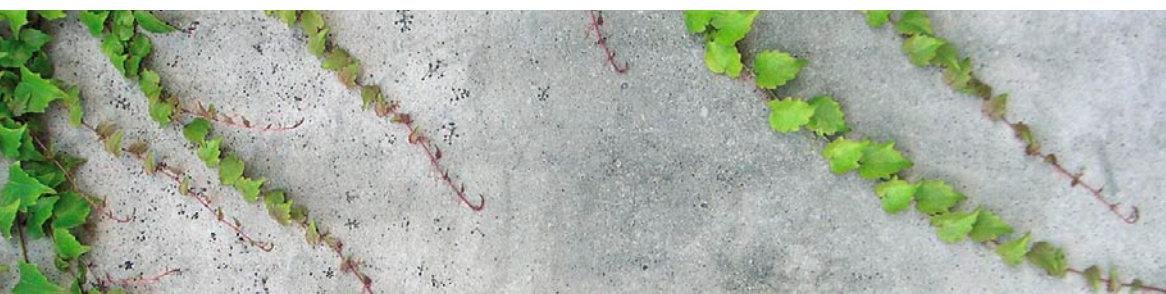
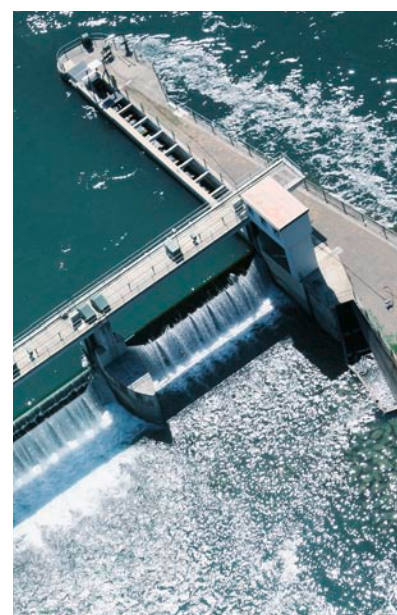


# Adjuvants pour béton et environne- ment:



DES QUESTIONS PRÉCISES,  
DES RÉPONSES PRÉCISES.



# Béton et adjuvants.



Cette brochure se propose de documenter et d'évaluer les connaissances actuelles relatives à l'impact des adjuvants du béton, sur l'environnement.

Au cours de ces dernières décennies le béton est devenu un matériau qui a pris une importance prépondérante dans la mesure où il permet de réaliser des ouvrages économiques, durables et écologiques.

Un béton peut par ailleurs facilement se recycler et son écobilan se révéler positif.

On utilise ordinairement des adjuvants pour améliorer une majeure partie des

bétons mis en œuvre en Suisse. Ces adjuvants permettent en l'occurrence d'optimiser les caractéristiques des bétons frais ou durcis. Il en résulte des avantages techniques, économiques et écologiques essentiels.

Avantages dont on ne saurait plus se passer aujourd'hui pour promouvoir une architecture haut de gamme capable de ménager les ressources naturelles.

Autrefois déjà, on utilisait des «adjuvants» sous forme de blanc d'œuf, de sang animal ou de caséine pour améliorer les caractéristiques d'un «béton». Aujourd'hui, les adjuvants modernes sont formulés spécifiquement en fonction de l'application prévue et provoquant ainsi une action contrôlée moyennant un très faible dosage.



Un béton de haute qualité est le fruit d'une formulation correcte, d'une mise en œuvre irréprochable et d'un traitement ultérieur instantanément appliqué.

### **Béton – un matériau de construction**

Le béton est un matériau qui se confectionne en malaxant du gravier, du sable, de l'eau et du ciment. Pour améliorer ou optimiser ses caractéristiques, on y ajoute des adjuvants.

Jusqu'à sa mise en œuvre, un béton frais doit présenter la qualité requise (consistance). Un béton durci doit pour sa part atteindre les caractéristiques exigées conformément à la norme SN EN 206-1.

Un mètre cube de béton frais compacté avec granulométrie maximale de 32 mm contient:

- env. 2000 kg de sable et de gravier (75–85%)
- 300–350 kg de ciment (10–15%)
- 140–170 litres d'eau (5–10%)

Quantitativement, le sable et le gravier représentent la partie essentielle d'un béton. Matières de charge, ces granulats constituent son ossature et déterminent sa qualité ainsi que son ouvrabilité. La pâte de ciment qui solidarise le tout résulte d'un mélange de ciment et d'eau. Les quantités nécessaires sont déterminées par la nature de surface des granulats, les résistances nécessaires ainsi que la qualité et les caractéristiques de mise en œuvre du béton.

### **C'est à ce stade que la qualité du béton entre en ligne de compte**

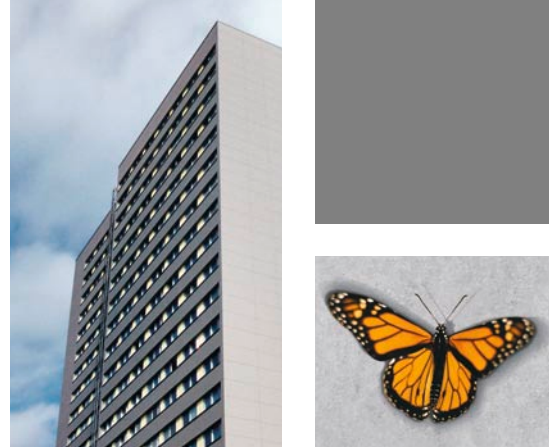
Une réduction de la quantité d'eau de gâchage se traduit par une plus faible porosité capillaire et donc par de plus faibles possibilités d'infiltration pour des substances nocives.

Une bonne ouvrabilité du béton nécessite donc une qualité élevée de celui-ci et sont par conséquent des exigences contradictoires.

Des adjuvants – plastifiants (BV) et superplastifiants (FM) – permettent en l'occurrence de surmonter les difficultés propres à cet antagonisme.

De faibles doses d'adjuvants permettent d'une part d'assurer une étanchéité élevée du béton et d'autre part de garantir une ouvrabilité aisée et économique.

# Validation de l'utilisation des adjuvants pour béton.



## Des adjuvants permettent d'optimiser la rentabilité et la durabilité d'un béton.

Les adjuvants sont des produits liquides ou pulvérulents qui s'additionnent en faible quantité au mélange de ciment, de sable, de gravier et d'eau pour optimiser sélectivement les caractéristiques du béton confectionné.

### Amélioration de la durabilité

La durabilité d'un béton figure souvent au premier rang des objectifs visés.

Des plastifiants ou des superplastifiants permettent en l'occurrence de réduire la quantité d'eau de gâchage et d'améliorer l'étanchéité du béton tout en lui conservant une bonne ouvrabilité.

L'étanchéité peut en outre s'optimiser moyennant des adjuvants, soit par une densité plus élevée ou encore par des matériaux capables d'améliorer les résistances pendant la réaction chimique du ciment et de l'eau.

Il en résulte une plus faible porosité générale qui se traduit par une texture plus dense assortie de résistances plus élevées et d'une meilleure stabilité superficielle (comportement à l'abrasion).

Pour un béton exposé à des cycles de gel/dégel, l'utilisation d'un entraîneur d'air permet de créer des espaces d'expansion pour l'eau qui gèle.

### Optimisation de l'ouvrabilité

On utilise également des adjuvants pour optimiser l'ouvrabilité d'un béton. Des superplastifiants permettent en l'occurrence d'améliorer la fluidité du béton. Les régulateurs de viscosité renforcent la cohésion interne, évitent donc les phénomènes de ségrégation et améliorent l'aptitude au pompage du béton.

### Adaptation du comportement pendant la prise

Pour adapter le comportement du béton pendant sa prise, on peut d'une part utiliser des retardateurs de prise qui repoussent le début de celle-ci afin de disposer d'une plus longue fenêtre de mise en œuvre du béton. D'autre part, on peut utiliser des accélérateurs de prise, et cela surtout pour des bétons projetés afin d'accélérer le début de la réaction afin que le béton durcisse immédiatement et développe instantanément ses résistances. Les accélérateurs de prise favorisent parallèlement un développement plus rapide des résistances sans avoir la moindre influence sur le début de la prise.

Quantitativement, les plastifiants et les superplastifiants représentent approximativement 80 % des adjuvants utilisés pour confectionner un béton amélioré. Les adjuvants pour béton utilisés en Suisse doivent correspondre à la série de normes SN EN 934.

### Contrôle

Conformément à la norme SN EN 934-6, le fabricant est tenu de réaliser un premier essai pour chaque produit et de procéder ensuite à un contrôle courant de la production à l'usine. Il convient en l'occurrence de contrôler la plupart des «Exigences générales» pour chaque charge spécifique de production. Pour les «Exigences particulières», la fréquence des essais se chiffre à un test par tranche de production de 500 tonnes (resp. 1000 tonnes), mais au moins à deux tests par année.

### Évaluation

Le contrôle de conformité du fabricant doit constamment être supervisé et évalué par un organisme suisse officiel d'évaluation de la conformité (procédure d'évaluation de la conformité: 2+). L'organisme décerne un certificat de conformité au fabricant.

# Action et domaine d'application des adjuvants pour béton.



## **Plastifiant/réducteur d'eau (BV)**

Adjuvant qui, sans modifier la consistance, permet de réduire la teneur en eau d'un béton donné ou, qui sans modifier la teneur en eau, en augmente l'affaissement/l'étalement, ou produit les deux effets à la fois.

## **Superplastifiant/haut réducteur (FM)**

Adjuvant qui, sans modifier la consistance, permet de réduire fortement la teneur en eau d'un béton donné ou, qui sans modifier la teneur en eau, en augmente considérablement l'affaissement/l'étalement, ou produit les deux effets à la fois.

## **Reteneur d'eau (ST)**

Adjuvant qui réduit la perte d'eau en diminuant le ressuage.

## **Entraîneur d'air (LP)**

Adjuvant qui permet d'incorporer pendant le malaxage, une quantité contrôlée de fines bulles d'air uniformément réparties et subsistant après durcissement.

## **Retardateur de prise (VZ)**

Adjuvant qui augmente le début du temps de transition du mélange, pour passer de l'état plastique à l'état rigide.

## **Hydrofuge de masse (DM)**

Adjuvant qui réduit l'absorption capillaire du béton durci.

## **Accélérateur de prise (SBE)**

Adjuvant qui diminue le début du temps de transition du mélange, pour passer de l'état plastique à l'état rigide.

## **Accélérateur de durcissement (HBE)**

Adjuvant qui augmente la vitesse de développement des résistances initiales du béton, avec ou sans modification du temps de prise.

## **Autres types d'adjuvants:**

### **Antigel (FS)**

Un antigel permet d'améliorer la résistance au gel d'un jeune béton pendant la saison froide.

### **Inhibiteur de corrosion**

Un inhibiteur de corrosion permet de protéger les aciers d'armature scellés dans un béton contre la corrosion induite par les chlorures.

### **Régulateur de viscosité (VMA)**

Un régulateur de viscosité permet d'améliorer la cohésion interne d'un béton sans avoir d'influence significative sur son comportement au fluage.

## **Agent réducteur de retrait**

Un agent réducteur de retrait permet de réduire le retrait par séchage.

## **Agent réducteur de bullage**

Agent permettant de réduire la formation de bulles à la surface d'un béton.

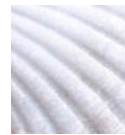
## **Agent de cure interne**

Agent permettant de régler le bilan hydraulique d'un béton en majorant son pouvoir de rétention d'eau.

## **Agent hydrophobe**

Agent permettant d'éviter pratiquement tout effet d'aspiration capillaire et donc d'obtenir un béton extraordinairement dense.

# Dans quelle mesure des adjuvants pour béton sont-ils lessivables, biodégradables ou gazéifiables?



Même dans des conditions extrêmes, seules de faibles quantités de carbone organique sont lessivées dans l'eau.

## Emissions dans l'atmosphère

Les émanations peuvent surtout gêner des gens qui se tiennent dans des espaces intérieurs. Le comportement des superplastifiants au dégagement de gaz a donc été examiné dans le cadre d'une série d'essais (BMG, Schlieren) réalisés sur des éprouvettes en béton. En l'occurrence, il n'a pas été possible de mettre en évidence la présence de composants volatiles.

En résumé, l'air ambiant d'un local n'est pas pollué par un superplastifiant.

## Infiltrations dans le sol

Des infiltrations d'eau dans le sol peuvent affecter la nappe souterraine. Des granulats provenant d'un béton de démolition et stockés en plein air ou recyclés dans la construction routière sous une forme non liée sont exposés aux intempéries. Des essais ont été réalisés pour démontrer

dans quelle mesure un superplastifiant peut être lessivé et donc s'infiltrer dans le sol. Comme de nombreuses aires réservées au traitement, à la préparation et au stockage de granulats provenant d'un béton de démolition, se trouvent dans des zones caractérisées par la présence d'une nappe souterraine. Il a fallu compter dans ce cas particulier avec un risque lié à la qualité de l'eau souterraine. Des essais réalisés avec des éprouvettes de béton concassées révèlent que de faibles quantités de superplastifiants, resp. de leurs produits de dégradation sont en principe lessivables. Les matières se dégradent néanmoins assez bien et ne provoquent pas de pollution significative de la nappe souterraine; en ce qui concerne la catégorie de mise en danger des eaux, ces matières tombent donc dans la catégorie 1, c'est-à-dire celle des substances peu dangereuses pour l'eau.

D'une manière générale, les superplastifiants (FM) ne sont pas soumis à un étiquetage spécial; ils sont facilement solubles dans l'eau et biodégradables.

Comme toutes les matières facilement solubles dans l'eau, les superplastifiants ne se concentrent pas dans les tissus adipeux des organismes. Ils n'ont une action toxique sur des organismes aquatiques qu'à la condition d'être présents en de très fortes concentrations.

# Un béton amélioré par des adjuvants est-il recyclable?



Après démolition, un béton amélioré par des adjuvants procure des granulats qui peuvent se recycler sans préjudice notable pour l'environnement.

En utilisant des granulats provenant d'un béton de démolition se posent deux

## **questions écologiques et techniques:**

En recyclant des granulats provenant d'un béton de démolition ayant été préalablement amélioré par des adjuvants, faut-il compter avec un préjudice pour l'environnement?

En cas de recyclages répétés, faut-il compter avec une accumulation des résidus d'adjuvants?

Les granulats provenant d'un béton de démolition sont à l'évidence des composants écologiques qui contribuent à ménager nos ressources naturelles et nos paysages.

Même dans des conditions extrêmement défavorables telles qu'un stockage sur des aires non étanchées ou une utilisation dans la construction routière sous une forme non liée, il n'y a

## **pas de préjudice notable pour l'environnement.**

Comme mesure de précaution, il est toutefois judicieux d'éviter des conditions extrêmement défavorables. Outre des adjuvants, la démolition d'ouvrages en béton peut libérer une multitude d'autres produits inconnus. Cette constatation a amené différents cantons à édicter des directives en matière de recyclage du béton de démolition.

En recyclant les granulats provenant d'un béton de démolition pour confectionner un nouveau béton, on additionne souvent d'autres adjuvants à celui-ci. Dans le cas d'un recyclage multiple, la teneur cumulée en adjuvants augmente. Même en utilisant une proportion très élevée de granulats provenant d'un béton de démolition (70 %), la quantité d'adjuvants est au maximum deux fois plus élevée que celle d'un béton de référence (sans adjuvant).

Le béton de démolition qui correspond aux

## **critères de l'ordonnance sur le traitement des déchets (OTD)**

pour des matières inertes peut se recycler sans restriction dans le cadre d'un recyclage des matériaux.

# Les adjuvants pour béton sont écologiques!



Les adjuvants pour béton méritent le qualificatif d'écologique, car ils ne polluent pratiquement pas, ni le sol, ni l'atmosphère.

Que signifie écologique? Un produit est écologique si ses émissions ne perturbent ni les organismes vivants, ni l'environnement

## **pendant tout son cycle de vie**

c'est-à-dire du stade de sa production à celui de son élimination.

C'est en l'occurrence le cas pour les adjuvants à béton. Comme toute activité humaine, l'utilisation d'adjuvants à béton est liée à une certaine pollution. Si cette utilisation s'opère en conformité avec les directives en vigueur, il n'y a toutefois pas lieu de compter avec un quelconque préjudice pour l'homme et l'environnement. L'utilisation d'adjuvants est donc écologique. Les membres de l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton FSHBZ et les utilisateurs de ces produits doivent néanmoins s'efforcer de réduire encore la très faible pollution engendrée. Voici quelques exemples:

- Sélection de circuits hydrauliques très largement fermés au stade de la confection des produits
- Utilisation d'emballages récupérables et réutilisables (containers)
- Utilisation d'eau recyclée (eau de lavage) comme eau de gâchage dans les centrales à béton
- Utilisation de granulats provenant d'un béton de démolition comme variante de formulation

## **Consommation d'énergie**

La fabrication et le transport d'un béton et de ses matières premières (ciment, sable, gravier, adjuvants) nécessitent de l'énergie. La consommation d'énergie pour la production d'adjuvants est certes importante, mais la proportion d'adjuvants utilisés dans la confection d'un béton est faible comparativement à la totalité de ses composants. On a calculé la consommation d'énergie pour différentes formulations de béton – avec ou sans adjuvant, mais pour une même consistance/résistance du béton. En l'occurrence, il a été possible de relever les points suivants:

## **Faible part énergétique**

Le bilan énergétique révèle que la consommation d'énergie n'est que faiblement modifiée si l'on utilise des superplastifiants. La différence est de l'ordre de quelques pour-cent. En fonction de la distance parcourue, la part du transport sur la consommation d'énergie est nettement supérieure à celle nécessaire à la fabrication du superplastifiant.

## **Emissions CO<sub>2</sub>**

Le bilan des émissions CO<sub>2</sub> fait apparaître une image similaire: l'utilisation de superplastifiants ne contribue que très peu aux émissions CO<sub>2</sub>.

## **Résumé**

L'influence des adjuvants sur le bilan énergétique d'un béton est faible comparativement aux autres composants. En considérant la confection du béton dans un contexte plus général, c'est-à-dire dans celui de la réalisation de l'ouvrage envisagé comme un tout, les différences entre les différents bétons sont véritablement négligeables. La prise de décision relative à l'utilisation ou non d'adjuvants relève donc prioritairement d'aspects techniques et non de réflexions énergétiques.



# Du credo au label écologique.



L'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton (FSHBZ) a très activement participé au débat relatif à l'utilisation d'adjuvants pour béton. Des études approfondies ont été réalisées dans le cadre du mandat général de l'association. Ces études forment aujourd'hui la base d'un débat environnemental réaliste; elles explicitent la pratique courante dans un contexte plus général et, permettent d'évaluer l'impact des adjuvants sur l'environnement sur la base de critères-clés.

## **Label de qualité FSHBZ**

Les adjuvants pour béton dont la formulation répond à de très stricts critères peuvent porter le label de qualité FSHBZ. Utilisés conformément aux directives en vigueur, ils ne présentent aucun risque pour l'homme et l'environnement. Il est possible de se procurer les critères d'évaluation et l'analyse des différents produits auprès de la FSHBZ. Le label de qualité FSHBZ procure aux maîtres d'ouvrage,

concepteurs et entrepreneurs toute la sécurité nécessaire pour travailler écologiquement avec des adjuvants pour béton.

## **Critères d'évaluation**

Il existe un catalogue des exigences relatives aux caractéristiques et à l'utilisation des adjuvants pour béton. Les membres de la FSHBZ s'engagent à respecter ces principes pour la confection de leurs produits. Les nouveaux produits ainsi que les autres produits existants sont analysés et vérifiés par un office de contrôle neutre conformément aux directives établies par la commission technique de la FSHBZ.

## Quel est le credo des membres de la FSHBZ?



Les membres s'engagent à observer toutes les mesures de protection et de sécurité lors de la confection des adjuvants ainsi qu'à respecter aussi bien leur écocompatibilité que toutes les autres exigences techniques requises.

Un symbole de confiance.



Erfüllt die Umweltrichtlinien  
des FSHBZ

Conforme aux directives  
écologiques de la FSHBZ

Conforme alle direttive  
ecologiche del FSHBZ



## Membres de la FSHBZ



The Chemical Company

BASF  
Construction Chemicals (Suisse) SA  
Vulkanstrasse 110  
8048 Zurich

Téléphone +41 58 958 22 11  
Téléfax +41 58 958 32 55

[www.basf-admixtures.ch](http://www.basf-admixtures.ch)



Sika Suisse SA  
Tüffenwies 16  
8048 Zurich

Téléphone +41 44 436 40 40  
Téléfax +41 44 436 46 55

[www.sika.ch](http://www.sika.ch)



MAPEI SUISSE SA  
1642 Sorens

Téléphone +41 26 915 90 00  
Téléfax +41 26 915 90 03

[www.mapei.ch](http://www.mapei.ch)

Pour de plus amples informations, prière de s'adresser à:  
Secrétariat FSHBZ  
c/o Sika Suisse SA, Tüffenwies 16, 8048 Zurich  
[www.fshbz.ch](http://www.fshbz.ch)

