Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 69 (2001)

Heft: 2

Artikel: Remise en état et renforcement d'ouvrages en béton avec du béton projeté (1)

Autor: Hermann, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146557

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Remise en état et renforcement d'ouvrages en béton avec du béton projeté (1)

Dans de nombreuses remises en état, les bétons projetés jouent un rôle important. Dans certains cas, le parement en béton coffré peut toutefois se révéler plus avantageux.

Lors de remises en état d'ouvrages en béton et de maçonneries, le béton projeté peut être utilisé pour réparer, pour renforcer ou comme protection préventive. Tel était le thème d'un séminaire du TFB, dont il est et sera traité dans le présent et le prochain «Bulletin du ciment» (voir aussi encadré en page 6).

Le béton projeté en général

Les bétons projetés sont divisés en bétons projetés par voie sèche et bétons projetés par voie mouillée, selon l'état de leurs mélanges préconfectionnés *(figures 1 et 2)*.

Ces deux modes de projection ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients. En voici une sélection:

- Pour la projection par voie sèche, on utilise des appareils simples et robustes, faciles à nettoyer, dont l'usure est toutefois relativement élevée. De petits appareils pour la projection par voie mouillée, convenant pour les remises en état et faciles à nettoyer, font grandement défaut.
- Avec un transport horizontal, la projection peut aller jusqu'à 300 m environ par voie sèche, alors qu'elle n'est judicieuse que jusqu'à quelque 50 m par voie mouillée.
- La projection par voie sèche donne lieu a davantage de poussière et de rebond que la projection par voie mouillée.
- Le béton projeté par voie mouillée est, de par le procédé, bien mélangé. Mais comme le ciment est déjà partiellement hydraté, des mélanges relativement chers doivent être utilisés, afin que d'une part le béton soit pompable, et que d'autre part il adhère à la surface d'application.

Les bétons projetés utilisés pour des remises en état doivent répondre à de hautes exigences, p. ex. [2]:

- résistance élevée
- module d'élasticité concordant dans toute la mesure du possible à celui du support
- bonne adhérence
- étanchéité élevée à l'eau, au dioxyde de carbone et aux chlorures
- résistance aux agressions du gel et des sels de déverglaçage

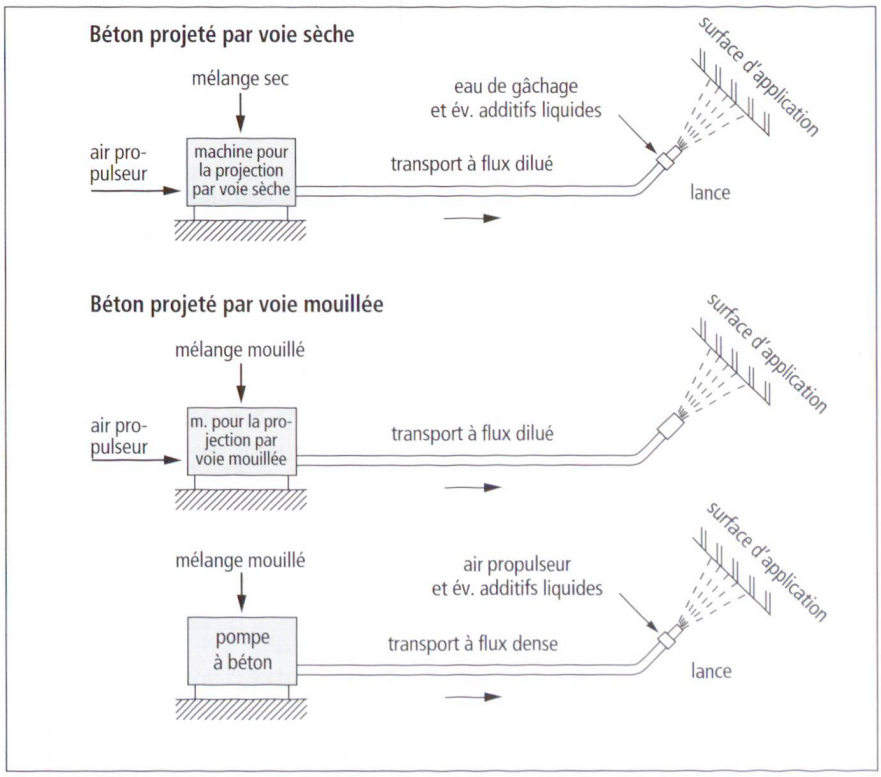


Fig. 1 Représentation schématique des procédés de projection par voie sèche et par voie mouillée (selon [5]).
Desseins: TFB

- tendance à la fissuration minime
- protection active contre la corrosion élevée
- bonne ouvrabilité
- homogénéité
- avantageux
- aspect plaisant.

C'est pourquoi la composition des bétons ou mortiers projetés est très importante.

Constituants des bétons projetés

Les bétons projetés se composent de ciment, de granulats et d'eau, ainsi que presque toujours d'additifs.

Liants

A peu près tous les ciments normalisés peuvent être utilisés. Une qualité aussi uniforme que possible, obtenue par l'utilisation de ciment d'une même gâchée, est importante. En Autriche et en Suisse, des ciments dits pour tunnels, d'une grande uniformité, sont proposés. Les liants pour bétons projetés sont une particularité autrichienne. Il s'agit de ciments Portland dont la prise est très rapide sans accélérateur (indiqués pour couches épaisses).

Les bétons et mortiers projetés modifiés avec des résines synthétiques sont utilisés beaucoup plus fréquemment en Allemagne qu'en Autriche et en Suisse.

Granulats, eau

Les granulats doivent être résistants et propres; ils doivent résister au gel et avoir une granulométrie bien échelonnée. En Suisse, en Autriche et en Allemagne, la qualité de l'eau ne pose aucun problème.

Additifs

On utilise comme additifs des cendres volantes, des laitiers et des fumées de silice. La chaux hydraulique s'y ajoute encore en Suisse. D'une part, ces matières remplacent une partie du ciment, et d'autre part, elles permettent d'augmenter le pourcentage de fines et de contrôler la résistance à la compression.

Les fibres synthétiques – en particulier les fibres de polypropylène – améliorent la résistance au feu d'un béton projeté. Les fibres de verre sont rarement utilisées, et les fibres d'acier le sont pour des couches de grande épaisseur.

Les plastifiants (BV), les superfluidifiants (HBV) et les retardateurs de prise (VZ) sont les adjuvants les plus utilisés pour les bétons projetés par voie mouillée. Les accélérateurs de prise (BE), les entraîneurs d'air (LP), les inhibiteurs de corrosion, les

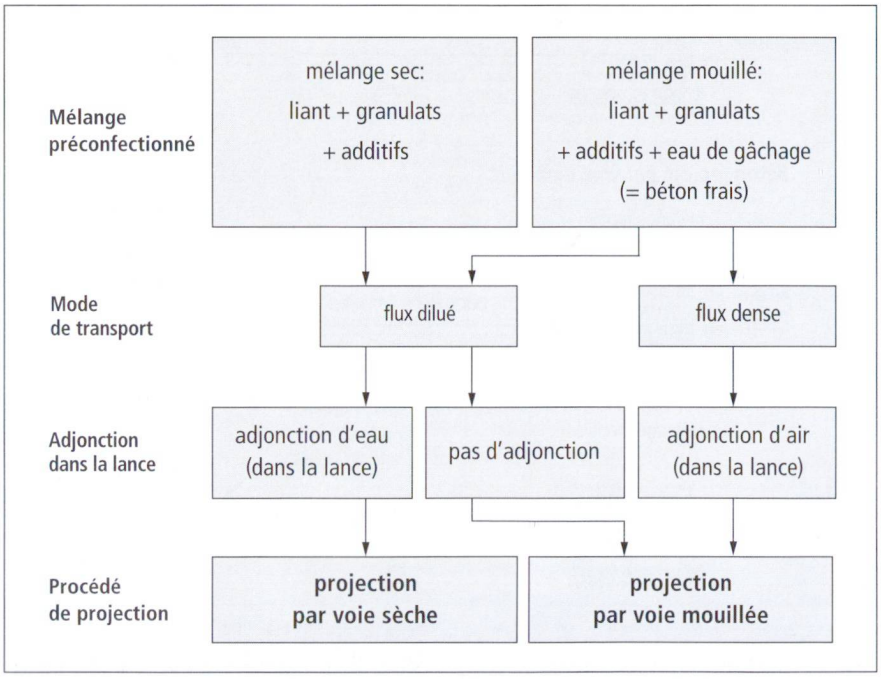


Fig. 2 Techniques du béton projeté (selon [5], légèrement modifié).

agents adhésifs et d'autres produits sont utilisés principalement dans les produits finis. En Autriche, on produit avec des entraîneurs d'air des bétons projetés résistant aux sels de déverglaçage. [2].

Formulations

La machine de projection est chargée avec le mélange préconfectionné. Pour la projection par voie sèche, ce mélange se compose des liants, des granulats et éventuellement des additifs. Pour la projection par voie mouillée, le mélange comprend en outre l'eau de gâchage (voir aussi *figure 2).*

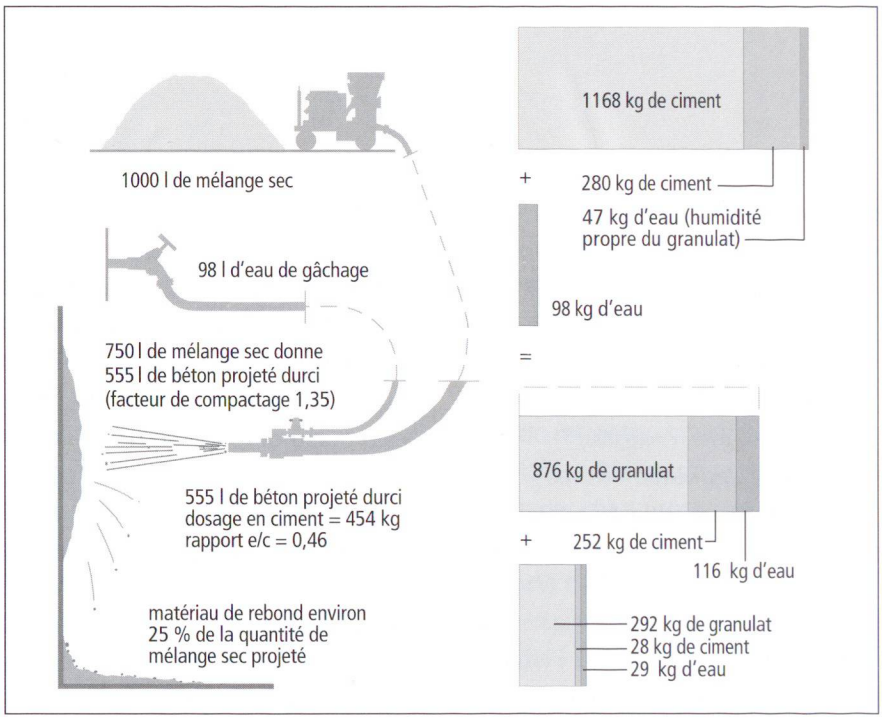


Fig. 3 Bilan des matériaux lors de projection par voie sèche avec un mélange préconfectionné «usuel» (selon [6], modifié).

La composition des bétons projetés dépend de nombreux facteurs d'influence. En font partie [2]:

- utilisation prévue (renforcement statique, protection contre la corrosion, etc.)
- procédé de projection
- exigences dans les normes
- support (nature, orientation)
- épaisseur d'application
- rebond (facteur coûts)
- structure de la surface
- sollicitation (volume du trafic pendant l'application, sel de déverglaçage, etc.).

Entre la composition du mélange préconfectionné et celle du béton projeté adhérant à une surface, c'est-à-dire le béton projeté durci, il y a de grandes différences, dues principalement à la formation de rebond (voir *figure 3).*

La quantité du rebond dépend de nombreux facteurs. Elle est en partie optimisée au moyen d'études rhéologiques.

Lors de la constitution de la première couche, ce sont surtout les grains les plus gros qui se rassemblent dans le rebond. Lorsqu'une couche de mortier est en place, la quantité du rebond diminue. Selon [6], environ un quart du mélange sec (quelque 10 % de la quantité de ciment et 20 % de l'eau de gâchage) est perdu dans le rebond.

Facteurs importants

Le guniteur (porte-lance) constitue un des facteurs importants lors d'une remise en état avec du béton projeté. Ses connaissances, et surtout son expérience, contribuent de façon décisive à la réussite ou à l'échec d'un ouvrage. Mais son savoir-faire ne suffit pas si une série de conditions ne sont pas remplies.

Adhérence

L'adhérence des couches de béton peut être déterminée en frappant ces couches avec un marteau, ainsi

que par des essais à l'arrachage. Elle est influencée entre autres par

- qualité du béton du support (résistance à la compression, porosité)
- qualité de la surface du béton du support (cure, nettoyage, traitement préalable, rugosité)
- procédé d'application (force d'impact, compactage)
- qualité de la couche nouvellement appliquée
- méthode d'essai et moment de l'essai.

Lors de l'application de béton projeté en plafond, le poids de la couche de béton fraîche ne doit pas excéder la force d'adhérence entre le béton projeté frais et la surface d'application, ni cette force dans la couche de béton projeté fraîche.

Pour les surfaces verticales, la projection se fait souvent de haut en bas. Des problèmes surgissent lorsque le moment de déversement de la couche de béton projeté est si élevé que des décollements se produisent.

Résistance à la compression

En dehors de la composition du mélange du béton projeté, d'autres paramètres influencent la résistance à la compression [2]:

- Les valeurs les plus élevées sont atteintes avec un angle de la lance de 90°, p. ex. (angle de la lance/résistance à la compression): 60°/42 N/mm^2; 75°/43 N/mm^2; 90°/48 N/mm^2, selon [7].
- Les résistances à la compression du béton projeté en plafond sont moindres que celles du béton projeté en surfaces verticales.
- Avec une même vitesse de sortie du béton projeté, la distance de la lance influe sur la résistance à la compression. Un exemple [7] (distance de la lance/résistance à la compression en résultant): 0,5 m/34 N/mm^2; 1,0 m/43 N/mm^2; 1,5 m/48 N/mm^2; 2,0 m/47 N/mm^2; 2,5 m/44 N/mm^2.

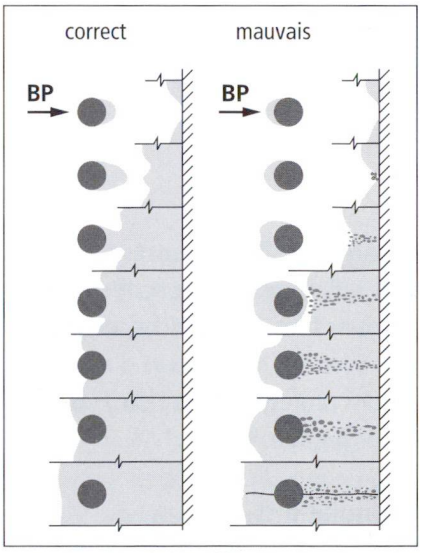


Fig. 4 Enrobage correct et mauvais enrobage de barres d'armature dans le béton projeté (BP) selon [8].

- Le maniement de la lance (fixe, oscillant ou circulaire) n'influence que peu la résistance à la compression. Il faut préférer les mouvements légèrement circulaires.

Rebond

- L'angle de la lance exerce une grande influence sur la quantité du rebond. C'est avec une application perpendiculaire à la surface qu'elle est le moins élevée. Un exemple [7] (angle de la lance/quantité du rebond): 60°/27 %; 75°/21 %; 90°/18 %.
- Le maniement de la lance influence la quantité du rebond, par exemple [7]: fixe: 18 %, oscillant: 14,5 %, circulaire: 14 %.
- On peut calculer pour chaque vitesse de sortie du béton projeté une distance de la lance permettant de réduire la quantité du rebond à un minimum.

A propos de cet article

Le présent article est basé en grande partie sur des exposés présentés lors du séminaire du TFB no 804391 «Verstärken und Instandsetzen mit Spritzbeton» qui a eu lieu le 21 novembre 2000 à Wildegg. Ont parlé:

[1] Jürg Kägi (Zurich) sur «Spritzbeton und Vorbeton im Vergleich aus ausführungstechnischer Sicht»
[2] Wolfgang Kusterle (Innsbruck), sur «Zusammensetzung und Auftrag des Spritzbetons für Instandsetzungen»
[3] Pietro Teichert (Avegno) sur «Instandsetzung von Bauten mit Spritzbeton»
[4] Mathis Grenacher (Brugg) sur «Hochstehende Bauqualität: Was kann das Submissionsverfahren dazu beitragen?»

D'autres informations proviennent de la table ronde qui a fait suite ainsi que de la littérature spécialisée (voir Bibliographie en page 11).

La projection

Un guniteur expérimenté, un échafaudage correct et un transport du matériau régulier pendant la projection font sans nul doute partie des facteurs qui influencent le résultat des travaux.

Des défauts d'exécution connus sont par exemple les ombres derrière l'armature *(figure 4).* On peut les éviter en veillant à ce que pendant la projection, le béton n'adhère pas aux barres d'armatures avant leur enrobage (savoir-faire du guniteur et formulation du béton). Il sera traité en détail de «La pratique du béton projeté» dans le prochain «Bulletin du ciment».

Parement en béton coffré ou béton projeté?

Pour de nombreux travaux de remise en état, le parement en béton coffré peut remplacer le béton projeté. Décider entre ces deux procédés exige une sérieuse mise au clair concernant l'ouvrage et le problème. *Jürg Kägi* s'est exprimé à ce sujet [1].

Selon *Kägi*, il ne faudrait pas, pour des travaux de remise en état, soumissionner en même temps le parement de béton coffré et le béton projeté. Il vaut mieux que le procédé à utiliser soit fixé auparavant. Les critères «techniques» doivent en l'occurrence jouer un rôle prioritaire. Une matrice est représentée dans le *tableau 1,* laquelle permet de décider entre béton projeté et parement de béton coffré sur la base de critères objectifs. Quelques explications suivent à ce propos.

Raisons personnelles et concernant la conservation des monuments historiques

Les décideurs, notamment maîtres d'ouvrage, ingénieurs, architectes (parfois aussi créateurs!), ainsi que le cas échéant restaurateurs de monuments historiques compétents, ont des idées bien arrêtées sur la méthode de remise en état à utiliser. Ces idées viennent d'exemples, de propres expériences, de préférences, de principes ou aussi d'usages. Les professionnels ont alors la tâche difficile de remettre en question avec la subtilité voulue – mais avec opiniâtreté – ces idées préconçues [1].

Raisons esthétiques

L'aspect d'une surface doit aussi être considéré en fonction de l'environnement. L'observation d'ouvrages de référence peut aider, la position et la distance jouant un rôle important:

Critères	BP	PBC
1 Raisons personnelles et concernant la conservation des monuments historiques (maître d'ouvrage, architecte, ingénieur, conservateur de monuments historiques)	x	xx
2 Raisons esthétiques (intégration dans l'environnement)	x	x
3 Aspects techniques (cause de dommages, but de la remise en état, conditions limites)		
3.1 Enrobage de l'armature, décollements	x	xx
3.2 Chlorures, corrosion par piqûre	x	xx
3.3 Résistance à l'arrachement et à la compression, densité	xx	x
3.4 Module d'élasticité	xx	x
3.5 Mesure de renforcement	x	xx
3.6 Epaisseur, profil d'espace libre	x	xx
3.7 Complexité de la surface	x	x
3.8 Réserves dues à des conditions limites particulières	x	x
Evaluation globale	12 x	15 x

Tab. 1 Schéma d'évaluation possible avec critères pour décider entre parement de béton coffré (PBC) et béton projeté (BP) pour des remises en état. Dans le présent exemple, ce serait plutôt le parement en béton coffré qui serait soumissionné (selon [1], modifié).

tout diffère totalement vu de près ou de loin; l'effet sur un ouvrage est meilleur que sur une petite surface modèle.

Raisons techniques

La décision entre parement en béton coffré et béton projeté doit avant tout être prise au niveau technique. Dans le *tableau 2,* pages huit à dix, de nombreux points sont mentionnés, qui peuvent être importants pour l'utilisation des deux méthodes de remise en état. Leur pondération exige des spécialistes compétents. Une sélection d'importants critères de décision d'ordre technique figure dans le *tableau 1;* il en est traité brièvement ici.

Enrobage de l'armature, décollements

Les problèmes de corrosion peuvent être résolus avec un enrobage de béton suffisamment épais. Plusieurs cm de parement de béton coffré ou de béton projeté de haute qualité sont nécessaires.

Chlorures, corrosion par piqûre

Selon la profondeur de pénétration des ions de chlorure, des couches doivent être enlevées jusque très profond. Avec un enrobage plus épais de l'armature, il en résulte des épaisseurs d'application qui parlent

Parement en béton coffré	Béton projeté
Installations et travaux préparatoires	
– accès, place de transbordement	
– engins de levage et de transport selon lieu de mise en place et quantités journalières nécessaires	– place de malaxage, suffisante pour silo et/ou sacs – malaxeur, év. avec installation de silo (pour mélange sur place)
– éventuellement pompe à béton (SCC!)	– installation de transport
– installations pour traitement préalable et cure	
– bassin de décantation/neutralisation	
– surtout suffisamment de main-d'œuvre	– place pour évacuer le matériau de rebond
Surfaces de référence	
– non seulement judicieuses, mais indispensables	
– essais préalables pour la formulation	
– à exécuter très tôt en grandeur suffisante sur l'ouvrage même, à un endroit représentatif	
– avec tous les raffinements et possibilités de répétition	
Echafaudages	
– échafaudage lourd	
– observer une distance suffisante jusqu'au mur afin qu'il y ait place pour le dispositif de coffrage	– un écartement de 30 cm permet de travailler la surface
– observer les prescriptions de la Suva, év. ponts amovibles	– ponts d'au moins 90 cm de largeur, afin que le guniteur puisse travailler correctement
– ancrage de l'échafaudage en conflit avec le coffrage	– tenir compte du rebond (cloisonnements, charges)
Préparation du support	
– éliminer les parties de béton endommagées et év. contaminées par des chlorures, ainsi que rendre la surface rugueuse avec jet d'eau à très haute pression	
– rugosité 5–10 mm	
– certaine planéité (intervenir judicieusement!)	
– résistance à l'arrachage du support selon exigences de l'ingénieur	

Tab. 2.1 Comparaison entre parement en béton coffré et béton projeté au moyen de différentes phases de travail (selon [1], légèrement modifié).

Parement en béton coffré	Béton projeté
Armature existante	
– le traitement de l'armature (mise à nu, nettoyage, év. sablage, etc.) dépend de l'état de l'enrobage et du degré de corrosion	
– év. protection temporaire contre la corrosion	– peinture anticorrosion endommagée lors de la projection, donc mieux vaut y renoncer – éviter les ombres de projection
Nouvelle armature	
– indispensable à partir de certaines épaisseurs, impossible en-dessous de quelque 6-7 cm	– éviter les ombres de projection
– bonne fixation, afin que l'enrobage nécessaire soit assuré	– très bonne fixation avec des goujons, afin d'empêcher le flottement lors de la projection
– tenir compte des joints de l'armature (en partie triples à quadruples)	– ne pas utiliser d'armature revêtue
– assurer l'enrobage de béton derrière et devant (norme SIA 162)	
Coffrage	
– coffrages muraux et frontaux d'un côté	– coffrages aux fronts, angles et chants
– généralement étapes relativement petites	– lattes de régalage
– tenir compte des points de liaison et de la pression du coffrage	– quantité et temps de travail sous-estimés
– etanchéité d'importance primordiale	
– étanchéité aux raccords entre étapes problématique	
– possibilité de réaliser à peu près n'importe quel motif de coffrage ou disposition des planches (coûteux!)	
– adaptation au motif existant par coffrage composé de panneaux ou de planche brutes ou rabotées	
Traitement préalable	
– mouiller pendant 24 heures	
– exécution très difficile, car derrière le coffrage	– relativement bien faisable avec des tuyaux et/ou buses d'arrosage
– humidité du béton difficilement contrôlable	

Tab. 2.2 Comparaison entre parement en béton coffré et béton projeté au moyen de différentes phases de travail (selon [1], légèrement modifié).

plutôt en faveur du parement en béton coffré.

Résistance à l'arrachage, résistance à la compression et densité
Lorsque les mesures nécessaires sont prises, des résistances à l'arrachement suffisantes peuvent être atteintes aussi bien avec le béton projeté qu'avec le parement un béton coffré. La résistance à la compression de couches minces de parement en béton coffré varie davantage que celles de couches minces de béton projeté. Les bétons à haute résistance aux sels de déverglaçage sont aussi des bétons denses. On les obtient de préférence avec un parement en béton coffré.

Module d'élasticité
Des couches de béton avec module d'élasticité de 30 kN/mm^2, exigées pour de nombreux travaux de remise en état, sont aujourd'hui possibles avec les deux procédés.

Résistance aux sels de déverglaçage
Le parement en béton coffré est en l'occurrence nettement meilleur que le béton projeté (bétons plus denses, voir plus haut). En Autriche, de bonnes expériences ont toutefois été faites – comme déjà mentionné – avec des bétons projetés contenant un entraîneur d'air [2].

Renforcements
Pour les renforcements statiques, des fers d'armature supplémentaires sont généralement nécessaires, ce qui augmente l'épaisseur de la construction.
Les avantages allant ainsi au parement en béton coffré peuvent se réduire en fonction de la situation en présence de profils d'espace libre limités (par exemple dans les tunnels, aux butées, dans les canaux ou couloirs) ou d'embrasures (rebords de fenêtre, portes, volets roulants).

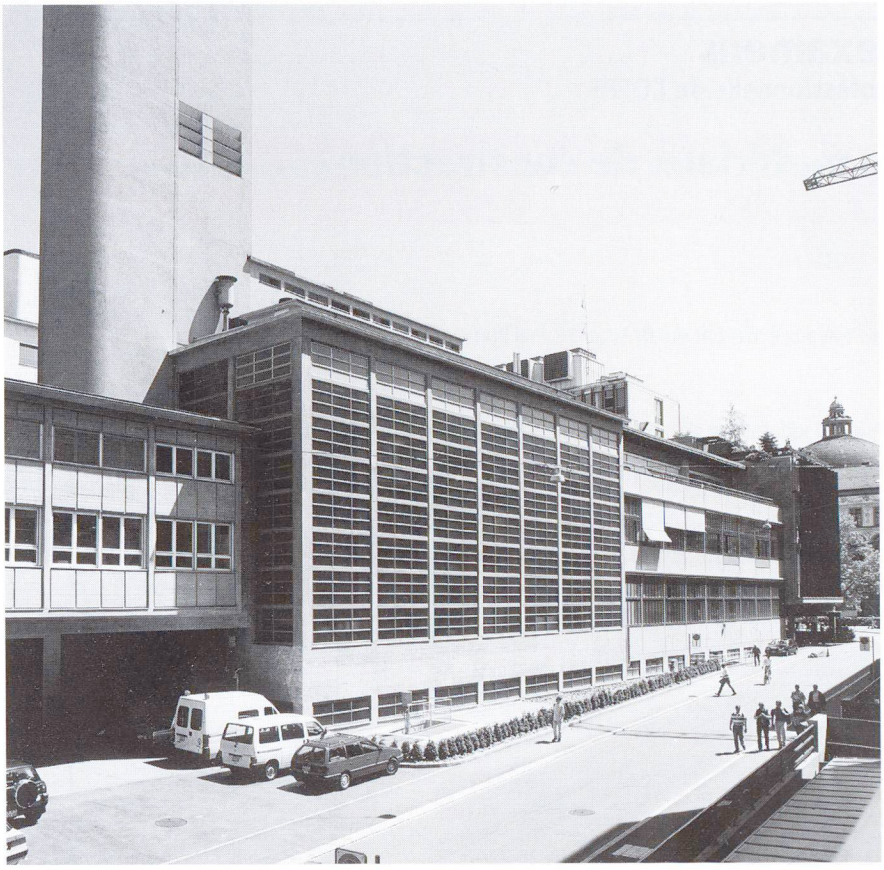
Complexité des surfaces
Plus une surface est cintrée et irrégulière, plus le béton projeté est indiqué, car il permet la réalisation de presque toute géométrie. Avec les coffrages, on atteint rapidement les limites, ou des domaines financièrement dissuasifs.

Prix

Lorsque les deux procédés sont soumissionnés, il y a risque que la méthode la moins chère soit adoptée, bien que ce soit la mauvaise. *Kägi* signale que souvent on commet l'erreur de comparer ce qui n'est pas comparable.

Parement en béton coffré	Béton projeté
Ponts d'adhérence	
– pas nécessaires	– y renoncer, car généralement contre-productifs
Traitement de cure	
– laisser autant que possible coffré	– protéger contre les courants d'air
– mouiller pendant au moins 7 jours	
– prendre garde aux suintements dus à l'eau courante	
– risque de formation d'efflorescences, car travail exécuté généralement de bas en haut	– risque de formation d'efflorescences minime, car travail exécuté généralement de haut en bas
Mise en œuvre du béton	
– formulation très délicate (consistance!)	– la formulation est affaire d'expérience
– la mise en place à partir d'échafaudages prend énormément de temps	– bétons riches en ciment
– compactage avec pervibrateurs plutôt problématique (place disponible)	– possible avec mélanges prêts à l'emploi en silo ou sac, ou plus avantageusement avec mélanges préparés sur place
– compactage avec vibrateurs extérieurs délicat en raison du coffrage d'un seul côté	– beaucoup de matériau de rebond (évacuation!)
Qualité du béton	
– résistances variant souvent fortement	– très bonnes résistances
– porosité totale plutôt élevée	– porosité totale acceptable
– résistant au gel	– bonne résistance au gel, béton dense
– sujet à la fissuration	– guère résistant aux sels de déverglaçage
– résistance aux sels de déverglaçage pouvant être obtenue	– peu sujet à la fissuration (principalement aux angles)
– possibilité de maintenir bas le module d'élasticité seulement avec beaucoup d'eau ou d'adjuvants	– le module d'élasticité peut être maintenu bas
– vides et nids aux raccords entre étapes	
– les ralentissements ou affaiblissements font problème	
– risque de formation de cavités à la suface	
Traitement ultérieur de la surface	
– pas nécessaire en soi	– surfaces ne sont plus que rarement laissées brutes de projection
– expériences de la pratique: souvent traitement ultérieur ou même application de glacis, bien que non prévu	– égalisation, talochage, imitation de la texture des planches, selon exigences esthétiques
Esthétique	
– raccords entre étapes souvent très apparents	– en cas de bonne exécution, ne peut guère être distingué par les profanes d'un «vrai» béton coffré
– nombreux points de liaison	
– différences de teinte d'une étape à l'autre (conditions atmosphériques, coffrage)	– de couleur relativement uniforme
– traces du traitement de cure	– bon compromis

Tab. 2.3 Comparaison entre parement en béton coffré et béton projeté au moyen de différentes phases de travail (selon [1], légèrement modifié).



Parement en béton coffré sur la façade ouest du bâtiment des chaudières de la centrale de chauffage à distance de l'EPFZ, Clausiusstrasse, après la remise en état.

Photo: Locher AG Zürich. Zurich

C'est pourquoi il faudrait décider avant la soumission quel procédé il faut préférer, par exemple sur la base des critères figurant dans le *tableau 1*. De façon simplifiée, les règles empiriques applicables sont les suivantes [1]:

- «La fixation des prix est plus simple pour le béton projeté que pour le parement en béton coffré. Le parement en béton coffré et les coffrages sont par exemple généralement proposés à prix trop bas, ce qui implique le risque de demande d'augmentation de prix, ou du moins que l'on peut s'attendre à des discussions à ce sujet.»
- «Plus la couche à appliquer est mince, plus le béton projeté est avantageux. Plus elle est épaisse, plus l'avantage du prix appartient au parement en béton coffré.»

Mots-clés

Béton projeté, béton projeté par voie humide, béton projeté par voie sèche, parement en béton, rebond, remise en état.

Avantages et inconvénients du parement en béton coffré

Il faut faire une distinction entre les parements en béton coffré épais (épaisseur > env. 10 cm) et les parements en béton coffré minces (< 10 cm).

La qualité des parements en béton coffré épais, que l'on rencontre principalement dans les ouvrages de génie civil, est généralement bonne. Parfois, la formation de cavités peut faire problème.

Les parements en béton coffré minces (surtout dans le bâtiment) posent fréquemment des problèmes. En dehors du coffrage en général, la fluidité et le compactage des bétons frais, la porosité totale des bétons durcis, ainsi que les fissures superficielles et les décollements de la pellicule de ciment, peuvent causer des difficultés.

Le parement en béton coffré exige davantage d'essais préalables que le béton projeté. Des surfaces de référence sur l'ouvrage même sont absolument nécessaires.

Le béton autocompactant (self-compacting concrete, SCC) [10] fait partie des intéressants nouveaux produits mis au point pour le parement en béton coffré. Selon *Kägi*, une plus ample expérience et des connaissances plus approfondies sont nécessaires dans ce domaine [1].

Kurt Hermann, TFB

BIBLIOGRAPHIE

[5] **Brux, G., Linder, R.,** et **Ruffert, G.,** «Spritzbeton, Spritzmörtel, Spritzputz: Herstellung, Prüfung und Ausführung», Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 290 pages (1981).

[6] **Teichert, P.,** «Béton projeté», édité par E. Laich SA, Avegno, 152 pages (1991).

[7] **Guthoff, K.,** «Untersuchungen über den Einfluss der Düsenführung bei der Spritzbetonherstellung», Baumaschine und Bautechnik **37** [1], 7 ss. (1990).

[8] **Crom, T.R.,** «Dry mix shotcrete nozzling», Concrete International **3** [1], 80–93 (1981).

[9] **Resse, C.,** et **Venuat, M.,** «Projection des mortiers, bétons et plâtres», 382 pages (1981).

[10] **Jacobs, F.,** et **Hermann, K.,** «Self-compacting concrete», Bulletin du ciment **68** [1], 3–7 (2000).