

 **Buzzi Unicem**
next
manuel d'utilisation

Liant hydraulique à base
de clinker sulfoalumineux

Produits spéciaux



 Buzzi Unicem
next
Manuel d'utilisation

Table des matières

1.0	Le clinker sulfoalumineux	page 2
2.0	Next base	page 6
2.1	Les caractéristiques	page 6
2.2	Les liants ternaires préparés avec Next base	page 9
2.3	Domaines d'application de Next base	page 11
3.0	La gamme des produits Next binder	page 15
3.1	Next binder et l'industrie de la préfabrication	page 16
4.0	Marquage CE des liants Next	page 22

Buzzi Unicem Next

la ligne de liants à base de sulfoaluminate de calcium

Buzzi Unicem identifie sous le nom de **Next** une famille de liants novateurs produits en Italie, en mesure d'ouvrir le but de nouveaux horizons au secteur du bâtiment et en particulier à celui des liants hydrauliques hautes performances.

Le durcissement de chacun de ces liants est essentiellement dû à la réaction d'hydratation du sulfoaluminate de calcium (CSA), contrairement aux ciments Portland et aux ciments alumineux dont le durcissement est causé par l'hydratation des silicates de calcium et des aluminates de calcium.

Les liants **Next** sont recommandés dans les secteurs du pré-mélange et de la préfabrication, nécessitant une prise rapide, un développement rapide des résistances, une utilisation à basses températures, un faible retrait et une résistance aux sulfates.



1.0 Clinker sulfoalumineux

Le clinker sulfoalumineux s'obtient par cuisson, dans un four industriel rotatif, de bauxite, gypse et calcaire, à une température d'environ 1.350°C.

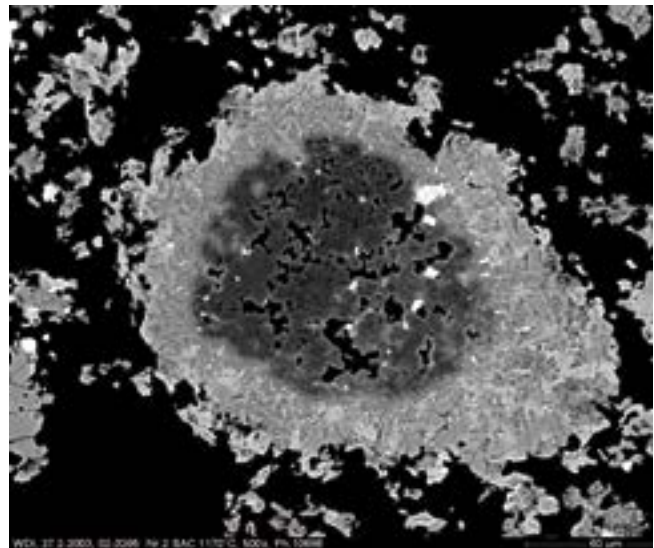
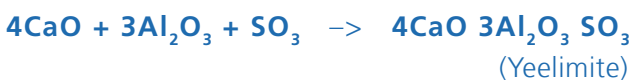
Nous donnons ci-après la composition des matières premières:

calcaire ≈ 30% – 40% → source principale de CaO

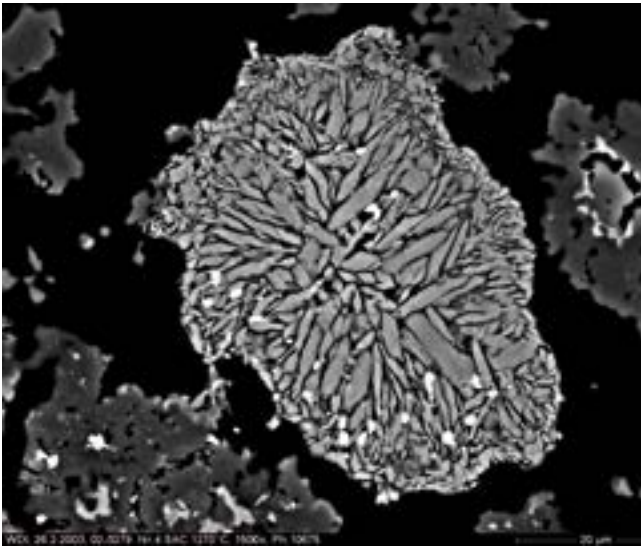
bauxite ≈ 35% – 45% → source principale de Al₂O₃, Fe₂O₃ e SiO₂

gypse ≈ 20% – 30% → source principale de CaSO₄

La principale phase minéralogique obtenue avec le procédé de cuisson est le sulfoaluminate de calcium:



Balayage au microscope électronique d'un grain de sulfoaluminate de calcium en cours de formation à une température inférieure d'environ 150°C à la température de cuisson optimale. On peut voir distinctement trois zones: celle interne foncée et riche en oxyde d'aluminium (Al₂O₃), celle externe plus claire riche en sulfates de calcium (CaSO₄) et celle intermédiaire dans laquelle s'est déjà formé le sulfoaluminate de calcium (4CaO Al₂O₃ SO₃).



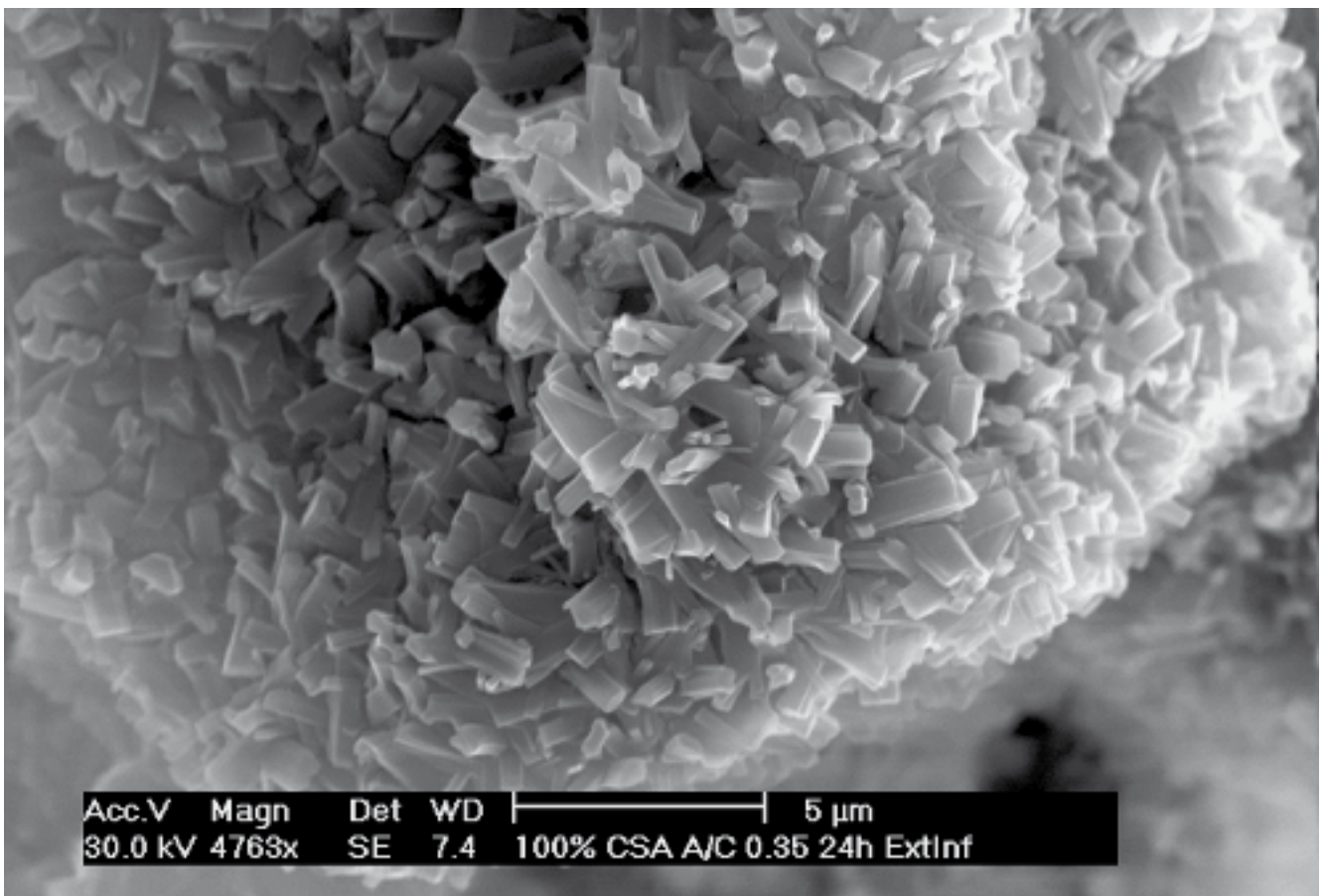
Cristal de silicate bicalcique ou belite (C_2S) dans un balayage au microscope électronique; la belite constitue la phase minéralogique qui, dans le ciment sulfoalumineux, s'hydrate lors des maturations longues.

La réaction d'hydratation du sulfoaluminate de calcium conduit à la formation rapide d'ettringite non expansive et, partiellement, d'hydroxyde d'aluminium amorphe. Pour que cette réaction se développe pleinement la présence de sulfate de calcium est indispensable, comme le montre la formule ci-dessous:



Où l'on entend:

$C\hat{S}$	sulfate de calcium
$C_4A_3\hat{S}$	sulfoaluminate de calcium
$C_6A\hat{S}_3H_{32}$	ettringite
AH_3	hydroxyde d'aluminium
H	eau



Balayage au microscope électronique sur **Next Base** 24 h après l'hydratation: les cristaux d'ettringite non expansive sont évidents, avec leur forme de prisme typique, dont la réaction est décrite par la formule (1).

Avec les rapports eau/ciment ordinaires ($0,40 < \text{eau/ciment} < 0,55$), les mortiers et les bétons préparés avec des liants à base de clinker sulfoalumineux révèlent une capillarité extrêmement réduite ainsi qu'un séchage extrêmement rapide de la pâte durcie, à la suite de la réaction rapide d'hydratation. Il est en outre intéressant d'observer la manière dont la formation rapide de cristaux prismatiques d'ettringite (qui occupent environ deux fois plus d'espace que la molécule de CSA qui la génère) est responsable de la formation d'une structure beaucoup moins poreuse et plus compacte avec les courtes maturations que celle produite par les cristaux de silicate de calcium hydraté (C.S.H) dans les ciments Portland ordinaires. Sur le long terme nous pouvons constater que la microstructure des deux systèmes est très semblable. Le clinker sulfoalumineux broyé produit par Buzzi Unicem porte le nom de **Next clinker** et il est caractérisé par les propriétés suivantes.

Principales phases minéralogiques

$C_4A_3\hat{S}$	> 52%
$C_2\hat{S}$	< 25%
$C\hat{S}$	< 6%

Principaux constituants chimiques

CaO	40-46%
Al_2O_3	25-31%
SiO_2	8-12%
SO_3	7-12%
Cl^-	< 0,1%
Cr VI	< 2,0 ppm

Densité	2.800 kg/m ³
Surface spécifique Blaine [UNI EN 196-6]	5.900 ± 500 cm ² /g
Couleur	gris clair

Différences entre les ciments alumineux et Next clinker

Les deux types de liants utilisent de la bauxite comme matière première, qui, après la cuisson industrielle, donne des composés à base d'aluminates de calcium (surtout CA et $C_{12}A_7$) dans le ciment alumineux et du sulfoaluminate de calcium dans **Next clinker**. Tous deux, en présence d'eau et de sulfate de calcium, réagissent rapidement en formant de l'ettringite. Les deux types de liants peuvent être utilisés pour accélérer les ciments Portland ou pour préparer des produits à prise rapide ou des produits ternaires à faible retrait mélangés à du ciment Portland et de l'anhydrite. Les principales différences entre les deux types de liants sont détaillées ci-dessous, la plupart sont semblables aux formules dans lesquelles ils sont utilisés:

- 1. Next clinker** se conserve plus longtemps que les ciments alumineux, à la fois dans son emballage d'origine et à l'intérieur d'autres formules, sans pertes sensibles de ses performances caractéristiques avec le temps.
- 2. Next clinker**, en vertu de sa teneur réduite en fer par rapport aux ciments alumineux, sa couleur grise plus claire est durable dans le temps, en particulier dans les formules avec des ciments composés.
- 3. Next clinker** est cuit à une température inférieure à celle du ciment alumineux ce qui réduit son incidence sur l'environnement.
- 4.** Nous insistons sur le fait que **Next clinker** ne peut pas être utilisé comme liant dans des systèmes réfractaires, comme c'est le cas pour certaines catégories de ciments alumineux.



Durabilité environnementale

Les liants à base de sulfoaluminate de calcium peuvent être jugés écologiques pour les raisons suivantes.

- Le cycle de production est caractérisé par des émissions réduites de CO₂ dans l'environnement en raison de la présence réduite de carbonate de calcium dans les matières premières et d'une plus faible consommation de combustible pendant la cuisson.
- L'incidence énergétique est inférieure à celle du ciment Portland, car les températures atteintes dans le four pendant la cuisson de la farine sont inférieures d'environ 200°C aux températures habituelles de la production des clinkers Portland ordinaires.
- Le clinker sulfoalumineux demande moins d'énergie de broyage que le clinker Portland.
- Le tableau suivant permet de comparer les émissions de CO₂ en termes de tonnes de CO₂ par tonne de liant produit. Les valeurs sont exprimées en pourcentage par rapport au ciment Portland.

CEM I 42,5 R Next base Next binder

Emissions par calcination	100%	36%	56%
Emissions totales	100%	56%	65%



2.1 Les caractéristiques

Buzzi Unicem identifie sous le nom de **Next base** un liant formé en proportionnant du clinker sulfoalumineux et de l'anhydrite de façon à garantir que tout le $C_4A_3\hat{S}$ présent, quand hydraté, se transforme en ettringite non expansive. Les performances du produit sont caractérisées par la constance de la qualité dans le temps, en partie à cause du fait que **Next base** est un produit obtenu par mélange. En effet, le dosage calibré d'adjuvants minéraux spéciaux permet de compenser la variabilité naturelle des matières premières dont il est formé. Les propriétés ainsi obtenues permettent d'utiliser **Next base** à la fois seul, comme liant rapide, et dans des systèmes ternaires pour obtenir un nombre élevé de produits caractérisés par un faible retrait et un développement rapide des résistances mécaniques. Nous donnons ci-après les valeurs typiques des caractéristiques physiques et chimiques de **Next base**.

Principaux constituants du liant hydraulique

Clinker CSA	(81 ± 5)%
CaSO ₄	(19 ± 5)%

Contenu en sulfoaluminat de calcium

$C_4A_3\hat{S}$	(45 ± 5)%
-----------------	-----------

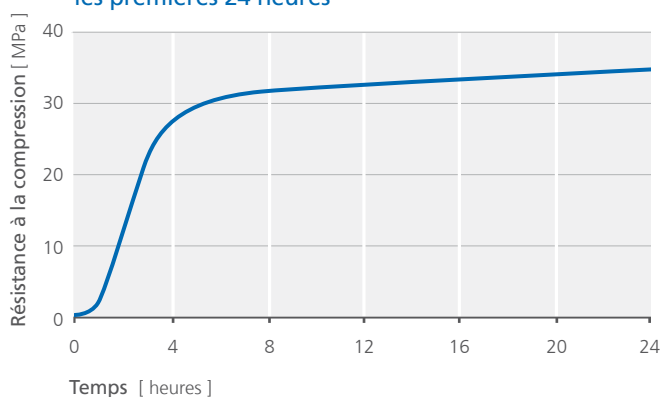
Principaux constituants chimiques

CaO	41-45%
Al ₂ O ₃	22-26%
SiO ₂	8-9%
SO ₃	17-19%
Cl ⁻	< 0,1%
Cr VI	< 2,0 ppm
Densité	2.800 kg/m ³
Surface spécifique Blaine [UNI EN 196-6]	> 4.000 cm ² /g
Couleur	gris clair

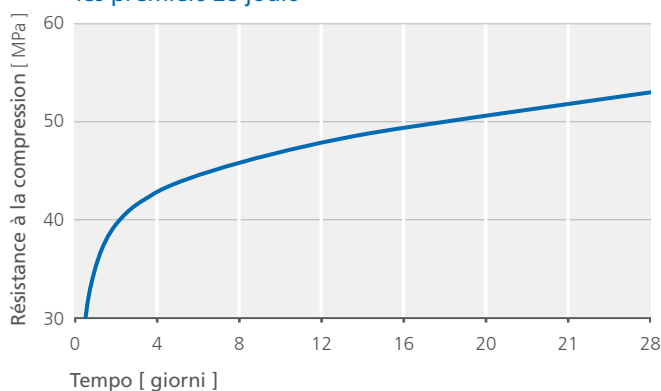
Performances mécaniques

Nous donnons ci-après les graphiques illustrant le développement typique de la résistance d'un mortier normal préparé avec **Next base**.

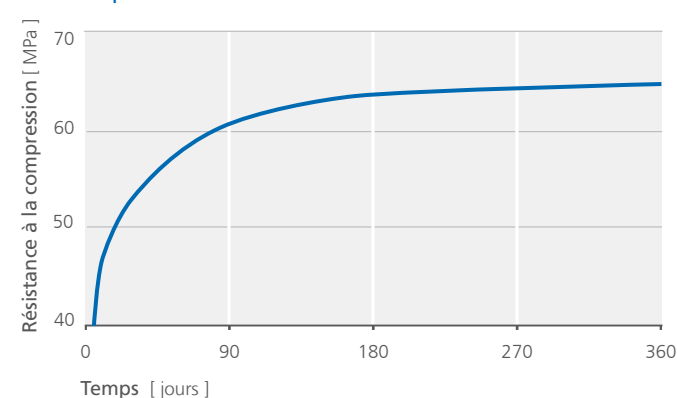
Résistance à la compression pendant les premières 24 heures



Résistance à la compression pendant les premiers 28 jours

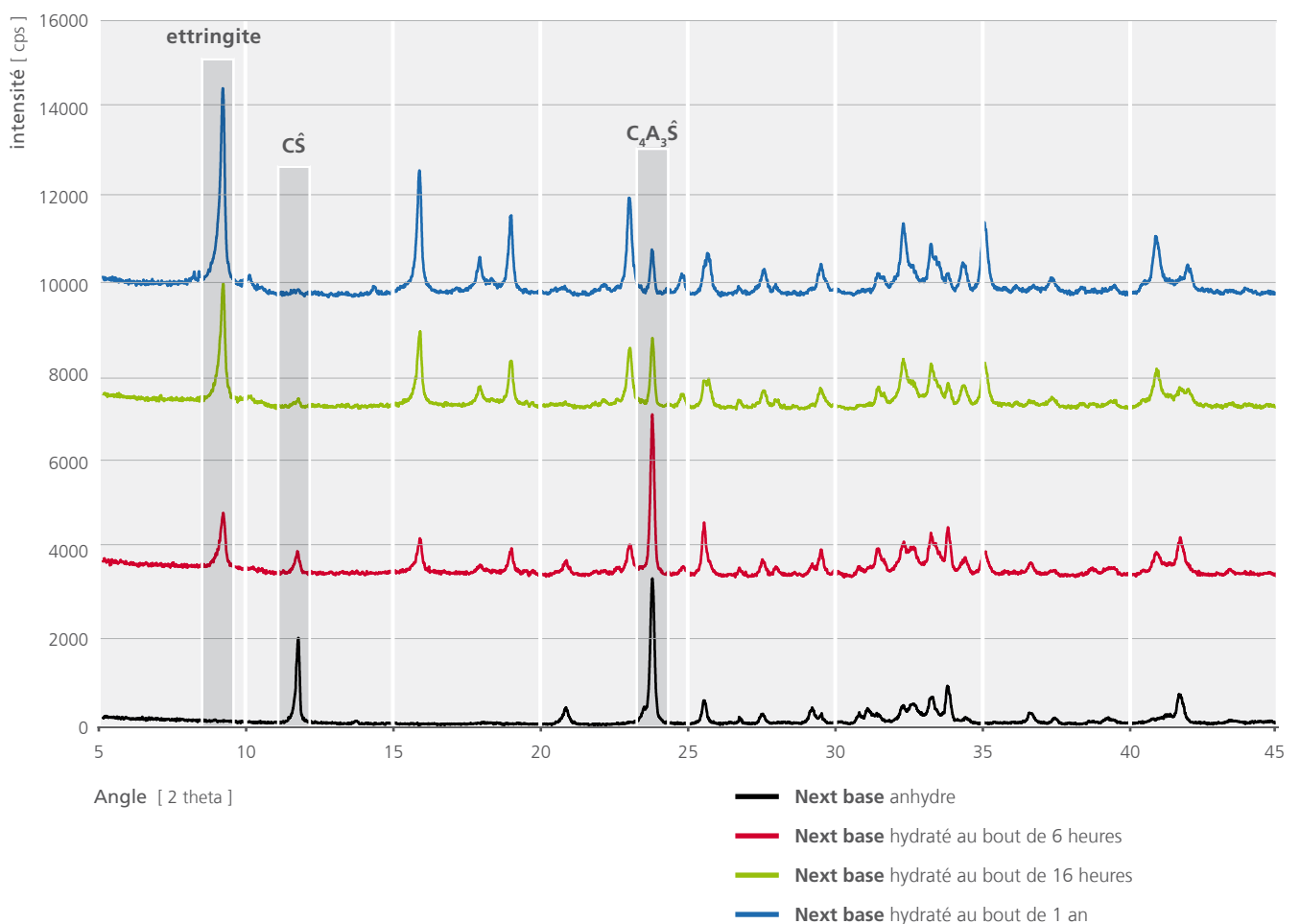


Résistance à la compression pendant la première année



Les graphiques révèlent que la résistance à la compression, déterminée dans le mortier standard conformément à la norme UNI EN 196-1, atteint, après quelques heures, des valeurs analogues à celles atteintes par un ciment Portland traditionnel au bout d'une semaine. La résistance poursuit sa croissance plus lentement mais progressivement avec le temps. Nous pouvons cependant modifier la rhéologie et les performances du mortier en variant le rapport eau/liant (en utilisant des adjuvants réducteurs d'eau) ou en utilisant des adjuvants accélérateurs (carbonate de lithium) et retardants (acide citrique et tartrique). Les performances obtenues avec **Next base** restent constantes dans

le temps, sans risque de perte de résistance à long terme ni de variations dimensionnelles causées par la formation retardée d'ettringite (expansions), ni de retrait. Pour confirmer ces affirmations les résultats sont présentés ci-après avec une analyse réalisée au moyen d'un diffractomètre à rayons X (XRD*) sur un échantillon de **Next base** non hydraté respectivement à 3h, 16h et 1 an après l'hydratation. Nous pouvons observer que 16 heures après le mélange avec l'eau le sulfate de calcium libre a pratiquement disparu et que le diffractogramme obtenu après seulement 16 heures (vert) ne diffère pas beaucoup de celui relevé après un an environ (bleu).



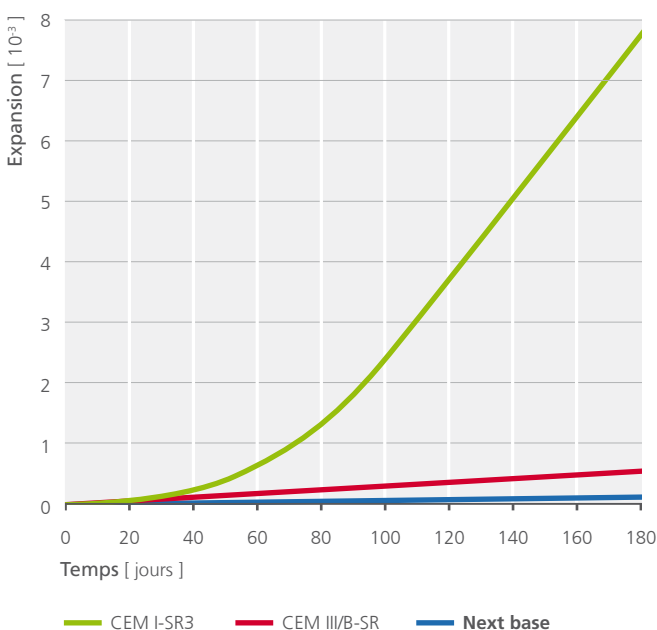
* XRD (X-Rays Powder Diffraction) est une technique instrumentale permettant de déterminer la composition minéralogique d'un matériau cristallin: dans les diffractogrammes ci-dessus, l'abscisse indique, avec l'angle de diffraction, la phase minéralogique tandis que la ordonnée, permet de déterminer, avec l'intensité de diffraction, la quantité de la phase minéralogique présente dans l'échantillon.

Autres performances

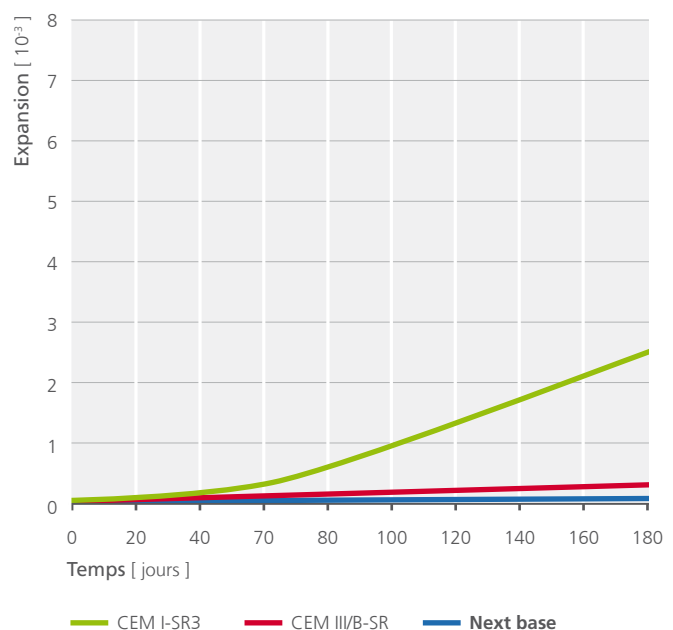
Next base assure aux matériaux qui l'intègrent une durée remarquable. Les détails sont présentés ci-dessous.

- **Next base** entraîne une augmentation des résistances physiques et mécaniques à long terme: la formation rapide d'ettringite est suivie par le développement de la résistance à moyen et long terme dû à l'hydratation du silicate bicalcique (C2S), comme c'est le cas dans les ciments Portland.
- La structure cristalline dense, créée au début de l'hydratation, réduit la porosité capillaire de la pâte durcie en la rendant peu perméable à la pénétration de l'eau et des substances agressives provenant de l'environnement, le signe d'une durée élevée de l'élément réalisé avec du **Next base**. La faible perméabilité à l'eau rend l'application à base de clinker sulfoalumineux résistante à l'attaque des substances agressives et aux cycles de gel et dégel. L'essai réalisé conformément à la norme UNI CEN/TS 12390-9 montre qu'après 100 cycles de gel et de dégel l'échantillon cubique en béton (quantité de liant = 300 kg/m³ et rapport eau/liant = 0,6) présente une réduction en poids inférieure à 0,5%.
- Les diagrammes ci-après montrent que les mélanges contenant **Next base** ont une résistance aux sulfates nettement supérieure aux traditionnels ciments SR. Les essais réalisés avec la méthode des échantillons prismatiques plats de 10x40x160 mm, conformément à la procédure d'essai SVA Flat Prism Method à la fois à 5° et à 20°C, montrent que les échantillons de mortier préparés avec **Next base** sont plus résistants que ceux préparés avec un ciment de haut-fourneau résistant aux sulfates (SR conformément à la norme UNI EN 197-1:2011).
- **Next base**, ainsi que toutes les formules **Next**, est plus résistant au vieillissement (contact prolongé direct avec l'environnement) que tous les liants préparés avec des ciments alumineux, car moins avide d'eau.

Essai de résistance à l'attaque des sulfates à 5°C



Essai de résistance à l'attaque des sulfates à 20°C



2.2 Les liants ternaires préparés avec Next base

Dans les paragraphes précédents **Next base** a été présenté comme un liant à très hautes performances prêt à l'emploi. Cependant dans la plupart des applications dans l'industrie du pré-mélange et de la préfabrication il est utilisé en mélange avec du ciment Portland. Dans ces systèmes **Next base** agit comme un accélérateur des temps de prise s'il est dosé dans des pourcentages compris entre 10 et 30%. En augmentant les concentrations de 40 à 60% du poids total du liant, on obtient des produits caractérisés par un développement rapide des résistances mécaniques et un retrait limité sans recourir aux adjuvants expansifs habituels ou réducteurs de retrait (SRA).

Ces liants, constitués par le mélange de **Next base** (liant binaire formé de clinker sulfoalumineux et d'anhydrite) avec des ciments Portland, sont définis liants ternaires car ils sont formés de clinker sulfoalumineux, d'anhydrite et de ciment Portland. La présence du ciment Portland dans le mélange avec **Next base** modifie de façon déterminante les processus d'hydratation du sulfoaluminat de

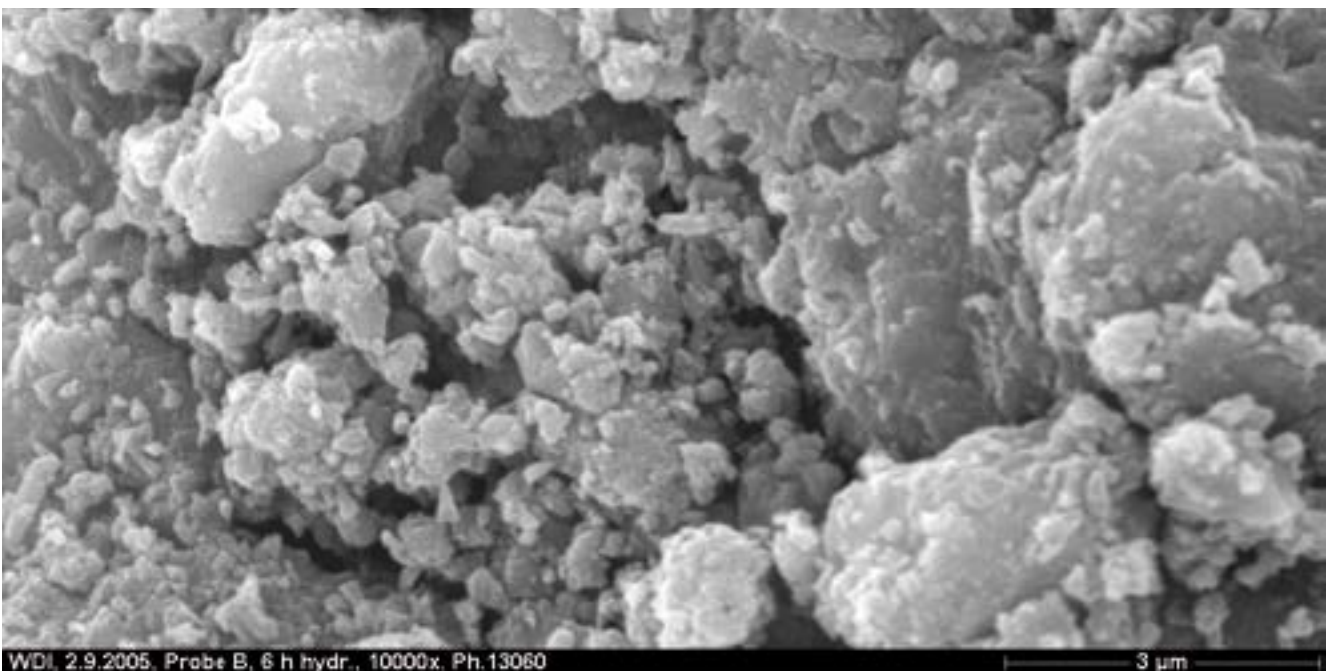
calcium: la formation rapide de portlandite due à l'hydratation du C_3S présent dans le ciment Portland, comporte la précipitation d'ettringite expansive suivant la réaction d'hydratation indiquée ci-après:



Où l'on entend:

$C_4A_3\hat{S}$	sulfoaluminat de calcium
CH	portlandite - hydroxyde de calcium
$C\hat{S}$	sulfate de calcium
$C_6A\hat{S}_3H_{32}$	ettringite

La réaction (2) demande une plus grande quantité d'eau et de sulfate de calcium que celle qui génère de l'ettringite non expansive (1). De chaque mole de sulfoaluminat de calcium on obtient 3 moles d'ettringite, contrairement à ce qui se produit dans la réaction d'hydratation en l'absence de portlandite (1). Les produits de réaction, lorsque celle-ci est terminée, maintiennent des dimensions stables.

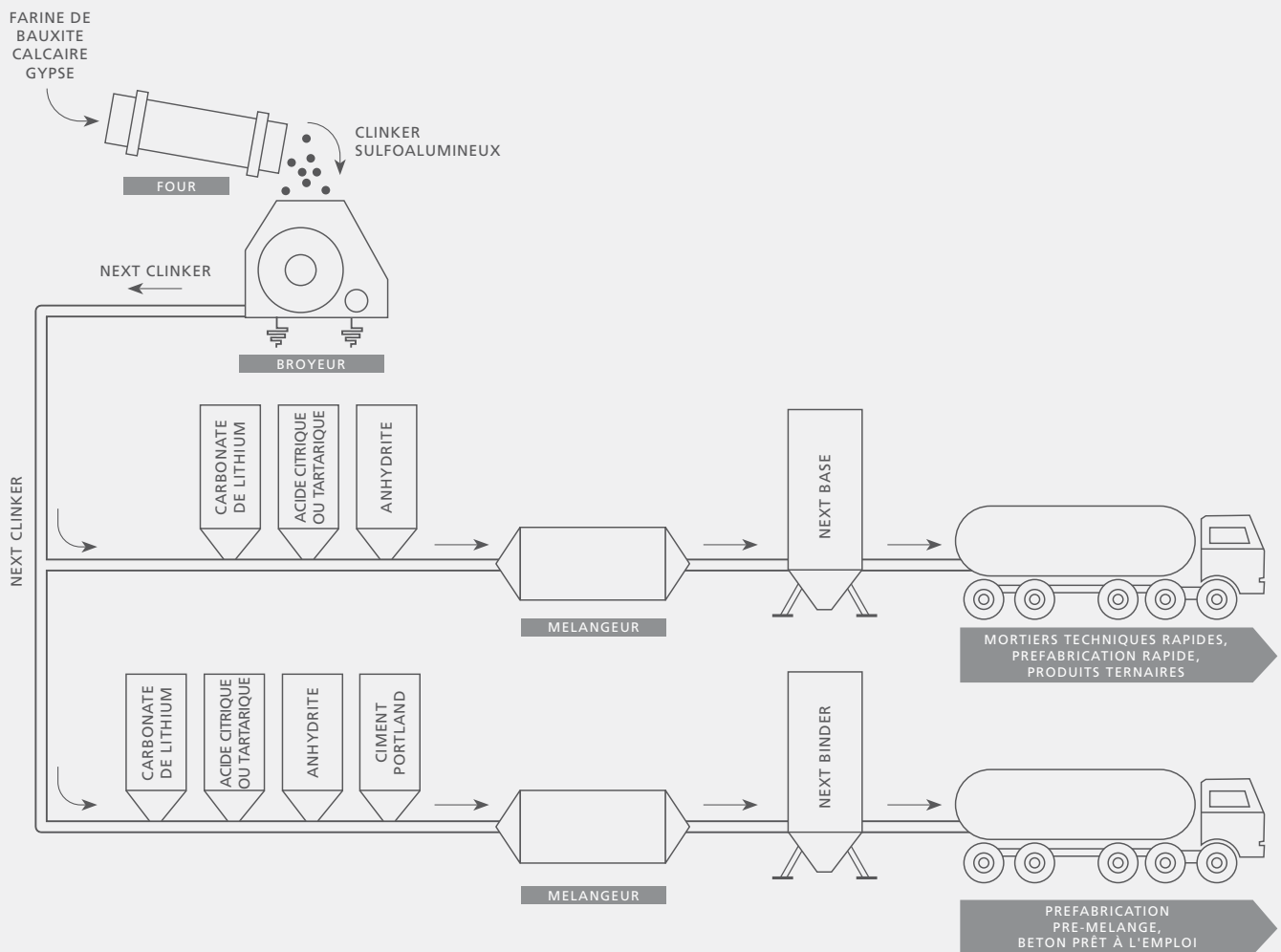


Balayage au microscope électronique de **Next base** en mélange avec du ciment Portland 6 heures après l'hydratation. On observe la formation diffuse de petits cristaux d'ettringite en mesure de compenser le retrait.

Dans ce cas aussi, les performances (temps de prise et développement des résistances) peuvent être modifiées en utilisant des adjuvants retardants et accélérateurs comme l'acide citrique, l'acide tartrique, le carbonate de lithium et l'oxyde de calcium. Le liant obtenu de la sorte peut être utilisé en combinaison avec tous les matériaux et les adjuvants généralement utilisés

dans le secteur du bâtiment. Buzzi Unicem propose sa ligne de liants ternaires prêts à l'emploi **Next binder** formulés de façon à satisfaire toutes les applications de l'industrie du pré-mélange, de la préfabrication et du béton prêt à l'emploi. Pour faciliter la compréhension des relations entre les différentes formules, nous donnons ci-après un schéma montrant à quel point il est facile de passer d'une formule à une autre.

Schéma du procédé de production des formules Next



2.3 Domaines d'application de Next base

Next base est le liant idéal pour un grand nombre d'applications de l'industrie du pré-mélange et de la préfabrication. **Next base** peut être utilisé comme n'importe quel ciment prêt à l'emploi pour préparer des mortiers techniques hautes performances. Cependant la plupart des applications sont les mélanges avec du ciment Portland avec lequel il fait office d'accélérateur, s'il est dosé en pourcentages compris entre 10% et 30% ou de liant, s'il est dosé en pourcentages compris entre 40% et 60%. Ces formules assurent aux mélanges dans lesquels il est utilisé un développement rapide des résistances, un faible retrait, une grande résistance à l'attaque des sulfates et aux cycles de gel et dégel. Rappelons en outre que les mortiers et bétons pré-mélangés en sacs maintiennent leurs performances, une fois le sac ouvert, pendant plus longtemps que les mêmes produits préparés avec des ciments aluminés. La conformité de **Next base** à l'ETA n° 13/0417 délivré par l'organisme européen EOTA, autorise son emploi en Italie pour la production de béton structural coulé sur place ou en usine pour

la réalisation d'éléments préfabriqués. Cette autorisation permet d'utiliser **Next base** dans des produits pré-mélangés dans lesquels la norme de référence prévoit, comme liant hydraulique, un ciment conforme à la norme EN 197-1.

Tous les liants préparés avec **Next base** sont compatibles avec la plupart des adjuvants liquides et en poudre du commerce, comme les adjuvants régulateurs de prise (carbonate de lithium et acide citrique), les fluidifiants (naphtalensulfonate et éthers polycarboxylates), les aérants, les anti-mousse, les rétenteurs d'air, les viscosants, les polymères, etc. Naturellement, comme pour les ciments traditionnels, l'introduction de chaque élément doit être précédée par une expérimentation adéquate en vue de vérifier les performances attendues, surtout en raison du grand nombre de ciments et d'adjuvants actuellement disponibles.

Dans cette phase Buzzi Unicem est à la disposition de la clientèle pour concevoir des systèmes ternaires avec son service d'assistance technique.



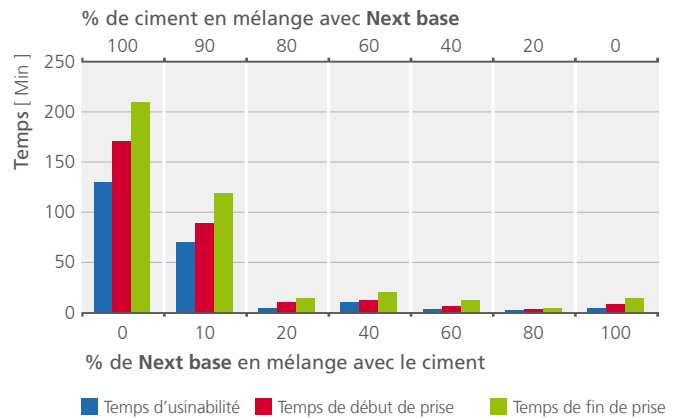
Les diagrammes **Next base-ciment Portland**

Nous donnons ci-après quelques diagrammes permettant d'analyser la variation des caractéristiques principales des liants obtenus du mélange de **Next base** avec un ciment CEM II/A-LL 42,5 R de référence. Il est possible d'observer que les performances mécaniques et le retrait des produits mélangés (*) sont meilleurs par rapport à ceux de chaque liant individuel (**) avec lequel ils ont été préparés

• Diagramme 1

Les temps de prise et d'usabilité se réduisent sensiblement lorsque le pourcentage de **Next base** dans le liant augmente. Les valeurs indiquées ont été relevées sur des échantillons de mortier standard en utilisant un pénétromètre.

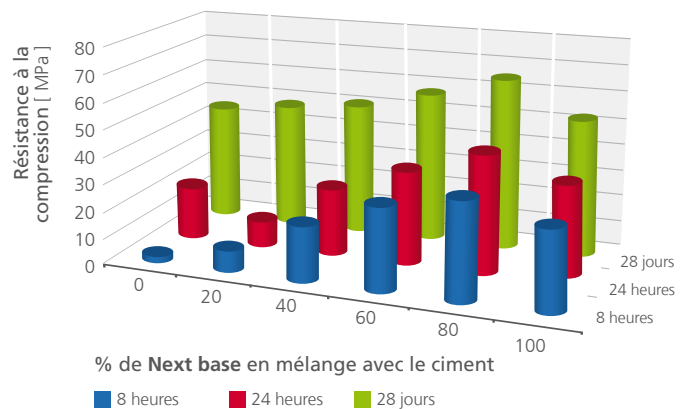
Temps de prise relevés avec un pénétromètre



• Diagramme 2

Décrit l'évolution des résistances à la compression relevées sur des échantillons de mortier standard à court terme (8 heures), moyen terme (24 heures) et après une longue maturation (28 jours) en fonction du pourcentage de **Next base** mélangé avec du ciment Portland. La résistance à 8 heures augmente sensiblement avec l'augmentation du pourcentage de **Next base**. La résistance à 24 heures ne varie pas avec l'augmentation du pourcentage de **Next base** pour les valeurs inférieures à 40%. La résistance à 28 jours augmente avec l'augmentation du pourcentage de **Next base**. Les essais ont été conduits conformément à la norme UNI EN 196-1.

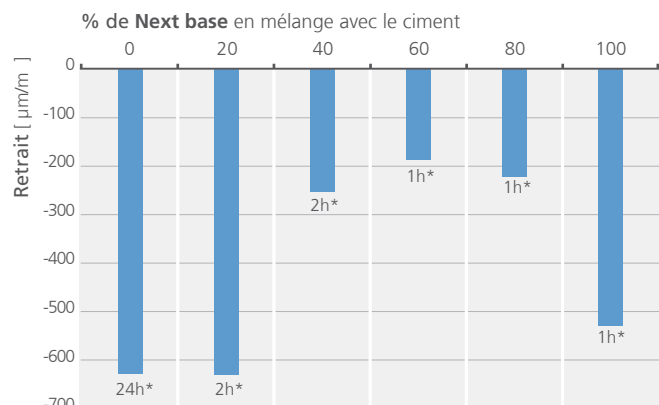
Résistance à la compression avec différentes maturations



• Diagramme 3

Montre que le retrait atteint les valeurs minimales pour un intervalle compris entre 40% et 80% du pourcentage de **Next base** dans le mélange avec du ciment Portland. L'essai a été fait avec du mortier standard conformément à la norme UNI 6687-73, avec la particularité que la dimension initiale de l'échantillon (L_0) a été mesurée en fonction de la vitesse de durcissement du liant: 24h pour les échantillons préparés avec 100% de ciment Portland, 2h avec des pourcentage de **Next base** de 20% et 40% et 1h pour les liants restants.

Retrait à 28 jours



* Mesure de la longueur initiale de l'échantillon L_0

Applications

Nous pouvons identifier quelques secteurs d'application.

Utilisation de Next base comme accélérateur des ciments Portland

Des quantités de **Next base** comprises entre 10 et 20% ajoutées au ciment Portland suffisent à réduire sensiblement les temps de prise (Diagramme 1).

A cette réduction correspond un développement similaire des résistances avec les courtes (8 heures) et les longues (28 jours) maturations (Diagramme 2). Cette propriété peut être exploitée pour l'accélération des enduits (cf. annexe) ou dans la préfabrication imposant de retirer rapidement les coffrages pour les réutiliser, mais pas s'il est nécessaire de déplacer ou de disposer de l'élément fini.

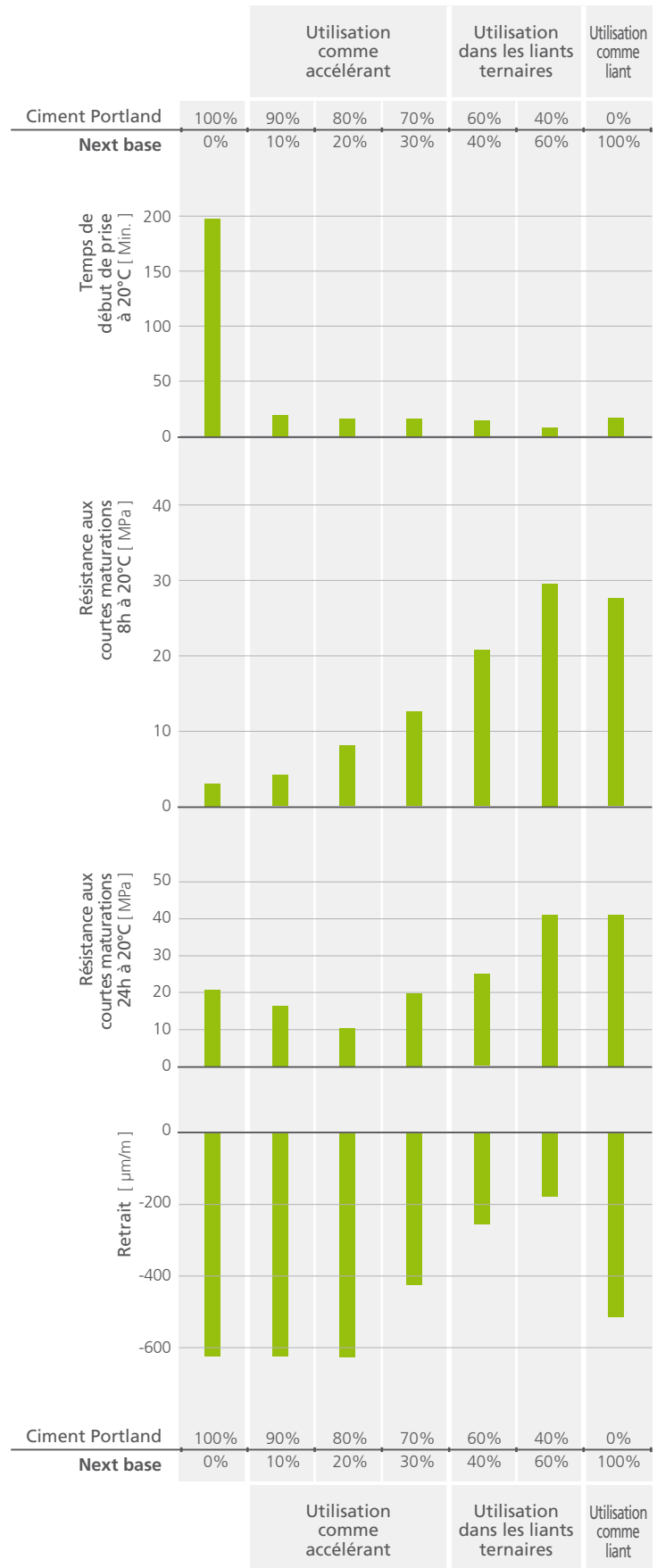
Utilisation de Next base comme liant rapide à faible retrait.

Les éléments obtenus de la combinaison de **Next base** avec du ciment Portland, dans la tranche comprise entre les pourcentages des 40-60% et 60-40%, sont caractérisés par des résistances mécaniques élevées à toutes les maturations et de faibles retraits. Le paragraphe 4 est consacré à ce genre de liants, très demandés dans l'industrie de la préfabrication et du pré-mélange.

Utilisation de Next base comme liant principal.

Ses performances mécaniques très élevées en justifient l'utilisation dans les mortiers techniques ou dans les applications de niche de l'industrie de la préfabrication.

Nous donnons ci-contre le tableau récapitulatif des domaines d'application et des performances des liants obtenus en fonction du pourcentage de **Next base** et de ciment Portland.



Next base comme accélérateur de produits à base de ciment

Next base, utilisé avec du ciment Portland avec des pourcentages compris entre 10% et 30%, permet d'accélérer les temps de prise et de premier durcissement. Cette propriété peut être exploitée dans les produits pré-mélangés destinés à être utilisés en hiver.

Nous donnons ci-après les résultats d'un exemple d'application d'un enduit qui, par commodité, a été préparé sans les adjuvants généralement utilisés tels que aérants et rétenteurs d'eau.

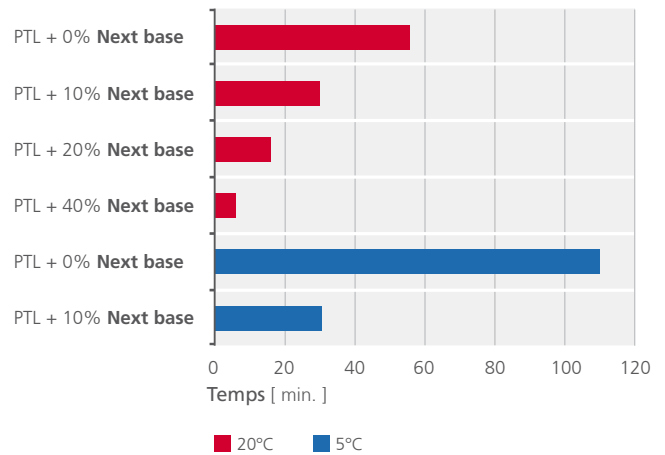
Matériaux

sable	86%
CEM II/A-LL 42,5 R	10%
hydrate de chaux	4%
eau	11%

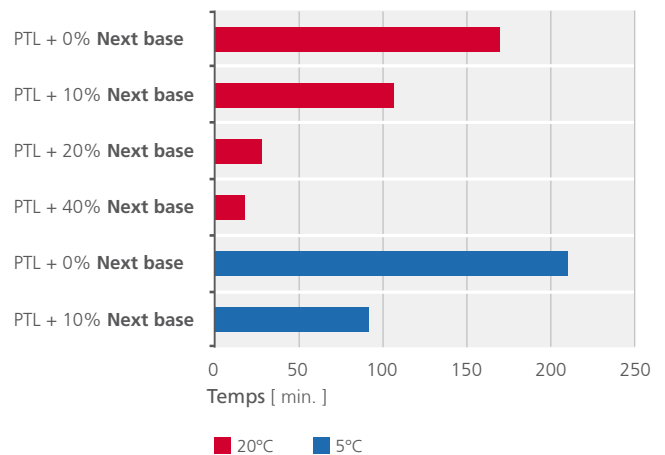
En ajoutant progressivement de plus grandes quantités de **Next base** on peut accélérer les temps de prise, même à basses températures, comme on le voit ci-contre. A une température de 5°C il suffit d'un pourcentage de 10% de **Next base** sur la quantité de ciment Portland pour réduire les temps d'usinabilité jusqu'à 70% et les temps de fin de prise jusqu'à 60% de ceux relevés avec le mortier préparé uniquement avec du ciment Portland.

Cette caractéristique rend l'enduit facile à gérer même aux basses températures.

Temps d'usinabilité mesuré sur un mortier pour enduit



Temps de prise mesuré sur un mortier pour enduit



Le nom de **Next binder** regroupe des liants hydrauliques dans lesquels les pourcentages de clinker sulfoalumineux, de sulfate de calcium, de ciment Portland et d'adjuvants régulateurs de prise ont été optimisés en fonction de l'application spécifique. Ces formules sont adaptées à la préparation de mortiers et de colles pré-mélangés et d'éléments structuraux et non structuraux coulés sur le chantier ou en usine demandant un développement rapide des résistances et un faible retrait. L'offre de liants ternaires pré-mélangés et contrôlés permet à l'utilisateur de préparer des coulis, des mortiers et des bétons en diminuant le nombre de matières premières à doser et donc de réduire la complexité réelle de la gestion de leur variabilité physiologique.

Les liants **Next binder** peuvent être utilisés pour préparer des mélanges à faible retrait, développement rapide des résistances mécaniques et séchage rapide. Ces liants, prêts à l'emploi comme n'importe quel ciment ordinaire, peuvent être mélangés avec les mêmes adjuvants les plus répandus pour la production de béton, tels que fluidifiants, aérants, viscosants, etc. Tous les liants **Next binder** peuvent être utilisés en Italie pour les éléments structuraux et non structuraux en vertu de la conformité aux ETA 13/0418 et 13/0419 et du marquage CE relatif.

Buzzi Unicem propose deux formules afin de satisfaire les exigences des marchés de la préfabrication rapide et du pré-mélange. Le liant **Next binder** SL05 est conçu pour des utilisations dans l'industrie de la préfabrication, du pré-mélange et du béton pré-mélangés, demandant un développement rapide de la résistance, un faible retrait et un séchage rapide.

Le liant **Next binder** SL05NF est utilisé pour réaliser aux basses températures des éléments préfabriqués en béton armé précontraint (B.A.P.) sans recourir à la maturation accélérée à la vapeur. Il a été en outre spécialement mis au point pour l'exécution aux basses températures d'éléments structuraux et

non structuraux préfabriqués en consistance terre humide demandant une manutention rapide.

Next binder SL05

Des deux liants proposés, c'est celui ayant le plus vaste domaine d'utilisation, car la vitesse de prise contrôlée permet de l'appliquer à la fois aux basses et aux moyennes températures. **Next binder** SL05 garantit aux mélanges, par rapport aux ciments Portland traditionnels, un faible retrait ainsi qu'un durcissement et un séchage rapides.

A cause de ces caractéristiques il est proposé dans toutes les applications du pré-mélange demandant ces performances, comme la préparation de Wcolles et mortiers de restauration.

Next binder SL05 peut être utilisé dans l'industrie du béton prêt à l'emploi pour réaliser des structures demandant de retirer rapidement les coffrages dans les climats très froids et pour les restaurations et scellements de structures dégradées, grâce au retrait limité et à la durabilité qui le caractérisent.

3.1 Next binder et l'industrie de la préfabrication

Les produits **Next binder** sont en mesure de satisfaire toutes les exigences de l'industrie de la préfabrication rapide, car ils ont été conçus pour réaliser tous les types d'éléments préfabriqués structuraux et non structuraux.

Next binder SL05 est conçu pour la réalisation d'éléments à base de béton en consistance autocompactante ou de classe de consistance S4 et S5, tels que cuves, réservoirs, regards de visite, caniveaux, panneaux, New Jersey, etc.

Next binder SL05NF est un liant hautes performances conçu pour réaliser des éléments structuraux en béton armé précontraint (BAP) en mesure de garantir des temps d'enlèvement

des coffrages comparables, même en hiver, à ceux obtenus avec le ciment Portland de classe 52.5 R dont la prise s'effectue à des températures élevées. Cette caractéristique permet d'éviter de recourir à la maturation accélérée à la vapeur. **Next binder** SL05NF est en outre indiqué pour réaliser des éléments coulés en consistance terre humide tels que bordures de trottoir, tubes, planchers obtenus par extrusion, blocs, chapes, etc.

Nous donnons ci-après des exemples d'application permettant d'apprécier la rapidité de durcissement aux basses températures des liants **Next** par rapport aux ciments Portland généralement utilisés dans la préfabrication.

	Unité de mesure	Next binder SL05		CEM II/A-LL 42,5 R	
		20°C	5°C	20°C	5°C
Température d'essai					

Composition du mélange

	Unité de mesure	Next binder SL05	CEM II/A-LL 42,5 R
liant	kg/m ³	310	310
granulats	kg/m ³	1.740	1.740
filler calcaire	kg/m ³	215	215
adjuvat fluidifiant	%	2,1	2,1
eau	l/m ³	150	150
rapport e/c		0,48	0,48

Epandage [norme UNI EN 12350-8]

t	Unité de mesure	Next binder SL05	CEM II/A-LL 42,5 R
t = 0 minute	mm	720	700
t = 30 minutes	mm	650	700
t = 60 minutes	mm	600	690

Résistance à la compression [norme UNI EN 12390-3]

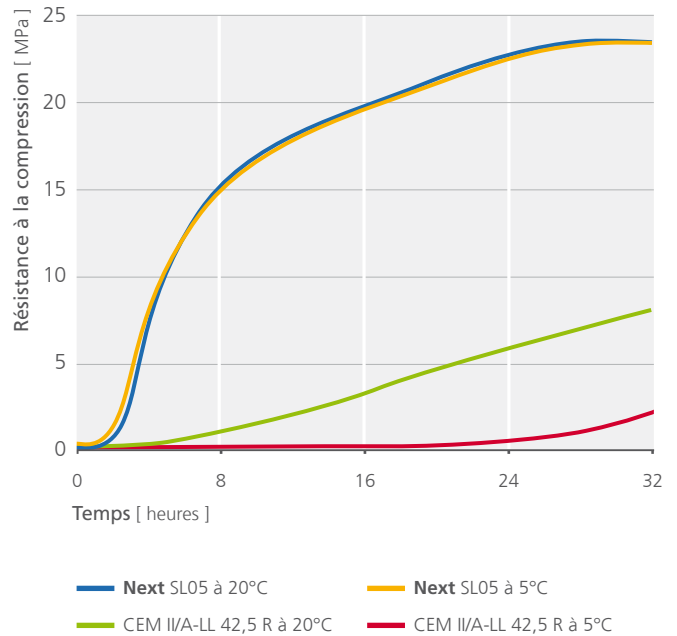
t	Unité de mesure	Next binder SL05	CEM II/A-LL 42,5 R
8 heures	MPa	15	-
24 heures	MPa	23	5
7 jours	MPa	28	40
28 jours	MPa	47	44

Nous donnons ci-après sous forme graphique les données des résistances à la compression des premières 32 heures.

Nous observons qu'à 5°C l'utilisation d'un béton préparé avec **Next binder** SL05 permet d'obtenir une résistance à la compression de plus de 20 MPa à 24 heures, alors que la même pâte préparée avec un ciment traditionnel au calcaire CEM II/A-LL 42,5 R a juste commencé la réaction d'hydratation.

A 20°C l'utilisation d'un béton préparé avec **Next binder** SL05, 4 heures après la coulée, permet d'obtenir la même résistance à la compression que le béton préparé avec un ciment traditionnel au calcaire CEM II/A-LL 42,5 R après 32 heures. En contrepartie le liant demande une mise en œuvre inférieure à 60 minutes car la vitesse élevée de développement des résistances raccourcit les temps d'usinabilité et de début de prise.

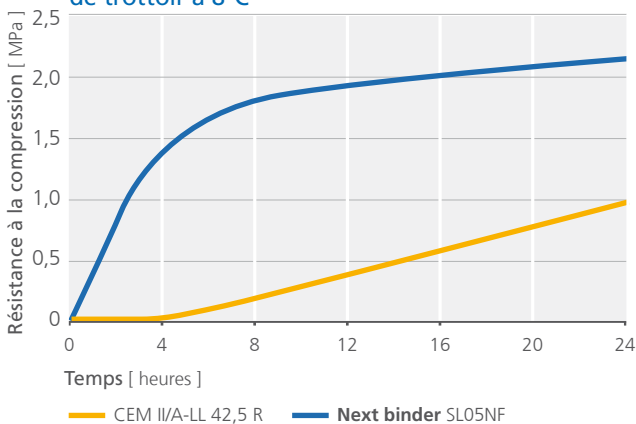
Analyse comparative de la résistance des bétons



Next binder SL05NF pour éléments préfabriqués en consistance terre humide: bordures de trottoir et tubes

Le liant **Next binder** SL05NF a été formulé de façon à exploiter les propriétés typiques des produits ternaires à base de clinker sulfoalumineux dans les mélanges avec des dosages d'eau très faibles, typiques de la consistance terre humide. En hiver, la résistance élevée qui se développe en peu de temps, malgré les basses températures, permet de procéder à la manutention des éléments préfabriqués après quelques heures seulement, sans compromettre les résistances à moyen et long terme. De même, le diagramme suivant permet de comparer les courbes, obtenues en interpolant les données recueillies lors des essais de résistance à la flexion faits dans le même établissement de production, sur des bordures de trottoir réalisées avec 330 kg/m³ de ciment Portland classe 42,5 R avec d'autres réalisés avec la même quantité de **Next binder** SL05NF. Les éléments ont été produits et mis en maturation à 8°C environ, en maintenant constants les dosages d'adjuvant plastifiant, l'intensité de la vibration et la quantité d'eau. L'essai de résistance à la flexion a été conduit conformément à l'annexe F de la norme UNI EN 1340 sur des bordures de trottoir avec marquage S (classe de résistance à la flexion 1).

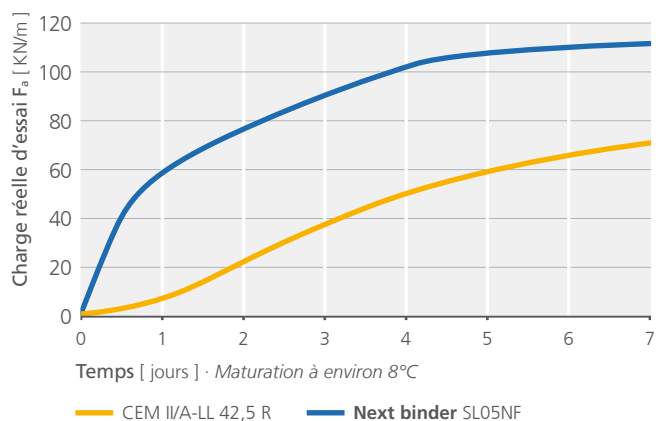
Développement de la résistance des bordures de trottoir à 8°C



On observe qu'à basse température les bordures de trottoir réalisées avec le liant **Next binder** SL05NF développent à 3 heures la même résistance à la flexion que celles réalisées avec du ciment Portland après

24 heures. De même, le diagramme suivant permet de comparer les courbes, obtenues en interpolant les données recueillies lors des essais de résistance à l'écrasement réalisés dans le même établissement de production, sur des tubes réalisés avec 330 kg/m³ de ciment Portland classe 42,5 R parallèlement à d'autres réalisés avec la même quantité de **Next binder** SL05NF. Les éléments ont été produits et mis en maturation à 8°C environ dans le même établissement, en maintenant constants le dosage d'adjuvant plastifiant, l'intensité de la vibration et la quantité d'eau. L'essai de résistance à l'écrasement a été conduit conformément à l'annexe C de la norme UNI EN 1916 sur des tubes non armés de dimension nominale (DN) 600 mm, longueur 2.500 mm et classe de résistance 135 kN/m

Résistance à l'essai d'écrasement à 8°C



On observe qu'à basse température les tubes réalisés avec le liant **Next binder** SL05NF développent à 24 heures la même résistance à l'écrasement que ceux réalisés avec du ciment Portland après 5 jours.



Next binder SL05NF pour éléments préfabriqués précontraints

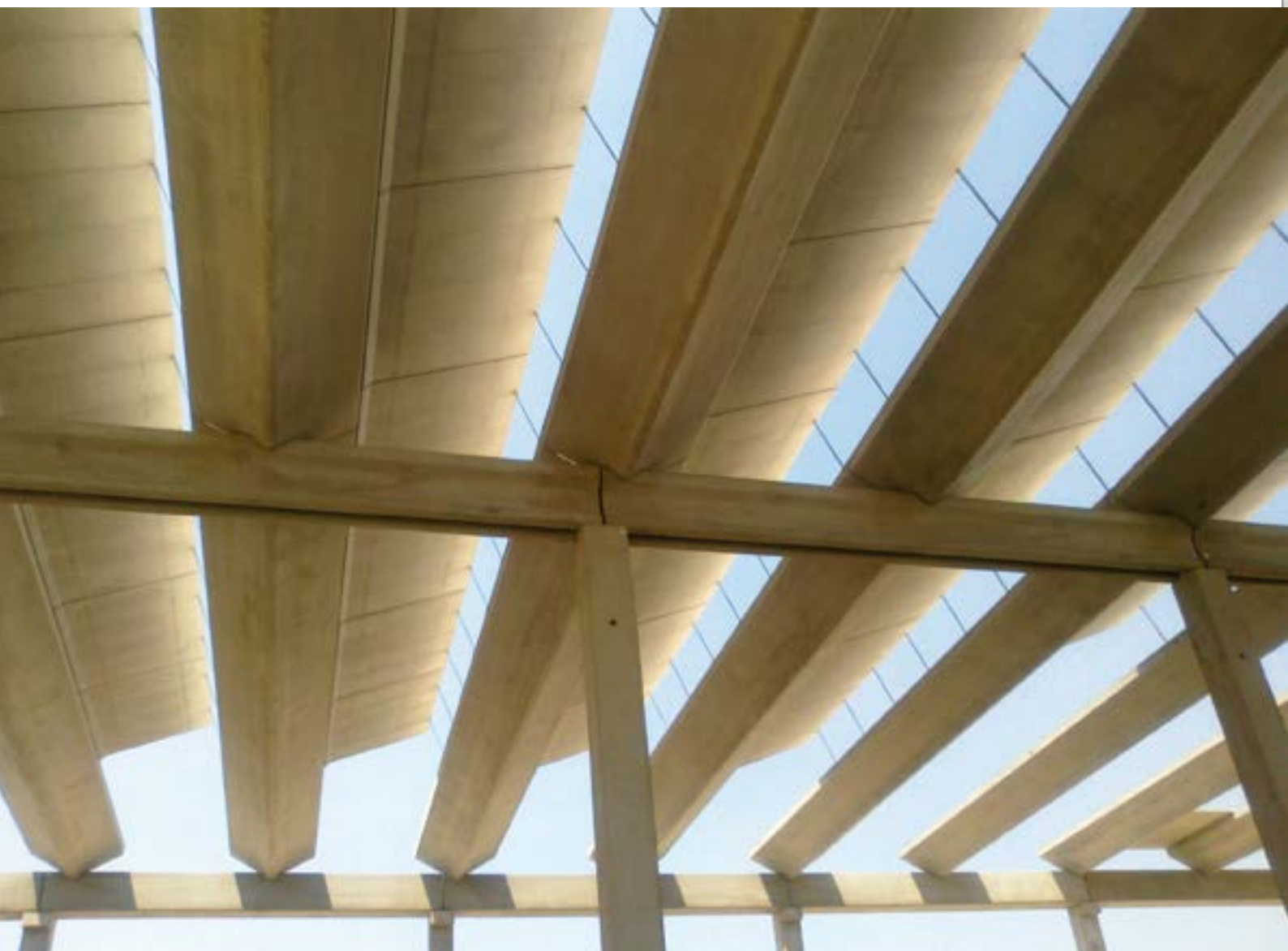
On sait que dans l'industrie de la préfabrication d'éléments réalisés en béton précontraint, pour faire face aux exigences de productivité des coffrages et des équipes de travail des agents de production, il faut des équipements dédiés à la maturation accélérée à utiliser surtout en hiver, lorsque la basse température ralentit sensiblement la réaction d'hydratation du ciment CEM I 52,5 R normalement utilisé.

Next binder SL05NF a été conçu pour des bétons à développement rapide des résistances même à basse température sans recourir à la maturation accélérée.

On observe que le béton préparé avec **Next binder** SL05NF, contrairement à celui préparé avec du ciment CEM I 52,5 R, est indifférent à la basse température d'essai, d'une part, et qu'il atteint à 18 heures des résistances nettement plus élevées que l'autre.

Il est en outre important de remarquer que le retrait du béton préparé avec **Next binder** SL05NF est nettement inférieur à celui du béton préparé avec du ciment CEM I 52,5 R, caractéristique typique des produits ternaires **Next binder**.

Par contre (***) le liant à 5° C demande une mise en œuvre inférieure à 60 minutes car la vitesse élevée de développement des résistances raccourcit les temps de prise et d'ouvrabilité..





4.0 Marquage CE des liants Next

En juin 2013, Buzzi Unicem a obtenu le marquage CE sur la plupart des produits de la ligne Buzzi Unicem **Next** en devenant ainsi le premier producteur d'Europe à avoir obtenu ce résultat dans le domaine des ciments sulfoalumineux, qui ne sont pas réglementés par des normes reconnues au niveau international. L'obtention du marquage prouve qu'il est possible de respecter de sévères contraintes au niveau de la composition, des performances et des caractéristiques de

durabilité du béton comme pour ceux obtenus actuellement avec les ciments Portland.

La conformité des liants **Next** aux ETA n° 13/0417, 13/0418, 13/0419 délivrés par l'organisme européen EOTA, autorise leur emploi en Italie dans la production de béton structural coulé sur place ou en usine pour l'exécution d'éléments préfabriqués.

Elle garantit en particulier la conformité aux normes indiquées ci-dessous.



Groupe de normes rappelées par les ETA n° 13/0417, 13/0418, 13/0419

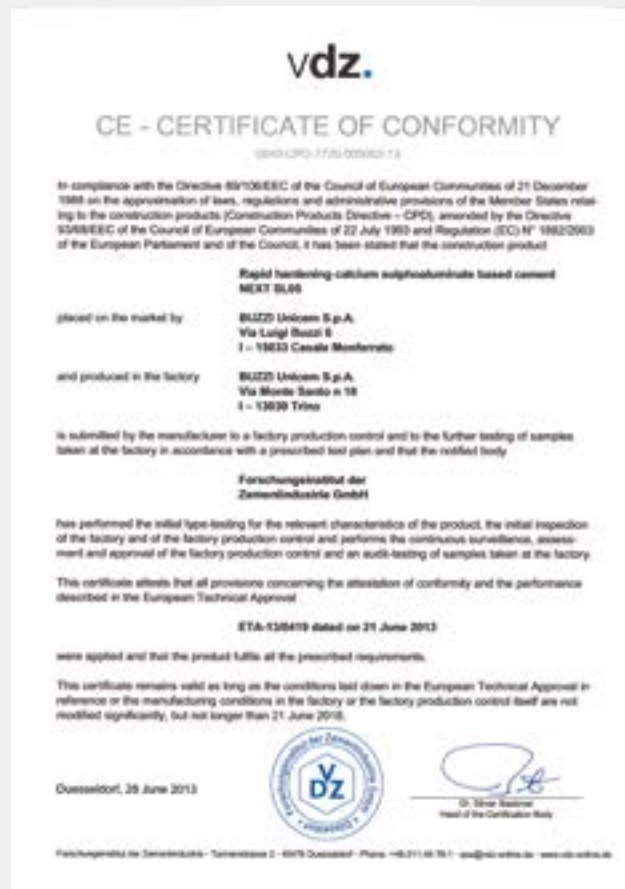
- EN 206 -1 Béton – Spécification, performances, production et conformité
- EN 490 Tuiles en béton et leurs accessoires pour toitures et revêtements muraux - Spécifications de produit
- EN 516 Accessoires préfabriqués pour toitures - Installations pour accès au toit - Passerelles, plans de marche et escabeaux
- EN 1168 Produits préfabriqués en béton - Dalles alvéolées
- EN 1317 Barrières de sécurité routière
- EN 1340 Bordures de trottoir en béton - Prescriptions et méthodes d'essai
- EN 1520 Composants préfabriqués en béton de granulats légers à structure ouverte avec des armatures structurales ou non structurales
- EN 1857 Cheminées - Composants - Conduits de fumées en béton
- EN 1858 Cheminées - Composants - Blocs en béton
- EN 1916 Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé
- EN 1917 Regards de visite et boîtes de branchement en béton non armé, béton fibré acier et béton armé
- EN 12446 Cheminées - Composants - Enveloppes externes en béton
- EN 12737 Produits préfabriqués en béton - Caillebotis pour bétail
- EN 12839 Produits préfabriqués en béton - Eléments pour clôtures
- EN 12843 Produits préfabriqués en béton - Mâts et poteaux
- EN 12951 Accessoires préfabriqués pour toitures - Escaliers fixés en permanence aux toitures – Spécification de produit et méthodes d'essai
- EN 13084 Cheminées industrielles autoportantes
- EN 13224 Produits préfabriqués en béton - Eléments de plancher nervurés
- EN 13877 Chaussées en béton
- EN 13978 Produits préfabriqués en béton - Garages préfabriqués en béton - **Partie I:** Prescriptions pour garages en béton armé réalisés avec des éléments monolithiques ou composés de sections individuelles ayant les dimensions d'un module
- EN 14843 Produits préfabriqués en béton - Escaliers
- EN 14844 Produits préfabriqués en béton - Cadres enterrés
- EN 14992 Produits préfabriqués en béton - Eléments de mur – Propriétés et performances de produit
- EN 15037 Produits préfabriqués en béton - Planchers à poutrelles et entrevous
- EN 15258 Produits préfabriqués en béton - Eléments de murs de soutènement
- EN 15435 Produits préfabriqués en béton - Blocs de coffrage en béton de granulats courants et légers - Propriétés et performances des produits
- EN 15498 Produits préfabriqués en béton - Blocs de coffrage en béton utilisant des copeaux de bois comme granulats - Propriétés et performances des produits

Les dispositions citées dans les ETA concernent des structures réalisées avec du béton préparé avec des liants de la ligne **Next**, ayant une vie utile en exercice de 50 ans: cela permet de les appliquer aux normes de construction italiennes et européennes. Les mortiers préparés avec les produits **Next** sont analogues à ceux préparés avec des ciments conformes à la norme EN 197-1. Rappelons que les normes en vigueur en Italie et en Europe, pour concevoir et réaliser correctement des structures ayant une vie utile de projet de 50

ou 100 ans, prescrivent une analyse scrupuleuse de l'environnement dans lequel chaque élément structural sera construit, le choix correct de la combinaison de classes d'exposition, en se référant à la norme UNI EN 206-1, la prescription relative et la réalisation de l'enrobage des armatures ainsi qu'une mise en œuvre et une maturation adéquates comme le prescrivent les normes techniques de construction de 2008 et les UNI EN 1992-1-1 et UNI EN 13670-1.

ETA et le marquage CE

La procédure pour obtenir du marquage CE qui a duré plus de trois ans a demandé à l'entreprise de mettre en œuvre d'importantes ressources et a impliqué des institutions internationales. EOTA (European Organization of Technical Approval) est l'organisation européenne qui coordonne l'application de procédures mises au point pour demander l'ETA (European Technical Approval = Autorisation Technique Européenne), permettant de remplir le vide réglementaire sur un nouveau produit. Buzzi Unicem a commencé la procédure de délivrance de l'ETA en présentant une demande au DIBt-Deutsches Institut für Bautechnik, membre allemand de l'EOTA, responsable des essais d'évaluation initiaux et de la délivrance de l'ETA fondée sur un document d'évaluation prescrivant de sévères standards de contrôle sur la composition et les performances. L'organisateur certificateur allemand VDZ (Forschungsinstitut der Zementindustrie GmbH) a donc délivré le certificat de conformité aux ETA correspondants et les marquages CE relatifs, un pour chaque formule de la ligne **Next**. Nous reportons à titre d'exemple le certificat de **Next binder** SL05 délivré par VDZ.



 Buzzi Unicem
next
manuel d'utilisation



Remarque: *Les prescriptions ci-dessus, qui sont le fruit de notre expérience, ne sont qu'indicatives. Nous déclinons toute responsabilité en cas de défauts ou de dommages causés par l'usage impropre du produit et lorsque les conditions d'utilisation ne correspondent pas à nos indications. Le Service d'Assistance Technique est à votre entière disposition pour vous donner des conseils sur l'usage correct du produit et l'exécution des essais techniques.*

Buzzi Unicem S.r.l.
via Luigi Buzzi, 6
15033 Casale Monferrato [AL]
Italie
tel +39 0142 416219
fax +39 0142 416320
direzionecommerciale@buzziunicem.it