

Infrastructure

— ductal® —



Sommaire

1. Introduction	04
2. . Matériaux constitutifs et proportions de gâchées	06
Caractéristiques et performances techniques	07
3. Application et optimisation sur chantier	10
4. Solutions	
Ductal® Infrastructure	16
Ductal® Overlay	22
Ductal® Shotcrete	28
5. Développement durable	34
6. Contact	38

Ductal®

Nous fabriquons depuis plus de 25 ans la gamme la plus avancée de technologies et de services dédiée au béton à ultra-hautes performances. Né du désir de minimiser les besoins en ressources tout en maximisant les performances, Ductal® est synonyme de résistance, de ductilité et de durabilité optimales. Des années de pratique, de recherche et de développement à l'échelle mondiale nous ont permis d'acquérir la technologie et l'expertise nécessaires pour donner vie aux projets les plus ambitieux partout dans le monde. Notre équipe se compose d'un collectif d'ingénieurs, d'architectes, de consultants en construction et de techniciens de terrain agréés. Tous travaillent directement avec nos clients pour élaborer des réponses pragmatiques et sur mesure à certaines des problématiques les plus importantes du secteur de la construction aujourd'hui. En inventant des matériaux de construction qui consomment moins (moins de quoi ?) et durent plus longtemps, nous créons des environnements bâtis plus responsables qui contribuent au bien-être des individus tout en étant plus respectueux de leur environnement naturel. Dans l'intérêt des personnes et de la planète dont nous dépendons tous, nous apportons des solutions concrètes aux défis de demain.

Ductal® au service du génie civil

Combinant les technologies révolutionnaires d'une matrice cimentaire dense et compacte ainsi que des fibres à haute résistance, Ductal® offre des performances supérieures en termes de propriétés mécaniques, de durabilité et d'esthétique. Sa résistance à la compression, à la traction et à la flexion couplées à une résistance élevée à l'abrasion et à une faible perméabilité lui permettent d'être utilisé dans une large gamme d'applications. Les applications les plus courantes incluent des structures telles que les ponts, les routes, les dalles industrielles et les structures hydrauliques, et bien d'autres. Entreprises de construction, préfabricants et développeurs peuvent désormais étendre leur activité en s'appuyant sur nos solutions innovantes facilitant la conception et l'exécution de leurs projets, même les plus exigeants.

Ductal® doit son caractère innovant à sa composition exceptionnelle caractérisée par :

- Une structure granulaire optimisée
- Un rapport eau/ciment réduit
- Une teneur élevée en fibre

Structure granulaire optimisée

Grace à l'utilisation de La fumée de silice, la composition granulaire résultante est beaucoup plus dense et ayant un très faible taux de vide comparé à celle d'un béton normal. En combinaison avec l'utilisation de sable de quartz fin sélectionné au lieu de granulats grossiers, ceci entraîne une grande compacité avec une structure homogène. Si les granulats composent la majeure partie du béton normal, la part de pâte de ciment est prédominante dans Ductal®. Il ne se forme ainsi aucune structure rigide en granulats. Les déformations (retraits) qui se produisent uniquement dans la pâte de ciment sont ainsi moins entravées et les microfissures dans la pâte de ciment sont évitées.

- Rapport eau/ciment réduit : Pour un volume d'eau de gâchage comparable, Ductal® a une teneur en ciment sensiblement supérieure aux bétons normaux et à haute résistance. En règle générale, il en résulte un rapport e/c nettement plus faible de moins de 0,25.

- Teneur élevée en fibres : La teneur élevée en fibres de 1 à 5 % en volume confère à la structure une ductilité élevée ainsi qu'un comportement à l'écrasement selon la variété/formulation de Ductal®. Les éléments sont renforcés tant à l'intérieur qu'en surface grâce à la répartition homogène des fibres. L'efficacité des fibres en Ductal® dépend du matériau, du contenu, de la géométrie, de la distribution et de l'orientation.

Caractéristiques et performances techniques

Avec sa résistance à la compression et à la traction, sa ductilité et sa durabilité, Ductal® se distingue des bétons normaux et des bétons à haute résistance aussi bien par ses propriétés mécaniques que par son comportement.

Compression

Ductal® présente d'excellentes performances en compression : 4 à 8 fois supérieur aux bétons conventionnels. Le comportement en compression est linéaire jusqu'à la contrainte maximale et ne présente aucun endommagement du matériau pendant cette phase, jusqu'à une déformation maximale de 4,5‰. Comme pour tous les bétons, après le pic, la déformation n'est plus uniforme ; bien que la présence de fibres empêche la rupture du matériau. C'est un très bon avantage par rapport au béton à hautes performances ou aux BFUP conventionnels qui ont tendance à être fragiles en compression, donc dangereux. Grâce à sa teneur en fibre métalliques, Ductal® est plus sécurisé.

Traction

Le comportement en traction du BFUP Ductal® se divise en trois phases :

- Dans la zone élastique, la déformation augmente de manière linéaire avec la charge et se résorbe totalement lors du déchargement.
- Dans la zone écrouissante, la déformation augmente avec la charge par la microfissuration finement répartie. La déformation est permanente. Un écrouissement a uniquement lieu si la teneur en fibres est suffisamment élevée pour que les fibres puissent totalement supporter la force de traction. Avec une teneur en fibres trop faible, il se produit un adoucissement directement après la zone élastique.
- Dans la zone adoucissante, les contraintes de traction diminuent mais les déformations augmentent. Elles se concentrent dans une fissure qui s'ouvre, et dans la - quelle de plus en plus de fibres sont extraites. L'ouverture maximale de fissures en cas de rupture correspond à peu près à la moitié de la longueur des fibres.

Flexion:

Les fibres confèrent au matériau un comportement ductile lors de la flexion. Lorsqu'elles sont chargées en flexion au-delà de la limite élastique, des microfissures se produisent et les fibres maintiennent les fissures bien fermées, offrant un caractère ductile plutôt qu'une rupture soudaine ou fragile. La ductilité en flexion est caractérisée par de multiples microfissures qui ont lieu avant d'atteindre les pics de contraintes, sans localisation et sans présence de macro-fissures.

Fluage et retrait

Ductal® peut atteindre un retrait spécifique final relativement élevé pouvant aller jusqu'à 1 ‰ en raison de la teneur élevée en ciment et du faible rapport eau/ciment. En raison de la faible teneur en eau du matériau et de l'utilisation de fumée de silice, la déformation sous charges permanentes (fluage) est fortement réduite. Les propriétés spécifiques en termes de fluage (très faible) permettent de maîtriser toutes les difficultés de conception liées aux déformations différées, ce qui est particulièrement intéressant lors de l'utilisation des solutions Ductal® comme couches de protection et de renforts sur des éléments en béton existants. Cela permet un large champ d'utilisations dans la préfabrication et permet la construction d'éléments minces.

Durabilité:

- Faible porosité
- Résistance au gel-dégel
- Résistance à l'abrasion
- Résistance au feu
- Résistance aux agents chimiques
- Exposition aux environnements marins

En plus d'avoir une résistance mécanique bien supérieure à celle du béton traditionnel, le BFUP Ductal® présente des caractéristiques remarquables en termes de durabilité prouvées par de nombreuses études. Sa structure dense empêche la pénétration de gaz et de liquides. Par conséquent, le matériau présente une grande résistance à la carbonatation, aux chlorures, aux sulfates et aux sels de déverglaçage ainsi qu'une grande résistance chimique vis-à-vis d'attaques acides. La structure compacte ainsi que la ductilité conditionnée par les fibres d'acier rendent Ductal® très résistant à l'abrasion et aux chocs, et ce même dans les environnements les plus agressifs.



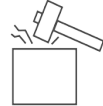
Les principaux avantages des solutions Ductal®



Réduction des quantités nécessaires de matériau



Optimisation du temps et des délais de chantier



Durabilité et longévité



Réduction de la maintenance



Gestion des plannings de chantiers optimisée

Ductal® est fourni/livré sous forme de kit avec tous les composants nécessaires : mélange sec, adjuvants et fibres.



Mise en œuvre

Lors de la mise en place de couches de Ductal® sur du béton existant, les substances ou les particules perturbant l'adhérence doivent être totalement retirées et le support doit être saturé en eau au préalable. Il s'applique les mêmes exigences que celles concernant la remise en état du béton avec des matériaux liés hydrauliquement. En fonction des besoins, Ductal® peut être mis en place manuellement ou mécaniquement. Son ouvrabilité est garantie pendant une à deux heures. La solution Ductal® fluide est versée dans le coffrage et s'étale grâce à son comportement autonivelant. Si le travail est interrompu, les bandes de joints doivent être vivement mélangées dans le béton frais pour garantir une présence continue de fibres. Le matériau thixotrope en couches fines peut être travaillé avec une poutre vibrante pour des applications sur des surfaces horizontales. La solution Ductal® Shotcrete est projetée sous forme humide en couches minces pour des applications verticales ou en voûte avec des pompes à béton à piston.



Pont de Nipigon, Canada, 2017 - Feroval/BOT JV

Coffrage

Une solution Ductal® autoplaçante est susceptible d'induire des pressions importantes sur un coffrage. En effet, en raison de sa forte fluidité et sa grande part de composants fins, le coffrage doit être très étanche. Le mix Ductal® reproduit très précisément les textures du coffrage à la surface du béton.

Cure & traitement thermique

En raison du faible rapport eau/ciment la cure des solutions Ductal® est particulièrement importante. Il est impératif d'éviter toute perte d'eau. Ductal® doit être recouvert par une feuille plastique immédiatement après la mise en place et doit être protégé des intempéries (vent, soleil, pluie, froid). La durée de cure est en règle générale de l'ordre de 4 à 7 jours. Grâce à un traitement thermique (apport contrôlé de chaleur et d'humidité), la résistance peut être davantage augmentée et le retrait peut être stabilisé en peu de temps.



Kanderviadukt, Suisse, 2018 - Walo Bertschinger SA

Préfabrication

La combinaison exceptionnelle de propriétés du matériau permet une liberté de conception normalement difficiles voire impossibles à réaliser en béton traditionnel, qu'il s'agisse de formes minces et complexes, de courbures ou de textures personnalisées. Cela offre des possibilités infinies d'amélioration de l'esthétique.

La préfabrication permet la réalisation d'éléments très petits et une utilisation optimisée des propriétés mécaniques du matériau, même sur des structures en béton traditionnel. Toutes les formes et géométries sont désormais possibles !

Poids propre et durée de construction

Des études prouvent que le renforcement avec une armature et du BFUP augmente fortement la résistance ultime. Les solutions Ductal® permettent le renforcement des structures avec des couches très fines. Des tests préliminaires ont montré que la résistance ultime d'un tablier de pont peut être augmentée de plus de 50 % avec l'application d'une couche de Ductal® renforcé d'une épaisseur de seulement 40 mm. De plus, cette mesure de renforcement est extrêmement efficace car elle réduit le poids propre et le temps de construction.



Solutions

Ductal® Infrastructure

Résistance, ductilité et durabilité optimales.

Relevez les défis les plus difficiles en matière de structure et de durabilité grâce à cette solution hautement résistante, ductile et autoplaçante. Préfabriquée ou coulée sur place, Ductal® Infrastructure répond aux besoins les plus exigeants, quelle que soit leur complexité.

La solution Ductal® Infrastructure est spécifiquement développée pour améliorer les performances mécaniques des structures nouvelles ou existantes.

Sa performance supérieure en matière de résistance à la compression, à la traction et à la flexion, combinée à une résistance élevée à l'abrasion, au contrôle des fissures et à une grande imperméabilité, en font une solution optimale pour renforcer, imperméabiliser et protéger les structures, en prolongeant leur durée de vie tout en réduisant les coûts de maintenance.

Optimisation

Les propriétés mécaniques avancées du matériau, associées à une ductilité exceptionnelle, permettent de construire des éléments préfabriqués, de renforcer les tabliers de pont ou de réparer les structures de manière efficace. Conçue avec les meilleures techniques innovantes et exigeantes en matière de durabilité, Ductal® Infrastructure offre aussi des possibilités infinies d'amélioration de l'esthétique. Grâce au potentiel élevé de préfabrication, vous pouvez réaliser des projets de toute envergure, en réduisant la taille et la complexité des connexions et des détails des armatures.

Mise en œuvre

Coulé sur site ou préfabriqué, Ductal® Infrastructure offre un grand potentiel à explorer pour les projets de réhabilitation. C'est une solution fiable et durable pour prolonger la durée de vie des structures telles que les ponts, les piliers, les poutres ou réaliser des joints clavetage. Sa consistance fluide et autoplaçante en fait le matériau idéal pour un coulage dans toutes les zones, sans vibration et tout en permettant d'atteindre des performances mécaniques importantes à jeune âge. La combinaison de résistances mécaniques permet de créer des éléments structuraux plus fins, plus légers et de donner vie à pratiquement toutes les nouvelles formes ou géométries imaginables.

Disponible en Amérique du Nord	<p>Ductal® Accelerated Des performances améliorées en une fraction de temps. - Boostez votre processus de construction et répondez à vos objectifs de performance en un rien de temps grâce à notre solution Ductal® Accelerated.</p>
Disponible en EMEA & Asie	<p>Ductal® Infrastructure T1/T2/T3 Ductilité supérieure pour plus de durabilité et d'étanchéité. - Augmentez la résistance de votre structure aux environnements très agressifs avec notre solution avancée conçue pour empêcher la formation de macro-fissures et garantir la résistance à l'eau.</p>

Avantages

Ductal® Infrastructure satisfait aux spécifications techniques les plus exigeantes tout en offrant une solution optimisée en coût global pour vos projets. Notre BFUP se démarque nettement des bétons classiques et des bétons à haute résistance, tant au niveau de ses propriétés mécaniques que de son comportement, et offre une durabilité et une protection à long terme, même dans les environnements les plus agressifs.

Applications

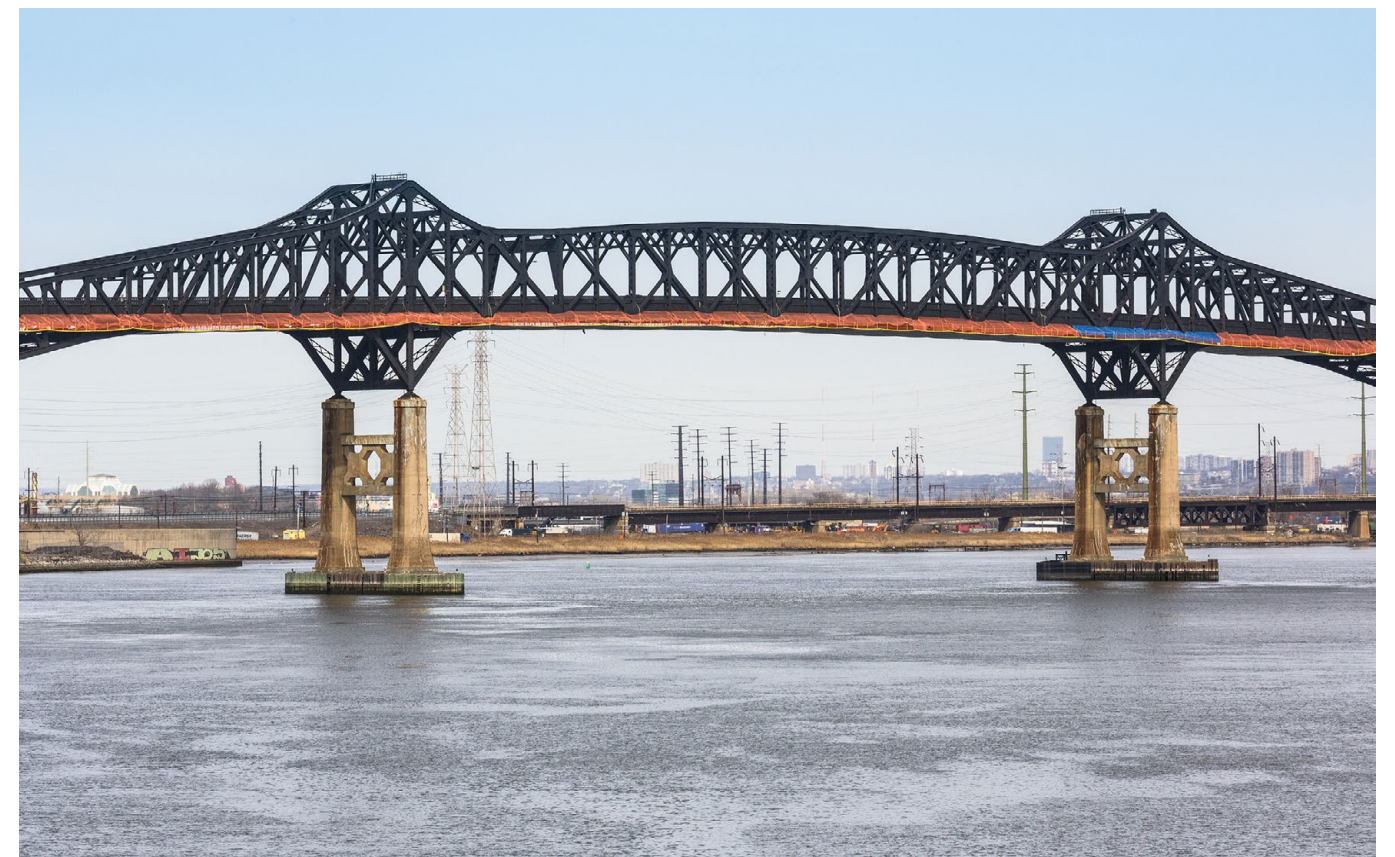
- Joint de clavetage et de dilatation
- Liaisons entre les dalles
- Éléments de toiture
- Enrobage
- Revêtement de poutres et chemisage
- Protection des structures hydrauliques et marines
- Éléments préfabriqués élancés



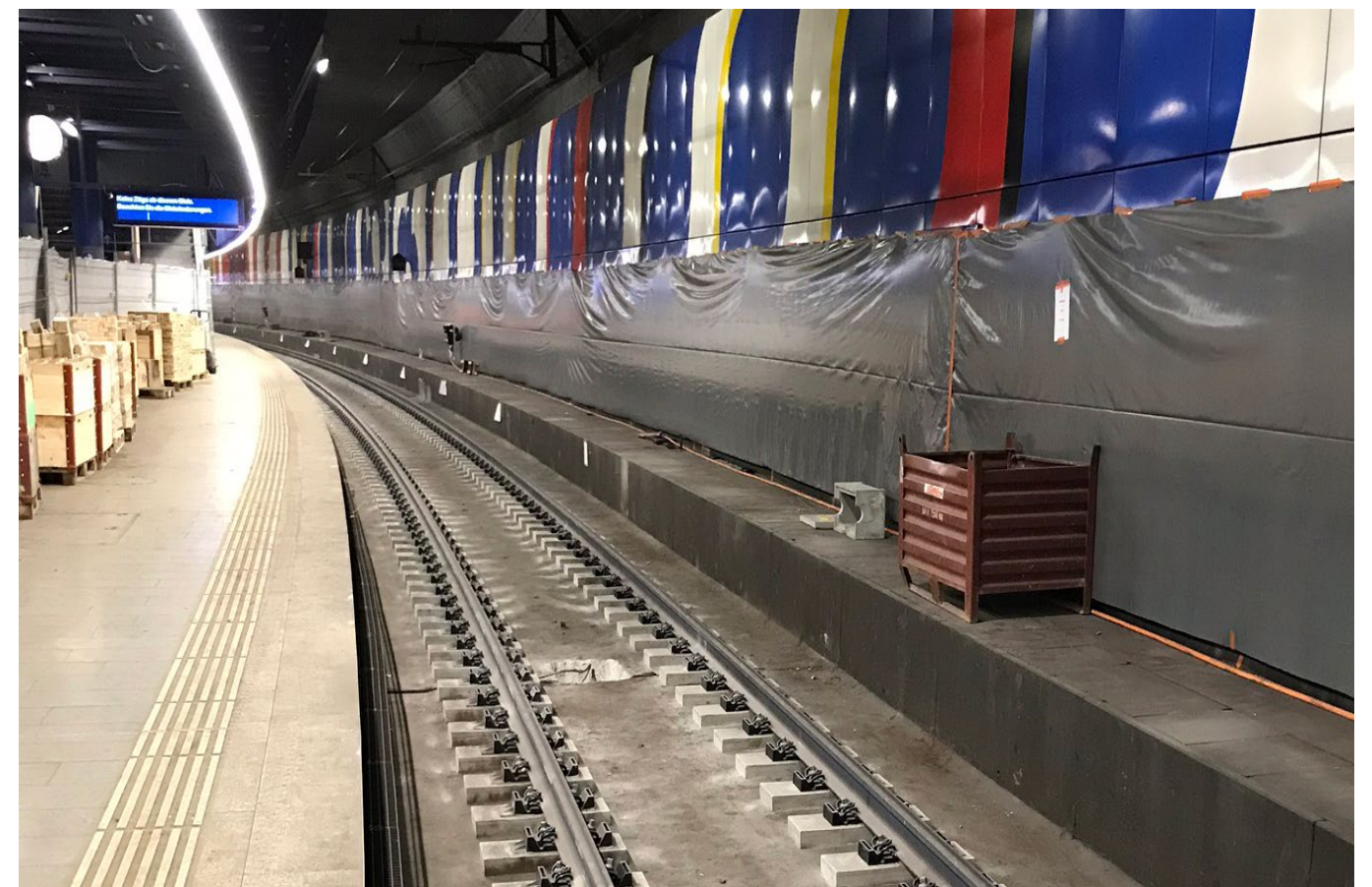
Mauves sur Loire bridge, France, 2020- Bouygues TPRF



Pont de Mauves sur Loire, France, 2020 - Bouygues TPRF



Pulaski Skyway, USA, 2018 - CCA Civil



Zurich Airport railway station, Switzerland, 2019/2020 - ARGE FF Flughafen

Ductal® Overlay

Résistance à l'épreuve du temps.

Accélérez le processus de construction et réduisez la quantité de matériau nécessaire à votre structure grâce à cette technologie thixotropique garantissant une durée de vie maximale et une maintenance minimale au fil du temps.

Cette formulation coulée sur site présente une matrice dense à base de ciment avec une très faible porosité, ce qui la rend imperméable à l'eau, à la carbonatation et au phénomène d'alcali-réaction. En empêchant la pénétration d'agents chimiques agressifs dans les couches appliquées, la solution Ductal® Overlay évite la corrosion des armatures en acier et permet d'assurer la résistance aux trafics élevés et aux produits de dégivrage. En fournissant une couche imperméable protectrice et durable contre les chlorures, cette solution permet également de renforcer la structure d'un tablier de pont existant tout en minimisant l'impact du poids additionnel.

Mise en œuvre

Ductal® Overlay présente deux consistances : thixotropique et autoplaçante ce qui augmente l'étendue des applications possibles sur des pentes allant jusqu'à 15 % ou des surfaces horizontales pour des structures existantes ou nouvelles. Grâce à une combinaison unique de propriétés mécaniques et de comportement ductile en flexion, cette solution peut être utilisée en couches très fines pour augmenter la résistance de la structure, ce qui réduit les charges permanentes supplémentaires, permettant ainsi la diminution des besoins en matériaux, en main-d'œuvre et en maintenance.

Avantages

Ajoutez une couche hautement protectrice, durable et nécessitant peu d'entretien aux surfaces en béton neuves et existantes grâce à Ductal® Overlay afin d'augmenter la protection, l'imperméabilité et la résistance aux produits chimiques de tous vos projets. Cette méthode de réhabilitation efficace permet de prolonger la durée de vie et d'améliorer les performances de durabilité à long terme de manière rentable grâce au gain de temps considérable réalisé lors de la construction. La mise en œuvre peut être effectuée facilement avec un temps d'arrêt minimal, ce qui diminue les risques liés aux délais de planification et d'exécution.

Applications

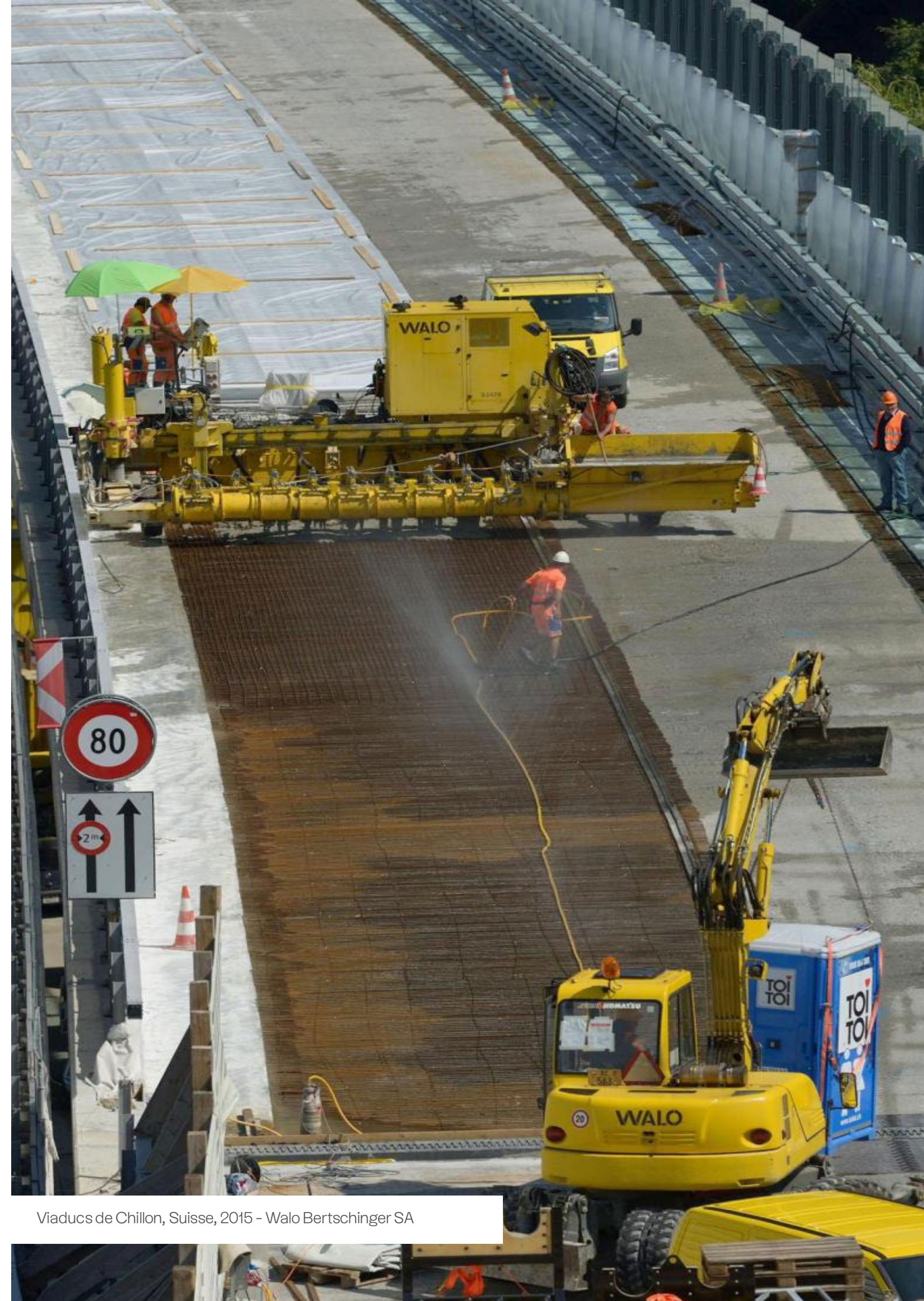
- Revêtement
- Réhabilitation et protection des tabliers de ponts
- Protection des dalles industrielles
- Renforcement des dalles de bâtiment

Disponible en EMEA & Asie

Ductal® Overlay T1/T2/T3

Ductilité et durabilité inégalées pour une protection optimale.

- Imperméabilisez et optimisez la résistance de votre structure avec cette solution offrant une durabilité et des performances mécaniques remarquables. Une solution idéale pour vos projets les plus ambitieux nécessitant la plus robuste des protections.



Viaducs de Chillon, Suisse, 2015 - Walo Bertschinger SA



Pont du Yunnan, Chine, 2020 - Sinohydro Bureau 8



Pont Des Fenils, Suisse, 2021 - Grisoni - Zaugg SA



IA 163, USA, 2020 - UHPC Solutions

Ductal® Shotcrete

Résistance projetée pour toutes géométries.

Surmontez les obstacles liés aux méthodes traditionnelles de mise en œuvre grâce à notre BFUP projeté hautement adaptable : une solution économique et rapide qui prolonge la durée de vie de toute structure.

Le béton à ultra haute performance projeté Ductal® à voie humide aide à protéger les structures nouvelles ou existantes, tout en améliorant leurs performances mécaniques. La présence des microfibres métalliques dans la composition confère une résistance élevée à la compression et à la flexion dès son jeune âge, ce qui permet d'éliminer ou de réduire le renforcement traditionnel en armature en acier et d'améliorer la performance structurelle globale. Véritable innovation dans le domaine de la technologie BFUP, Ductal® Shotcrete représente une solution globale compétitive répondant aux plus hautes exigences des ingénieurs pour tous les types de projets.

Mise en œuvre

Les fines couches de BFUP projeté Ductal® (moins de 10 cm) appliquées en projection directe assurent réparation et protection durables, tout en réduisant les temps d'intervention sur site - jusqu'à 3 fois plus rapide que le béton projeté classique - et en prolongeant la durée de vie des infrastructures.

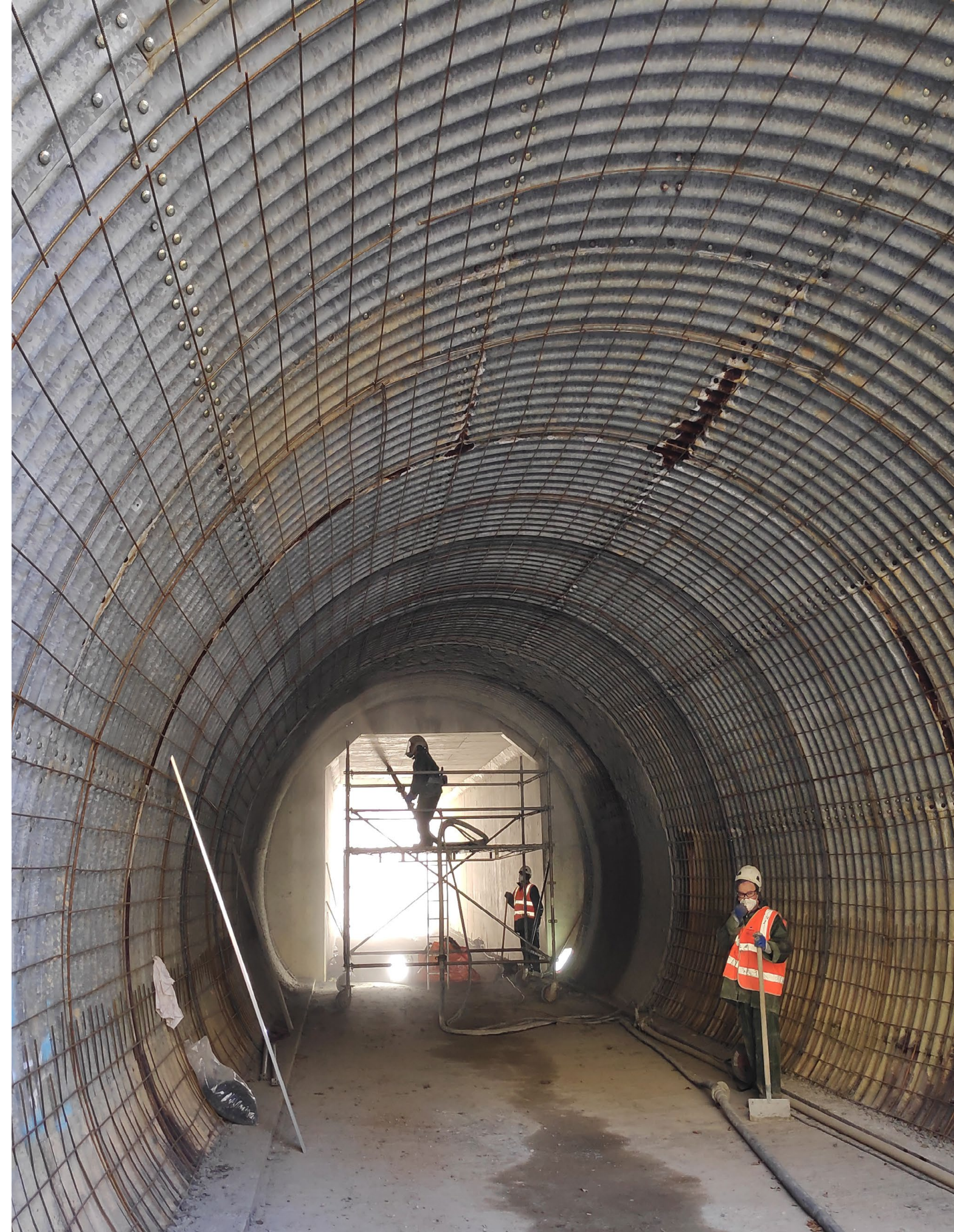
Son processus d'application par voie humide signifie qu'il peut être transporté et projeté avec des équipements mécanisés standards, même pour les applications en hauteur.

Avantages

Cette innovation reconnue permet de renforcer et de protéger les structures nouvelles et existantes, en améliorant leurs performances grâce aux propriétés du matériau : faible perméabilité, capacité d'adhérence et résistance élevée à l'abrasion. Sa technologie applicative projetée en fait une solution très efficace sur site, en raison des besoins diminués de préparation des surfaces, de l'absence de coffrage et du faible taux de rebond. En résulte temps d'opération réduit tout en maintenant la géométrie initiale, condition primordiale pour la réhabilitation des buses métalliques afin de conserver les gabarits hydrauliques et les dimensions de circulation. La durée de vie du projet est nettement améliorée et les coûts globaux de maintenance considérablement réduits.

Applications

- Réparation et protection des infrastructures
- Buses métalliques
- Renforcement structurel
- Tunnels et mines
- Applications difficiles d'accès
- Protection des structures hydrauliques et marines
- Imperméabilisation



Buse de Sevenans, France, 2020 - Freyssinet



Buse de Sevenans, France, 2020 - Freyssinet



Buse de Barbazan, France, 2020 - Freyssinet



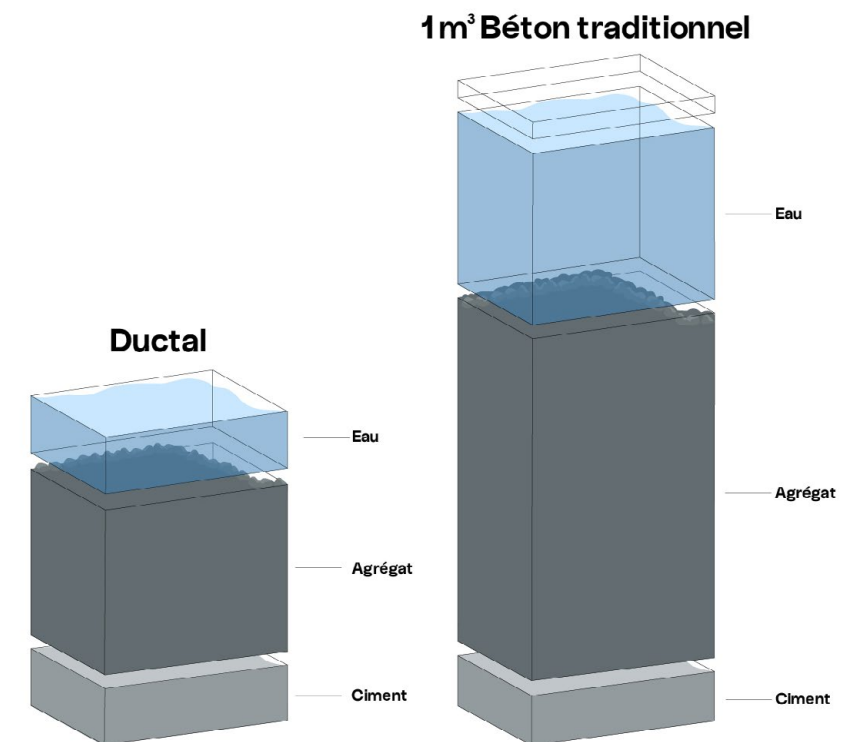
Buse de Sevenans, France, 2020 - Freyssinet

Chez Holcim, leader mondial des matériaux et solutions de construction, la durabilité est un sujet sur lequel nous nous penchons depuis 25 ans. En tant que pionniers de la transition vers une construction à faible émission de carbone et de la promotion de l'économie circulaire (de l'utilisation de combustibles alternatifs à nos recherches sur le recyclage du béton), il était tout naturel que nous décidions de développer des solutions permettant aux architectes, ingénieurs, entrepreneurs et maîtres d'ouvrage de concevoir et de réaliser des projets plus écologiques.

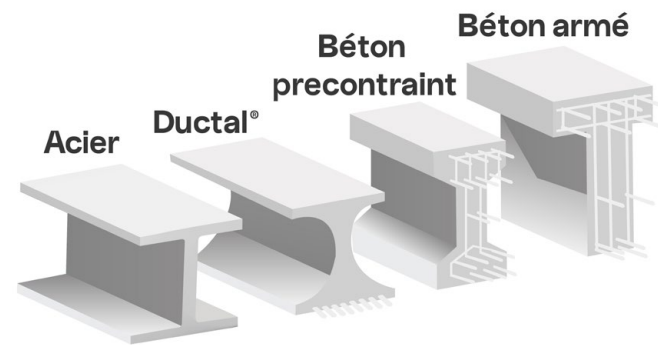
Le béton est doté d'atouts fondamentaux : il est durable, résistant, adaptable et polyvalent. C'est en renforçant ces propriétés et en en ajoutant de nouvelles que nous parvenons à améliorer l'impact du béton sur l'environnement.

Le BFUP Ductal® est un matériau de construction éprouvé pour tout type d'applications nécessitant des performances et une durabilité exceptionnelles. La composition du matériau permet justement d'obtenir des résistances mécaniques beaucoup plus élevées et une durabilité significativement accrue par rapport aux bétons traditionnels. L'intérêt principal est la déformation du matériau sous des contraintes de traction durant laquelle une action de durcissement se produit grâce à la teneur élevée en fibres.

La structure dense de Ductal® empêche la pénétration de gaz et de liquides. Par conséquent, le matériau de construction présente une grande résistance à la carbonatation, aux chlorures, aux sulfates et aux sels de déverglaçage, ainsi qu'une grande résistance chimique vis-à-vis d'attaques acides.



Les solutions Ductal® représentent un moyen révolutionnaire de faire mieux avec plus : les performances mécaniques ultra-élevées et les coefficients de transport très faibles, associées au remplacement partiel ou total des armatures par des microfibres d'acier, nous permettent de concevoir des structures en utilisant une fraction (1/3 à 1/2) des matériaux nécessaires pour des fonctions équivalentes. Qu'il s'agisse de béton projeté, de béton coulé sur place ou de béton préfabriqué, il est facile de constater qu'une utilisation réduite des matériaux permet de diminuer les émissions de carbone, de la fabrication au transport.



EUROPE, MOYEN-ORIENT, AFRIQUE

Ductal®- Lafarge France
2 Avenue du Général de Gaulle
92148 Clamart Cedex
France

AMERIQUE DU NORD

Ductal® - LafargeHolcim in the US
8700 W Bryn Mawr Ave., Suite 300
Chicago, IL
USA 60631

ductal-na@lafargeholcim.com

+1 773 372 1002

ASIE

Ductal® - LafargeHolcim China
Room 1002, Tower 3, China Central
Place
77, Jianguo Road, Beijing,
P.R. China

ductal.china@lafargeholcim.com

+86 10 5827 5727

ductal®