

Les adjuvants

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **62 (1994)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146347>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les Adjuvants

Les adjuvants du béton sont des produits à action chimique ou physique, ou physico-chimique, qui, en petites quantités, peuvent influencer positivement sur les propriétés du béton frais et du béton durci.

1^{re} partie

En Suisse, l'utilité des adjuvants du béton a été contestée pendant longtemps. Et aujourd'hui encore, les opinions divergent quant il s'agit de savoir si leur utilisation est nécessaire ou superflue.

Les adjuvants ne peuvent en aucun cas remédier à de mauvaises propriétés du matériau, à des formules de béton inadéquates ou à des procédés de mise en place inappropriés. Les adjuvants ne sont donc pas une panacée permettant de rendre «sain» un béton «malade».

Avec des adjuvants appropriés, on peut adapter mieux encore la qualité d'un béton à des exigences déterminées, en modifiant dans le sens voulu certaines de ses propriétés. Les adjuvants, par exemple, facilitent la mise en place du béton à des endroits difficilement accessibles, ou permettent de bétonner en dépit de conditions climatiques extrêmes. Dans le «Bulletin du ciment», il n'a jusqu'à présent été traité qu'isolément des adjuvants. C'est pourquoi nous allons commencer ici une série d'articles consacrés aux adjuvants les plus importants. Le présent article est une introduction donnant quelques informations générales sur les adjuvants.



Photo: archives TFB

Béton (350 kg ciment, 2,5 % HBV et 0,6% LP) mis en place de nuit à l'aéroport de Bâle.

Définitions et classifications

Selon la norme SIA 162, les adjuvants du béton «sont des produits ayant des effets chimiques ou physiques, que l'on ajoute en petites quantités aux autres composants du béton lors du malaxage» ([1], chiffre 5 14 41).

La description donnée ci-après est beaucoup plus explicite: Les adjuvants du béton modifient les propriétés du béton frais ou du béton durci par une action physique ou chimique, ou encore physico-chimique. Ils sont ajoutés à un mélange de béton sous forme liquide ou pulvérulente, le plus souvent pendant le malaxage, en quantité ne dépassant pas 5 pour cent de la masse, rapportée au dosage en ciment. Alors qu'il faut tenir compte d'ajouts

tels que silicafume ou cendres volantes pour le calcul du volume des composants, les adjuvants ne doivent pas être pris en considération, à l'exception des entraîneurs d'air, pour lesquels on comprend dans le calcul le volume d'air occlus.

Normes et prescriptions

Dans les normes SIA qui importent, les adjuvants ne sont le plus souvent mentionnés qu'accessoirement. Il n'y est généralement pas fait de distinction entre adjuvants et ajouts; on y parle simplement d'additifs. L'annexe A1 de la norme SIA 162 [1], qui concerne exclusivement les adjuvants, est une exception.



Le contrôle du béton frais est un élément important pour l'assurance de la qualité du béton contenant des adjuvants.

Photo: TFB

L'essai no 17 figurant dans la norme SIA 162/1 comprend des prescriptions relatives à l'exécution des essais préalables destinés à démontrer la convenance des additifs, et donc également des adjuvants (voir ci-dessous).

C'est parce qu'il n'existe pas de normes obligatoires pour l'utilisation des adjuvants, que l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton (FSHBZ) a été fondée en 1981. Les directives élaborées par le FSHBZ sont obligatoires pour ses membres.

- La directive A contient des indications sur les désignations, les performances requises, les essais d'efficacité et le contrôle de la qualité des adjuvants du béton.

- La directive B contient des instructions permettant une exécution uniforme des essais de qualité du béton avec adjuvants dans les centrales à béton et les usines d'éléments préfabriqués, ainsi que sur les chantiers.

- La directive C a été élaborée en collaboration avec l'Association suisse des producteurs de béton prêt à l'emploi. Elle a pour but d'aider les fabricants, les propriétaires et les utilisateurs d'installations de dosage d'adjuvants du béton.

Tendance croissante

En Amérique du Nord, presque tous les bétons contiennent au moins un adjuvant. Nous en sommes loin en

Suisse: le FSHBZ estime que l'on ajoute des adjuvants à un mètre cube de béton sur trois. Mais si l'on établit un parallèle avec la consommation de ciment, la consommation d'adjuvants augmente chez nous aussi. Les plus utilisés sont les superfluidifiants, dont l'importance ne cesse de croître depuis une dizaine d'années, et qui aujourd'hui, constituent plus de la moitié des ventes.

Effets variés

Les adjuvants peuvent modifier les propriétés du béton frais et du béton durci. Une utilisation appropriée d'adjuvants déterminés permet d'obtenir dans les bétons mortiers et bétons projetés frais, entre autres, les effets suivants [6]:

Adjuvant	Abréviation	Code couleur	Effets principaux
Plastifiant	BV	jaune	Diminution de l'exigence en eau ou amélioration de l'ouvrabilité, ou l'un et l'autre
Superfluidifiant	HBV	jaune	Diminution de l'exigence en eau ou amélioration de l'ouvrabilité pour la fabrication de béton fluidifié, ou l'un et l'autre
Entraîneur d'air	LP	bleu	Introduction de petites bulles d'air régulièrement réparties pour augmenter la résistance au gel et aux fondants chimiques
Hydrofuge	DM	brun	Diminution de l'absorption par capillarité
Stabilisateur	ST	violet	Augmentation de la cohésion du béton frais
Accélérateur de prise	BE	vert	Accélération de la prise ou du durcissement du béton, ou de l'un et l'autre
Retardateur de prise	VZ	rouge	Retardement de la prise du béton
Antigel	FS	blanc	Facilite la prise et le durcissement du béton, particulièrement lors de basses températures

Tab. 1 Abréviations, codes couleur et effets principaux des adjuvants du béton les plus importants [1, 3].

Tab. 2 Effets principaux et effets secondaires des adjuvants selon norme SIA 162 [1].

	BV	HBV	VZ	LP	FS	DM	BE	ST
BÉTON FRAIS	Rapport eau/ciment ou consistance	++	++		+	(+)		
	Début du durcissement		(-)	++			++	
	Porosité	(+)	(-)		++ ^e			
	Ségrégation (transport et mise en œuvre)	(-)	(-)					++
BÉTON DURCI	Résistances	++ ^a	++ ^a		- ^e	-	(±) ^d	-
	Résistances initiales		++ ^a	- ^c	- ^e	++	+	
	Perméabilité	+ ^a	+ ^a				++	
	Résistance au gel	+ ^a	+ ^a		++		+	
	Résistance au gel et aux sels de déverglaçage	+ ^a	+ ^a		++			
	Retrait et fluage	(±) ^b	(±) ^b		-		(±) ^b	-

⁺⁺ effet principal
⁺ effet secondaire désiré
⁻ effet secondaire non désiré
^() effet possible, selon le produit
^a effet favorable, seulement si le rapport eau/ciment est réduit, sinon sans influence
^b effet favorable si le rapport eau/ciment est réduit
^c effet dû à l'entrée en action ultérieure du processus de prise
^d effet favorable par réduction du rapport eau/ciment, défavorable par augmentation de la porosité (matières hydrofuges et matières obstruant les pores)
^e réduction de la résistance et risque de ségrégation directement proportionnels à l'augmentation de la porosité

- amélioration de l'ouvrabilité sans augmentation du facteur e/c
- diminution de la teneur en eau ne modifiant pas l'ouvrabilité
- retardement ou accélération de la prise ou du durcissement, ou de l'un et l'autre
- diminution de la ségrégation
- amélioration de la fluidité
- amélioration de la pompabilité

Les influences que peuvent exercer les adjuvants sur les bétons et mortiers durcis sont les suivantes [6]:

- amélioration de la durabilité ou de la résistance face à de dures conditions d'environnement, utilisations de fondants chimiques incluses
- augmentation de l'étanchéité du béton au CO_2 (carbonatation) et à l'eau grâce à la réduction du facteur e/c
- augmentation de la résistance à la compression, à la traction et à la traction par flexion grâce à la réduction du facteur e/c
- accélération du développement de la résistance initiale dans le béton projeté ou pour les éléments préfabriqués
- Retardement ou diminution du dégagement de chaleur pendant la phase initiale du durcissement des éléments de construction massifs

Effets principaux et effets secondaires

En dehors de l'effet principal auquel ils doivent leur dénomination, les adjuvants ont des effets secondaires, qui sont généralement également désirés, mais peuvent être parfois indésirables. Les effets principaux des adjuvants mentionnés dans la norme SIA 162 sont brièvement décrits dans le *tableau 1*. Les abréviations et les codes couleur utilisés en Suisse y figurent également [3].

Les adjuvants peuvent être classés en deux groupes, en fonction de leur mode d'action:

- Les plastifiants, superfluidifiants, entraîneurs d'air, hydrofuges et stabilisateurs ont une action physique.
- Les accélérateurs ou retardateurs de prise et les antigels ont une action chimique.

Nous nous étendrons plus longuement sur les effets secondaires des adjuvants lorsque nous traiterons plus en détail de chacun d'eux. Le

tableau 2, basé sur le *tableau 25* de la norme SIA 162 [1], donne une première idée des effets secondaires possibles. Certains des effets secondaires accentués sont déjà pris en considération dans la désignation des adjuvants. On trouve par exemple en Suisse la désignation «plastifiant du béton avec effet retardateur de prise», abrégé par BV-VZ.

Essais préliminaires

Dans la norme SIA 162, il est spécifié que «l'on contrôlera les effets et la convenance des adjuvants et ajouts au moyen d'essais préliminaires systématiques. On déterminera en particulier si et dans quelle mesure d'autres propriétés du béton, importantes quant à l'utilisation prévue, sont modifiées» ([1], chiffre 5 14 43).

On trouve des indications plus détaillées sur les essais destinés à déterminer la convenance des adjuvants dans la norme SIA 162/1 [2], sous «Essai no 17». Il y est spécifié,

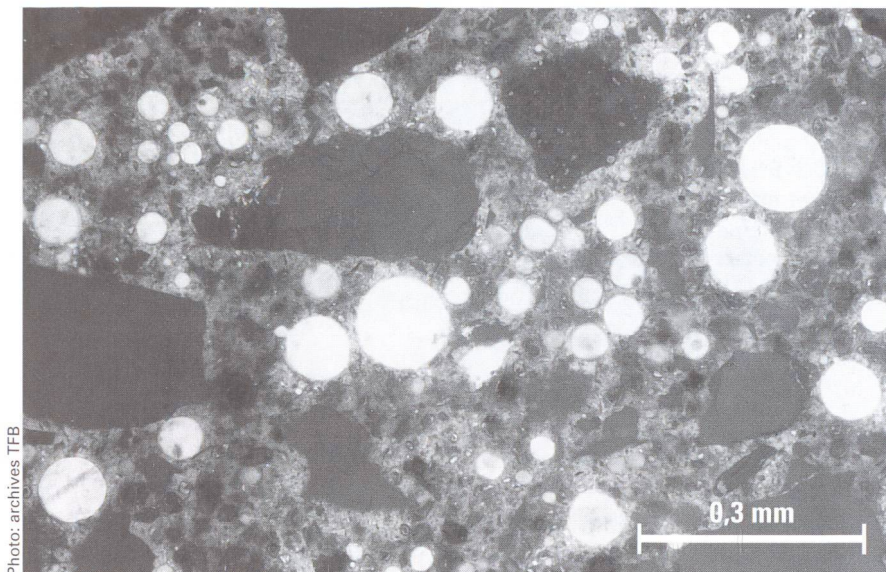


Photo: archives TFB

Les entraîneurs d'air permettent d'introduire artificiellement des bulles d'air (en coupe mince, discernables sous forme de surfaces blanches dans la pâte de ciment durcie) dans le béton. Le béton devient ainsi plus résistant au gel et aux fondants chimiques.

entre autres, que la convenance des adjuvants «ne peut être mise en évidence clairement que par des essais directs en tenant compte de la température du béton frais, du ciment et des granulats utilisés». La durée du malaxage doit être choisie de manière à ce qu'en dépit de la faible quantité ajoutée, un mélange homogène des additifs dans le béton soit assuré. Il faut à ce sujet absolument observer les indications données par le fabricant.

Ces prescriptions sont fondées sur l'expérience faite que des modifications dans le facteur e/c du mélange, des variations dans les granulats (genre et courbe granulométrique), ou des différences dans le malaxage,

exercent une influence déterminante sur l'effet de quelques adjuvants. Sans essais préliminaires, il ne faut pas remplacer un adjuvant déterminé par un adjuvant du même groupe d'action, mais provenant d'un autre fabricant: avec un même dosage, les deux adjuvants peuvent avoir des effets totalement différents. Il est possible de combiner certains adjuvants. Par exemple les entraîneurs d'air et les plastifiants, qui sont prescrits dans la norme SN 640 461 a, «Revêtements en béton», de la VSS [7], afin de pouvoir garantir la résistance au gel et aux fondants chimiques, et obtenir le bas facteur e/c souhaité. Mais il faut retenir qu'en cas de combinai-

son de différents adjuvants, la prudence est de mise, car ils peuvent s'influencer l'un l'autre, tant en ce qui concerne les effets principaux que les effets secondaires. Cela s'applique surtout aux produits à action chimique, qui agissent sur le processus de prise.

Dosage

Les normes SIA ne donnent pas d'indications concernant le dosage des adjuvants. Habituellement, le dosage se situe entre 0,2 et 2 % de la teneur en ciment ou liant. Cela correspond à peu près aux prescriptions allemandes, qui, selon DIN 1045 [8], indiquent un dosage de ≤ 50 g/kg de ciment lors de l'utilisation d'un adjuvant, et de ≤ 60 g/kg de ciment lors de l'utilisation de plusieurs adjuvants. Pour le béton précontraint, la teneur en adjuvants est limitée à ≤ 20 g/kg de ciment.

Pour le dosage, il faut en principe tenir compte des indications données par le fabricant. Il faut éviter aussi bien les sous-dosages que les surdosages. En cas de sous-dosage, l'effet voulu de l'adjuvant est nettement atténué ou même inexistant, alors qu'en cas de surdosage, des effets indésirables (par exemple retardement de la prise ou diminution de la résistance à la compression) peuvent apparaître.

Bibliographie

- [1] Norme SIA 162 «Ouvrages en béton» (1993).
- [2] Normes SIA 162/1, «Ouvrages en béton – Essais des matériaux» (1989).
- [3] «Directive A du FSHBZ relative aux désignations, exigences, essais d'efficacité et contrôles de qualité des adjuvants du béton», éditée par l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton (1982).
- [4] «Directive B du FSHBZ relative aux essais de qualité du béton avec adjuvants dans les centrales à béton et les usines d'éléments préfabriqués, ainsi que sur les chantiers» (en allemand uniquement).
- [5] «Directives relatives aux installations de dosage d'adjuvants» (Directive C du FSHBZ), éditée par l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton et par l'Association suisse des producteurs de béton prêt à l'emploi (1984).
- [6] «Chemical admixtures for concrete, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1–1994, pages 212.3R-1 à 212.3R-31.
- [7] SN 640 461 a, «Revêtements en béton» (1994).
- [8] DIN 1045, «Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung» (1978).
- [9] Meier, B., «Danger du gel pour les adjuvants», Bulletin du ciment 58 [2] (1990).
- [10] «Betonzusatzmittel und Umwelt», rapport de l'Industrieverband Bauchemie und Holzschutzmittel e.V., Francfort-sur-le-Main (1993).



Photo: archives TFB

Les adjuvants exigent également un traitement de cure consciencieux, par exemple avec «curing compounds».

Il est tenu compte de ces effets dans la norme SIA 162: «Les effets d'un surdosage ou d'un sous-dosage seront connus. Le cas échéant, on devra connaître en outre les dispositions à prendre pour y remédier» ([1], chiffre 5 14 45).

Une autre condition pour obtenir des adjuvants l'effet désiré, est d'utiliser des dispositifs de dosage et de malaxage appropriés. Si la précision du dosage est importante, le contrôle de la vitesse et du moment de l'adjonction ne l'est pas moins, car l'effet des adjuvants peut dépendre de ces paramètres. Divers adjuvants ne devraient être prémélangés que si le fabricant garantit leur compatibilité. Il est plus sûr d'ajouter les adjuvants séparément dans le malaxeur. Il ne faut en aucun cas ajouter en même temps deux adjuvants à action chimique dans le mélange du béton.

Entreposage des adjuvants

De nombreux adjuvants ont une stabilité au stockage limitée (1 à 2 ans). Les fiches techniques des fabricants donnent des indications à ce sujet. En cas d'entreposage trop long ou inapproprié, des floculations, des séparations en couches de différente

densité, ou des modifications dans la composition chimique, peuvent se produire. Il en résulte des changements dans l'efficacité ou, plus rarement, dans le mode d'action des adjuvants, ce qui peut se traduire par une modification des propriétés du béton frais et du béton durci. C'est pourquoi il faut toujours prêter attention à la date limite d'utilisation. Des utilisateurs expérimentés conseillent de bien remuer les adjuvants avant l'emploi. Il ne faut en outre jamais mêler divers adjuvants dans les réservoirs de stockage.

Les adjuvants doivent être tenus à l'abri du froid et de l'ensoleillement direct. Des renseignements détaillés concernant la congélation des adjuvants liquides ont été donnés dans un numéro de 1990 du «Bulletin du ciment» [9].

Les adjuvants et l'environnement

La question des influences que peuvent exercer les adjuvants du béton sur l'environnement est prise très au sérieux en Suisse. C'est ainsi que l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton (FSHBZ) prévoit de se prononcer cette année encore au sujet de la compatibilité éco-

logique du béton contenant des adjuvants.

Dans les prochains articles du «Bulletin du ciment» qui seront consacrés aux différents types d'adjuvants, il sera également traité des questions concernant l'environnement. Relevons cependant tout de suite qu'à ce sujet de nombreuses données importantes font encore défaut, ou ne sont pas accessibles à tout le monde, ce dont témoigne également le rapport intitulé «Adjuvants et environnement», paru en Allemagne en 1993 [10], dans lequel sont résumées les connaissances sur l'action des principaux types d'adjuvants sur l'environnement et sur la possibilité de recycler le béton contenant des adjuvants. Indépendamment des considérations relatives à l'environnement, il faut signaler que, sous forme concentrée, les adjuvants ne sont souvent pas totalement inoffensifs pour l'homme, même si de nombreux produits sont sans classe de toxicité. Le contact avec la peau et les yeux doit être évité. Les échantillons d'adjuvants ne doivent pas être conservés dans des emballages pour denrées alimentaires. Si d'autres mesures de sécurité doivent être prises, elles sont indiquées dans les fiches techniques et sur les étiquettes des emballages.

Kurt Hermann