

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Le béton modifié aux résines

Blaga, A.; Beaudoin, J. J.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40001088>

*Digeste de la construction au Canada, 1986-02-01*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=5e61c853-37f4-4277-bb6a-0cbc42c53585>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=5e61c853-37f4-4277-bb6a-0cbc42c53585>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

# Digeste de la construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

**CBD-241-F**

## Le béton modifié aux résines

### Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

*Publié à l'origine en février 1986.*

*A. Blaga et J.J. Beaudoin*

### Résumé

Il existe deux catégories de béton modifié aux résines : le béton imprégné de résine et le béton additionné de résine. On obtient le premier en imprégnant des éléments préfabriqués en béton de ciment Portland avec un monomère qui est ensuite transformé en polymère solide. On fabrique le second en remplaçant une partie du liant par un polymère (souvent du genre latex). Les avantages de ces deux types de béton par rapport au béton conventionnel sont les suivants : plus grande résistance, plus faible perméabilité à l'eau, meilleure résistance aux produits chimiques et aux cycles gel-dégel.

### Introduction

Les qualités mécaniques et le coût relativement peu élevé du béton de ciment Portland en font le matériau de construction le plus utilisé. Cependant, celui-ci présente certains inconvénients : faible résistance en flexion, faible déformation à la rupture, sensibilité aux effets du gel et faible résistance aux produits chimiques. Les ingénieurs, qui connaissent bien ces inconvénients, peuvent habituellement y remédier. Dans certains cas, on peut résoudre les problèmes en substituant ou en ajoutant des polymères ou résines organiques (polymères commerciaux) au ciment Portland. Ces matériaux relativement nouveaux offrent de nombreux avantages : résistance et durabilité accrues, bonne résistance à la corrosion, plus faible perméabilité à l'eau et meilleure résistance aux dommages résultant des cycles gel-dégel.

Il existe trois catégories principales de béton contenant des polymères : le béton imprégné de résine, le béton additionné de résine et le béton de résine. Il importe que l'ingénieur les distingue bien pour être en mesure de choisir un matériau adapté à une application particulière. Le présent digest traite de la nature et des caractéristiques générales du béton imprégné de résine et du béton additionné de résine. Le numéro suivant portera sur le béton de résine, un matériau dont le liant est constitué de résine au lieu de ciment Portland.

Les propriétés types du béton modifié aux rés sont comparées à celles du béton de ciment Portland au tableau I. Ses caractéristiques générales et ses applications sont indiquées au tableau II.

### Tableau I. Propriétés types\* du béton modifié aux résines et du béton de ciment Portland<sup>1,2</sup>

---

Matériau	Résistance	Module	Résistance	Résistance	Absorption	Résistance	Résistance
----------	------------	--------	------------	------------	------------	------------	------------

	à la traction MPa	d'élasticité GPa	en compression MPa	au cisaillement KPa	d'eau %	aux cycles gel-dégel, nombre de cycles/ % perte de poids	aux acides**
Béton imprégné de résine	10,5	42	140	-	0,6	3 500/2	10
Béton imprégné de résine***	14,7	49	273	-	≤0,6	-	≥10
Béton additionné de résine	5,6	14	38	≥4 550	-	-	4
Béton de ciment Portland	2,5	24,5	35	875	5,5	700/25	-

\*Les valeurs indiquées sont des valeurs moyennes; les caractéristiques des produits commerciaux peuvent varier considérablement selon la formulation et le procédé de fabrication.

\*\*Facteur d'amélioration par comparaison au béton de ciment Portland.

\*\*\*Béton traité en autoclave avant l'imprégnation.

**Tableau II. Caractéristiques générales et application des bétons modifiés aux résines**

Matériau	Caractéristiques générales*	Domaines d'application	Remarques
Béton imprégné de résine	Consiste généralement en un béton préfabriqué qui a été séché (et dont l'air a été évacué) puis imprégné avec un monomère (ou un mélange de monomères) de faible viscosité qui est polymérisé en place pour former un réseau au sein des pores. L'imprégnation améliore considérablement la résistance (p. ex. aux cycles gel-dégel et à la	Surtout utilisé pour les planchers porteurs, les bâtiments servant à la transformation des aliments, les tuyaux d'égout, les réservoirs d'usines de dessalement de l'eau de mer et d'usines d'eau distillée, les revêtements muraux, les parois de tunnels et des piscines.	L'inconvénient de ce béton est son prix relativement élevé, car la résine coûte plus cher que le ciment; de plus, le procédé de fabrication de ce type de béton est plus complexe.

corrosion) et la durabilité par comparaison au béton conventionnel.

Béton additionné de résine	Comparativement aux produits en béton de ciment Portland, les produits contenant des polymères thermodurcissables (à l'état réticulé) et du latex de polymère possèdent une plus grande résistance mécanique, sont beaucoup plus imperméables à l'eau et au sel, et ils résistent beaucoup mieux à l'action des cycles gel-dégel; de plus, ils adhèrent très bien à l'armature d'acier et à l'ancien béton.	Sert principalement pour les revêtements de planchers, les recouvrements de ponts et chaussées et les composés pour la réparation d'ouvrages en béton (p. ex. les dalles de garages de stationnement). En raison de sa bonne adhérence, le mortier modifié au latex est utilisé pour la pose des briques, dans les panneaux préfabriqués, et dans les carreaux de pierre et de céramique.	Le malaxage et les autres opérations de mise en oeuvre se font à peu près de la même façon que pour le béton de ciment Portland. Cependant, lors de la fabrication, l'entraînement d'air se fait sans adjuvant et la durée de la cure est réduite.
----------------------------	---	---	--

---

\*Les résultats des essais effectués montrent que le béton imprégné de résine et le béton additionné de résine résistent beaucoup mieux aux agents chimiques, par exemple les fluides agressifs comme les solutions de sulfate de sodium ou d'acide chlorhydrique que le béton de ciment Portland<sup>3-5</sup>. Le béton contenant du poly(méthacrylate de méthyle) résiste mieux aux solution d'acide chlorhydrique que le béton modifié au styrène<sup>3</sup>.

\*\*La plupart des formations commerciales existant aux États-Unis et au Canada utilisent des latex de polymères (par exemple des acryliques ou le copolymère styrène-butadiène); le béton additionné d'époxy sert en gros aux mêmes applications que le béton modifié au latex, mais sa résistance est plus grande.

---

### **Le béton imprégné de résine**

On obtient ce béton en imprégnant du béton de ciment Portland préfabriqué et durci avec un monomère à faible viscosité (sous forme liquide ou gazeuse) qui se transforme en polymère solide sous l'action d'agents physiques (rayons ultraviolets ou chaleur) ou chimiques

(catalyseurs). Le procédé consiste : à faire sécher du béton ordinaire, à chasser l'air des pores ouverts (par application du vide ou introduction du monomère sous pression), à saturer les pores accessibles par diffusion de monomères à faible viscosité ou d'un mélange prépolymère-monomère (viscosité 10 cps;  $1 \times 10^{-2}$  Pa·s), et enfin à faire polymériser dans la masse de béton le monomère ou le mélange prépolymère-monomère par la méthode la plus économique et la plus pratique (radiation, chaleur ou amorce chimique). La caractéristique principale de ce matériau est la suivante : une grande partie des vides accessibles sont remplis de polymère qui forme un réseau complet renforçant le béton. L'imprégnation peut être superficielle ou varier en profondeur selon la résistance ou la durabilité souhaitée. Le principal inconvénient du béton imprégné est son coût, les monomères utilisés pour l'imprégnation étant chers et le procédé de fabrication plus compliqué que pour le béton ordinaire.

L'imprégnation du béton assure une augmentation remarquable de la résistance en tension, en compression et au choc, une durabilité accrue et une plus grande imperméabilité à l'eau et aux solutions aqueuses renfermant des sels comme les sulfates et les chlorures. La résistance en compression peut être portée de 35 à 140 MPa, l'absorption d'eau réduite considérablement et la résistance aux cycles gel-dégel améliorée de façon sensible. C'est par l'imprégnation de béton autoclavé qu'on obtient les résistances les plus élevées. Le matériau ainsi produit peut avoir un rapport résistance en compression/masse volumique presque trois fois plus élevé que l'acier. Son module d'élasticité n'est que légèrement supérieur à celui d'un béton imprégné non autoclavé mais sa déformation maximale à la rupture est nettement plus grande.

Les monomères les plus utilisés pour imprégner le béton sont ceux du type vinyle, par exemple le méthacrylate de méthyle (MMA), le styrène, l'acrylonitrile, le t-butyle styrène et l'acétate de vinyle. Les systèmes monomères acryliques comme le méthacrylate de méthyle ou les mélanges méthacrylate de méthyle-acrylonitrile sont les produits d'imprégnation préférés, car ils ont une faible viscosité, d'excellentes propriétés mouillantes et une forte réactivité pour un coût relativement peu élevé; de plus, ils donnent des produits ayant d'excellentes caractéristiques. Grâce à l'emploi des monomères bifonctionnels ou polyfonctionnels (agents de réticulation) appropriés conjointement avec le MMA, un réseau de réticulation se forme au sein des pores, ce qui donne des produits possédant une résistance mécanique grandement améliorée et une résistance à la chaleur et aux produits chimiques supérieure. L'amélioration de ces caractéristiques dépend du degré de réticulation. Un agent de réticulation couramment utilisé avec les monomères de vinyle du type MMA ou styrène est le triméthacrylate de triméthylolpropane.

Les monomères et les prépolymères thermodurcissables sont également employés pour la fabrication de béton imprégné possédant une grande stabilité thermique (c'est-à-dire résistant bien à la détérioration par la chaleur). Mentionnons entre autres les prépolymères époxydes et le polyester-styrène insaturé. Ces monomères et prépolymères étant relativement visqueux, on n'obtient qu'une imprégnation limitée; il est possible d'en réduire la viscosité en les mélangeant avec un monomère de faible viscosité comme le MMA.

Le béton imprégné en profondeur est utilisé pour les planchers porteurs, les structures à haute performance, les bâtiments servant à la transformation des aliments, les tuyaux d'égout, les réservoirs d'usines de dessalement de l'eau de mer et d'usines d'eau distillée, les ouvrages marins, les revêtements muraux, les parois de tunnels, ainsi que pour les sections de tunnel préfabriquées et les piscines (voir le tableau II). Le béton partiellement imprégné sert à empêcher la dégradation des ponts et autres ouvrages en béton et à réparer certains éléments de construction comme les dalles d'étage, notamment dans les stationnements souterrains, et les tabliers de ponts.

### **Le béton additionné de résine**

Le béton additionné de résine est un béton modifié dans lequel une partie du ciment (10 à 15 % en poids) est remplacée par un polymère organique synthétique. On le fabrique en incorporant au mélange à béton de ciment un monomère, un mélange prépolymère-monomère ou un polymère dispersé (latex). Pour faire polymériser le monomère ou le prépolymère-monomère, on ajoute un catalyseur. Le procédé de fabrication employé ressemble beaucoup à

celui utilisé pour le béton ordinaire. Le béton additionné de résine peut donc être coulé en place, tandis que le béton imprégné de polymère est réalisé à partir d'éléments préfabriqués.

Les caractéristiques du béton additionné de résine vont de piètres à excellentes selon le type de polymère utilisé. La piètre qualité de certains produits a été attribuée à l'incompatibilité entre la plupart des monomères et polymères organiques et certains ingrédients du béton. On arrive à de meilleurs résultats avec des polymères comme le polyester insaturé utilisant le styrène comme agent de réticulation, ou avec des époxydes. Pour obtenir une nette amélioration par rapport au béton ordinaire, il faut employer ces polymères en assez grande quantité; or le résultat ne justifie pas toujours les coûts additionnels.

La modification du béton au moyen d'un latex de polymère (dispersion colloïdale de particules de polymère dans l'eau) donne des caractéristiques grandement améliorées pour un coût raisonnable. Il existe actuellement une grande variété de latex qui peuvent être utilisés pour fabriquer des produits en béton ou des mortiers. Parmi les plus courants, mentionnons le poly(méthacrylate de méthyle), ou latex acrylique, le poly(acétate de vinyle), les copolymères de chlorure de vinyle, le poly(chlorure de vinylidène), le copolymère styrène-butadiène, le caoutchouc nitrile et le caoutchouc naturel. Chaque polymère confère au béton des caractéristiques mécaniques particulières. Le latex acrylique assure une excellente liaison, résistante à l'eau, avec les constituants du béton, tandis que les latex de polymères à base de styrène donnent une forte résistance en compression.

Les conditions de cure du béton modifié au latex de polymère ne sont pas les mêmes que pour le béton conventionnel, car le polymère forme une pellicule superficielle qui empêche dans une certaine mesure l'humidité de s'échapper du béton, favorisant ainsi le maintien de l'hydratation. C'est pourquoi la période de cure du béton modifié au latex est habituellement plus courte que celle du béton ordinaire.

De façon générale, le béton modifié au latex de polymère adhère très bien à l'acier d'armature et au béton ancien; il possède une bonne ductilité, est relativement imperméable à l'eau et aux solutions aqueuses renfermant des sels, et il résiste bien à l'action des cycles gel-dégel. Sa résistance en flexion et sa ténacité sont généralement plus élevées que dans le cas du béton non modifié. Le module d'élasticité n'est pas nécessairement plus élevé que celui du béton ordinaire; tout dépend du type de latex de polymère utilisé. Ainsi, plus le polymère se comporte comme du caoutchouc, moins le module d'élasticité est élevé. De façon générale, comme le polymère forme avec le béton une phase à faible module, le fluage est plus accentué que pour le béton ordinaire et il décroît, dans l'ordre suivant, selon le type de latex de polymère employé : polyacrylate, copolymère styrène-butadiène, chlorure de polyvinylidène, béton non modifié.

Le retrait au séchage du béton additionné de résine est habituellement moins important que celui du béton ordinaire; il dépend du rapport eau/ciment, de la teneur en ciment, du contenu en polymère et des conditions de cure. Par contre, il est plus sensible aux températures élevées; celles-ci ont pour effet d'augmenter le fluage, alors que la résistance en flexion, le module de flexion et le module d'élasticité diminuent. Ces effets sont plus marqués dans les produits contenant du latex d'élastomère (p. ex. du caoutchouc de styrène-butadiène) que dans ceux renfermant des polymères thermoplastiques (p. ex. de l'acrylique). De façon générale, à environ 45°C, le béton modifié au latex thermoplastique ne conserve que 50 pour cent de sa résistance en flexion et de son module d'élasticité.

Le béton modifié au latex sert surtout pour le surfacage des dalles de plancher, car il ne produit pratiquement pas de poussière et son coût est abordable. En raison de son faible retrait, de son imperméabilité relative à l'eau et aux solutions salines, et de son adhésivité au béton ancien, il se prête particulièrement bien à la réalisation de chapes minces (25mm) pour planchers, de recouvrements de tabliers de ponts en béton et de revêtements anticorrosifs, ainsi qu'aux travaux de réparation d'ouvrages en béton (voir tableau II).

## **Références**

1. J.A. Mason, "Applications in Polymer Concrete". ACI Publication SP-69, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1981.
2. J.T. Dikeou, "Polymers in Concrete: New Construction Achievements on the Horizon". Compte rendu du Second International Congress on Polymers in Concrete, Austin, Texas, octobre 1978.
3. M. Steinberg et al., "Concrete-Polymer Materials", First Topical Report, Brooklyn National Laboratory, BLN 50134 (T-509), 1968; U.S. Bureau of Reclamation, USBR General Rept. 41, 1968.
4. C.D. Porneroy et J.H. Brown, "An Assessment of some Polymer (PMMA) Modified Concretes". Compte rendu du First International Congress on Polymers in Concretes, Londres, R.-U., mai 1975.
5. J. Pietrzykowski, "Polymer-Concrete Composites". IASBE Proceedings P-38/81, 1981.