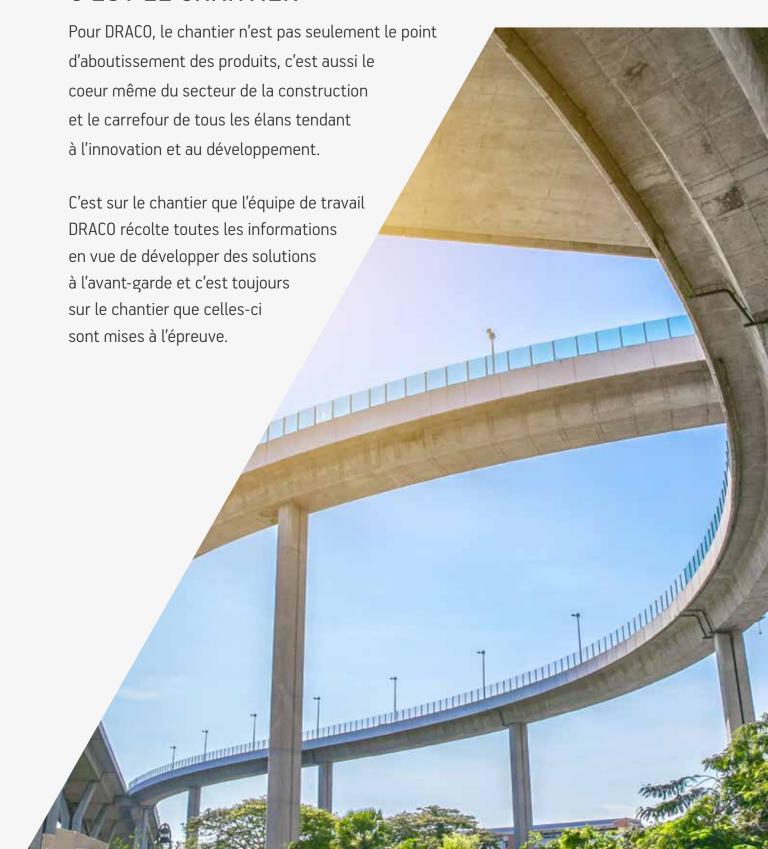


LIVRET TECHNIQUE POUR LA
PRESCRIPTION DES INTERVENTIONS
DE RÉPARATION ET MAINTENANCE
DE GRANDS OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ
ET BÉTON ARMÉ PRÉCONTRAINT

draco-resines.fr

CONSTRUIRE SUR LA QUALITÉ

## CHEZ NOUS, L'ARBITRE C'EST LE CHANTIER



# L'ENTREPRISE UNE TRADITION PROFESSIONNELLE ACQUISE AU FIL DU TEMPS







L'histoire remonte au début des années 80 du siècle dernier, lorsque DRACO fait ses premiers pas dans le domaine des mortiers et des adjuvants pour béton. Depuis lors, la société est caractérisée par une croissance continue et une différenciation de produit, toujours accompagnées d'une spécialisation et d'une présence sur le terrain, afin d'offrir des solutions globales pour tous les domaines de la construction.

Aujourd'hui, DRACO propose assistance et conseil de la conception à la réalisation de l'ouvrage, grâce à une équipe de professionnels au service du client, opérant aussi bien en laboratoire de recherche et développement que sur le chantier.

La recherche continue de performances, appliquées à des technologies diversifiées et à des systèmes à l'avant-garde, nous a conduits à formuler une gamme de produits à même de restaurer des structures en béton présentant n'importe quel degré de dégradation et de garantir pour les structures traitées avec les systèmes DRACO des caractéristiques de performance supérieures aux critères exigés.

Voilà ce que signifie pour nous mettre la qualité DRACO au service des infrastructures italiennes.





# **DRACO: QUALITÉ ET INNOVATION POUR L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT**

## **DEPUIS 1982, DRACO DÉVELOPPE ET PRODUIT DES SOLUTIONS** TECHNIQUES POUR L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT MODERNE

DRACO. Chez processus développement du produit est centré concepteurs, les entreprises, les poseurs de sol industriel et les entreprises de construction. Nous développons des

produits dont les prestations doivent s'exprimer dans des conditions de sur l'obtention de la qualité totale et chantier et résister à l'épreuve du temps. d'une innovation concrète pour les Avec DRACO, vous n'êtes jamais seul : vous pouvez bénéficier à tout moment d'un service d'assistance et de conseil, de la conception à la mise en œuvre.

#### draco-resines.fr









INTRODUCTION	page 7
ÉVALUATION DE LA DÉGRADATION	page 10
PROJET TYPOLOGIQUE MAINTENANCE DES OUVRAGES EN BÉTON	page 12
FOCUS : TECHNOLOGIE <b>CLE</b>	page 15
CYCLES D'APPLICATION POUR LA RESTAURATION DU BÉTON ARMÉ	page 17
RAGRÉAGE DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ	page 18
RESTAURATION DE PILES DE PONTS ET VIADUCS	page 19
RESTAURATION DE POUTRES DE PONTS ET VIADUCS	page 20
RESTAURATION DE DALLES ET DE BORDURES DE PONTS ET VIADUCS	page 21
RESTAURATION DE DOSSERETS ET DE SUPPORTS	page 22
RECONSTRUCTION DE JOINTS STRUCTURELS	page 23
LES PRODUITS POUR LA MAINTENANCE DU BÉTON ARMÉ	page 17
» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND	
» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION	
» SOLUTIONS POUR INJECTIONS ET CONSOLIDATION	page 35
» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT FLUIDES ET EXPANSIFS POUR L'ANCRAGE ET LE SCELLEMENT PAR COULAGE DE STRUCTURES ET DE MACHINES	page 38
» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LE RAGRÉAGE MILLIMÉTRIQUE, LA RESTAURATION DE FAIBLE ÉPAISSEUR ET LA PROTECTION DES SURFACES	_ page 39
» SYSTÈMES POLYMÈRES POUR LE REVÊTEMENT ET LA PROTECTION	page 41
» ADJUVANTS DE CURE ET RETARDATEURS POUR MORTIERS ET MICRO-BÉTONS _	page 44
» PROTECTIONS PASSIVANTES POUR BARRES D'ARMATURE	page 45
TABLEAU DE SYNTHÈSE DES MORTIERS ET MICRO-BÉTONS	
POUR LA RESTAURATION DU BÉTON	page 46
APPROCHE DE LA DURABILITÉ ET DES PHÉNOMÈNES DE DÉGRADATION	page 49
INDEX DES PRODUITS	_ page 66





# GUIDE DE PRESCRIPTION DES SYSTÈMES POUR LA RESTAURATION DES STRUCTURES EN BÉTON

#### » DURÉE DE VIE NOMINALE, DURABILITÉ ET DÉGRADATION DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ ET BÉTON ARMÉ PRÉCONTRAINT

Au début du XXe siècle, les structures en béton armé étaient considérées comme indestructibles, presque éternelles. Aujourd'hui, il suffit de jeter un coup d'œil à nos villes pour comprendre que la réalité est bien différente. Un grand nombre de structures en béton, béton armé et béton armé précontraint sont aujourd'hui touchées par des phénomènes de dégradation et de détérioration.

Selon le décret ministériel italien du 17.01.2018 « Normes techniques pour les constructions », la durée de vie nominale V, d'un ouvrage est, par convention, définie comme le nombre d'années au cours desquelles il est prévu que l'ouvrage, pour autant qu'il fasse l'objet de l'entretien nécessaire, maintienne des niveaux de performance spécifiques, tandis qu'on entend par durabilité d'une structure la capacité de la construction de maintenir, au cours de sa durée de vie nominale, les niveaux de performance pour lesquels elle a été conçue, en tenant compte des caractéristiques environnementales dans lesquelles elle se trouve et du niveau d'entretien prévu. La définition même du concept de durabilité contient toutes les variables dont elle dépend, c'est-à-dire du projet par rapport à l'environnement de service de la structure, de la qualité des matériaux utilisés, de la pose (outre la cure des coulées pour les ouvrages en béton armé), des contrôles en phase d'exécution, de l'environnement dans lequel la structure est insérée, du suivi avec entretien continu et constant. La négligence d'une seule de ces variables compromet la possibilité de garantir la durabilité d'une structure, à moins d'intervenir avec des opérations de restauration importantes et coûteuses. Comme le confirme le chapitre 2 paragraphe 2.2.4. Durabilité du décret ministériel italien du 17.01.2018, qui expose ce qui suit : un niveau de durabilité approprié peut être garanti en élaborant l'ouvrage de construction et la manutention qui s'y rapporte de telle sorte que la dégradation de la structure susceptible de survenir pendant la durée de vie théorique du projet ne fasse pas reculer les performances de la construction en dessous du niveau prévu. À l'instar des phases de projet, réalisation, cure et contrôle, il est nécessaire de prendre en considération deux autres phases fondamentales et étroitement liées : le suivi (continu et constant) et l'entretien d'une structure, pour lesquels le plan de maintenance de l'ouvrage devient partie intégrante du projet.

Définir la **durée de vie nominale V\_N** d'un ouvrage revient à garantir que les performances et le degré de sécurité propres à chaque structure soient maintenus pendant toute sa durée de vie. La **durée de vie nominale** doit être considérée à part entière comme une performance structurale, elle doit être correctement analysée et étudiée en phase de conception et doit être assurée à travers un dimensionnement correct des structures, un choix opportun des matériaux, des interventions d'entretien constantes et continues, afin de garantir le maintien de la résistance et de la fonctionnalité au fil du temps.

Les phénomènes de dégradation dus à un manque d'entretien, à des conditions environnementales et/ou d'exposition défavorables, à une mauvaise conception, à une pose incorrecte du béton, à un compactage inexistant et/ou incorrect et à une maturation humide inexistante et/ou incorrecte de la coulée, déterminent une réduction de la capacité fonctionnelle des structures bien avant qu'elles atteignent leur **durée de vie nominale** prévue en phase de conception. Conformément au décret ministériel italien du 17.01.2018, le concepteur doit déclarer dans le projet la durée de vie nominale de la structure en fonction de la typologie de constructions : à partir d'un minimum de 10 ans pour les constructions temporaires et provisoires, jusqu'à





50 ans pour celles présentant des niveaux de performances ordinaires et 100 ans pour les constructions présentant des niveaux de performances élevées. Le décret indique également les classes de subdivision des constructions auxquelles le concepteur doit se conformer, en ce qui concerne les conséquences d'une interruption d'exploitation ou d'un éventuel effondrement, de la classe I à la classe IV (paragraphe 2.4.2 - décret ministériel italien du 17.01.2018).

Les coûts directs et indirects, les dysfonctionnements et/ou désagréments pour les utilisateurs et la collectivité liés à l'apparition desdites problématiques sont très onéreux et augmentent proportionnellement à la durée de développement de ces phénomènes. Dans le chapitre 11 du décret ministériel, le **parcours conduisant à la durabilité** des structures en béton armé est explicité et figure ci-dessous. Afin de garantir la durabilité des structures en béton armé ou précontraint, exposées à l'action de l'environnement, il est nécessaire d'adopter des mesures visant à limiter les effets de dégradation liés à l'attaque chimique, physique et ceux découlant de la corrosion des armatures et ces cycles de gel/dégel. À cette fin, après avoir dûment évalué les conditions environnementales du site où se trouvera la construction ou celles d'utilisation, conformément aux indications du **tableau 4.1.III** des présentes dispositions, il est nécessaire d'indiquer en phase de projet les caractéristiques du béton à utiliser en accord avec les lignes directrices applicables au béton de structure publiées par le Service technique central du Conseil supérieur des travaux publics en se référant également, en l'absence d'analyses spécifiques, aux normes UNI EN 206 et UNI 11104.

En outre, il est nécessaire de respecter les valeurs de l'enrobage minimal visé au point 4.1.6.1.3, ainsi que le mode et la durée de cure humide conformément à la norme UNI EN 13670, aux lignes directrices applicables au béton de structure et aux lignes directrices pour l'évaluation des caractéristiques du béton en place publiées par le Service technique central du Conseil supérieur des travaux publics. Aux fins de l'évaluation de la durabilité, dans l'élaboration des prescriptions sur le béton, il est possible de prescrire également des essais pour le contrôle de la résistance à la pénétration des agents agressifs, comme le dioxyde de carbone et les chlorures. En outre, il est possible de tenir compte du degré d'imperméabilité du béton, en déterminant la valeur de la profondeur de pénétration de l'eau sous pression. Pour le test de détermination de la profondeur de la pénétration de l'eau sous pression dans le béton durci, il peut être utile de se référer à la norme UNI EN 12390-8. Ces indications peuvent être considérées comme des directives au cours des différentes phases qui caractérisent la structure et les actions correspondantes. Concernant les actions, le paragraphe 2.5.1. Classification des actions définit action toute cause ou ensemble de causes capable d'entraîner des états limites dans une structure, tandis que le paragraphe 2.5.1.1. Classification des actions selon leur mode de manifestation propose une distinction entre actions directes, déterminées par des forces concentrées et des charges distribuées, fixes ou mobiles, actions indirectes causées par des déplacements imposés, des variations de température et du taux d'humidité, de retrait, de précontrainte, de tassement, etc., et action de la détérioration, définie endogène si elle correspond à une altération naturelle du matériau dont la structure est constituée ou exogène si elle correspond à une altération des caractéristiques des matériaux dont la structure est constituée, due à des agents externes. Les mesures de protection contre la dégradation excessive doivent être établies en tenant compte des conditions environnementales prévues et la protection doit être obtenue à travers un choix opportun des détails, des matériaux, des dimensions structurelles, avec l'éventuelle application de substances ou de revêtements de protection, ainsi qu'avec l'adoption d'autres mesures de protection active ou passive.

Conformément au paragraphe **4.1.2.2.4.2 Conditions environnementales** du décret ministériel 17.01.2018 Afin de protéger les armatures métalliques contre la corrosion et le béton contre la dégradation, les conditions environnementales peuvent être divisées en ordinaires, agressives et très agressives, conformément aux indications du **Tableau 4.1.III** relatif aux classes d'exposition définies dans les Lignes directrices applicables

CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES	CLASSE D'EXPOSITION
ORDINAIRES	X1 - XC1 - XC2 - XC3 - XF1
AGRESSIVES	XC4 - XD1 - XS1 - XA1 - XA2 - XF2 - XF3
TRÈS AGRESSIVES	XD2 - XD3 - XS2 - XS3 - XA3 - XF4

Tableau 4.1.III du décret ministériel 17.01.2018 · Description des conditions environnementales



au béton de structure publiées par le Service technique central du Conseil supérieur des travaux publics ainsi que par la norme UNI EN 206:2016. Quant aux classes d'exposition, celles qui concernent la corrosion des armatures sont les classes XC1 - XC2 - XC3 - XC4, XD1 - XD2 - XD3 et XS1 - XS2 - XS3, tandis que les classes d'exposition XF1 - XF2 - XF3 - XF4, XA1 - XA2 - XA3 concernent uniquement la dégradation du béton.

Afin de garantir la durabilité des structures en béton armé, les armatures doivent être protégées par une couche adaptée de recouvrement du béton (enrobage) qui doit être dimensionnée en fonction de l'agressivité de l'environnement et de la sensibilité des armatures à la corrosion, en tenant compte également des tolérances de pose des armatures ; on peut, pour cela, se référer à la norme UNI EN 1992-1-1 (paragraphe 4.1.6.1.3 Enrobage et espacement - décret ministériel du 17.01.2018).

Pour une approche raisonnée de la durabilité, la définition des environnements d'exposition des structures et un approfondissement sur les phénomènes de dégradation, se reporter au chapitre de la page 49 du présent livret. L'étude de l'environnement et de ses agressions sur les structures en général et plus spécifiquement sur les structures en béton armé est déterminante afin de garantir la durée de vie nominale prévue. Pour conclure, comme souligné à plusieurs reprises, cet objectif peut être atteint à travers un « parcours » conduisant à la durabilité à partir de la conception, en passant par l'exécution correcte, la cure, un contrôle strict de la part de la maîtrise d'ouvrage, et un suivi continu dans le temps des structures, ou de détails de celles-ci, par le biais d'actions d'entretien préventives. Par conséquent, dans la « filière magique de la durabilité », personne n'est exclu, du concepteur au testeur, en passant par le fabricant de matériaux, l'entreprise exécutrice et la maîtrise d'ouvrage, et jusqu'au donneur d'ordre une fois que l'ouvrage est en service, par des actions constantes et continues de suivi et d'entretien.

Ce guide se veut un livret technique d'assistance aux différentes figures professionnelles impliquées dans la réalisation d'un ouvrage pour la prescription des interventions de réparation et de maintenance de grands ouvrages en béton armé et en béton armé précontraint.

#### » LA RESTAURATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ ET BÉTON ARMÉ PRÉCONTRAINT

Les objectifs ultimes d'une opération de récupération d'une structure en béton armé peuvent être résumés ainsi: restauration de la sécurité, restauration de la fonctionnalité et amélioration esthétique des ouvrages. Les ouvrages d'art en béton armé sont aujourd'hui non seulement agressés par les conditions environnementales au sein desquelles elles ont été réalisées, mais elles doivent, dans le cadre de leur exploitation, affronter de nouvelles conditions par rapport à l'époque à laquelle elles ont été conçues et projetées, comme l'augmentation considérable du volume du trafic qui concerne la majeure partie des infrastructures de notre pays. En ce sens, chaque intervention d'entretien doit s'inscrire dans le cadre d'objectifs spécifiques pouvant être classés en deux grandes catégories: la résolution des problèmes structurels découlant de la dégradation déjà persistante sur les matériaux et la protection de la structure contre la dégradation future pendant toute la durée de vie nominale de l'ouvrage.

Grâce à ce rapide aperçu introductif, il apparaît que pour concevoir correctement une intervention d'entretien du béton armé, il est essentiel de reconnaître tout d'abord les types et les degrés d'altération, de rechercher les causes de la dégradation et de déterminer si la pathologie observée concerne seulement des éléments structurels individuels ou si elle peut avoir des répercussions de caractère global.

Dans les grands ouvrages en béton armé, la prescription et la réalisation des interventions d'entretien, aussi bien ordinaire qu'extraordinaire, doivent être confiées exclusivement à des professionnels compétents et experts du secteur, à des ouvriers qualifiés et à des produits certifiés conformément à la réglementation en vigueur.

La norme **UNI EN 1504** *Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton* constitue notamment la réglementation de référence pour les matériaux impliqués dans les cycles de restauration et rassemble aussi un ensemble d'informations techniques essentielles pour concepteurs, applicateurs et maîtres d'ouvrage, en définissant les principes des interventions et en fournissant un guide de sélection des systèmes les plus appropriés à l'usage prévu.





## **ÉVALUATION DE LA DÉGRADATION**

#### » ÉVALUATION DU TYPE D'INTERVENTION EN FONCTION DU NIVEAU DE DÉGRADATION

Les conditions environnementales ordinaires et/ou agressives, aussi bien atmosphériques que climatiques et météorologiques comme la présence de dioxyde de carbone, d'eau et d'humidité, la présence de chlorures atmosphériques, la récurrence de variations de température de plus en plus sévères et la répétition de l'effet destructeur du cycle gel/dégel (en hiver) exposent les structures à différentes typologies de vulnérabilité, y compris celles susceptibles de compromettre leur sécurité au cours de leur exploitation, aussi bien au niveau local que global. Ces conditions adverses agissent souvent de façon combinée et entraînent des effets négatifs réduisant sensiblement la durabilité de l'ouvrage.

Dans le tableau ci-dessous et dans les chapitres suivants sont présentées différentes propositions techniques visant à l'évaluation des matériaux les plus adaptés aux reconstructions volumétriques avec des produits à base de ciment (de consistance thixotrope ou à couler) et pour les traitements de protection, tous produits en accord avec la norme **UNI EN 1504** citée plus haut.

NIVEAU DE DÉGRADATION	Technologie d'intervention	Code Anas
		B.09.105.1.a
SANS DÉGRADATION SUPERFICIELLE ÉVIDENTE	PROTECTION AVEC SYSTÈMES	B.09.105.1.b
SANS DEGRADATION SOI ENTICIELLE EVIDENTE	FILMOGÈNES EN RÉSINE	B.09.105.2
		B.09.115
		B.09.215.a
LÉGÈREMENT DÉGRADÉ	RAGRÉAGE AVEC CIMENTS	B.09.215.b
	ANTI-CARBONATATION	B.09.215.c
		B.09.220.1.a
MOYENNEMENT DÉGRADÉ	RESTAURATION AVEC MORTIERS À BASE	B.09.220.2.a
MOTENNEMENT DEGRADE	DE CIMENT THIXOTROPES OU À COULER, ÉPAISSEURS JUSQU'À 5 CM	B.09.220.3
		B.09.220.4
	RESTAURATION AVEC MORTIERS ET MICRO-	B.09.215.a
FORTEMENT DÉGRADÉ	BÉTONS À BASE DE CIMENT THIXOTROPES OU À COULER, ÉPAISSEURS JUSQU'À 10 CM	B.09.215.b
	RESTAURATION AVEC MICRO-BÉTONS	B.09.260.a
GRAVEMENT DÉGRADÉ	OU BÉTONS FLUIDES, ÉPAISSEURS	B.09.260.b
	SUPÉRIEURES À 10 CM	B.09.260.c
INTERVENTIONS RAPIDES ET	MORTIERS À COULER PRÉMÉLANGÉS AVEC FIBRES EN ACIER	B.09.305.a
BASSES TEMPÉRATURES	À PRISE RAPIDE	B.09.305.b



L'identification des matériaux part de l'évaluation de l'épaisseur de la dégradation, un paramètre géométrique qui, naturellement, ne peut être considéré comme exhaustif dans l'examen de la pathologie et qui doit donc être accompagné d'autres niveaux de diagnostic (de nature analytique, chimique et morphologique) qui, ensemble, sont à même de fournir un cadre pertinent avec le niveau de connaissance attendu et le type d'intervention qu'on s'apprête à mettre en place, sur la base du projet d'exécution correspondant.

Évaluation de la dégradation	Typologie de restauration	PRODUITS Conseillés
Protection structures peinture béton	Protection béton à base de résine polyuréthane élastomère	PRIMER ES40 + POLIFLEX PP
Protection structures peinture béton	Protection béton mono-composant à base de résine acrylique élastomère	ACRIFLEX + ACRIPRIMER
Protection structures peinture béton	Protection béton avec couche rigide mono-composant de résine méthacrylique	DRACOLOR
Protection structures peinture béton	Traitement hydrophobe de béton armé	IDROSILOXAN
Dégradation <i>légère</i> réparation superficielle ép. 2-10 mm	Mortier bi-composant additionné de polymères 2 mm min.	MAGIFLEX CLE
Dégradation <i>légère</i> réparation superficielle ép. 2-10 mm	Mortier bi-composant additionné de polymères ép. 3-6 mm	FLUECO 45 T2 BM
Dégradation <i>légère</i> réparation superficielle ép. 2-10 mm	Mortier bi-composant additionné de polymères ép. 7-10 mm	FLUECO 45 T2 BM
Dégradation <i>moyenne</i> réparation ép. 10-50 mm	Mortier thixo BI-COMPOSANT avec polymères (FAIBLE MODULE	FLUECO 80T2
Dégradation <i>moyenne</i> réparation ép. 10-50 mm	Mortier thixo RENFORCÉ de fibres synthétiques en polyacrylonitrile	FLUECO 80T FIBER
Dégradation <i>moyenne</i> réparation ép. 10-50 mm	Mortier à couler renforcé de fibres synthétiques EN ACIER	FLUECO 80C SFR
Dégradation <i>moyenne</i> réparation ép. 10-50 mm	Mortier à couler renforcé de fibres synthétiques EN ACIER	FLUECO 80C SFR
Dégradation <i>profonde</i> - réparation ép. 60-100 mm	Béton prédosé marqué CE expansif avec fibres en polyacrylonitrile	FLUECO 60
Dégradation <i>profonde</i> - réparation ép. 60-100 mm	Béton prédosé marqué CE expansif avec fibres en acier	FLUECO 80C SFR
Dégradation <i>très profonde</i> - réparation > 100 mm	Rck > 45 MPa	DRACOFLOW ou Dracoflow LS
Dégradation <i>très profonde</i> - réparation > 100 mm	Rck > 65 MPa + fibres synthétiques	DRACOFLOW + FIBERBÉTON
Dégradation <i>très profonde</i> - réparation > 100 mm	Rck > 65 MPa + fibres acier	DRACOFLOW LF
Interventions rapides et à basse température	Mortier À COULER prémélangé avec fibres en acier à développement rapide des résistances mécaniques	FLUECO 80 C QUICK
Interventions rapides et à basse température	Béton prédosé et marqué CE (mortier +35 % gravillon)	FLUECO 80C SFR + Gravillon





## PROJET TYPOLOGIQUE MAINTENANCE DES OUVRAGES EN BÉTON

Après les événements catastrophiques de ces dernières années, le secteur des infrastructures italiennes doit affronter une période extrêmement délicate qui rappelle à tous les protagonistes de la filière (inspecteurs, organismes gestionnaires et chargés du contrôle, concepteurs, entreprises, maîtres d'ouvrage et fabricants) de déployer engagement et professionnalisme à des niveaux de plus en plus élevés. Dans cette optique, **DRACO** S.p.A. choisit de mettre à

NIVEAU DE DÉGRADATION	Définition cycle d'intervention	Épaisseur	Caractéristique distinctive
	PROTECTION DES STRUCTURES peinture béton	microns	TRAITEMENTS DE PROTECTION DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ
LÉGER	RÉPARATION  Superficielle  Superficielle	2 mm 3 - 10 mm	RAGRÉAGE DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ AVEC MORTIERS PRÉMÉLANGÉS ADDITIONNÉS DE POLYMÈRES
MOYEN	RÉPARATION  Moyenne  Moyenne  Moyenne	10 - 50 mm 10 - 50 mm 10 - 50 mm	MORTIERS PRÉMÉLANGÉS BI-COMPOSANTS ET MONO-COMPOSANTS
PROFOND	RÉPARATION  Profonde  Profonde	60 - 100 mm 60 - 100 mm	BÉTONS PRÉDOSÉS MARQUÉS CE
TRÈS PROFOND	RÉPARATION  Très profonde  Très profonde  Très profonde	> 100 mm > 100 mm > 100 mm	BÉTONS À RETRAIT COMPENSÉ



disposition son expertise en matière de produits certifiés, dont la prescription représente souvent l'un des moments les plus importants pour la bonne réussite des interventions. **DRACO** S.p.A a élaboré 10 documents graphiques pour l'entretien extraordinaire des infrastructures en se basant sur l'un des documents de référence pour tout le secteur : la liste des entretiens extraordinaires **Anas** pour les travaux de restauration sur des ouvrages d'art, **CHAPITRE B.09**.

	Code Anas		Produit		DOCUMENT GRAPHIQUE
	B.09.105.1.a —	•	PRIMER ES 40 POLIFLEX PP		
	B.09.105.2	-	DRACOLOR	-	TAB. <b>0 1</b>
-	B.09.115 —	•	IDROSILOXAN		
•	B.09.215.a	•	MAGIFLEX CLE	<b>→</b>	TAB. 0 2
	B.09.215.b B.09.215.c	•	FLUECO 45 T2 BM	<b>→</b>	TAB. 0 3
-	B.09.220.1	•	FLUECO 80 T2	<b>→</b>	TAB. 0 4
	B.09.220.2	•	FLUECO 80 T FIBER	-	TAB. <b>0 5</b>
	B.09.220.3 B.09.220.4		FLUECO 80 C SFR	-	TAB. 0 6
	B.09.230.a —	•	FLUECO 60	<b>→</b>	TAB. 0 7
	B.09.230.b	•	FLUECO 80 C SFR	<b>→</b>	TAB. 08
	B.09.260.a —	•	DRACOFLOW ou DRACOFLOW LS		
	B.09.260.b	•	DRACOFLOW + FIBERBÉTON	-	TAB. <b>0 9</b>
	B.09.260.c —	•	DRACOFLOW LF		



## LES PRODUITS POUR LA MAINTENANCE DU BÉTON ARMÉ

Le tableau ci-dessous comprend **une liste de plus de 30 produits** qui peuvent être favorablement pris en considération pour différents types d'intervention et en fonction de certains niveaux de dégradation, dans le cadre du secteur complexe des entretiens ordinaires et extraordinaires des grands ouvrages en béton armé.

NIVEAU DE DÉGRADATION	INTERVENTION	PRODUITS CONSEILLÉS
Sans dégradation superficielle évidente	Protection avec systèmes filmogènes en résine	► ACRIFLEX ► ACRIPAINT ► DRACOLOR ► EPOWALL ALM ► POLIFLEX PP
Légèrement dégradé	Ragréage avec ciments anti-carbonatation	► CONCRETE FINISHER  ► CONCRETE FINISHER 2  ► MAGIFLEX CLE  ► MAGIFLEX BRAVO  ► EPOMALT
Moyennement dégradé	Restauration manuelle ou au pistolet avec des mortiers à base de ciment thixotropes ou à couler	► FLUECO 35  ► FLUECO 75  ► FLUECO 55 T  ► FLUECO 80 T2  ► FLUECO 80 C  ► FLUECO 80 C FLOWFIBER  ► FLUECO 80 C QUICK  ► FLUECO 175 T CR FR  ► FLUECO 175 C CR FR  ► FLUECO BLITZ  ► FLUECO BLITZ  ► FLUECO BLITZ R4  ► FLUECO 45 T2 BM  ► FLUECO 100 C SFR  ► FLUECO 80 C SFR  ► FLUECO 80 T FIBER
Gravement dégradé	Chemisage ou restauration avec micro-bétons thixotropes, à couler ou avec des bétons fluides	► FLUECO 60  ► FLUECO 60 QUICK  ► FLUECO 80 T GG  ► DRACOFLOW  ► DRACOFLOW LF  ► DRACOFLOW LS  ► PRESIDIO SRA  ► DRACOSTEEL  ► DRACOSTEEL  ► TIME EXTENDER



#### TECHNOLOGIE CLE

Les grandes infrastructures comme les ponts ont été conçues et réalisées dans le but que leurs performances mécaniques et fonctionnelles soient maintenues pendant des périodes prolongées. Cependant, le cycle de vie de beaucoup de ces ouvrages touche à son terme.

C'est dans ce contexte que naît la nécessité de rechercher, développer et produire des solutions technologiques destinées au secteur des grands ouvrages existants, à même de fournir une durabilité ajoutée aux structures.

DRACO donne ainsi naissance à CLE « Concrete Life Extender », une famille de produits innovants au contenu technologique élevé et aux performances certifiées et basées sur des campagnes expérimentales précises et réglementées, qui se positionnent au sommet de leurs catégories de produits respectives en matière de protection conformément aux principes de revêtement et d'imprégnation et des méthodes relatives aux défauts du béton et contenues dans la norme UNI EN 1504-9.



## MAGIFLEX CLE

Mortier à base de ciment élastique bi-composant pour le revêtement et la protection de grands ouvrages en béton soumis à des contraintes importantes présentant une grande résistance à la fissuration et à la pénétration d'agents agressifs et dégradants (comme le  $\rm CO_2$  et les chlorures) correspondant à une importante couche de béton C32/40 sacrificiel, équivalente à 120 mm.



Produit liquide innovant à double fonction (adjuvant en masse pour nouveaux mélanges ou agent d'imprégnation à capacité de migration sur bétons existants) et triple performance significative : réduction de 50 % du phénomène d'expansion dû à la réaction RAG alcali-granulat, inhibition des phénomènes de corrosion des barres d'armature avec réduction indicative supérieure à 50 % et augmentation de la capacité hydrofuge du béton avec une réduction de 33 % de l'absorption d'eau.







# CYCLES D'APPLICATION POUR LA RESTAURATION DU BÉTON ARMÉ

L'inspection, le contrôle et la vérification de l'état de santé des structures d'un pont impliquent l'évaluation d'actions de nature mécanique, physique et chimique conditionnant la durabilité de l'ouvrage, ainsi que le choix de matériaux adaptés à l'entretien.

Les pages suivantes présentent une série de situations récurrentes faisant référence à une certaine famille de produits qui peuvent constituer un cycle de réparation et de protection conforme aux dispositions de la norme **UNI EN 1504**. Toutefois, on exclut fermement la possibilité d'une approche simplifiée, notamment vis-à-vis de cycles de réhabilitation structurelle, en soulignant à nouveau l'importance absolue d'une évaluation analytique et diagnostique préalable des conditions actuelles.

- RAGRÉAGE DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ
- RESTAURATION DE PILES DE PONTS ET VIADUCS
- RESTAURATION DE POUTRES DE PONTS ET VIADUCS
- RESTAURATION DE DALLES ET DE BORDURES DE PONTS ET VIADUCS
- RESTAURATION DE DOSSERETS ET DE SUPPORTS
- RECONSTRUCTION DE JOINTS STRUCTURELS

#### EXPERTISE TECHNIQUE GRANDES INFRASTRUCTURES

#### « AU SERVICE DES INFRASTRUCTURES ITALIENNES »

**DRACO** S.p.A. prête depuis toujours une attention toute particulière à la bonne prescription conceptuelle et à l'assistance technique sur le chantier, pour une exécution correcte des interventions. C'est pour cette raison que, dans la continuité de l'intense activité de recherche & développement de nouvelles solutions, comme les récentes **technologies CLE** « **Concrete Life Extender** », un **pool de professionnels** experts consacré au secteur des grands ouvrages d'infrastructure a été organisé. Pour le développement de projets conformes, dès leur conception préliminaire, et dans le respect de la réglementation en vigueur et de tous les principes qu'elle contient, il est possible de demander des **CONSEILS SPÉCIALISÉS PERSONNALISÉS**, notamment pour l'obtention de contenus et de services supplémentaires pour accompagner les différentes phases de la conception et de la maîtrise d'ouvrage :

- Définition d'analyse de prix et postes de cahier des charges pour les travaux se rapportant également au projet typologique des entretiens Anas.
- Rapports exclusifs pour des améliorations techniques dans le cadre d'appels d'offres avec le critère de l'offre économiquement la plus avantageuse.
- Certificats de laboratoire et rapports d'essai conformément à la réglementation en vigueur.
- Assistance aux différents niveaux de conception préliminaire, définitive et exécutive.
- Assistance sur le chantier aux entreprises pour la mise en œuvre correcte des matériaux.
- Assistance aux maîtrises d'ouvrage pour le contrôle physique des travaux.
- · Assistance aux testeurs pour les contrôles documentaires des produits employés.



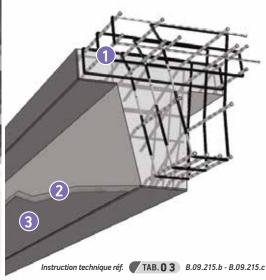


#### PRINCIPAUX CYCLES D'APPLICATION

## RAGRÉAGE DE STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

» RÉPARATION SUPERFICIELLE AVEC MORTIER BI-COMPOSANT ADDITIONÉ DE POLYMÈRES. Épaisseurs comprises entre 3 et 10 mm





#### PRODUITS UTILISÉS





#### >>> DRACOSTEEL MONO

Traitement ré-alcalinisant de protection contre la corrosion des fers d'armature.



#### > FLUECO 45 T2 BM

Mortier thixotrope bicomposant renforcé de fibres à faible module élastique pour la restauration de la couche corticale de structures en béton armé dans des environnements agressifs.



#### >> ACRIFLEX

Résine de protection flexible imperméable anticarbonatation pour structures en béton.

>> FLUECO 45 T2 BM: restauration, reconstructions volumétriques et revêtements dans des environnements fortement agressifs, grâce à l'application d'un mortier thixotrope bi-composant à faible module d'élasticité et à retrait compensé, de type FLUECO 45 T2 BM de Draco Italiana S.p.A., à appliquer sur une épaisseur pouvant atteindre jusqu'à 2 cm par couche. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.

**>> ACRIFLEX:** revêtement de protection de structures en béton avec résine acrylique en dispersion aqueuse flexible et imperméable, efficace contre la carbonatation, résistant aux agents atmosphériques et aux rayons UV, de type **ACRIFLEX** de DRACO Italiana S.p.A. ACRIFLEX doit être appliqué manuellement au pinceau, au rouleau ou au pistolet avec un appareil à faible pression, en plusieurs couches croisées. Le produit doit être conforme aux exigences minimales de la norme EN 1504-2 revêtement (C) selon les principes PI (méthode 1.3) - MC (méthode 2.2) pour la protection des structures en béton.



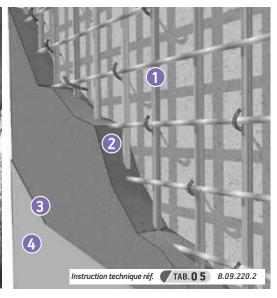


#### RESTAURATION DE PILES DE PONTS ET VIADUCS

» RÉPARATION STRUCTURALE AVEC MORTIER THIXOTROPE ET RAGRÉAGE AVEC MORTIER POLYMÈRE BI-COMPOSANT. Épaisseurs comprises entre 10 et 50 mm







#### PRODUITS UTILISÉS





#### >> DRACOSTEEL MONO

Traitement ré-alcalinisant de protection contre la corrosion des fers d'armature.



#### >> FLUECO 80T FIBER

Mortier thixotrope de réparation structurale renforcé de fibres à retrait compensé pour des réparations dans des environnements très agressifs.



#### >>> MAGIFLEX CLE

Mortier à base de ciment élastique bi-composant pour le revêtement et la protection de grands ouvrages en béton soumis à des contraintes importantes.



#### >> ACRIFLEX

Résine de protection flexible imperméable anticarbonatation pour structures en béton.

>> FLUECO 80 T FIBER: récupération structurelle et reconstruction volumétrique exécutées à l'aide d'un mortier thixotrope de réparation structurale, renforcé de fibres, à retrait compensé et résistant aux sulfates, de type FLUECO 80 T FIBER de DRACO Italiana S.p.A., à appliquer en couches jusqu'à 5 cm d'épaisseur, sans l'aide de treillis électro-soudé. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.

>> MAGIFLEX CLE: protection et ragréage élastique de surfaces en béton exécutés par application à la spatule ou au pistolet de mortier bi-composant à base de liants de type ciment, de granulats sélectionnés à grain fin, de fibres synthétiques et de résines acryliques spécifiques en dispersion aqueuse, pour une épaisseur finale non inférieure à 2 mm, de type MAGIFLEX CLE de DRACO Italiana S.p.A. Le produit doit être conforme aux exigences minimales de la norme EN 1504-2 revêtement (C), selon les principes PI, MC et IR pour la protection du béton. Si, sur un fonds en ciment, la formation de microfissures de tassement est attendue, il est nécessaire d'interposer, entre la première et la seconde couche de produit, MAGINET, le treillis résistant aux alcalis, maille 8 x 8 mm.



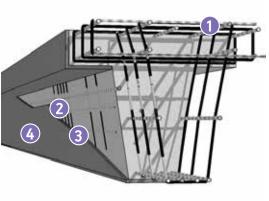


#### PRINCIPAUX CYCLES D'APPLICATION

#### RESTAURATION DE POUTRES DE PONTS ET VIADUCS

» RÉPARATION STRUCTURALE AVEC MORTIER THIXOTROPE BI-COMPOSANT ET RAGRÉAGE AVEC MORTIER POLYMÈRE BI-COMPOSANT. Épaisseurs comprises entre 10 et 50 mm





Instruction technique réf. TAB. 0 4 B.09.220.1

#### PRODUITS UTILISÉS









#### >>> DRACOSTEEL MONO

Traitement ré-alcalinisant de protection contre la corrosion des fers d'armature.

#### >> FLUECO 80 T2

Mortier thixotrope bicomposant de réparation structurale renforcé de fibres et modifié aux polymères pour des réparations dans des environnements très agressifs.

#### >> MAGIFLEX CLE

Mortier à base de ciment élastique bi-composant pour le revêtement et la protection de grands ouvrages en béton soumis à des contraintes importantes.

#### ACRIFLEX

Résine de protection flexible imperméable anticarbonatation pour structures en béton.

>> FLUECO 80 T2 : restauration structurelle, reconstructions volumétriques et revêtements dans des environnements fortement agressifs, grâce à l'application d'un mortier thixotrope bi-composant, de type FLUECO 80 T2 de DraCO Italiana S.p.A., à appliquer en couches jusqu'à 5 cm d'épaisseur. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.

» MAGIFLEX CLE : protection et ragréage élastique de surfaces en béton exécutés par application à la spatule ou au pistolet de mortier bi-composant à base de liants de type ciment, de granulats sélectionnés à grain fin, de fibres synthétiques et de résines acryliques spécifiques en dispersion aqueuse, pour une épaisseur finale non inférieure à 2 mm, de type MAGIFLEX CLE de DRACO Italiana S.p.A. Le produit doit être conforme aux exigences minimales de la norme EN 1504-2 revêtement (C), selon les principes PI, MC et IR pour la protection du béton. Si, sur un fonds en ciment, la formation de microfissures de tassement est attendue, il est nécessaire d'interposer, entre la première et la seconde couche de produit, MAGINET, le treillis résistant aux alcalis, maille 8 x 8 mm.

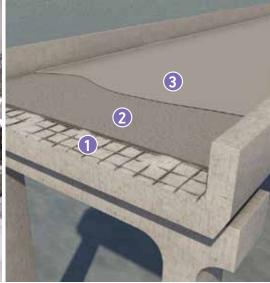




#### RESTAURATION DE DALLES ET DE BORDURES DE PONTS ET VIADUCS

» RÉPARATION STRUCTURALE AVEC MORTIER À COULER ET IMPERMÉABILISATION AVEC REVÊTEMENT BI-COMPOSANT ÉLASTIQUE ÉPOXY-BITUMINEUX. Épaisseurs comprises entre 30 et 100 mm





#### PRODUITS UTILISÉS







#### >>> DRACOSTEEL MONO

Traitement ré-alcalinisant de protection contre la corrosion des fers d'armature.

#### >>> FLUECO 80C SFR

Mortier prémélangé à base de ciment à couler, à expansion contrariée à l'air et à ductilité élevée, contenant des fibres synthétiques et renforcé de fibres rigides en acier.

#### >>> ELASTOBITUME

Revêtement imperméabilisant bi-composant élastique époxy bitumineux sans solvant.



#### > FLUECO 80C FLOWFIBER

Mortier prémélangé super fluide, renforcé de fibres, à retrait compensé avec cure à l'air libre pour la réparation structurale du héton par coulage

- >> FLUECO 80 C SFR: récupération structurelle et restauration de structures en béton par coulage de mortier à base de ciment, renforcé de fibres, à retrait compensé et résistant aux sulfates, de type FLUECO 80 C SFR de DRACO Italiana S.p.A. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.
- >> ELASTOBITUME: imperméabilisation continue flexible du platelage par application de revêtement bi-composant époxy-bitumineux imperméable élastique et anticorrosion, de type ELASTOBITUME de DRACO Italiana S.p.A. Le produit est caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et une excellente résistance mécanique, thermique, chimique et aux conditions atmosphériques, et doit être conforme à la norme EN 1504-2 relative aux produits pour la protection et la réparation des structures en béton.
- >> FLUECO 80C FLOWFIBER: restauration structurelle, reconstructions volumétriques et revêtements dans des environnements fortement agressifs, grâce à l'application d'un mortier à couler, renforcé de fibres, à retrait compensé à l'air libre, résistant aux sulfates, de type FLUECO 80 C FLOWFIBER de DRACO Italiana S.p.A., à appliquer en couches jusqu'à 5 cm d'épaisseur, sans l'aide de treillis électro-soudé. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.



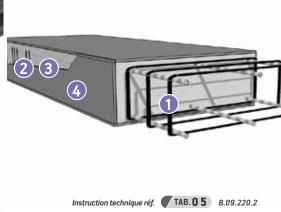


#### PRINCIPAUX CYCLES D'APPLICATION

#### RESTAURATION DE DOSSERETS ET DE SUPPORTS

» RÉPARATION STRUCTURALE AVEC MORTIER THIXOTROPE OU AVEC MICRO-BÉTON À COULER À RETRAIT COMPENSÉ. Épaisseurs comprises entre 50 et 100 mm





PRODUITS UTILISÉS





### >> DRACOSTEEL

Traitement ré-alcalinisant de protection contre la corrosion des fers d'armature.



#### >> FLUECO 80T FIBER

Mortier thixotrope de réparation structurale renforcé de fibres à retrait compensé pour des réparations dans des environnements très agressifs.



#### >> FLUECO 60

Micro-béton à couler à retrait compensé, renforcé avec des fibres synthétiques, pour renforcement structurel en épaisseur.



Mortier à base de ciment élastique bi-composant pour le revêtement et la protection de grands ouvrages en béton soumis à des contraintes importantes.



Instruction technique réf. TAB. 0 7 B.09.230.a

Résine de protection flexible imperméable anticarbonatation pour structures en béton.

>> FLUECO 80 T FIBER: restauration structurelle et reconstruction volumétrique exécutées à l'aide du mortier thixotrope de réparation structurale renforcé de fibres, à retrait compensé et résistant aux sulfates, de type FLUECO 80 T FIBER de DRACO Italiana S.p.A., à appliquer en couches jusqu'à 5 cm d'épaisseur, sans l'aide de treillis électro-soudé. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant DRACO Italiana S.p.A.

>> FLUECO 60: récupération structurelle et restauration de structures en béton par coulage, y compris en coffrage, de micro-béton à base de ciment, renforcé de fibres et à retrait compensé, résistant aux sulfates, de type FLUECO 60 de DRACO Italiana S.p.A. à appliquer en couches de 3 à 10 cm d'épaisseur. Le produit doit être caractérisé par une adhérence élevée au support, une bonne imperméabilité et le développement de hautes résistances mécaniques initiales et finales, et doit être conforme à la norme EN 1504-3 pour les mortiers de réparation structurale classés R4. Les instructions et les précautions à adopter doivent être conformes aux recommandations du fabricant Draco Italiana S.p.A.



#### PRINCIPAUX CYCLES D'APPLICATION

## RECONSTRUCTION DE JOINTS STRUCTURELS

» RÉPARATION TYPOLOGIQUE DE JOINTS.





#### PRODUITS UTILISÉS





>>> DRACOFIX EP

Ancrage des fers d'armature

époxy thixotrope en cartouche

de la bordure avec adhésif

pour collages structuraux.



#### DRACOFIX PE

Ancrage des fers d'armature de la bordure avec mortier polyester bi-composant à couler, rapide, pour fixations et



#### **DRACOFIX PS**

Ancrage des fers d'armature de la bordure avec ancrage chimique bi-composant à base de résine polyester sans styrène pour fixations.



#### >> FLUECO 100 C SFR

Mortier prémélangé à base de ciment à couler, à durcissement rapide, contenant des fibres synthétiques et renforcé de fibres en acier, pour la coulée de la bordure adjacente et du sous-joint.









## >>> DRACOFLEX TR

Remplissage des fentes de l'extrados du joint avec mortier polyuréthane bi-composant

polyuréthane bi-composant fluide spécialement conçu pour les fixations et les ancrages.



Imperméabilisation de l'intrados avec bande couvrejoint et adhésif époxy bi-composant en pâte à adhérence améliorée pour collages structuraux

#### >> EPOBÉTON C

Mortier époxy bi-composant à couler pour des interventions de restauration sur sols en béton, de remplissage de sections, d'ancrage et de scellement.

#### SERVICE D'EXPERTISE TECHNIQUE :

Pour les détails du cycle d'application, il est possible de demander un entretien personnalisé avec l'assistance technique du secteur des infrastructures de DRACO.







# LES PRODUITS POUR LA MAINTENANCE DU BÉTON ARMÉ

Les pages suivantes comprennent une liste de **plus de 30 produits** qui peuvent être favorablement pris en considération pour différents types d'intervention et en fonction de certains niveaux de dégradation, dans le cadre du secteur complexe des entretiens ordinaires et extraordinaires des grands ouvrages en béton armé.

#### » SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND

- Restauration avec mortiers thixotropes de réparation structurale
- Restauration avec mortiers thixotropes bi-composants
- Restauration avec micro-bétons thixotropes
- Tableau de la restauration avec mortiers thixotropes

#### » SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION

- Restauration avec micro-bétons à couler à base de ciment
- Restauration avec mortiers à couler
- Restauration avec mortiers à couler avec fibres métalliques
- Tableau de la restauration avec mortiers à couler

#### **» SOLUTIONS POUR INJECTIONS ET CONSOLIDATION**

■ Liants pour bétons, coulis et mortiers d'injection

#### » SYSTÈMES À BASE DE CIMENT FLUIDES ET EXPANSIFS POUR L'ANCRAGE ET LE SCELLEMENT PAR COULAGE DE STRUCTURES ET DE MACHINES

■ Mortiers pour fixations, scellements et ancrages

#### » SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LE RAGRÉAGE MILLIMÉTRIQUE, LA RESTAURATION DE FAIBLE ÉPAISSEUR ET LA PROTECTION DES SURFACES

■ Ragréage et protection du béton

#### » SYSTÈMES POLYMÈRES POUR LE REVÊTEMENT ET LA PROTECTION

- Produits de protection pour le revêtement du béton
- Tableau de synthèse des peintures et résines de protection pour béton

#### » ADJUVANTS POUR MORTIERS

#### » PROTECTION DE PASSIVATION POUR BARRES D'ARMATURE

■ Traitement anticorrosion

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES MORTIERS ET MICRO-BÉTONS POUR LA RESTAURATION DU BÉTON





## RESTAURATION AVEC MORTIERS THIXOTROPES DE RÉPARATION STRUCTURALE

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND



#### **FLUECO 40 T**

#### MORTIER THIXOTROPE À BASE DE NANOPARTICULES DE POLYMÈRE RENFORCÉ DE FIBRES, À HAUTE RÉSISTANCE ET À RETRAIT COMPENSÉ POUR LA RESTAURATION STRUCTURALE

Facile à utiliser pour des épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche sans treillis électro-soudé.

FLUECO 40 T est indiqué pour la restauration et l'entretien de structures en béton armé exposées à une agression chimico-physique et environnementale élevée. Il est idéal pour la restauration et la reconstitution d'épaisseur sur des structures en béton brut, piliers, planchers, parois en béton armé et murs de soutènement. Grâce à son adhérence et à sa résistance à l'agression chimique, il est applicable à la truelle et au pistolet sur des surfaces uniquement sablées et est adapté à la restauration de l'enrobage de béton atteint de carbonatation, sans qu'un traitement de passivation soit nécessaire.

CONSOMMATION: environ 17,4 kg/m² par cm d'épaisseur

#### FLUECO 55 T

#### MORTIER THIXOTROPE RENFORCÉ DE FIBRES À EXPANSION CONTRARIÉE

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements extrêmement agressifs. Épaisseurs jusqu'à 50 mm. Pour des reconstitutions supérieures à 30 mm utiliser un treillis électro-soudé de contraste.

**FLUECO 55 T** est indiqué pour la restauration structurelle, l'entretien et la remise en état de structures en béton armé soumises à l'action d'agents agressifs qui entraînent leur détérioration au fil du temps. Idéal pour la restauration et la reconstitution d'épaisseur sur des ouvrages hydrauliques, des viaducs, des piliers et des structures de canalisation. Application à la truelle et au pistolet.

CONSOMMATION: environ 19 kg/m² par cm d'épaisseur

#### **FLUECO 80 T FIBER**

#### MORTIER THIXOTROPE RENFORCÉ DE FIBRES À RETRAIT COMPENSÉ

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements extrêmement agressifs ; épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche sans treillis électro-soudé.

FLUECO 80 T FIBER est un mortier prémélangé, à base de ciment, mono-composant, renforcé de fibres polymères à action microstructurelle et "armé" de fibres synthétiques alcali-résistantes, inoxydables et flexibles, à mélanger à de l'eau pour obtenir des mélanges thixotropes à retrait compensé à l'air libre. FLUECO 80 T FIBER développe de hautes résistances mécaniques initiales et finales, il est imperméable à l'eau et au dioxyde de carbone, durable y compris dans des environnements hautement agressifs, et assure une adhérence élevée à l'acier et au béton.

CONSOMMATION: environ 19 kg/m² par cm d'épaisseur













## RESTAURATION AVEC MORTIERS THIXOTROPES DE RÉPARATION STRUCTURALE

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND



#### FLUECO 175 T CR FR

## MORTIER THIXOTROPE BI-COMPOSANT À HAUTE DUCTILITÉ, RÉSISTANT AUX ENVIRONNEMENTS AGRESSIFS, ET ARMÉ AVEC DES FIBRES DE CHROME FLEXIBLES

Idéal pour des réparations structurales pour lesquelles une ductilité élevée est demandée.

Les caractéristiques de FLUECO 175 T CR FR permettent d'effectuer des travaux de restauration de type structurel d'ouvrages sujets à une agression physico-chimique et environnementale élevée, en réalisant des épaisseurs pouvant atteindre jusqu'à 4 cm, sans nécessité d'utiliser un treillis électro-soudé. FLUECO 175 T CR FR peut être appliqué à la spatule ou au pistolet, aussi bien à l'horizontale qu'à la verticale, y compris en réalisant des épaisseurs élevées, et assure une adhérence élevée à l'acier et au béton. La présence de fibres augmente la résistance à la flexion et aux chocs. Idéal pour la réparation de structures, y compris préfabriquées, la restauration de poutres, piliers, planchers et parois en béton armé, la restauration d'ouvrages hydrauliques, de viaducs et de tunnels, ainsi que de structures en béton en général, y compris au contact d'eau de mer ou d'agents agressifs.

CONSOMMATION: environ 19 kg/m² par cm d'épaisseur

#### FLUECO BLITZ

## MORTIER THIXOTROPE À BASE DE CIMENT POUR LA RÉPARATION STRUCTURALE RAPIDE DU BÉTON AVEC « FINITION TRADITIONNELLE »

Idéal pour réparations et ragréages avec des épaisseurs de 1 à 40 mm.

FLUECO BLITZ est un mortier à base de ciment à durcissement rapide, idéal pour les reconstructions de sections manquantes et la régularisation de façades, balcons et éléments en béton. En utilisant un seul produit, il est possible d'effectuer la réparation rapide et le lissage superficiel à « finition traditionnelle ». FLUECO BLITZ est imperméable, durable, y compris dans les environnements agressifs, et garantit une adhérence élevée à l'acier et au béton.

CONSOMMATION: environ 18 kg/m² par cm d'épaisseur

# R3 UNI EN 1504-3 THICKNESSES 1-40 mm ZERO DRACO RAPID

#### **FLUECO BLITZ R4**

## MORTIER THIXOTROPE RENFORCÉ DE FIBRES POUR LA RÉPARATION STRUCTURALE RAPIDE DU BÉTON AVEC « FINITION TRADITIONNELLE »

Idéal pour réparations et ragréages avec des épaisseurs de 1 à 40 mm par couche.

FLUECO BLITZ R4 est un mortier thixotrope à base de ciment prêt à gâcher. Le durcissement rapide, les microfibres et le module d'élasticité moyen associés à la technologie du retrait compensé font de ce mortier un produit polyvalent, suffisant à lui seul pour la réparation en épaisseur variable. FLUECO BLITZ R4 est indiqué pour la réparation structurelle rapide et le ragréage de surfaces en béton et de structures en béton armé endommagées, aussi bien horizontales que verticales.

CONSOMMATION: environ 18 kg/m² par cm d'épaisseur







## **RESTAURATION AVEC MORTIERS** THIXOTROPES BI-COMPOSANTS



## FLUECO 80 T2

#### MORTIER THIXOTROPE BI-COMPOSANT RENFORCÉ DE FIBRES **MODIFIÉ AUX POLYMÈRES**

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements très agressifs et en présence de déformations sous charge ; épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche.

Les caractéristiques de FLUECO 80 T2 permettent d'effectuer des travaux de restauration de type structurel d'ouvrages sujets à une agression physico-chimique et environnementale élevée. Idéal pour la réparation de structures, y compris préfabriquées, sujettes à des contraintes répétées ou à des déformations, des restaurations d'ouvrages hydrauliques, d'infrastructures, de viaducs et de tunnels, y compris sur des structures en contact avec l'eau de mer.

CONSOMMATION: environ 21 kg/m² par cm d'épaisseur

#### FLUECO 45 T2 BM

#### MORTIER THIXOTROPE BI-COMPOSANT RENFORCÉ DE FIBRES À FAIBLE MODULE ÉLASTIQUE

Idéal pour la restauration de la couche corticale de structures en béton armé dans des environnements agressifs ; épaisseurs de 5 à 20 mm par couche.

FLUECO 45 T2 BM est un mortier bi-composant prémélangé à base de ciment, renforcé de fibres, à hydrater à l'aide d'un latex synthétique spécifique, pour obtenir des mélanges thixotropes à retrait compensé. FLUECO 45 T2 BM développe de bonnes résistances mécaniques initiales et finales, possède un faible module élastique, est imperméable, durable, y compris dans des environnements agressifs, et garantit une adhérence élevée à l'acier et au béton. FLUECO 45 T2 BM contient un inhibiteur de corrosion organique et est résistant à l'agression chimique environnementale.

CONSOMMATION: environ 20 kg/m² par cm d'épaisseur





















## RESTAURATION AVEC MICRO-BÉTONS THIXOTROPES

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND



#### FLUECO 80 T GG

MICRO-BÉTON THIXOTROPE À RETRAIT COMPENSÉ POUR LA RÉPARATION STRUCTURALE Forte épaisseur.

FLUECO 80 T GG est un mortier renforcé de fibres, constitué d'un prémélange à base de ciment « à gros grain » (micro-béton), prêt au gâchage, à mélanger à de l'eau pour obtenir des mélanges thixotropes à retrait compensé.

FLUECO 80 T GG développe de hautes résistances mécaniques initiales et finales; il est imperméable, durable, y compris dans des environnements agressifs, et garantit une adhérence élevée à l'acier et au béton. FLUECO 80 T GG peut être appliqué à la truelle, à la spatule ou au pistolet, en réalisant des épaisseurs importantes, aussi bien à la verticale qu'à l'horizontale.

CONSOMMATION: environ 19 kg/m² par cm d'épaisseur





## TABLEAU DE LA RESTAURATION AVEC MORTIERS THIXOTROPES

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION À LA VERTICALE ET AU PLAFOND









				1 TO 1000
PERFORMANCES MORTIERS THIXOTROPES UNI EN 1504	FLUECO 55 T	FLUECO 80 T FIBER	FLUECO 40 T	FLUECO BLITZ
CLASSE D'APPARTENANCE CONFORMÉMENT À LA NORME 1504-3	R4	R4	R4	R3
DIAMÈTRE MAXIMUM DU GRANULAT (mm)	2,5	2,5	2,5	0,5
MASSE VOLUMIQUE CONFORMÉMENT À LA NORME 12190 (kg/m³)	2180	2200	2070	2030
EAU DE GÂCHAGE (%)	16-17	16-20	18-20	20-22
TEMPÉRATURE D'APPLICATION (°C)	de +5 à +35			
<b>POT LIFE</b> (20 °C - H.R. 50 %)	environ 50'	environ 60'	environ 80'	environ 20'
RÉSISTANCE À LA COMPRESSION après 28 jours (MPa)	> 60	> 60	> 50	> 30
RÉSISTANCE À LA FLEXION après 28 jours (MPa)	>8	> 10	> 6,5	>7
MODULE ÉLASTIQUE EN COMPRESSION après 28 jours (GPa) [± 2]	> 28	> 28	> 22	> 22
ADHÉRENCE SUR BÉTON CONFORMÉMENT À LA NORME EN 1766 (MPa)	> 2	> 2	> 2	>2
COMPATIBILITÉ THERMIQUE AUX CYCLES DE GEL/DÉGEL AVEC SELS DE DÉVERGLAÇAGE, MESURÉE COMME ADHÉRENCE CONFORMÉMENT À LA NORMEEN 1542 - MÉTHODE D'ESSAI UNI EN 13687-1 (MPa)	> 2	> 2	> 2	> 2
ÉPAISSEUR MAXIMUM PAR COUCHE (cm)	5 cm 2 cm au plafond	5 cm 4 cm au plafond	5 cm 3 cm au plafond	4 cm 3 cm au plafond
CONSOMMATION (kg/m² environ par cm d'épaisseur)	19	19	17,4	18













State of the state	3 (22)	- C	(B) CORES	
FLUECO BLITZ R4	FLUECO 80 T GG	FLUECO 175 T CR FR	FLUECO 80 T2	FLUECO 45 T2 BM
R4	R4	R4 R4		R3
1	5	2,5	2,5	1,2
2160	2160	2170	2130	2050
17-20	11-13	16-18	No	-
de +5 à +35	de +5 à +35	de +5 à +35	de +5 à +35	de +5 à +35
environ 20'	environ 60'	environ 60'	environ 30'	environ 30'
> 50	> 65	> 65	> 55	> 38
> 9	>7	>14	>14 >10	
> 22	30	30	25	17,5
> 2	> 2	> 2	> 2	>2
>2	> 2	> 2	> 2	> 1,5
4 cm 3 cm au plafond	6 cm verticale 25 cm horizontale	4 cm 4 cm au plafond	5 cm	2 cm
18	19	20	21	20



## RESTAURATION AVEC MICRO-BÉTONS À COULER À BASE DE CIMENT

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION



#### **FLUECO 60**

MICRO-BÉTON RHÉODYNAMIQUE À COULER À BASE DE CIMENT, À RETRAIT COMPENSÉ, RENFORCÉ DE FIBRES SYNTHÉTIQUES, POUR RÉPARATION STRUCTURELLE EN ÉPAISSEUR DURABLE

Épaisseurs de 3 à 10 cm.

**FLUECO 60** est un mortier super fluide à base de ciment « à gros grain » (micro-béton) modifié aux polymères et renforcé de fibres. Sa composition spécifique garantit une imperméabilité et une durabilité élevées, y compris dans des environnements agressifs.

**FLUECO 60** est spécialement conçu pour des interventions de restauration par coulage en coffrage de structures en béton armé, même si lourdement armées.

CONSOMMATION: environ 21 kg/m² par cm d'épaisseur

#### **FLUECO 60 QUICK**

MICRO-BÉTON À COULER À RETRAIT COMPENSÉ POUR LA RÉPARATION PAR COULAGE À prise rapide.

Les caractéristiques de **FLUECO 60 QUICK** permettent d'effectuer des interventions de restauration et des restructurations rapides de type structurel d'ouvrages et de structures en béton d'une façongénérale. Il est appliqué par coulage, y compris en coffrage, également sur des structures fortement armées, avec des épaisseurs comprises entre 3 et 10 cm, et est idéal pour les ouvrages d'entretien et de renforcement de piliers, viaducs, dalles, platelages et quais, y compris dans des environnements agressifs.

CONSOMMATION: environ 21 kg/m² par cm d'épaisseur





## RESTAURATION **AVEC MORTIERS À COULER**



» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION **VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION** 

#### FLUECO 80 C

#### MORTIER À COULER, RENFORCÉ DE FIBRES, À HAUTE DURABILITÉ ET À RETRAIT COMPENSÉ

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements extrêmement agressifs

Les caractéristiques de FLUECO 80 C permettent d'effectuer des ouvrages de restauration par coulage de structures en béton d'une façon générale. Appliqué par coulage, y compris sur des structures fortement armées, avec des épaisseurs pouvant atteindre 4 cm, il est idéal pour les travaux d'entretien et de renforcement d'infrastructures, de ponts et de viaducs sujets à une forte agression physicochimique, et pour la restauration de sols industriels et de structures en général soumis à une forte agression physico-chimique et environnementale.

CONSOMMATION: environ 19,5 kg/m² par cm d'épaisseur

#### **FLUECO 80 C QUICK**

#### MORTIER À COULER À DURCISSEMENT RAPIDE, RENFORCÉ DE FIBRES, À RETRAIT COMPENSÉ ET À HAUTE DURABILITÉ

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements extrêmement agressifs

Les caractéristiques de FLUECO 80 C QUICK permettent d'effectuer des ouvrages de restauration de structures en béton d'une façon générale. Il est appliqué par coulage, y compris sur des structures fortement armées, avec des épaisseurs pouvant atteindre 4 cm, et est idéal pour les travaux d'entretien et de restauration rapide d'infrastructures, ponts, viaducs et structures en béton de façon générale, soumis à de fortes contraintes.

CONSOMMATION: environ 19,5 kg/m² par cm d'épaisseur



#### **FLUECO 80 C FLOWFIBER**

#### MORTIER PRÉMÉLANGÉ SUPER FLUIDE, RENFORCÉ DE FIBRES, À RETRAIT COMPENSÉ AVEC CURE À L'AIR LIBRE

Idéal pour la réparation structurale du béton par coulage

**FLUECO 80 C FLOWFIBER** est un mortier à couler prémélangé, prêt à gâcher, à base de ciment renforcé de fibres polymères et armé de fibres synthétiques alcali-résistantes, inoxydables et flexibles, pour une ténacité élevée et une haute résistance aux charges cycliques.

FLUECO 80 C FLOWFIBER est un produit durable, y compris dans des environnements agressifs, et est idéal pour la restauration et la reconstitution de l'épaisseur par coulage sans l'aide de treillis électrosoudé sur des ouvrages hydrauliques, des viaducs et des platelages de ponts.

CONSOMMATION: environ 20 kg/m² par cm d'épaisseur







# RESTAURATION AVEC MORTIERS À COULER AVEC FIBRES MÉTALLIQUES

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION



#### **FLUECO 80 C SFR**

MORTIER PRÉMÉLANGÉ À BASE DE CIMENT À COULER, À EXPANSION CONTRARIÉE À L'AIR ET À DUCTILITÉ ÉLEVÉE CONTENANT DES FIBRES SYNTHÉTIQUES ET RENFORCÉ DE FIBRES RIGIDES EN ACIER

Idéal pour les restaurations structurelles dans des environnements très agressifs et des zones sujettes à de fortes charges dynamiques.

FLUECO 80 C SFR est un mortier prémélangé, à base de ciment, mono-composant, à couler, aux performances élevées, renforcé avec des fibres métalliques rigides anti-corrosion, spécialement conçu pour les ancrages de précision. FLUECO 80 C SFR développe de hautes résistances mécaniques initiales et finales, y compris à basse température, il est imperméable, durable y compris dans des environnements hautement agressifs et présente une résistance élevée aux chocs et aux charges dynamiques. FLUECO 80 C SFR est résistant à l'agression chimico-environnementale et est indiqué pour toutes les classes d'exposition prévues par la norme UNI 11104.

CONSOMMATION: environ 20,5 kg/m² par cm d'épaisseur

#### FLUECO 100 C SFR

MORTIER PRÉMÉLANGÉ À BASE DE CIMENT À COULER, À DURCISSEMENT RAPIDE RENFORCÉ AVEC DES FIBRES RIGIDES EN ACIER, POUR LES ANCRAGES DE PRÉCISION ET LES RESTAURATIONS STRUCTURELLES DANS LES ENVIRONNEMENTS AGRESSIFS ET LES ZONES SUJETTES A DE FORTES CHARGES DYNAMIQUES

FLUECO 100 C SFR est un mortier prémélangé, à base de ciment, mono-composant, à couler, aux performances élevées, renforcé avec des fibres rigides en acier, spécialement conçu pour les ancrages de précision. FLUECO 100 C SFR développe de hautes résistances mécaniques initiales et finales, y compris à basse température (-5°C), il est imperméable, durable y compris dans des environnements hautement agressifs et présente une résistance élevée aux chocs et aux charges dynamiques. FLUECO 100 C SFR est résistant à l'agression chimico-environnementale et est indiqué pour toutes les classes d'exposition prévues par la norme UNI 11104.

CONSOMMATION : environ 22 kg/m² par cm d'épaisseur

#### FLUECO 175 C CR FR

MORTIER À COULER, À HAUTE DUCTILITÉ, RÉSISTANT AUX ENVIRONNEMENTS AGRESSIFS, FIBRÉ ET ARMÉ DE FIBRES MÉTALLIQUES AU CHROME FLEXIBLES

Épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche sans treillis électro-soudé

FLUECO 175 C CR FR est un mortier prémélangé à base de ciment, à couler et à retrait compensé, renforcé de fibres synthétiques et flexibles inoxydables en acier au chrome, idéal pour les restaurations structurelles de piliers, poutres et planchers en béton armé et béton armé précontraint sujets à l'agression de sulfates ou au contact d'eau de mer. FLUECO 175 C CR FR développe de hautes résistances mécaniques initiales et finales, il est imperméable, durable y compris dans des environnements hautement agressifs, et garantit une forte adhérence à l'acier et au béton. FLUECO 175 C CR FR est vendu en association avec les fibres de chrome.

 $\textbf{CONSOMMATION}: environ \ 20 \ kg/m^2 \ par \ cm \ d'épaisseur$ 









## LIANTS POUR BÉTONS, COULIS ET MORTIERS D'INJECTION

TION

**» SOLUTIONS POUR INJECTIONS ET CONSOLIDATION** 

#### **DRACOFLOW**

#### LIANT POUR LA PRÉPARATION DE COULIS ET MORTIERS SUPER FLUIDES À RETRAIT COMPENSÉ POUR INJECTIONS

**DRACOFLOW** est un liant hydraulique prémélangé spécialement conçu pour la préparation de coulis d'injection, mortiers et béton super fluide, sans ségrégation, pompable, présentant une résistance mécanique élevée, à retrait compensé et résistant aux sulfates, aux chlorures, au dioxyde de carbone, etc., à utiliser pour le remplissage de cavités et fissures et la consolidation de maçonneries.

**CONSOMMATION:** Voir fiche technique





#### **DRACOFLOW LF**

#### LIANT EXPANSIF RENFORCÉ DE FIBRES MÉTALLIQUES RIGIDES POUR LA CONFECTION DE BÉTON DUCTILE ET RHÉOPLASTIQUE

Épaisseurs supérieures à 80 mm.

**DRACOFLOW** LF est un liant expansif spécifique à base de ciment et de polymères, renforcé de fibres en acier aux performances élevées et dotées d'un traitement galvanique anticorrosion, pour la préparation de bétons ductiles, rhéoplastiques, sans ségrégation, autoplaçants (BAP) à retrait compensé et aux performances élevées. Sa formulation garantit une pompabilité et une cohésion optimales, ainsi que l'absence de ressuage. Les agglomérés obtenus présentent ainsi des résistances mécaniques élevées, y compris après une cure rapide, une résistance chimique élevée et une durabilité optimale.

**CONSOMMATION:** Voir fiche technique

#### DRACOFLOW LS

#### LIANT EXPANSIF POUR LA CONFECTION DE BÉTONS AUTOPLAÇANTS (BAP) SANS RESSUAGE, À FAIBLE RAPPORT EAU/CIMENT ET AUX RÉSISTANCES MÉCANIQUES TRÈS ÉLEVÉES

DRACOFLOW LS est un liant expansif spécifique à base de ciments et de polymères hydrosolubles conçu pour la préparation de coulis et bétons rhéoplastiques et rhéodynamiques autoplaçants (BAP) à retrait compensé et aux performances élevée. Sa formulation garantit une pompabilité et une cohésion optimales, ainsi que l'absence de ressuage. Les agglomérés obtenus présentent ainsi des résistances mécaniques élevées, y compris après une cure rapide, une résistance chimique élevée et une durabilité optimale. DRACOFLOW LS ne nécessite pas l'ajout d'autres additifs.

CONSOMMATION: Voir fiche technique













## TABLEAU DE LA RESTAURATION AVEC MORTIERS À COULER

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LA RECONSTRUCTION VOLUMÉTRIQUE ET LA RESTAURATION PAR COULAGE ET INJECTION

PERFORMANCES MORTIERS ET MICRO- BÉTONS À COULER UNI EN 1504	FLUECO 60	FLUECO 60 QUICK	FLUECO 80 C	FLUECO 80 C QUICK
CLASSE D'APPARTENANCE CONFORMÉMENT À LA NORME 1504-3	R4	R4	R4	R4
DIAMÈTRE MAXIMUM DU GRANULAT (mm)	6	6	2,5	2,5
MASSE VOLUMIQUE CONFORMÉMENT À LA NORME 12190 (kg/m³)	2320	2250	2210	2270
EAU DE GÂCHAGE (%)	12-14	14	15-17	16-18
TEMPÉRATURE D'APPLICATION (°C)	de +5 à +35	de +5 à +35	de +5 à +35	de +5 à +35
<b>POT LIFE</b> (20 °C - H.R. 50 %)	environ 60'	environ 30'	environ 60'	environ 30'
RÉSISTANCE À LA COMPRESSION après 28 jours (MPa)	>70	50	>70	> 50
RÉSISTANCE À LA FLEXION après 28 jours (MPa)	> 7	8	> 7	> 7
MODULE ÉLASTIQUE EN COMPRESSION après 28 jours (GPa) [± 2]	30	29	28	29
ADHÉRENCE SUR BÉTON CONFORMÉMENT À LA NORME EN 1766 (MPa)	> 2	> 2	> 2	> 2
COMPATIBILITÉ THERMIQUE AUX CYCLES DE GEL/DÉGEL AVEC SELS DE DÉVERGLAÇAGE, MESURÉE COMME ADHÉRENCE CONFORMÉMENT À LA NORME EN 1542 - MÉTHODE D'ESSAI UNI EN 13687-1 (MPa)	> 2	>2	> 2	> 2
ÉPAISSEUR MAXIMUM PAR COUCHE (cm)	10	10	4	4
CONSOMMATION (kg/m² environ par cm d'épaisseur)	21	21	19,5	19,5



	A CALIFORNIA	The second secon	
FLUECO 80 C FLOWFIBER	FLUECO 80 C SFR	FLUECO 100 C SFR	FLUECO 175C CR FR
R4	R4	R4	R4
2,5	2,5	2,5	2,5
2280	2280	2400	2170
15-17	12-13	11-12	15-17
de +5 à +35	de +5 à +35	de -5 à +35	de +5 à +35
environ 60'	environ 60'	environ 15-30'	environ 60'
> 70	> 70	> 85	> 70
> 10	> 16	> 24	>11
28	27	30	27
> 2	> 2	> 2	> 2
> 2	> 2	> 2	> 2
5	10	15	5
20	20,5	22	20





# SCELLEMENTS ET ANCRAGES



# FLUECO 75

#### MORTIER FLUIDE EXPANSIF POUR ANCRAGES DE PRÉCISION DE MACHINES ET **STRUCTURES**

Épaisseurs de 1 à 10 cm.

Les caractéristiques de FLUECO 75 permettent d'effectuer des ancrages de précision par coulage dans des épaisseurs pouvant atteindre 10 cm. Idéal pour des travaux d'entretien et de restauration rapide d'infrastructures, ponts, viaducs et structures en béton de façon générale, soumis à de fortes

CONSOMMATION: environ 1950 kg/m<sup>3</sup>



# **FLUECO 35**

#### MICRO-BÉTON EXPANSIF À RETRAIT COMPENSÉ POUR ANCRAGES DE PRÉCISION

Sections supérieures à 7 cm.

Les caractéristiques de FLUECO 35 permettent d'effectuer des ancrages de précision de grosse épaisseur par coulage. Il est également appliqué en coffrage pour le scellement d'éléments préfabriqués en béton armé et de charpentes métalliques, axes et armatures collaborants, pour l'ancrage de plaques de fondation en charpenterie métallique, de machines y compris sujettes au mouvement et aux vibrations.

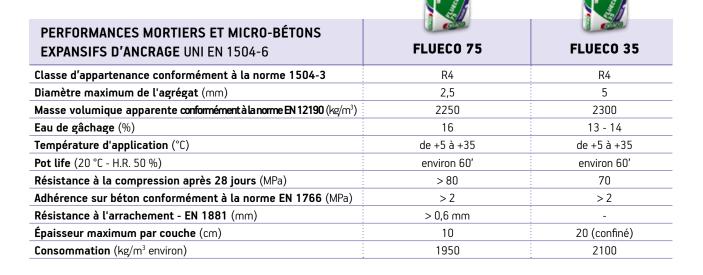
CONSOMMATION: environ 2100 kg/m3













# RAGRÉAGE ET PROTECTION DU BÉTON

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LE RAGRÉAGE MILLIMÉTRIQUE, LA RESTAURATION DE FAIBLE ÉPAISSEUR ET LA PROTECTION DES SURFACES

# **CONCRETE FINISHER**

AGENT DE RAGRÉAGE À BASE DE CIMENT MONO-COMPOSANT POLYMÈRE MODIFIÉ POUR LE RAGRÉAGE ET LA RESTAURATION DE SURFACES À FAIBLE ÉPAISSEUR (1 ÷ 4 mm)

Protection anti-carbonatation élevée.

CONCRETE FINISHER est un mortier de ciment prémélangé anti-carbonatation à base de granulats fins sélectionnés, de polymères synthétiques et d'additifs spécifiques à mélanger à de l'eau. CONCRETE FINISHER possède une fermeté élevée, une très haute résistance aux cycles de gel/dégel et aux agressions chimiques. La haute adhérence et la faible perméabilité au dioxyde de carbone et à l'eau font de CONCRETE FINISHER un produit idéal pour le ragréage de protection anti-carbonatation de structures en béton et la finition de cycles de restauration aux mortiers FLUECO.

CONSOMMATION: environ 1,8 kg/m² par mm d'épaisseur

# CONCRETE FINISHER 2

AGENT DE RAGRÉAGE À BASE DE CIMENT BI-COMPOSANT À FAIBLE MODULE ÉLASTIQUE POUR LE RAGRÉAGE ET LA RESTAURATION DE SURFACES À FAIBLE ÉPAISSEUR (1 ÷ 4 mm)

 $Protection\ \'elev\'ee\ contre\ les\ agressions\ environnementales\ et\ la\ carbonatation.$ 

CONCRETE FINISHER 2 est un mortier de ciment prémélangé anti-carbonatation à base de granulats fins sélectionnés, de polymères synthétiques et d'additifs spécifiques à mélanger avec un latex synthétique micronisé pour augmenter l'adhérence. CONCRETE FINISHER 2 possède une fermeté élevée, une très haute résistance aux cycles de gel/dégel et aux agressions chimiques. La haute adhérence et faible perméabilité au dioxyde de carbone et à l'eau font de CONCRETE FINISHER 2 un produit idéal pour le ragréage de protection anticarbonatation de structures en béton et la finition de cycles de restauration aux mortiers FLUECO.

CONSOMMATION : environ 2 kg/m² par mm d'épaisseur

## **MAGIFLEX CLE**



MAGIFLEX CLE est un mortier bi-composant élastique à base de ciment, de granulats sélectionnés à grain fin, de liants hydrauliques, d'additifs et de polymères à mélanger avec du latex synthétique micronisé. Il est caractérisé par une grande flexibilité, une résistance élevée à la traction et une bonne adhérence au support. Il permet de réaliser des revêtements, y compris à la verticale, d'une épaisseur d'environ 2 mm, sur tous types de surfaces, même si soumises à des contraintes importantes. Il est imperméable à l'eau, aux chlorures et au dioxyde de carbone, et maintient son élasticité, quelles que soient les conditions environnementales. MAGIFLEX CLE lutte efficacement contre la pénétration de dioxyde de carbone et l'agression de la part des ions chlorure, et contribue à augmenter la durée de vie utile de la structure.

CONSOMMATION: environ 1,4-1,5 kg/m² par mm d'épaisseur Projection avec machine à enduire: environ 1,8kg/m² par mm d'épaisseur















# RAGRÉAGE ET PROTECTION DU BÉTON

» SYSTÈMES À BASE DE CIMENT POUR LE RAGRÉAGE MILLIMÉTRIQUE, LA RESTAURATION DE FAIBLE ÉPAISSEUR ET LA PROTECTION DES SURFACES



REVÊTEMENT FLEXIBLE, IMPERMÉABLE, RESPIRANT, BI-COMPOSANT À BASE DE CIMENT POUR FONDATIONS ET STRUCTURES DE SOUTÈNEMENT

Efficace en poussée négative et résistant à l'agression chimique.

MAGIFLEX BRAVO est un revêtement à base de ciment imperméable à l'eau et respirant à la vapeur, caractérisé par une flexibilité, une résistance à la traction et une adhérence au support élevées. MAGIFLEX BRAVO s'applique facilement au pinceau ou au rouleau et permet de réaliser des revêtements imperméabilisants y compris en poussée négative (0,5 atm max.) sur des surfaces sujettes à des microfissures et des structures exposées à l'agression d'alcalis et de chlorures comme les fondations, les parois contre terre et les surfaces microfissurées (jusqu'à 0,8 mm).

CONSOMMATION: environ 1,7 kg/m² par mm d'épaisseur (application au pinceau ou au rouleau) environ 2 kg/m² par mm d'épaisseur (application au pistolet)



**RÉSINE ÉPOXY-CIMENT BI-COMPOSANT** POUR LA RÉPARATION ET LE REVÊTEMENT DE SOLS EN BÉTON

Adhérence optimale y compris sur supports humides.

EPOMALT est un mortier bi-composant à base de ciment époxy de ragréage aux performances très élevées pour la régularisation et le ragréage de structures et revêtements industriels en béton. Sa formule spécifique garantit une grande résistance à l'abrasion et à l'agression chimique tout en étant imperméable, y compris en poussée négative. Sa formule à base de ciment époxy permet en outre une application en présence de climats très chauds et d'une forte ventilation.

CONSOMMATION: environ 1,6 kg/m2 par mm d'épaisseur

Classification conformément à la norme

Spatule/Truelle

Rouleau/Pinceau

Résistance aux agents agressifs Adapté à la pose de céramique

**TABLEAU DE SYNTHÈSE** AGENTS DE RAGRÉAGE ET DE

EN1504-3

MODE

D'APPLICATION

CA

PROTECTION POUR BÉTON



**FINISHER** 

EN 1504-2

MC-IR,

EN 1504-3, R3



**CONCRETE** 

**FINISHER 2** 

EN 1504-2

MC-IR



**CLE** 

EN 1504-2 PI,

MC-IR





**BRAVO** 

EN 1504-2 PI,

MC-IR





EPOMALT

ΕN	1504-2

	Prise rapide		•		
	Flexible			•	
	Réparation		•		
emplois et Aractéristiques	Finition traditionnelle	•	•	•	
	Résistance à l'abrasion		•	•	
	Protection anti-carbonatation	•	•	•	





# PRODUITS DE PROTECTION POUR LE REVÊTEMENT DU BÉTON

» SYSTÈMES POLYMÈRES POUR LE REVÊTEMENT ET LA PROTECTION



# **ACRIPAINT**

# RÉSINE ACRYLIQUE DE PROTECTION RESPIRANTE ANTI-CARBONATATION POUR STRUCTURES EN BÉTON

ACRIPAINT est une peinture synthétique mono-composant à base des résines acryliques en émulsion aqueuse. ACRIPAINT est spécialement formulé pour protéger contre la carbonatation et à la fois décorer les surfaces en béton, béton armé et béton armé précontraint. Après le séchage, il permet d'obtenir un revêtement imperméable à l'eau mais perméable à la vapeur d'eau et résistant à la formation de moisissures, avec une adhérence et une résistance au jaunissement excellentes.

**CONSOMMATION**:  $180 \div 250 \text{ g/m}^2 \text{ par couche}$ minimum conseillé  $400 \div 500 \text{ g/m}^2$ 



# **ACRIFLEX**

# RÉSINE DE PROTECTION FLEXIBLE IMPERMÉABLE ANTI-CARBONATATION POUR STRUCTURES EN BÉTON

ACRIFLEX est un revêtement élastique mono-composant sans solvant à base de résines acryliques. ACRIFLEX est un produit pratique et facile à appliquer qui permet d'obtenir des finitions de surface avec un excellent résultat esthétique, y compris sur des supports fissurés ou sujets à des déformations. Particulièrement indiqué en présence d'atmosphères agressives et de structures exposées aux rayons UV.



# DRACOLOR

## REVÊTEMENT DÉCORATIF, RESPIRANT ET DE PROTECTION POUR STRUCTURES EN BÉTON À BASE DE RÉSINES MÉTHACRYLIQUES EN PHASE SOLVANT

**DRACOLOR** est une peinture mono-composant à base de résines méthacryliques en phase solvant et de pigments sélectionnés à haut pouvoir couvrant. **DRACOLOR** est spécialement formulé pour protéger contre la carbonatation tout en décorant les surfaces en béton.

Après son durcissement, **DRACOLOR** permet d'obtenir un revêtement imperméable à l'eau et aux agents atmosphériques agressifs, garantissant la respirabilité à la vapeur.

**CONSOMMATION**:  $200 \div 250 \text{ g/m}^2 \text{ par couche}$ minimum conseillé  $400 \div 500 \text{ g/m}^2$ 







# PRODUITS DE PROTECTION POUR LE REVÊTEMENT DU BÉTON

» SYSTÈMES POLYMÈRES POUR LE REVÊTEMENT ET LA PROTECTION







# **POLIFLEX PP**

#### REVÊTEMENT POLYURÉTHANE DE PROTECTION FLEXIBLE BI-COMPOSANT EN PHASE SOLVANT

Idéal pour la protection filmogène du béton armé

**POLIFLEX PP** est une résine polyuréthane aliphatique élastique bi-composant en phase solvant, caractérisée par une résistance chimique et une flexibilité excellentes, idéale pour la finition protectrice de structures en béton armé aussi bien de nouvelle construction que réparées avec les mortiers de la ligne FLUECO. Appliqué au rouleau ou au pistolet (airless), **POLIFLEX PP** permet de réaliser un revêtement filmogène à haute capacité de protection et de résistance à la fissuration.

 $\begin{array}{c} \textbf{CONSOMMATION: 80 \div 300 g/m^2 par couche} \\ \textbf{minimum conseillé 300 g/m^2} \end{array}$ 

## **EPOWALL ALM**

# REVÊTEMENT ÉPOXY BI-COMPOSANT NON TOXIQUE POUR CONTENANTS ALIMENTAIRES

EPOWALL ALM est un revêtement bi-composant présentant d'excellentes résistances mécaniques, spécialement conçu pour la réalisation de revêtements résistants aux produits chimiques de contenants alimentaires pour l'industrie alimentaire, les salles de transformation, l'industrie pharmaceutique et les laboratoires d'analyse, etc. EPOWALL ALM est certifié conforme au contact alimentaire selon les exigences prévues par le décret ministériel du 21/03/73 et ses modifications successives.

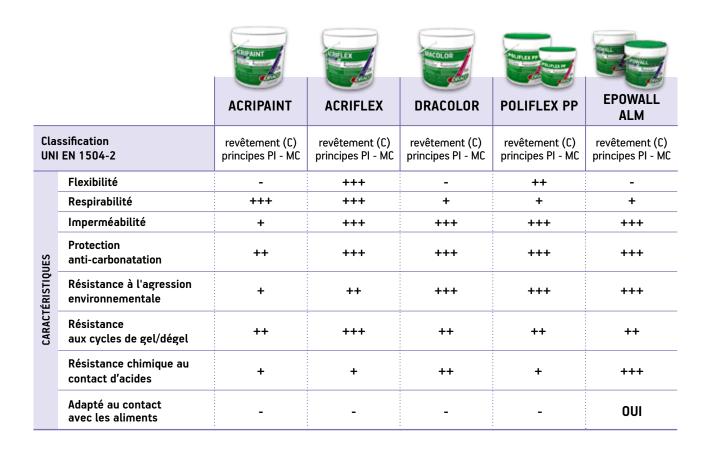
**CONSOMMATION** :  $200 \div 300 \text{ g/m}^2$  par couche) en fonction de la porosité du support minimum conseillé  $500 \div 600 \text{ g/m}^2$  en deux couches





# TABLEAU DE SYNTHÈSE DES PEINTURES ET RÉSINES DE PROTECTION POUR BÉTON

» SYSTÈMES POLYMÈRES POUR LE REVÊTEMENT ET LA PROTECTION



## LÉGENDE

►EXCELLENTE +++

►BONNE ++

►MOYENNE +

►N.D. -





# ADJUVANTS POUR MORTIERS

» ADJUVANTS DE CURE ET RETARDATEURS POUR MORTIERS ET MICRO-BÉTONS



# PRESIDIO SRA

## ADJUVANT DE CURE INTERNE POUR LA RÉDUCTION DU RETRAIT HYDRAULIQUE ET LE CONTRÔLE DES MICROFISSURES

Spécialement conçu pour être utilisé avec les mortiers à retrait compensé FLUECO.

PRESIDIO SRA est un adjuvant de cure liquide qui réduit le retrait hydraulique de mortiers et microbétons et régule de l'intérieur l'évaporation de l'eau de gâchage (cure interne) en contrôlant ainsi les phénomènes de fissuration et le gauchissement. Utilisé en association avec les mortiers de réparation et les micro-bétons de la ligne FLUECO, PRESIDIO SRA permet d'obtenir des mortiers à retrait compensé avec cure à l'air libre.

CONSOMMATION: 1~%~en~poids~du~mortier





# TIME EXTENDER

#### ADJUVANT RETARDATEUR POUR MORTIERS DE CIMENT À PRISE RAPIDE

Spécialement conçu pour être utilisé avec les mortiers FLUECO BLITZ et FLUECO BLITZ R4.

TIME EXTENDER est un retardateur de liquide en solution aqueuse, sans chlorures, spécialement formulé pour augmenter la maniabilité des mortiers de ciment à prise rapide, à utiliser avec les mortiers FLUECO BLITZ et FLUECO BLITZ R4.

**TIME EXTENDER** retarde l'hydratation du béton en augmentant par conséquent le délai de maniabilité des mortiers à prise rapide.





# TRAITEMENT **ANTICORROSION**



# **DRACOSTEEL**

#### TRAITEMENT RÉ-ALCALINISANT DE PROTECTION **CONTRE LA CORROSION DES FERS D'ARMATURE**

DRACOSTEEL est un mortier bi-composant applicable au pinceau, pour la passivation et la protection d'armatures, à base de polymères hydro-dispersés, de liants de type ciment et d'inhibiteurs de corrosion. DRACOSTEEL s'applique sur les fers d'armature des conglomérats de ciment armé en tant que protection spécifique contre la corrosion anodique et cathodique. DRACOSTEEL est idéal pour réalcaliniser et protéger les fers d'armature lors d'interventions de restauration de structures en béton, béton armé et béton armé précontraint. Idéal comme pont d'adhérence sur le béton.

CONSOMMATION: 100 g/m sur barres de 8 mm (2 mm d'épaisseur)





# **DRACOSTEEL MONO**

#### TRAITEMENT RÉ-ALCALINISANT MONO-COMPOSANT DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION DES FERS D'ARMATURE

DRACOSTEEL MONO est un mortier mono-composant, applicable au pinceau, pour la passivation et la protection d'armatures, à base de ciment, de polymères hydro-dispersés, de liants de type ciment et d'inhibiteurs de corrosion. DRACOSTEEL MONO s'applique sur les fers d'armature des conglomérats de ciment armé en tant que protection spécifique contre la corrosion anodique et cathodique. DRACOSTEEL MONO est idéal pour ré-alcaliniser et protéger les fers d'armature lors d'interventions de restauration de structures en béton, béton armé et béton armé précontraint.

CONSOMMATION: 100 g/m sur barres de 8 mm (2 mm d'épaisseur).









# SYNTHÈSE MORTIERS ET MICRO-BÉTONS POUR LA RESTAURATION DU BÉTON

		7	7		7		7	7
		FLUECO 55T	FLUECO 80T Fiber	FLUECO 80 T2	FLUECO 80 C	FLUECO 80 C QUICK	FLUECO 80 C FLOWFIBER	FLUECO 60
TYPE DE	Reconstruction enrobage	•	•	•	•	•	•	•
RESTAURATION	Réparation structurale	•	•	•	•	•	•	•
RESTAURATION	Conform. à la norme EN1504-3	R4	R4	R4	R4	R4	R4	R4
	Spatule/truelle	•	•	•	-	-	-	-
MODE	Machine à enduire à mélange continu	-	-	-	-	-	-	-
D'APPLICATION	Machine à enduire avec prémélangeur	•	•	-	-	-	-	-
	Application par coulage	-	-	-	•	•	•	-
	Restauration de piles	•	•	•	-	-	-	-
	Restauration de poutres	•	•	•	-	-	-	-
	Restauration intrados de dalles	•	•	•	-	-	-	-
APPLICATION EN INFRASTRUCTURE	Restauration extrados de dalles	•	•	•	•	•	•	•
	Restauration de dosserets	•	•	•	•	•	•	•
	Restauration de supports	•	•	•	•	•	•	•
	Remplissage de joints rigides	-	-	-	•	•	•	•
	Restauration de parois	•	•	•	-	-	-	-
OUVRAGES	Restauration de radiers	•	•	•	•	•	•	•
HYDRAULIQUES	Restauration de parements	•	•	•	-	-	-	-
	Restauration de déversoirs	•	•	•	-	-	-	-
	Réparation de garde-corps	•	•	•	-	-	-	-
	Restauration au plafond	•	•	•	-	_	-	-
APPLICATION Résidentielle	Réparation de nez de balcons	•	•	•	-	-	-	-
	Reconstruction d'arêtes de poutres et piliers	•	•	•	-	_	-	-
	Scellement de piliers	-	-	-	-	-	-	-
APPLICATION	Restauration de panneaux préfabriqués	•	•	•	-	-	-	-
	Restauration de sols en béton	-	<del>-</del>	-	•	•	•	•
INDUSTRIELLE	Restauration de poutres et piliers	•	•	•	-	-	-	-
	Scellement de machines	-	-	-	-	-	-	-
	Renforcement de piliers par ajout jusqu'à 4 cm	-	-	-	•	•	•	-
	Renforcement de piliers par ajout plus de 4 cm	-	-	-	-	-	-	•



LUECO 60	FLUECO 40 T	FLUECO BLITZ	FLUECO 75	FLUECO 35	FLUECO 175 C CR FR	FLUECO 175 T CR FR	FLUECO 80 T GG	FLUECO 45 T2 BM	DRACO- FLOW
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	-	•	•	•	•	•	•	•
R4	R4	R3	R4	R4	R4	R4	R4	R3	-
-	•	•	-	-	•	•	•	•	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	<del>-</del>
•	•	-	-	-	•	•	-	-	-
-	-	-	•	•	•	-	-	-	•
-	-	-	-	-	•	•	-	•	-
-	-	-	-	-	•	•	-	•	•
_	_	_	_	_			_	_	
		: :	: :		<u> </u>	<u> </u>			
•	-	-	-	-	•	•	•	-	•
-	-	_	-	-	•	•	•	•	•
		_	_	-	•	•	•	•	•
		:							
•			•	•		-			-
-	-	-	-	<del>-</del>	•	-	-	•	-
•	-	-	-	-	•	•	•	-	
- :	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	-	•	•	-	•	-
-	-	-	-	-	•	•	-	-	-
<del>-</del>	-	-	-	-	-	-	-	•	-
	-	-	-	-	-	-	-	•	-
-	-	•	-	-	-	-	-	•	-
-	-	-	-	-	-	-	-	•	-
-	-	-	•	•	-	-	-	-	-
_	_	_	_	-	_	-	-	_	_
		:				:			
•	-	-	-	-	-	-	•	-	-
		_	_	_	_	_	_	•	
		-		:		_	-		
- :	<del>-</del>	<del>-</del>	•		<del>-</del>	<del>-</del>	-	<del>-</del>	
- :	-	<del>-</del>	<del>-</del>	-	-	<del>-</del>	-	-	-
•	-	-	-	-	-	-	•	-	-







# APPROCHE DE LA DURABILITÉ ET DES PHÉNOMÈNES DE DÉGRADATION

Afin d'éviter la dégradation des structures en béton armé, l'approche de la durabilité doit être de type ingénierique. C'est-à-dire qu'elle doit non seulement tenir compte des mécanismes de détérioration du matériau, mais doit aussi examiner les inévitables implications de type structurel découlant de la typologie de construction, les écarts entre modèles théoriques et comportements réels des ouvrages, les erreurs inhérentes à la difficulté de réalisation des détails de construction ou encore les déformations produites par les variations thermo-hygrométriques de l'environnement. Les structures présentent souvent une situation relative aux microfissures et/ou fissures à même de modifier le processus de dégradation par rapport à un élément en béton censé être parfaitement intact. En effet, la microfissuration initiale peut évoluer non seulement vers une situation caractérisée par des lésions de plus grande ampleur sous l'effet des tensions dues à des mouvements de nature thermo-hygrométrique (réchauffement/ refroidissement, retrait hygrométrique) et empêchées par des contraintes exercées par les liaisons plus ou moins rigides existant entre les différents éléments structurels, mais d'éventuels agents agressifs présents dans l'environnement dans lequel se trouve la structure peuvent pénétrer à travers ces voies d'accès préférentielles en anticipant et en exaltant le processus de dégradation.

Par exemple, la corrosion encouragée par le chlorure ou le dioxyde de carbone détermine, sous l'effet de la réduction de la section des barres d'armature, de l'adhérence acier/ciment et de la perte de portions d'enrobage, une diminution globale de la rigidité de l'élément structurel, avec d'inévitables répercussions sur l'état de déformation et sur la fonctionnalité de toute la structure.

Par conséquent, l'approche ingénierique au problème de la durabilité ne peut se réduire à la seule analyse des mécanismes de dégradation des matériaux, mais doit également tenir compte du fait que dans les structures réelles, plusieurs facteurs agissent simultanément et concourent, ensemble, au processus de dégradation de ces dernières. Par conséquent, les mécanismes de dégradation du béton, exposés individuellement dans le présent document, doivent être considérés comme l'un des éléments qui participent à la dégradation et les évaluations qui suivent doivent toujours être complétées par celles relatives au calcul de structure, à la situation relative aux fissures, aux conditions existantes sur le chantier au moment de la réalisation des structures, aux modes et délais de cure, aux écarts inévitables entre les détails de construction réalisés et ceux contenus dans les documents du projet, aux plans de surveillance et d'entretien.

#### » DÉFINITION DES ENVIRONNEMENTS D'EXPOSITION DES STRUCTURES

Sur la base des considérations exposées dans le précédent paragraphe, il apparaît qu'afin de garantir la durabilité des structures en béton armé exposées à la dégradation, il est nécessaire d'adopter des mesures d'autant plus strictes que le risque auquel elles sont soumises est grand. Les normes UNI EN 206 et UNI 11104 caractérisent l'environnement dans lequel la structure sera en service, en déterminant une série de classes d'exposition environnementale et le mécanisme de dégradation des structures correspondant (tableau 1).

		MÉCANISMES DE DÉGRADATION PRÉDOMINANTS
N	X0	Structures non armées au risque de dégradation nul
SITIC	XC	Structures armées sujettes à la corrosion des armatures due à la carbonatation
EXPO	XD	Structures armées sujettes au risque de corrosion induite par les chlorures ne provenant pas de l'eau de mer
E D'E	XS	Structures armées en milieu marin sujettes à la corrosion due aux chlorures provenant de l'eau de mer
ASSE	XF	Structures en béton sujettes à l'action des cycles de gel/dégel avec ou sans sels de déverglaçage
占	XA	Structures en béton sujettes à l'agression opérée par les substances chimiques présentes dans les sols et dans les eaux

Tableau 1 - Classes d'exposition environnementale conformément aux normes UNI EN 206 et UNI 11104.





#### » CARBONATATION - LES STRUCTURES EN CLASSE D'EXPOSITION XC

Comme évoqué plus haut, le terme de **carbonatation** indique le processus par lequel le dioxyde de carbone, l'un des principaux constituants de l'air, pénètre à travers l'enrobage et réagit avec l'hydroxyde de calcium présent dans la pâte de ciment hydratée, entraînant ainsi une réduction considérable de la basicité du béton jusqu'à des valeurs de pH proches de 9. Par conséquent, le fer d'armature, qui était précédemment caractérisé par un état à pH plus élevé, perd sa *passivation*, avec des valeurs déjà inférieures à 11, réduisant de façon drastique la condition de protection exercée sur les armatures.

Une fois que l'imperméabilité du film a disparu, les métaux sont directement exposés au contact de l'environnement qui les entoure ; avec l'apport d'oxygène et d'eau, imprégnés depuis la surface d'un béton à tendance poreuse, un processus chimique d'oxydo-réduction s'instaure avec l'armature métallique (cathode), suivi de la formation de rouille, qui comporte une augmentation de volume égale à environ 7 fois le volume initial occupé par la barre.

La rouille génère des tensions internes de compression sur le béton et des tensions de traction en surface, entraînant l'apparition de fissures superficielles qui courent parallèlement aux barres d'armature, qui augmentent progressivement et culminent par l'expulsion totale de l'enrobage dans les angles (écaillage) ou par son délaminage sur les surfaces planes et verticales.

Il faut souligner que le déclenchement de la corrosion (une fois que le front de carbonatation a atteint l'armature, détruisant sa protection naturelle) nécessite la présence simultanée d'eau et d'oxygène.

#### » ATTAQUE DE CHLORURES - LES STRUCTURES EN CLASSE D'EXPOSITION XD ET XS

La corrosion encouragée par le chlorure représente l'une des principales causes les plus répandues de défaillance des structures en béton armé, cet ion étant présent dans les sels de déverglaçage, dans les saumures découlant de certains traitements industriels et dans l'eau de mer. En présence de chlorures, l'acier d'armature subit une corrosion localisée qui se manifeste sous forme de cratères de dimensions variant entre 1 et 10 mm. La corrosion due au chlorure est d'autant plus intense que la teneur en oxygène qui parvient à proximité des barres est importante. Les structures aériennes sont davantage exposées à la dégradation, en revanche les structures entièrement immergées ou enterrées ont besoin d'importantes concentrations de chlorure, une condition difficilement réalisable pendant la durée de vie nominale des structures. Par conséquent, pour les structures entièrement immergées ou enterrées, la corrosion due aux chlorures est, d'un point de vue ingénierique, peu significative. Dans ce cas, pour que les barres d'armature soient progressivement endommagées, la présence simultanée d'oxygène et de concentrations de chlorure suffisantes est nécessaire.

Le mécanisme, par lequel la corrosion avance, a tendance à stabiliser la localisation de l'attaque, puisqu'une concentration de chlorures et un abaissement du pH à l'intérieur de la zone de corrosion se créent, et à renforcer le film passif dans la zone environnante. On comprend alors comment la morphologie de l'attaque est typique de la forme de corrosion localisée avec l'apparition de « cratères ». En effet, le phénomène de corrosion localisée, précédemment mentionné, est plus connu sous le nom de « pitting » (de l'anglais « pit » = « cratère ») et peut atteindre des valeurs de vitesse corrosive assez significatives ; dans un béton humide et avec une teneur en chlorures élevée à proximité des armatures, il est possible d'atteindre une vitesse de pénétration de 1÷1,5 mm/an.

Bien que s'agissant du même mécanisme de corrosion encouragé par les chlorures, quelle que soit leur provenance, la classification des normes **UNI EN 206** et **UNI 11104** divise l'attaque de chlorures en deux classes distinctes: **XS** si elle provient d'eau de mer ou **XD** si elle provient d'autres sources, comme les cuves de processus industriels, les piscines, les infrastructures routières soumises aux sels de déverglaçage.





Cela est imputable à des caractéristiques spécifiques de l'environnement marin. Le temps nécessaire au chlorure pour atteindre, à proximité des barres, une concentration critique suffisante pour déclencher le processus de corrosion dépend de la porosité de la matrice de ciment et de l'épaisseur de l'enrobage : les bétons présentant un rapport E/C relativement faible et une épaisseur suffisamment élevée de l'enrobage présentent une excellente durabilité contre ces ions agressifs. En outre, la pénétration du chlorure dans le béton peut être retardée davantage en ayant recours à des ciments pouzzolaniques et de haut fourneau, dont les produits d'hydratation sont à même d'absorber partiellement le chlorure, en augmentant ainsi le temps nécessaire afin que la concentration critique soit atteinte à proximité des barres.

# » CYCLE DE GEL/DÉGEL - LES STRUCTURES EN CLASSE D'EXPOSITION XF

Pour une structure en béton, les variations de température sont également une cause de dégradation, puisqu'à la suite d'une augmentation de température l'élément se dilate, tandis qu'il se contracte en cas de diminution. Dans une structure hyperstatique, comme le sont généralement les éléments qui constituent la colonne vertébrale d'un ouvrage, l'entrave à la libre contraction provoque la naissance de tensions de traction qui, étant de loin supérieures à la résistance à la traction du béton, entraînent l'apparition de fissures.

En outre, la dégradation des structures en service peut être stimulée par les oscillations cycliques de la température autour de 0 °C, à la suite de l'augmentation de la pression de l'eau présente dans les pores capillaires du béton, à même de provoquer des tensions destructrices aussi bien à l'égard de la matrice de ciment que des granulats.

Il est bien connu qu'une chute de température en dessous de 0 °C provoque la transformation de l'eau liquide en glace, avec une augmentation de volume d'environ 9 %.

Le point de congélation de l'eau liquide diminue alors qu'augmentent les forces d'attraction superficielle et que, par conséquent, diminue la dimension des pores. Les forces d'attraction superficielle sont déterminées par le phénomène de l'adsorption, qui est attribuable, en raison de l'eau présente dans les pores capillaires, à des rapports de type solide/vapeur (adsorption Wan der Waals).

Pour une température et une vitesse de refroidissement données (caractéristiques du climat du lieu où se trouve la structure), la pression qui apparaît dans la matrice de ciment à la suite de la chute de la température en dessous de 0 °C dépend étroitement du degré de saturation du béton et de sa porosité (volume total et distribution dimensionnelle des pores).

Si le degré de saturation du béton est supérieur à 91,7 % (degré de saturation critique), l'augmentation du volume de l'eau provoquée par la congélation n'est plus à même d'être contenue à l'intérieur des pores qui ne sont pas encore saturés d'eau. Dans ces conditions, des pressions sont générées à l'intérieur de l'aggloméré, à même de détruire progressivement le béton, notamment si le phénomène se répète de façon cyclique, sous l'effet d'une rupture de fatigue. Le phénomène de dégradation se manifeste sous forme de fissures, épaufrures et détachements superficiels. Si le degré de saturation est < 91,7 %, dans l'hypothèse d'une congélation complète de l'eau liquide présente dans le pore, le volume de glace formé n'est pas suffisant pour le remplir complètement et, par conséquent, aucune quantité eau en excès n'est expulsée.

Quoi qu'il en soit, si le degré de saturation est < 85 %, les pressions générées sous l'effet des cycles de gel/dégel ne sont pas suffisantes pour dépasser la résistance du matériau et, par conséquent, pour produire une dégradation significative d'un point de vue ingénierique.





La dégradation dans les climats rigoureux est encore renforcée en présence de sels de déverglaçage et se manifeste à la suite de divers processus (chimiques, physiques et électrochimiques) qui surviennent simultanément dans les structures réelles en fonction de la typologie de sel utilisé. Les sels de déverglaçage les plus fréquemment utilisés pour l'élimination de la glace ou pour en empêcher la formation dans le secteur routier et autoroutier et pour les revêtements extérieurs sont généralement constitués de chlorure de calcium ou bien de mélanges de ce sel avec du chlorure de calcium, éventuellement mélangés avec du gravier de concassage afin d'augmenter l'adhérence des pneus à la chaussée.

Ces sels provoquent une dégradation sévère des structures en béton sous l'effet d'un plus haut degré de saturation résultant de la fonte de la glace, à laquelle s'ajoutent des effets de nature thermique et osmotique.

## » ATTAQUE CHIMIQUE - LES STRUCTURES EN CLASSE D'EXPOSITION XA

Les substances chimiques agressives d'origine naturelle (non issues de processus industriels) à même de stimuler la dégradation du béton peuvent être présentes aussi bien dans le sol que dans l'eau. C'est pour cette raison que le concepteur qui s'apprête à concevoir une structure enterrée ou hydraulique doit demander à ce que soit effectuée une analyse chimique visant à détecter la présence éventuelle de substances agressives pour le béton, aussi bien dans l'eau que dans le sol au contact de ce dernier, étant donné que ce type de détérioration est plus fréquent qu'il n'y paraît et qu'il touche les structures au contact d'eaux ou de sols contenant des substances chimiques à même de réagir avec certains composants présents dans la pâte de ciment hydratée.

Les substances chimiques à même de stimuler les processus de dégradation des structures en béton sont extrêmement nombreuses et, en règle générale, caractérisent principalement les environnements acides. Le magnésium (Mg+++) et l'ammonium (NH<sub>4</sub>+), généralement présents dans les engrais les plus courants du secteur de l'agriculture, entraînent une réaction avec l'ion calcium des produits d'hydratation du ciment, générant ainsi des sels solubles de calcium qui sont facilement éliminés par l'action des eaux. Le magnésium remplace notamment les composés qui garantissent la résistance mécanique, générant un silicate hydraté responsable de la perte partielle des performances mécaniques du béton.

Le dioxyde de carbone libre (c'est-à-dire non associé sous forme de carbonates ou de bicarbonate) présent dans l'eau sous forme d'acide carbonique ( $H_2CO_3$ ) réagit initialement avec la chaux de la pâte de ciment formant ainsi du carbonate de calcium qui, par la suite, peut réagir avec l'acide carbonique environnant, formant le bicarbonate de calcium ; ce dernier, en raison de sa solubilité élevée, est retiré de la pâte de ciment. Il existe dans l'eau une concentration (théorique) de  $CO_2$  libre qui est à même de garantir l'équilibre, en évitant la formation du bicarbonate de calcium. Le dioxyde de carbone « agressif » représente l'excès de dioxyde de carbone libre dans l'eau par rapport à la valeur d'équilibre, qui a pour conséquence la formation du bicarbonate qui est facilement éliminé par l'eau au contact de la structure. Dans la pratique, la matrice de ciment subit une perte de masse, ce qui entraîne une augmentation de la porosité et une réduction des performances mécaniques.

L'effet de dégradation de la classe XA le plus courant et le plus dangereux est sans aucun doute représenté par les sulfates présents dans le sol et dans l'eau au contact de la structure. Le sulfate peut provenir des rejets industriels (artificiel) ou de la décomposition biologique (naturel) de substances organiques contenant du soufre, comme c'est le cas pour les plantes ou les engrais. En outre, les sols alluviaux et ceux cohésifs peuvent contenir de la pyrite (sulfure de fer) qui, dans certains cas, peut engendrer la formation massive de gypse ( $CaSO_4$ ).

Enfin, il faut signaler que les réseaux d'égouts, les cuves d'épuration et celles pour la collecte des eaux usées sont un véritable réceptacle de sulfates ; dans de tels cas, il est facile d'obtenir les analyses chimiques effectuées régulièrement par les sociétés de gestion, en identifiant immédiatement la classe d'appartenance.

Les effets de dégradation causés par l'attaque de sulfates se manifestent sous forme d'expansions ou de désalignement des structures, qui entraînent la naissance de situations de fissures et d'expulsions de parties de l'élément; dans des conditions extrêmes, on parvient à la désintégration totale de la matrice liante qui présente l'aspect d'un sol non cohésif.





# » AUTRES FORMES DE DÉGRADATION - RÉACTION ALCALI-GRANULAT (RAG)

Ce type de phénomène dégénératif du béton est dû à la réaction de certains types de *granulats réactifs* contenant une forme particulière de silice qui réagit avec les alcalis (ions Na+ et K+) présents dans le ciment, en présence d'humidité. La réaction produit des silicates de sodium ou de potassium, peu cristallisés, qui acquièrent de l'eau avec des effets expansif à même d'endommager le béton avec des microfissures ou le soulèvement de petits cônes dans la couche corticale (*pop-out*).





# **BÉTON:**DURABILITÉ ET DURÉE DE VIE UTILE



## » DURABILITÉ DES OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

Conformément aux nouvelles normes techniques pour les constructions (« NTC » du décret ministériel italien du 14 janvier 2018), le donneur d'ordre et le concepteur doivent déclarer dans le projet la durée de vie utile de la structure selon les catégories indiquées dans le tableau suivant.

# TYPE DE CONSTRUCTIONS 1 CONSTRUCTIONS TEMPORAIRES ET PROVISOIRES 2 CONSTRUCTIONS AU NIVEAU DE PERFORMANCES ORDINAIRE 3 CONSTRUCTIONS AU NIVEAU DE PERFORMANCES ÉLEVÉ 100

Ci-après sont énumérées les classes de subdivision des constructions, toujours selon les nouvelles normes techniques pour les constructions (« NTC » du décret ministériel italien du 14 janvier 2018) :

#### **CLASSES D'UTILISATION**

#### » CLASSE I

Constructions avec présence de personnes seulement occasionnelle, bâtiments agricoles.

#### » CLASSE II

Constructions dont l'usage prévoit une affluence normale, sans contenus dangereux pour l'environnement et sans fonctions publiques et sociales essentielles. Industries aux activités non dangereuses pour l'environnement. Ponts, infrastructures, réseaux routiers ne relevant pas de la Classe d'utilisation III ou de la Classe d'utilisation IV, réseaux ferroviaires dont l'interruption ne provoque pas de situations d'urgence. Barrages dont l'effondrement ne provoque pas de conséquences importantes.

#### » CLASSE III

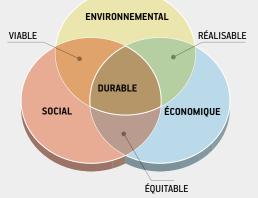
Constructions dont l'usage prévoit une affluence importante. Industries aux activités dangereuses pour l'environnement. Réseaux routiers extra-urbains ne relevant pas de la Classe d'utilisation IV. Ponts et réseaux ferroviaires dont l'interruption provoque des situations d'urgence. Barrages majeurs en raison des conséquences de leur effondrement éventuel.

#### » CLASSE IV

Constructions avec fonctions publiques ou stratégiques importantes, y compris en ce qui concerne la gestion de la protection civile en cas de catastrophe. Industries aux activités particulièrement dangereuses pour l'environnement. Réseaux routiers de type A ou B, visés dans le décret ministériel italien du 5 novembre 2001, n°6792, « Normes fonctionnelles et géométriques pour la construction des routes », et de type C lorsqu'ils appartiennent à des itinéraires de raccordement entre chefs-lieux de province non desservis par des routes de type A ou B. Ponts et réseaux ferroviaires d'importance capitale pour le maintien des voies de communication, notamment après un événement sismique. Barrages liés au fonctionnement d'aqueducs et à des installations de production d'énergie électrique.

# » DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DURABILITÉ

Le concept de développement durable ne peut être lié uniquement à la protection du patrimoine et des ressources naturelles, mais doit tenir compte de l'interdépendance des différentes composantes économiques, sociales et environnementales du développement. Les externalités associées aux coûts d'entretien et aux coûts indirects liés aux dysfonctionnements acquièrent en effet des proportions de plus en plus importantes dans le contexte économique et social des communautés actuelles. Dans cette optique, il est fondamental d'effectuer des choix de conception éclairés et une sélection soignée des matériaux et des modes d'intervention pour la récupération du patrimoine existant.



La restauration de la capacité de service et de la durée de vie utile des structures revêt une importance primordiale dans une perspective de développement durable.



# LA **DÉGRADATION**DES STRUCTURES EN BÉTON



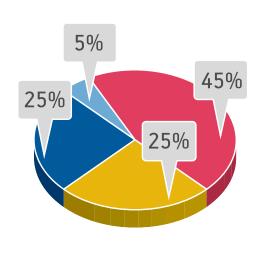
» LES PRINCIPALES CAUSES DE LA DÉGRADATION

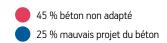
## PRINCIPALES CAUSES DE DÉTÉRIORATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ À LA SUITE DES CONDITIONS D'EXPOSITION ET DES ACTIONS ENVIRONNEMENTALES

	DÉTERMINANTS CHIMIQUES	DÉTERMINANTS PHYSIQUES
BARRES D'ARMATURE	Corrosion due à la carbonatation (CO <sub>2</sub> ) Corrosion due à l'attaque des chlorures	Courants vagabonds
PÂTE	Délavage Attaque acide Attaque de sulfates réaction alcali-granulat	Cycles de gel/dégel Retrait et fissuration Températures élevées/feu
DE CIMENT ET AGRÉGATS	Mousses/lichens Algues Champignons Contact avec l'eau	Abrasion Érosion Impact Vibration Surcharge

# » PRINCIPALES CAUSES DE LA DÉGRADATION DU BÉTON







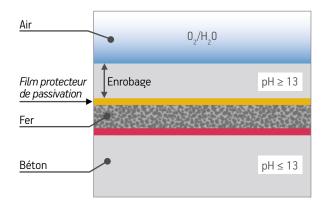




# LA **DÉGRADATION**DES BARRES D'ARMATURE

## » DÉTERMINANTS CHIMIQUES : LA CORROSION

Les processus corrosifs des armatures sont de caractère essentiellement électro-chimique et sont déclenchés par l'altération du film de protection basique qui « enveloppe » les barres d'armature. Les principales causes de cette altération sont la carbonatation et l'attaque de chlorures. Les conséquences des phénomènes corrosifs ne concernent pas seulement les aspects fonctionnels ou l'apparence des ouvrages concernés, mais aussi les aspects structurels et de sécurité. Les principales conséquences structurelles de l'attaque corrosive sont représentées dans le schéma en bas de page.



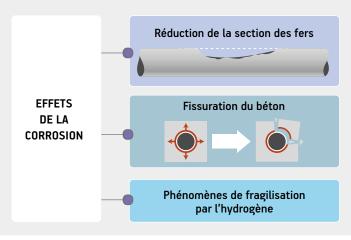
FORMATION DU FILM PASSIF - Les valeurs de pH d'une pâte de ciment durcie peuvent varier environ entre 12,5 (solution saturée en chaux) et 13,5 (si des substances alcalines sont présentes dans le ciment), par conséquent, dans des conditions normales les conditions sont réunies pour permettre la formation du film d'oxyde de passivation.



Corrosion des barres d'armature et détachement de l'enrobage

L'action expansive induite par les produits de corrosion au niveau de l'interface armatures/béton peut provoquer des fissures dans l'enrobage, une expulsion locale, un délaminage total ou bien la réduction d'adhérence des armatures, susceptible d'avoir de graves conséquences structurelles. Dans des conditions très particulières et seulement avec des aciers présentant une limite d'élasticité élevée, on peut observer des défaillances structurelles soudaines dues à la corrosion sous contrainte.

# » CONSÉQUENCES STRUCTURELLES DE LA CORROSION DES FERS D'ARMATURE









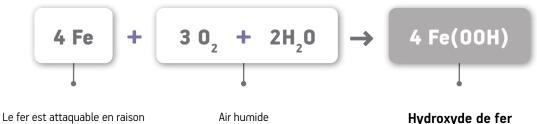
# » DÉTERMINANTS CHIMIQUES : LA CORROSION CAUSÉE PAR LES CHLORURES

La présence d'ions chlorures dans le béton peut dériver de la phase de préparation (présence dans l'eau de gâchage, dans les granulats, etc.) ou de l'environnement extérieur (eau de mer, environnement marin, sels de déverglaçage, ouvrages maritimes, routes, autoroutes, etc.). Les chlorures agissent en perçant le film de protection d'oxyde, créant ainsi un courant cathodique corrosif qui, par hydrolyse, réduit le pH jusqu'à des valeurs inférieures à 5.

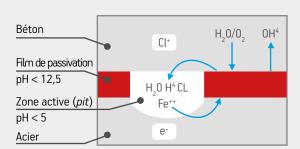
# » CHIMIE DE L'ATTAQUE DE CHLORURES

La stabilité du film d'oxyde protecteur présent sur la surface des armatures et responsable de vitesses de corrosion nulles d'un point de vue ingénierique peut être compromise si des concentrations critiques de chlorure, suffisantes pour déclencher le processus de corrosion, sont présentes à proximité des barres en acier.

L'affaiblissement du film de passivation des barres d'armature permet le déclenchement d'une réaction chimique qui, pour avoir lieu, a besoin de « carburant » : l'oxygène et l'eau.

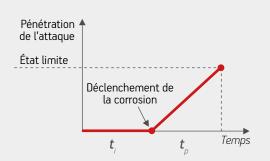


de la perte du film de passivation sous l'action de l'ion chlorure



» CORROSION DE L'ARMATURE PAR LES CHLORURES

AFFAIBLISSEMENT DU FILM DE PASSIVATION - Les chlorures franchissent et détruisent le film de passivation en déclenchant le phénomène de corrosion localisée.



DURÉE DE VIE - Déclenchement + propagation
Le développement dans le temps du phénomène de
corrosion par les chlorures met en évidence l'importance des
interventions de prévention et d'entretien.



# LA **DÉGRADATION**DES BARRES D'ARMATURE

» DÉTERMINANTS CHIMIQUES : LA CORROSION

# » ÉLÉMENTS QUI DÉCLENCHENT LA CORROSION :

# » OXYGÈNE ET EAU

La présence d'air humide est nécessaire au déclenchement de la réaction d'attaque par les chlorures puisqu'il constitue un véhicule pour l'eau et l'oxygène, qui sont à la base de la réaction d'oxydation.

#### Où les trouver;

- ▶ zones de rivage avec eau de mer;
- ▶ atmosphère, notamment si elle est caractérisée par de l'humidité.

## » CHLORURES

Les chlorures affaiblissent le film protecteur qui enveloppe les barres d'armature, créant des cratères (*pit*) où démarre le processus de corrosion.

#### Où les trouver;

- ▶ zones de rivage avec eau de mer ;
- ► sels de déverglaçage ;
- chlorures contenus par erreur dans les ingrédients du béton.



Dégradation du béton sur des structures en contact avec l'eau de mer et exposées à l'agression des chlorures.

# » LES STRUCTURES À RISQUE

# STRUCTURES SOUMISES AU TRAITEMENT AVEC SELS DE DÉVERGLAÇAGE

Ponts, viaducs, sols, esplanades, routes en béton.

# ZONES INDIRECTEMENT EXPOSÉES AUX SELS DE DÉVERGLAÇAGE

Ponts, viaducs, sols, esplanades, routes en béton.

#### STRUCTURES EN CONTACT AVEC DES SOLUTIONS CONTENANT DU CHLORE

Cuves de processus industriels utilisant les saumures, cuves d'installations piscicoles, tours de refroidissement employant de l'eau de mer.

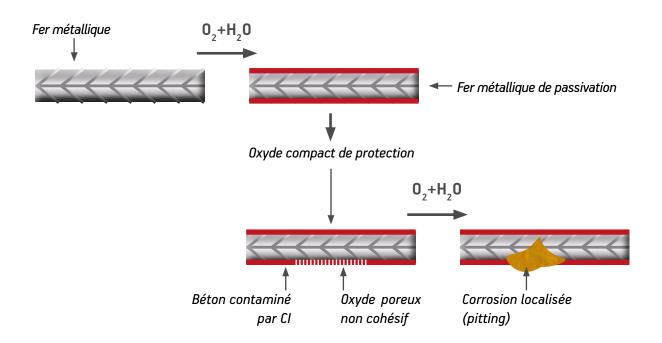
#### STRUCTURES MARINES

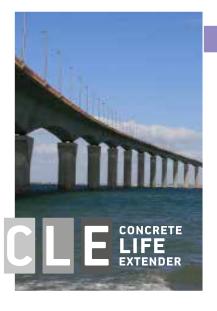
Édifices et infrastructures jusqu'à 2-3 km de la côte, quais portuaires, jetées, bassins de carénage, structures off-shore.





Provoque la compromission du film de passivation entraînant l'exposition à la réaction de corrosion.





# SUPERGARD CLE









## INHIBITEUR LIQUIDE DE LA RÉACTION ALCALI-GRANULAT, EFFET DE PASSIVATION, ANTI-CARBONATATION ET HYDROFUGE

SUPERGARD CLE est un produit liquide innovant à effet combiné, prêt à l'emploi.

Il permet avec un seul produit d'exercer simultanément trois actions : annulation de la réaction alcali-granulat (ASTM C1260-14), inhibition de la corrosion des fers d'armature (ASTM C876), effet hydrofuge (ASTM C642-13).

**SUPERGARD CLE** est un liquide à faible viscosité qui peut être utilisé aussi bien comme agent d'imprégnation sur la surface de structures en béton armé existantes, que comme adjuvant de masse ajouté aux nouveaux mélanges.

SUPERGARD CLE pénètre dans le béton et forme une couche moléculaire intégrée qui confère à l'ouvrage une meilleure imperméabilisation, une plus grande résistance aux attaques chimiques et un effet de consolidation de la surface. Il permet d'activer une mesure préventive pour éliminer le risque potentiel de déclenchement de la réaction alcali-silice, dite RAS, qui peut compromettre la durabilité des ouvrages en béton. Expérimentation sous la direction du Département des sciences et de l'ingénierie de la matière, de l'environnement et de l'urbanisme de l'Université polytechnique des Marches (Italie).



# LA **DÉGRADATION**DES BARRES D'ARMATURE

## » DÉTERMINANTS CHIMIQUES : LA CORROSION DUE À LA CARBONATATION

Le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère (dont la concentration augmente avec le degré de pollution) réagit avec les composants alcalins solubles du béton en les neutralisant selon la réaction

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3$$

Cela entraîne une forte réduction du pH de la solution aqueuse contenue dans les pores de la matrice de ciment, jusqu'à des valeurs largement inférieures au seuil minimum de 11,5 qui garantit la passivation des armatures.

# » CHIMIE DU PROCESSUS DE CORROSION DUE À LA CARBONATATION

Pénétration du CO<sub>2</sub>

\*\*\* Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> = CaCO<sub>3</sub>

\*\*\* Perte du film de passivation

\*\*Perte du film de passivation

\*\*Diffusion du CO<sub>2</sub>

dans les porosités capillaires

\*\*pH < 9\*\*

\*\*Perte du film de passivation

\*\*Diffusion du CO<sub>2</sub>

dans les porosités capillaires





# » DÉTERMINANTS CHIMIQUES : LA CORROSION DUE À LA CARBONATATION

# » FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX QUI INFLUENCENT LA CORROSION DUE À LA CARBONATATION

#### **HUMIDITÉ RELATIVE**

La pénétration du dioxyde de carbone à l'intérieur du béton a lieu avec facilité dans les porosités remplies d'air et avec difficulté dans les porosités riches en phase aqueuse, jusqu'à disparaître dans les cas d'immersion permanente. Par ailleurs, la véritable réaction de carbonatation ne peut avoir lieu qu'en présence d'eau (H.R. > 40 %) et de dioxyde de carbone (air). C'est pour ces deux raisons que l'intervalle d'humidité relative le plus dangereux pour la carbonatation se situe entre 50 et 80 %.

#### **ALCALINITÉ DU BÉTON**

Elle est proportionnelle à la quantité de ciment utilisée et est influencée par le type de ciment employé (Portland > pouzzolanique > haut fourneau).

#### POROSITÉ DU BÉTON

Un béton peu poreux présente une vitesse de propagation réduite du front de carbonatation : un faible rapport E/C et une bonne cure offrent donc des avantages en termes de durabilité..

# » FACTEURS LIÉS AU BÉTON

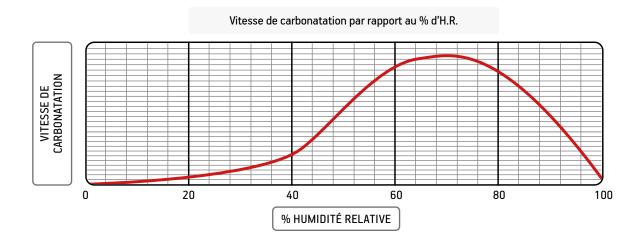
## **CONCENTRATION DE DIOXYDE DE CARBONE**

Au fur et à mesure que la concentration de dioxyde de carbone augmente dans l'atmosphère, la vitesse de pénétration du front de carbonatation augmente également.

#### **TEMPÉRATURE**

L'augmentation de la température, toutes conditions égales par ailleurs et notamment de l'humidité qui en général est le paramètre le plus important, augmente la vitesse de pénétration.

# » CORROSION DES ARMATURES : MIEUX VAUT PRÉVENIR QUE GUÉRIR





# LA DÉGRADATION DE LA MATRICE DE CIMENT

# » DÉTERMINANTS CHIMIQUES : L'ATTAQUE DE SULFATES

Elle est causée par la réaction entre l'ion sulfate  $SO_4^{2-}$  et les aluminates, la chaux libre et les hydrosilicates présents dans la matrice de ciment. Cela peut conduire à la formation de produits d'expansion comme l'ettringite et la thaumasite (dans les climats froids) qui peuvent provoquer le gonflement, le délaminage ou encore la désintégration du béton.

Gonflement et détachement de la couche superficielle du béton dus à la formation d'ettringite.

#### D'où vient l'ion sulfate?

- ► Sols, notamment s'ils sont traités aux engrais
- ▶ Impuretés des granulats sous forme de gypse ou d'anhydrite
- **▶** Environnement

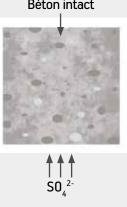
# » DÉGRADATION CAUSÉE PAR UNE ATTAQUE DE SULFATES

L'attaque de sulfates se manifeste à travers un gonflement excessif de l'aggloméré dû à la formation de produits expansifs, gonflement qui a principalement lieu dans les zones corticales du béton, au contact de l'environnement et donc davantage susceptibles d'être attaquées par les sulfates.

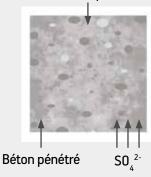
On compte principalement trois réactions destructives du béton dues à la présence de sulfates :

- » celle qui conduit à la FORMATION DE GYPSE BIHYDRATE (CaSO4 · 2H2O) à la suite de la transformation de l'hydroxyde de calcium présent dans le béton;
- » celle qui provoque la FORMATION D'ETTRINGITE (3Ca0 · Al,0, · 3CaS0, · 32H,0) due à la transformation d'aluminates hydratés, eux aussi présents dans le conglomérat;
- » celle qui conduit à la FORMATION DE THAUMASITE (CaCO<sub>3</sub> · CaSO<sub>4</sub> · CaSiO<sub>3</sub> · 15H<sub>2</sub>O) provoquée par la réaction du gypse avec la chaux, le dioxyde de carbone et le silicate de calcium (plus fréquents en présence d'environnements froids, humides et riches en dioxyde de carbone).

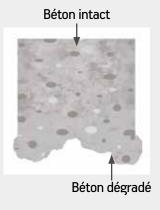








## Formation de gypse, ettringite et thaumasite dans la zone pénétrée







Il s'agit d'une action physico-chimique susceptible de priver la pâte de ciment des produits solubles dans l'eau. La présence d'acides de quelque nature que ce soit renforce l'action du délavage. La simple eau pure, mais riche en CO<sub>2</sub> (par exemple l'eau provenant du dégel) peut former de l'acide carbonique qui implique la chaux libre dans une réaction de carbonatation par dissolution comme bicarbonate de calcium. Le chlorure de calcium utilisé comme agent de déverglaçage peut contribuer au délavage en produisant un oxychlorure de calcium très soluble. En outre, tous les acides inorganiques forts comme l'HCI, l'HNO<sub>3</sub> et l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> exercent une action destructrice à l'égard de la matrice de ciment, en réagissant avec la phase hydrosilicatée.

#### Environnements à risque :

- ▶ eaux pures de montagne provenant du dégel ;
- ▶ eaux contenant des acides organiques forts ;
- ▶ eaux riches en magnésium.



Effet de l'action de délavage sur la surface du béton.

# » RÉACTION ALCALI-GRANULAT (RAG)

Ce type de phénomène dégénératif du béton est dû à la réaction de certains types de granulats contenant une forme particulière de silice qui réagit avec les alcalis (ions Na+ et K+) présents dans le ciment. La réaction produit des silicates de sodium ou de potassium, peu cristallisés, qui acquièrent de l'eau avec des effets expansifs à même d'endommager le béton avec des microfissures ou le soulèvement de petits cônes dans la couche corticale (pop-out).



Dégradation due à une réaction alcali-granulat.



Phénomène de « pop-out » dans la couche corticale du béton.



# LA **DÉGRADATION** DU BÉTON

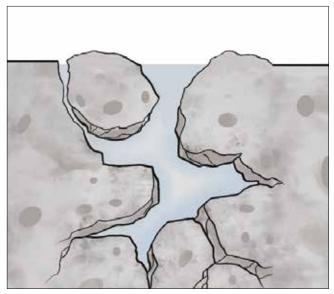
## » DÉTERMINANTS PHYSIQUES : DÉGRADATION DUE AUX CYCLES DE GEL/DÉGEL

L'effet de la glace est préjudiciable uniquement si de l'eau à l'état liquide se trouve à l'intérieur du béton. Cela ne signifie pas qu'il doive être parfaitement sec, mais que le niveau d'humidité ne doit pas dépasser une certaine valeur appelée « saturation critique ». Cela signifie que l'eau présente à l'intérieur de la porosité doit être inférieure à ladite valeur de façon à ce que même si elle augmente de volume en cas de gel, elle reste à l'intérieur des pores sans créer de tensions.

En se solidifiant, l'eau forme une structure cristalline qui détermine une augmentation du volume de 9 %.

Le préjudice provoqué est proportionnel à :

- ► Niveau de porosité
- ▶ Niveau de saturation d'humidité
- ► Nombre de cycles
- ► Air incorporé



Détachement du béton dû à l'augmentation de volume de l'eau présente à la suite d'une exposition à des cycles de gel/dégel.

# » TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

Dans les structures exposées à des températures élevées, la fonction de l'enrobage est encore plus importante puisqu'il ralentit la propagation de la température. Plus l'enrobage est épais, plus le temps employé par les barres pour atteindre la température d'effondrement est long. L'enrobage est donc fondamental en cas d'incendie.

- ► Température limite du béton : 650 °C
- ► Température d'effondrement des armatures : 500 °C





Le retrait est une variation de volume que subit le béton pendant la phase de prise et de durcissement causée par l'élimination progressive de l'eau contenue dans la pâte de ciment.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que la perte d'eau de la masse est rapide, et il entraîne l'apparition de fissures ayant des répercussions sur la durabilité de l'aggloméré.

# Retrait en phase plastique

0 ÷ 12 heures

- ▶ Diminution de volume entre eau + ciment et gel de ciment
- ► Expansion due à la chaleur d'hydratation
- ▶ Perte d'eau par évaporation et absorption
- ► Ségrégation et ressuage

# Retrait hydraulique

0 ÷ 12 heures

- ▶ Déterminé par la progression lente de la réaction d'hydratation
- ▶ Plus important dans les structures de grande section et construites avec des ciments lents (barrages)

#### FACTEURS INFLUENÇANT LE RETRAIT HYDRAULIQUE



## Retrait hygrométrique

12 heures ÷ 28 ans (80 % dans les 6 mois, 85 % dans les 12 mois)

- ► Perte d'eau par évaporation
- ▶ Proportionnel à la température
- ► Inversement proportionnel au taux d'humidité relative

## **Retrait autogène** (entre le début et la fin de prise)

- ▶ Provoqué par l'autodessiccation des pores due à la réaction d'hydratation de la pâte de ciment
- ► Supérieur dans les bétons à faible rapport E/C



# INDEX ALPHABÉTIQUE DES PRODUITS

ACRIFLEX	_ page 41
ACRIPAINT	_ page 41
CONCRETE FINISHER	_ page 39
CONCRETE FINISHER 2	_ page 39
DRACOFLOW	page 35
DRACOFLOW LF	page 35
DRACOFLOW LS	page 35
DRACOLOR	
DRACOSTEEL	
DRACOSTEEL MONO	page 45
EPOMALT	page 40
EPOWALL ALM	page 42
FLUECO 35	page 38
FLUECO 40 T	page 26
FLUECO 45 T2 BM	page 28
FLUECO 55 T	page 26
FLUECO 60	page 32
FLUECO 60 QUICK	page 32
FLUECO 75	
FLUECO 80 C	page 33
FLUECO 80 C QUICK	page 33
FLUECO 80 C SFR	
FLUECO 80 C FLOWFIBER	page 33
FLUECO 80 T2	2200 20



# INDEX ALPHABÉTIQUE DES PRODUITS

FLUECO 80 T FIBER	page 26
FLUECO 80 T GG	page 29
FLUECO 100 C	page 34
FLUECO 175 C CR FR	page 34
FLUECO 175 T CR FR	page 27
FLUECO BLITZ	page 27
FLUECO BLITZ R4	page 27
MAGIFLEX BRAVO	page 40
MAGIFLEX CLE	page 39
POLIFLEX PP	page 42
PRESIDIO SRA	page 44
SUPERGARD CLE	page 59
TIME EXTENDER	page 44



# DÉCOUVREZ NOS SOLUTIONS POUR L'INDUSTRIE <u>DU BÂTIMENT :</u>



LIGNE **BÉTON** ADJUVANTS ET SYSTÈMES POUR LE BÉTON



LIGNE SOLS

RÉSINES ET PRODUITS POUR SOLS INDUSTRIELS



LIGNE IMPERMÉABILISATION

SOLUTIONS POUR L'IMPERMÉABILISATION DES STRUCTURES



LIGNE **RESTAURATION ET PROTECTION** 

MORTIERS ET SYSTÈME POUR LA RESTAURATION DES STRUCTURES



LIGNE TRAVAUX SOUTERRAINS ET TUNNELS

SOLUTIONS CHIMIQUES POUR FONDATIONS SPÉCIALES ET TUNNELS



LIGNE **ASSAINISSEMENT ET BIOCONSTRUCTION** 

ASSAINISSEMENT, ISOLATION ET BIEN-ÊTRE DE L'HABITATION

draco-resines.fr



DRACO Italiana S.p.A. Via Monte Grappa 11 D-E 20067 Tribiano (MI), Italie Tél. +39 02 90632917 Fax +39 02 90631976 info@draco-edilizia.it







