.2.2.3; elles devront être fixées dans la conven-

tion d'utilisation de l'ouvrage et les autres documents servant de base au projet, en tenant compte des causes de la fissuration, telles que la conception de la structure porteuse, la transposition de cette conception dans l'architecture de l'ouvrage, les propriétés du béton en cause et la cure de celui-ci.

- On précisera dans la convention d'utilisation de l'ouvrage si les fissures susceptibles d'apparaître sont gênantes, voire considérées comme dommageables, et s'il faut à tout prix les éliminer. On informera le maître d'ouvrage que des fissures colmatées, même avec soin, restent visibles sur du béton de parement.
- De plus, il est important que le concepteur et l'exécutant se mettent d'accord très tôt sur le meilleur moyen d'éviter une fissuration excessive et de remplir les conditions-cadres fixées dans la convention d'utilisation de l'ouvrage.

#### Cure du béton

La durée de la cure est définie en fonction de la montée en résistance dans la zone de bord du béton. Elle est indiquée dans la norme SIA 262, qui distingue les classes de cure (NBK) 1 à 4 (cf. Tableau 11 ci-après); celles-ci

Tabl. 11 : Définition et utilisation des classes de cure (NBK)

Classe de cure (NBK)	1	2	3	4
Durée (en heures)	12 <sup>1</sup>	–	–	–
Pourcentage de la résistance caractéristique à 28 jours	–	35 %	50 %	70 %
Exigences	aucune	usuelles	accrues	sévères

<sup>1</sup> Tant que la prise du béton ne dure pas plus de 5 heures et que la température du béton à la surface est de min. 5°C.

sont définies selon le pourcentage de la résistance caractéristique à 28 jours atteinte en surface du béton à la fin de la cure.

L'évolution de la résistance à la compression du béton de la zone de bord peut être déterminée de manière précise au moyen des méthodes mentionnées par la norme SIA 262. En l'absence d'analyse précise, on se basera sur l'évolution de la résistance à la compression à 20°C, définie par la norme SN EN 206-1, et sur les valeurs indicatives du Tableau 12. En l'absence de résultats précis pour le béton utilisé et d'estimations ou de calculs fiables quant à l'évolution des résistances, ainsi que d'essais correspondants effectués pendant l'exécution de l'ouvrage, la durée minimale de la cure se basera sur les valeurs données dans le tableau Tableau 12 ci-après.

- <sup>a</sup> Pour une durée d'ouvrabilité (période de temps durant laquelle le béton est compacté avec les appareils prévus sur le chantier) de plus de 5 h, la durée de la cure doit être prolongée de façon adéquate.
- <sup>b</sup> L'évolution de la résistance du béton sera décrite par la valeur  $r$  (rapport de la résistance moyenne respectivement à 2 et à 28 jours :  $r = f_{cm,2} / f_{cm,28}$ ).
- <sup>c</sup> Si le développement de la résistance du béton se révèle particulièrement lent, il faudrait poser des exigences spéciales dans la description du projet.
- <sup>d</sup> Au lieu de mesurer la température à la surface du béton, il est aussi possible de mesurer la température de l'air le matin vers 7 h., à l'ombre.
- <sup>e</sup> Pour des températures  $< 5^{\circ}\text{C}$ , la durée de la cure doit être prolongée du temps durant lequel la température est restée  $< 5^{\circ}\text{C}$ .

### Cure du béton de parement

En présence de béton de parement, on portera une attention particulière à la cure car, pour ce matériau, cette opération peut être dans certains cas difficile, voire techniquement délicate.

Durée minimale de la cure du béton de parement

On fixera pour chaque ouvrage, qu'il s'agisse de béton de parement protégé ou au contraire exposé aux intempéries, la classe de cure appropriée.

#### A) Parties situées à l'intérieur

Dans les cas courants de cette catégorie (classe d'exposition XC1), on se contentera d'exigences normales quant à la cure des bétons de parement. Pour les bétons de parement situés à l'intérieur, il est recommandé de choisir la classe NBK 2.

#### B) Parties situées à l'extérieur

Pour les bétons exposés aux intempéries (classes d'exposition XC4, voire XF1), ce sont des exigences accrues qui sont posées en matière de cure du béton de parement.

Il est dès lors recommandé de choisir la classe NBK 3 et d'augmenter d'un jour les valeurs du Tableau 12.

Pour les ouvrages supportant de lourdes charges – tels que murs de soutènement, galeries, etc. – des classes d'exposition XD3, voire XF4, ce sont des exigences élevées qui sont posées; et s'il s'agit de béton de parement, on choisira la classe NBK 4.

Tabl. 12 : Valeurs indicatives pour la durée minimale de la cure

		Durée minimale de la cure [jours] <sup>a</sup>								
Évolution de la résistance du béton à 20°C selon SN EN 206-1 <sup>b,c</sup>		rapide			moyenne			lente		
		$r \geq 0,50$			$0,50 > r \geq 0,30$			$0,30 > r \geq 0,15$		
Classe de cure (NBK) [pourcentage de la résistance de $f_{ck,28}$ ]		2 [35]	3 [50]	4 [70]	2 [35]	3 [50]	4 [70]	2 [35]	3 [50]	4 [70]
Température de la surface du béton [°C] <sup>d</sup>	$T \geq 25$	1,0	1,5	3,0	1,5	2,5	5,0	2,5	3,5	6,0
	$25 > T \geq 15$	1,0	2,0	5,0	2,5	4,0	9,0	5,0	7,0	12,0
	$15 > T \geq 10$	1,5	2,5	7,0	4,0	7,0	13,0	8,0	12,0	21,0
	$10 > T \geq 5^e$	2,0	3,5	9,0	5,0	9,0	18,0	11,0	18,0	30,0

Le concepteur tiendra compte des points suivants en établissant le programme de la cure d'un béton de parement :

- Il faut en principe respecter les prescriptions de la norme SIA 262, ch. 6.4.6.
- Il incombe au concepteur de définir et de transcrire dans le cahier des charges la nature et la durée de la cure, et cela en fonction des conditions climatiques (température, humidité, vent), du développement des résistances et de la géométrie de l'élément en cause.
- Dans la mesure où des prescriptions spéciales relatives à la cure du béton de parement ne trouvent pas application in casu et où la convention d'utilisation de l'ouvrage ne contient pas de telles prescriptions, c'est une durée de cure de 5 jours qui devra être respectée (cf. SIA 118/262 «Conditions générales pour la construction en béton»).
- La tâche la plus importante du concepteur lors de l'établissement des plans, c'est le programme de réalisation de l'ouvrage en béton de parement – ou d'une partie de celui-ci – dans le temps, compte tenu des influences extérieures (température, humidité, vent), des étapes du bétonnage et de la réalisation de l'ensemble (bétonnage, décoffrage, en prenant en compte les délais, y compris l'incidence des week-ends, etc.), tout en veillant à ce que les durées de cure prescrites soient respectées.
- Les mesures de cure, telles que le délai de décoffrage et la durée de maintien du béton dans le coffrage, les interventions à effectuer immédiatement après le décoffrage, les dispositifs destinés à protéger le jeune béton contre l'évaporation, ainsi que la protection des surfaces de béton durant la suite des travaux, doivent également être prescrits par le concepteur dans le cahier des charges. Le but visé est de prévenir tout impact indésirable sur l'aspect du béton de parement qui serait lié aux mesures de cure – lesquelles font effet sur l'ensemble de la surface en cause. Les contrôles y relatifs devront avoir été prévus.
- Aucun élément en béton de parement ne doit être décoffré avant que celui-ci n'ait suffisamment durci. Cela vaut aussi pour les angles et les arêtes, afin d'éviter des taches, épaufrures, etc.
- On évitera de maintenir le coffrage trop longtemps (risque de colorations indésirables). Si le délai de décoffrage est court, le béton de parement sera plus clair et plus régulier. Mais il faut compenser cela par une cure d'une durée suffisamment importante afin que la surface du béton soit protégée d'une dessiccation indésirable.
- Immédiatement après son décoffrage, le béton de parement ne doit être ni exposé à de fortes précipitations ni rincé à l'eau (risque d'efflorescences, voire de concrétions de chaux), ni mis en aucune manière en contact avec des ruissellements d'eau.
- La meilleure manière de protéger un béton de parement qui vient d'être décoffré, c'est de le couvrir, voire de l'envelopper, au moyen d'une feuille plastique, tout en évitant le contact direct de celle-ci avec le matériau encore jeune, afin de prévenir une condensation affectant la surface du béton et l'apparition de taches noirâtres sur le béton. Le ruissellement d'eau de condensation due à une circulation d'air insuffisante risque d'avoir un effet négatif sur le plan esthétique; aussi est-il recommandé de ménager une modeste fente pour permettre un échange d'air avec l'extérieur et éviter toute condensation (attention : ne pas aller jusqu'à créer un effet de cheminée, c'est-à-dire un véritable courant d'air). On prévoira dans le cahier des charges la construction d'un dispositif protégeant l'ouvrage contre l'évaporation par une feuille plastique placée à quelques centimètres de la surface du béton, ainsi que le contrôle régulier, voire la maintenance, de ce dispositif, afin de s'assurer qu'elle est bien protégée contre les influences extérieures (activités sur le chantier, conditions météorologiques).

Fig. 43 : Exemple d'un dispositif assurant la cure du béton





## 5.4 Management de l'assurance qualité relative au projet (PAQ)

Ce n'est que par la collaboration de tous les intervenants intéressés à la réalisation d'une surface en béton de parement qu'il sera possible d'atteindre le niveau de qualité fixé contractuellement. Plus tôt ceux-ci prendront en compte, ensemble, tous les aspects techniques et contractuels du projet, mieux ils parviendront à écarter les points faibles et à éviter les défauts. Pour obtenir cela il importe :

- d'assurer, entre tous les intervenants, une bonne circulation de l'information et une coordination appropriée des divers travaux du chantier
- de confier la réalisation des bétons de parement à des personnes et entreprises qualifiées et conscientes de leur responsabilité
- de désigner, pour chaque fonction spécifique, la personne reconnue comme interlocuteur compétent (maître d'ouvrage, architecte, ingénieur civil, technicien en béton, entrepreneur [coffrage, ferraillage, bétonnage], producteur de béton, etc.)
- d'enregistrer tous les événements qui se sont produits dans les différentes phases d'exécution du projet de béton de parement
- de contrôler en continu les mesures prises dans toutes ces phases
- de régler les diverses procédures de réception entre tous les intervenants (plan de contrôle des coffrages, y compris de leur étayage, plan de contrôle des armatures, du béton, y compris de la cure, plan de contrôle des tolérances dimensionnelles, etc.)
- de s'assurer que les niveaux de qualité attendus par le client ont été atteints en tenant compte de ses besoins, de ses exigences et des objectifs fixés.

## 5.5 Veiller à la maîtrise des coûts

Le maître d'ouvrage et le concepteur doivent, lorsqu'ils se décident pour du béton de parement et qu'ils en définissent l'aspect, prendre en compte les conséquences qui en résultent quant aux coûts et arrêter celles-ci contractuellement, sous une forme assurant que le maître d'ouvrage a donné son consentement en pleine connaissance de cause.

Il incombe au concepteur d'informer le plus tôt possible le maître d'ouvrage des aspects financiers des choix relatifs au niveau de qualité des bétons de parement. Il veillera à éviter tout risque de controverses, en cours d'exécution, quant au coût des solutions retenues.

Par rapport à un béton normal, un béton de parement peut engendrer des plus-values au titre des prestations suivantes :

- aspect à donner à la surface du béton / application de telle peau de coffrage
- recette du béton en cas d'exigences particulières (selon SN EN 206-1)

- allongement de la durée du chantier (reports de délais)
- exécution particulièrement soignée et traduction dans l'ouvrage des idées du concepteur
- cure et mesures de protection supplémentaires pour les surfaces et arêtes
- armature spéciale
- mesures générales de protection des surfaces

## 5.6 Durée de la construction et reports de délais

La durée de construction de bétons de parement joue un rôle de plus en plus important, car elle exerce un effet sur la planification financière du chantier. Les maîtres d'ouvrage tendent à fixer de plus en plus des limites à la durée des chantiers en fonction de contraintes telles que mise en service du bâtiment, rentrée scolaire, remise des lieux aux locataires ou acheteurs, fin des émissions de bruit liées aux chantiers, projets devant prendre la suite de celui qui est en cours, etc. – ce qui produit une énorme pression quant aux délais à respecter.

Pour que le niveau de qualité des bétons de parement puisse être atteint, il importe d'informer en temps utile le maître d'ouvrage des points suivants :

- la mise en place précise du coffrage, un bétonnage soigné et la protection du béton peuvent engendrer des retards dans la construction d'une partie d'ouvrage en béton de parement
- il peut en résulter un retard dans l'achèvement de l'ouvrage lui-même et par conséquent :
- un accroissement des frais de financement
- un report dans la remise de l'ouvrage.

## 6 Mise en soumission

### 6.1 Bases essentielles

Il incombe au concepteur de décrire et de définir sans équivoque l'aspect que devront présenter les surfaces en béton de parement, respectivement les exigences qui sont posées en cette matière – et non pas de prescrire comment un tel résultat doit être atteint.

Les documents de la mise en soumission servent de base aux prestations que l'entrepreneur entend offrir. Ceux qui concernent du béton de parement contiendront un descriptif des prestations selon le Catalogue des articles normalisés CAN 241 / 04 «Construction en béton coulé sur place», les positions les plus importantes comportant la mention «béton de parement».

Il importe que le concepteur fasse ressortir de manière très détaillée l'idée architectonique à la base du béton de parement à réaliser et les exigences posées quant à l'aspect de celui-ci. Il lui appartiendra notamment de :

- Donner une description architectonique de l'ensemble du projet, par référence au béton de parement, c'est-à-dire de :
  - décrire l'idée architectonique et urbanistique à la base de l'ouvrage (p. ex. surface visibles du béton genre conglomerat)
  - présenter l'idée architectonique et sa réalisation structurale (tâche de l'ingénieur civil)
  - décrire la solution architectonique et constructive envisagée (p. ex. : angles sans appuis)
  - décrire en détail les solutions compliquées (p. ex. au moyen de photos de solutions semblables, à titre de références)
- Déterminer avec précision les classes de béton de parement choisies (SBK 1 à 3, voire SBK S)
- Indiquer les constructions servant de références, à titre de comparaison, de modèles ou de types de surface, cas échéant de décrire ces surfaces

Les comparaisons avec des constructions existantes peuvent être utiles, mais ne sont déterminantes que si les conditions de base telles que peau de coffrage, ainsi que composition, traitement et cure du béton, et si les conditions climatiques sont les mêmes.

Éventuellement, indiquer des surfaces d'essai ou de référence.

- Décrire le coffrage (système de coffrage et de peau de coffrage), préciser le type de coffrage (2 – 4), les arêtes et les angles (vifs, cassés), les joints (emplacements, largeur, caractéristiques), la texture de la surface, l'image générale à donner par le coffrage et les joints, l'étanchéité du coffrage, les délais de décoffrage, les tolérances, l'agent de démoulage.  
L'aspect général et les possibilités techniques de le réaliser (p. ex. système de coffrage) doivent être arrêtés par entente entre le concepteur et l'entrepreneur, voire au sein de l'équipe du béton de parement.
- Arrêter toutes prescriptions utiles quant au béton lui-même : composition, cure, éventuellement traitement ultérieur de la surface
- Prescrire les armatures
- Prescrire les mesures à prendre sur le plan du management de la qualité (PAQ : contrôles, réceptions, définition des responsabilités)
- Décrire les mesures devant assurer la protection des surfaces de béton de parement (protection mécanique durant les travaux, protection des surfaces réalisées, etc.).

Indication relative à la détermination du type de béton :

Selon la norme SN EN 206-1, la soumission peut prévoir soit du béton à propriétés spécifiées soit du béton à composition prescrite. L'auteur du cahier des charges doit s'assurer que le type de béton choisi est compatible avec les exigences posées au béton de parement.

Il est en général recommandé de prescrire un béton à propriétés spécifiées (p. ex. bétons CAN).

Dans l'annexe C, on trouvera les points que le concepteur doit prendre en compte dans le descriptif des prestations et, dans l'annexe E, à titre d'information, des exemples de prescriptions pouvant figurer dans une soumission.

## 6.2 Surfaces d'essai

La réalisation de surfaces d'essai est recommandée pour la classe de béton de parement SBK 2 et très recommandée pour la classe SBK 3. Pour la classe SBK S, on ne confectionnera des surfaces d'essai que si le concepteur le prescrit. Pour la classe SBK 1, des surfaces d'essai ne sont pas nécessaires.

Pour les premiers essais, on peut réaliser à la main des prismes ou des plaques, afin de déterminer la couleur souhaitée et éventuellement la recette du béton.

La réalisation de surfaces d'essai proprement dites peut avoir notamment pour objectif de :

- préparer l'entreprise adjudicatrice à développer et à mettre au point son mode opératoire sur le plan technique (détermination et optimisation des moyens à mettre en œuvre, directives au personnel et formation de celui-ci),
- réaliser des surfaces de béton dans les conditions de l'ouvrage à construire,
- présenter clairement et sous forme authentique la teinte, la texture, le bullage, le plan des joints, la disposition des ancrages, etc.,
- déterminer l'aspect des surfaces convenu contractuellement (cf. ch. 6.3 ci-après) avec le maître d'ouvrage,
- examiner des variantes et présenter pratiquement certains détails d'exécution.

Les surfaces d'essai doivent prendre en compte la géométrie des éléments à construire, l'enrobage des fers, la densité et la répartition des armatures, les incorporés et les recettes de béton envisagées. Elles doivent être mentionnées par le concepteur dans le descriptif des prestations.

## 6.3 Surfaces de référence

Les surfaces de référence sont choisies, avant le début des travaux, parmi les surfaces d'essai (cf. ch. 6.2 ci-dessus).

Il est recommandé aux parties de se mettre d'accord contractuellement sur les surfaces de références. Les surfaces auxquelles on reconnaît cette qualité sont celles qui remplissent les exigences posées quant à l'aspect des bétons de parement.

Il n'est pas recommandé de considérer comme surfaces de référence contractuelles des bétons de parement visibles sur des bâtiments existants; en effet, l'impression générale que donnent de telles surfaces dépend de facteurs qu'il n'est en principe pas possible de reproduire sur l'ouvrage projeté, tels que la dimension, les conditions d'exécution à l'époque et le vieillissement.

La construction, la protection, la mise à disposition, ainsi que la démolition et l'élimination, des surfaces de référence doivent avoir été prévues par le concepteur dans le descriptif des prestations objet de la soumission.

Fig. 44 : Exemple de 4 surfaces d'essai



Fig. 45 : Exemple d'une surface de référence ayant été choisie parmi les surfaces d'essai de la fig. 44 pour être reconnue comme élément contractuel



## 7 Exécution

Les concepteurs et les exécutants doivent d'emblée entretenir un échange nourri quant aux caractéristiques essentielles et aux exigences techniques des bétons de parement souhaités. Les premiers doivent, dès qu'ils projettent la structure porteuse, prendre conscience de ce qui est possible et en tenir compte. L'exécutant doit avoir été informé exhaustivement des prestations qu'on attend de lui, afin qu'il puisse construire de manière impeccable l'ouvrage en béton de parement, en s'appuyant sur le niveau le plus récent de la technique et l'état actuel des connaissances (qualification professionnelle et innovation).

Quelques aspects de l'exécution, que le concepteur doit déjà prendre en compte dans la phase d'élaboration des plans, ont été mentionnés dans les pages qui précèdent. Mais d'autres points, tels que la construction proprement dite, certains détails d'exécution, la composition des bétons, les bétons spéciaux (bétons teintés, p. ex.), l'utilisation d'agents de démoulage, la mise en place et le compactage du béton, etc. ne sont pas traités dans le présent Cahier.

## 8 Évaluation

L'évaluation d'un béton de parement est en premier lieu l'affaire de l'équipe du béton de parement (cf. chap. 3 ci-dessus), pour laquelle le principal critère sera la conformité de l'ouvrage avec les prescriptions de l'appel d'offres. Il est important d'impliquer le maître d'ouvrage déjà dans la rédaction de ces prescriptions et de préciser, dans la convention d'utilisation de l'ouvrage et les documents servant de base au projet, l'impression visuelle générale, les tolérances quant à l'aspect que doivent présenter les surfaces, les bases d'évaluation et certains détails d'exécution. Le maître d'ouvrage disposera ainsi de critères pertinents pour participer à l'évaluation. Si des surfaces de référence ont été mentionnées contractuellement, elles doivent être prises en compte pour l'évaluation. Il convient de laisser passer une durée suffisante avant de procéder à l'inspection, car l'aspect d'un béton fraîchement décoffré est encore susceptible de se modifier. En particulier, il est appelé à s'éclaircir sous l'effet d'une diminution de son humidité. Chaque partie d'ouvrage est un objet unique et c'est ainsi qu'elle doit être évaluée. Il est impossible de reproduire des surfaces de béton de manière absolument identique : certains écarts doivent être considérés comme tolérables. Ils dépendent notamment des constituants naturels du béton, de variations dans la composition de celui-ci, de fluctuations inhérentes à la peau de coffrage, des agents de démoulage et des conditions météorologiques.

Fig. 46 : Impression générale donnée par une habitation collective construite en béton de parement teinté dans la masse



Il n'est pratiquement pas possible d'éviter des variations et irrégularités minimales dans la texture et la teinte (météo, rotation dans le personnel, retards dans la mise en place du béton, négligences diverses, intervention de tiers, etc.). Si l'on envisage des mesures pour réparer tel défaut sur un béton de parement, les avantages et les inconvénients d'une telle intervention doivent être discutés dans l'équipe du béton de parement. Il convient de choisir d'un commun accord la solution où les avantages l'emportent sur les inconvénients.

L'évaluation doit se faire en donnant priorité à l'impression générale, au détriment de tel détail. Elle est partie intégrante des documents de mise en soumission, dans lesquels la méthode à utiliser doit avoir été mentionnée.

### 8.1 Impression générale

L'impression générale que donne un béton de parement est le critère fondamental présidant à l'acceptation d'un tel ouvrage. Pour déterminer cette impression, il importe de procéder comme suit :

- se tenir à une distance appropriée de l'ouvrage et de la partie en cause, soit la distance à laquelle on aura coutume de regarder l'ouvrage
- considérer les caractéristiques essentielles de la façade, représentatives de l'ouvrage
- s'assurer que les spécificités conceptuelles sont reconnaissables
- choisir un moment où l'intensité de l'éclairage et sa direction sont « normales »
- avoir laissé passer une durée raisonnable après le décoffrage (au moins 28 jours), vu que la teinte d'un béton jeune est susceptible d'évoluer
- tenir compte des conditions climatiques.



## 8.2 Critères particuliers

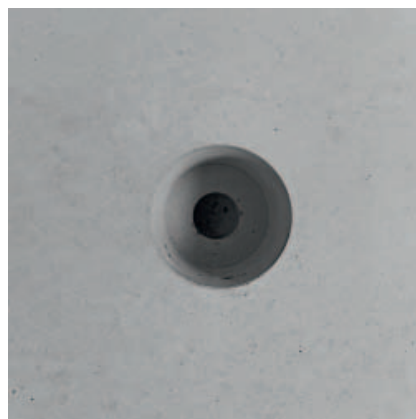
L'évaluation en fonction de critères particuliers n'est justifiée que si l'impression générale ne répond pas aux exigences; il convient alors de procéder à cette seconde évaluation en considérant séparément chaque partie de l'ouvrage.

Les critères particuliers à appliquer peuvent être répartis en trois groupes :

- **défauts évitables** : compactage défectueux, nids de gravier, restes de mortier, taches de rouille sur des surfaces verticales, disposition arbitraire des tiges de coffrage, etc.,
- **défauts partiellement évitables** : légères différences de teinte entre deux couches de mise en place, apparition de voiles et de marbrures, traces de rouille sur la face inférieure des éléments, ressuage excessif, bullage dans la partie supérieure des parois,

- **irrégularités inévitables ou ne pouvant être évitées de manière ciblée** : variations minimales dans la teinte (surtout d'une surface à l'autre), irrégularité modeste dans le bullage, bullage minimal, efflorescences modestes sur les surfaces coulées en place.

Fig. 47 : Vue d'un bâtiment en béton de parement répondant à des exigences élevées, avec le détail d'un trou de fixation du coffrage



## 9 Bibliographie

Béton de parement	Vade-mecum pour le praticien, Holcim (Suisse) SA, 2012
Guide pratique du béton	Concevoir et mettre en œuvre des bétons durables, Holcim (Suisse) SA, 2009
Projet de recherches	Recommandations pour la construction concernant le béton de parement en béton apparent (programme d'incitation cemsuisse) Guide concernant les dommages et défauts Interactions entre le béton, les produits de décoffrage, les coffrages, la mise en œuvre et les conditions environnementales Processus de sédimentation et efflorescences dans le béton, cemsuisse 2008
Merkblatt Sichtbeton	Deutscher Beton- und Bautechnikverein E.V. Bundesverband der deutschen Zementindustrie E.V., 8 / 2004
Wegweiser Sichtbeton	Bau-Ing. (VBD) Hannes Fiala, Prof. Dr. Dieter Ogniwert, Dipl.-Ing. FH) Rainer Fuchs, Dipl.-Ing. Helmut Schuon, alkus AG und Bauverlag BV GmbH, 2007
Opus C	Planen & Gestalten mit Beton, revue d'architecture

## Crédits photos

	Nos des figures
BetonMarketing Deutschland GmbH	3 (Bouchardage)
Betonsuisse, photos obtenues de : Apb09, Dominique Marc Wehrli Apb01, Hannes Henz Construire en béton 2010 / 11, Kim Zwarts Construire en béton 2010 / 11, Kim Zwarts	32, 34, 50 52 48 49
Batt / Huber	Page de couverture
cemsuisse	7 (Farine de pierre colorée)
CREABETON MATERIAUX SA	2 (Béton cassé), 4 (Lavage), 4 (Lavage fin)
Conzett Bronzini Gartmann AG	6 (Ornements en relief / Sculptures), 8 (Coffrage conventionnel), 9, 25 (SBK S), 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44, 51
Dyckerhoff	2 (Ponçage), 3 (Nervurage), 3 (Piquetage)
Holcim (Suisse) SA	1, 7 (Granulat de couleur) 19, 27, 29, 46, 47
Holcim (Süddeutschland) AG	2 (Polissage), 4 (Lavage à l'acide)
Holzco-Doka Schalungstechnik AG	8 (Coffrage panneaux avec poutrelles), 11 (peau de coffrage), 14 (peau de coffrage), 20, 21, 22, 25 (SBK 1), 26, 28, 30, 37, 38
HUSSOR	15
LAFARGE	5 (Sablage), 5 (Lavage à haute pression)
LANXESS	7 (Pigments)
Max Frank Holding GmbH	18
MEVA Schalungs-Systeme AG	1, 8 (Coffrage d'une colonne), 11 (résultat), 13, 23, 25 (SBK 2), 25 (SBK 3), 27, 30
NOE	6 (Ornements produits industriellement), 6 (Mélange d'éléments)
PERI AG	8 (Coffrage cadres), 8 (Coffrage circulaire), 10, 12, 14 (résultat), 16, 17, 32, 45, 47
Reckli GmbH	5 (Technique photographique)

Toutes les figures sont présentées à titre d'information et d'illustration

# Annexes

## Annexe A : béton de parement – données relatives à l’ouvrage

Indications générales	
Type d'ouvrage :	
Adresse du chantier (localité, rue)	
Interlocuteurs	
Maître d'ouvrage (Nom, téléphone, portable, adresse courriels)	
Architecte	
Ingénieur civil	
Direction des travaux	
Entrepreneur	
Fournisseur du béton	

## Annexe B : Béton de parement

Partie d'ouvrage	
Partie d'ouvrage no	
Étage	
Étape	
Quantité de béton (m3)	
<b>Béton de parement selon Cahier technique pour les constructions en béton de parement (cemsuisse – CT 02)</b>	
Classe de béton de parement (SBK 1, SBK 2, SBK 3, SBK S)	
Type de coffrage (type 2, type 3, type 4, type S)	
Bullage (LK 1, LK 2, LK S)	
Teinte (FB 1, FB 2, FB 3, FB S)	
Planéité (EH 1, EH 2A / EH 2B, EH S)	
Texture (TX 1, TX 2, TX 3, TX S)	
Joints (FG 1, FG 2, FG S)	
Surfaces d'essai	
Surface de référence	
<b>Béton</b>	
Béton à propriétés spécifiées (p. ex. NPK)	
Béton à composition prescrite	
Classe de résistance à la compression	
Classes d'exposition	
Dimension maximale nominale des granulats $D_{max}$	
Classe de teneur en chlorures	
Classe de consistance	
Autres	

**Annexe C : Dans le descriptif des prestations pour la construction d'un ouvrage en béton de parement, les concepteurs doivent tenir compte des points ci-après :**

Objet	À faire ou à déterminer
Architecture	Description architectonique de l'ensemble de l'ouvrage, en tenant compte du béton de parement à réaliser (présentation et description de l'idée à la base de l'ouvrage et de sa traduction dans la construction, description des solutions de détail compliquées)
Management de la qualité (PQM)	Dispositions tenant compte de l'objet à construire : contrôles, réceptions, détermination des compétences, etc.
Construction	Choisir la classe de béton de parement (BK 1, SBK 2, SBK 3, SBK S)
	Fixer le type de coffrage (2 à 4)
	Fixer la forme et la dimension des parties à construire en tenant compte de la nature du matériau (le béton doit pouvoir être mis en place et compacté selon les règles de l'art)
	Respecter les dimensions minimales des parties à construire et l'écartement minimal entre barres d'armature
	Assurer un enrobage suffisant des armatures, y c. d'éventuelles armatures spéciales
	Choisir le type de cales (en mortier ou en matière synthétique)
	Fixer les exigences en matière de fissuration (accrues, élevées), y compris la largeur des fissures (tolérance maximale).
Aspect général	Répartition des surfaces, plan de calepinage, définir les éléments des coffrages
	Présentation des joints et des angles, ainsi que des arêtes
Texture	Fixer le type de peau de coffrage (absorbant, peu absorbant, non ou très faiblement absorbant), éventuellement le système de coffrage
	Fixer la classe de texture (TX 1, TX 2, TX 3, TX S)
	Fixer le traitement de la surface après décoffrage (traitement mécanique ou manuel, lavage, traitement spécial tels que sablage, lavage à haute pression, etc.)
Bullage	Fixer le niveau d'exigence quant au nombre de creux en fonction de la surface (LK 1, LK 2, LK S)
Teinte du béton	Fixer la teinte (surfaces d'essai / de référence)
	Indiquer les variations admissibles (FB 1, FB 2, FB 3, FB S)
	Pigments ou teintures liquides
	Faire des essais de teinte
Planéité	Fixer le niveau d'exigence en matière de planéité (EH 1, EH 2A / EH 2B, EH S)
Joints	Fixer le niveau d'exigence quant à la présentation des joints (FG 1, FG 2, FG S)
Évaluation	Réaliser des surfaces d'essai et de référence; en mentionner le coût séparément dans le descriptif des prestations
	Recourir éventuellement à des ouvrages de référence existants à titre de comparaison
	Fixer le délai par rapport à la date du décoffrage (p ex. délai usuel), ainsi que la distance d'observation
Réparations	Méthode à appliquer («cosmétique du béton»)
	Fixer les mesures de protection durant la phase des travaux (feuille plastique, panneau de mise en garde, protection des arêtes, etc.)
Protection des parties construites	Définir la classe de cure (NBK 2, NBK 3, NBK 4), ainsi que la nature et la durée de la cure
	Définir les mesures de protection durant la phase des travaux (feuille plastique, protection des arêtes, envelopper les fers en attente, etc.)
	Fixer les mesures de protection des surfaces (protection anti-graffitis, lasure, imprégnation, application d'un produit hydrofuge) ou définir un mode d'utilisation propre à protéger l'ouvrage



## Annexe D : Exemple de libellé relatif à un béton de parement selon CAN 241 «Béton coulé sur place» (à titre d'information)

### Classe de béton de parement SBK 1

#### 062 Béton à propriétés spécifiées (2)

Les propriétés que doit présenter le béton peuvent être spécifiées comme suit :

- 062.100**
- 01 Béton selon norme SN EN 206-1
  - 03 Type CAN A
  - 04 Classe de résistance à la compression C 25/30
  - 05 Classe d'exposition XC2 (CH), XC1 (CH)
  - 06 Dimension maximale nominale des granulats  $D_{max}$  16
  - 07 Classe de teneur en chlorures Cl 0.10
  - 08 Classe de consistance C3
  - 09 Exigences complémentaires :
    - Béton de parement de classe SBK 1 selon «Cahier technique pour les constructions en béton de parement» (CT 02) de cemsuisse
    - Classe de cure NBK 1
  - 10 Divers :
    - Paroi intérieure : bibliothèque

### Classe de béton de parement SBK 2

#### 062 Béton à propriétés spécifiées (2)

Les propriétés que doit présenter le béton peuvent être spécifiées comme suit :

- 062.100**
- 01 Béton selon norme SN EN 206-1
  - 03 Type CAN C
  - 04 Classe de résistance à la compression C 30/37
  - 05 Classe d'exposition XC4 (CH), XF1 (CH)
  - 06 Dimension maximale nominale des granulats  $D_{max}$  32
  - 07 Classe de teneur en chlorures Cl 0.10
  - 08 Classe de consistance C3
  - 09 Exigences complémentaires :
    - Béton de parement de classe SBK 2 selon «Cahier technique pour les constructions en béton de parement» (CT 02) de cemsuisse
    - Type de ciment : CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N ou équivalent
    - Classe de cure NBK 3
  - 10 Divers :
    - Paroi extérieure exposée aux intempéries
    - Réaliser au préalable une surface d'essai d'entente avec le maître d'ouvrage, l'architecte et l'entrepreneur
    - Protection de la surface : application, 4 semaines après le décoffrage, d'un hydrofuge ne formant pas de film

Fig. 48 : Paroi intérieure de la bibliothèque (SBK 1)



Fig. 49 : Bibliothèque communale / Paroi extérieure en béton de parement exposée aux intempéries (SBK 2)



### Classe de béton de parement SBK 3

#### 062 Béton à propriétés spécifiées (2)

Les propriétés que doit présenter le béton peuvent être spécifiées comme suit :

- 062.100**
- 01 Béton selon norme SN EN 206-1
  - 03 Type CAN C
  - 04 Classe de résistance à la compression C 30 / 37
  - 05 Classe d'exposition XC4 (CH), XF1 (CH)
  - 06 Dimension maximale nominale des granulats  $D_{max}$  32
  - 07 Classe de teneur en chlorures Cl 0.10
  - 08 Classe de consistance C3
  - 09 Exigences complémentaires :
    - Béton de parement de classe SBK 3 selon «Cahier technique pour les constructions en béton de parement» (CT 02) de cemsuisse
    - Ciment blanc de type : CEM I 52,5 R ou équivalent
    - Température minimale du béton frais à la livraison : 20° C
    - Classe de cure NBK 2
  - 10 Divers :
    - Plafond en béton de parement avec effet visuel produit par le coffrage selon plan détaillé de l'architecte
    - Joints étanches
    - Bétonnage de la dalle en une seule étape
    - Réalisation préalable de surfaces d'essai (y compris incorporés) d'entente entre le maître d'ouvrage, l'architecte, l'entrepreneur

Fig. 50 : Plafond en béton de parement avec incorporés pour l'éclairage (SBK 3) / Maison K + N



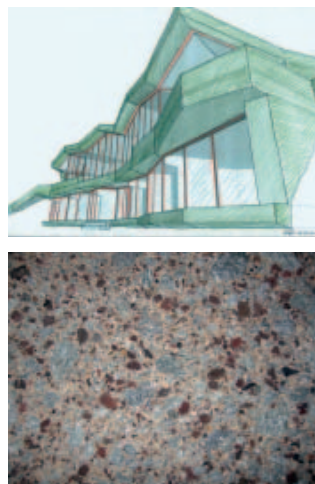
### Classe de béton de parement SBK S

#### 062 Béton à propriétés spécifiées (2)

Les propriétés que doit présenter le béton peuvent être spécifiées comme suit :

- 062.100**
- 01 Béton selon norme SN EN 206-1
  - 03 Type CAN C
  - 04 Classe de résistance à la compression C 30 / 37
  - 05 Classe d'exposition XC4 (CH), XF1 (CH)
  - 06 Dimension maximale nominale des granulats  $D_{max}$  32
  - 07 Classe de teneur en chlorures Cl 0.10
  - 08 Classe de consistance C3
  - 09 Exigences complémentaires :
    - Béton de parement de classe SBK 3 selon «Cahier technique pour les constructions en béton de parement» (CT 02) de cemsuisse
    - Type de ciment : CEM III / B HS LH ou équivalent
    - Granulat de couleur : granit Andeer, basalte et gravier du Rhin
    - Classe de cure NBK 3
  - 10 Divers :
    - Tenir compte de la description donnée par l'architecte
    - Bétonnage de la paroi du rez, y compris linteau et appui, L= 10,00 m, H=3,50 m, en une seule étape
    - Réalisation préalable de surfaces d'essai d'entente entre le maître d'ouvrage, l'architecte, l'entrepreneur
    - Traitement ultérieur de la surface : sablage

Fig. 51 : Façade en béton de parement : étude en trois dimensions et surface d'essai (SBK S)



## Annexe E : Exemple de béton de parement de la classe S (à titre d'information)

### a) Description architectonique

Béton «rouillé» : le bâtiment doit être d'une couleur analogue à celle de rails rouillés. La peau de la façade doit rappeler des éléments en acier Corten dont la corrosion superficielle se serait écaillée, laissant apparaître une coloration claire changeante. Ces plaques apparemment en acier (vues de loin) constituent en réalité une enveloppe de béton monolithique présentant en surface l'empreinte des lames de coffrage.

### b) Détermination de la classe de béton de parement et précisions à ce sujet,

#### Description du coffrage et ouvrages de référence Coffrage

Le coffrage pour ce béton de parement est constitué de lames de bois non rabotées, placées en général horizontalement. Disposition exacte des lames, de même que celle des joints (de reprise et de coffrage), selon plan de calepinage de l'architecte. Coffrage pour béton de parement sur les parois, contrecœurs et tranches de dalle. Le coffrage de base est doublé par des lames de bois non raboté genre mélèze (larg.= 10 cm, H=30 mm). Traitement préalable des lames à la laitance de ciment; celles-ci ne peuvent être utilisées qu'une seule fois et doivent ensuite être éliminées. Les joints de coffrage doivent être rendus étanches selon les règles de l'art. Niveau d'exigence quant au coffrage selon classe de béton de parement SBK S.

Fig. 52 : Béton «rouillé» (Photo : poste d'aiguillage à l'entrée de la gare de Zurich, Gigon + Guyer Architekten, Zurich)



### SBK S : Classe spéciale

#### Texture

- surface lisse, fermée et en bonne partie uniforme
- bavures de laitance de ciment / mortier fin sur une largeur de 3 mm et une profondeur de 2 mm tolérée
- décrochements de 3 mm au maximum tolérés
- décalage au niveau des joints entre éléments : tolérance 3 mm max.
- empreinte du contour des lames de coffrage non autorisée
- coffrage constitué de lames en bois non raboté genre mélèze (larg.= 10 cm), préalablement traitées à la laitance de ciment

#### Bullage

- bullage minime toléré

#### Teinte du béton

- variations régulières et minimales, clair / foncé, sur de grandes surfaces, tolérées (p. ex. légère formation de voiles et/ou de marbrures)

#### Planéité

- Niveau d'exigence : DIN 18202, Tabelle 3 / ligne 6

#### Joints

- joints rendus étanches
- protection des arêtes
- pas de décalage entre deux étapes de bétonnage

#### Surfaces d'essai et de référence / ouvrage de référence

- réalisation d'une surface de référence au moyen de 3 surfaces d'essai de 2,50m x 1,50m x 0,25m
- ouvrage de référence : poste d'aiguillage à l'entrée de la gare de Zurich, Gigon + Guyer Architekten, Zurich)

#### Type de coffrage

- Type 3-123 selon SIA 118 / 262

#### Peau de coffrage

- trous de percement, restes de béton adhérents, boursoffures de la peau de coffrage, traces de réparations et dommages dus au pèrvibrateur non autorisés
- trous de clouage ou de vissage, éraflures, voiles de ciment et traces de réparation non autorisés

### Étapes de bétonnage et joints de reprise

Le programme des étapes de bétonnage et les joints de reprise admis sont déterminés avec l'entrepreneur de telle sorte qu'aucun joint additionnel ne soit visible.

### Points d'attache / Ancrage du coffrage

L'emplacement des points d'attache et des tiges de coffrage est fonction du système de coffrage de l'entrepreneur (à déterminer d'entente avec l'architecte) ou du plan de calepinage. Pour la totalité des parois en fa-

çade, l'architecte exige des distances régulières entre les points d'attache et tiges de coffrage. Les points d'attache seront visibles après le décoffrage. Les exigences quant à la mise en place de ce dispositif seront précisées dans le plan de calepinage.

#### **Arêtes / Angles**

Les arêtes et angles seront vifs. L'étanchéité des coffrages devra être assurée à ces endroits.

#### **c) Armature**

Les prescriptions en matière d'armature (densité, qualité de l'acier, enrobage, etc.) seront en principe formulées par l'ingénieur civil.

Pour les façades, on recourra à des cales d'une couleur identique à celle du béton en surface; elles présenteront une surface d'appui minimale sur le coffrage. Il est recommandé d'intégrer de telles cales dans les éléments d'essai. Aucune tache de rouille ne sera tolérée sur les surfaces des parois. Pour cela, on prendra les mesures préventives qui s'imposent : éloignement des ligatures de fixation de l'armature, nettoyage du coffrage avant le bétonnage, couverture, voire enveloppement, des fers en attente après le bétonnage, selon les règles de l'art.

#### **d) Béton**

La composition du béton sera fixée par l'ingénieur civil en fonction de l'exposition de l'ouvrage et des caractéristiques de sa structure porteuse. Constituants :

- ciment blanc et pigments rouges selon surface d'essai  
«fournisseur des matériaux de construction / entrepreneur»
- granulat roulé gris normal
- surface du béton : lisse, sans bullage ni nids de gravier; de légers voiles et marbrures apparaissant dans la couleur du béton sont tolérés

#### **e) Décoffrage et cure**

Suivre les prescriptions de l'ingénieur civil. Une fois décoffré, le béton de parement doit immédiatement être protégé. Cela s'applique aussi aux arêtes et angles. Les feuilles de protection ne doivent pas entrer en contact avec le béton, afin d'éviter des irrégularités de teinte (voiles, taches, etc.) sous l'effet de la condensation. Eviter toute inscription, marques de niveau, bande collante, etc. de toute nature sur la surface du béton, car elles ne pourront plus être enlevées ou laisseront une trace.

#### **f) Protection de la surface**

Quatre semaines après la construction de la partie de bâtiment en cause, on appliquera à celle-ci un hydrofuge à base de silane. Cette opération doit se faire selon les indications du fabricant et être confiée à des spécialistes. Avant le début des travaux, on appliquera, à titre d'essai, ce produit sur la surface de référence.

**Éditeur :**

BETONSUISSE Marketing AG  
Marktgasse 53  
3011 Berne

T 031 327 97 87  
F 031 327 97 70

[info@betonsuisse.ch](mailto:info@betonsuisse.ch)  
[www.betonsuisse.ch](http://www.betonsuisse.ch)  
[www.betonistnachhaltig.ch](http://www.betonistnachhaltig.ch)