

433 245



Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

SOMMAIRE DE RAPPORT ÉTUDE OU RECHERCHE

Direction générale Génie		N° de classement RTQ-84-01	
Titre du rapport Utilisation du béton fibre de verre au Ministère des Transports			
Auteur du rapport Daniel Vézina, ing., Jean-Guy Létourneau, t.p.		Rapport d'étape ☐ An Mois Jour Rapport final ☒ 8, 4 0, 5 3, 1	
But de l'étude ou de la recherche Évaluer, à partir de spécimens confectionnés en usine, les propriétés mécaniques du béton fibre de verre utilisé sur deux (2) chantiers du Ministère.		N° de dossier	
Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme)		N° du contrat	
		Laboratoire Central 2700, rue Einstein Ste-Foy, QC G1P 3W8	
Renseignements supplémentaires			
Résumé du rapport Pour la première fois au Québec, des éléments préfabriqués en béton fibre de verre (BFV) ont été utilisés sur deux chantiers du Ministère des Transports. Ce type de béton a servi à la confection de paralumes pour le tunnel Ville-Marie et d'éléments de jeux pour l'aménagement au parc Viger à Montréal. Afin d'évaluer la capacité de support des paralumes et comparer ces résultats avec la théorie, des essais en vraie grandeur ont été réalisés. Les résultats obtenus nous démontrent que ce type de béton possède les propriétés nécessaires pour résister aux efforts auxquels il sera soumis (poids propre et charge morte). En cours de production, des échantillons ont été prélevés afin de <u>déterminer l'absorption d'eau</u>, la résistance au gel ainsi que la résistance en traction et en flexion. Les résultats obtenus nous indiquent que ce béton possède de très bonnes résistances en flexion et en traction, soit 25 MPa et 5 MPa respectivement. Par contre, on a pu remarquer que la méthode de production d'un tel béton était variable et que des améliorations seraient nécessaires afin d'obtenir un produit fini d'une qualité constante.			
Mots-clés PTRD CANQ TR GE RC 148 Béton, fibre de verre		☒ Diffusion autorisée ☐ Diffusion interdite Signature du directeur général 840612 Date	

L'UTILISATION DU BÉTON FIBRE DE VERRE AU MINISTÈRE DES TRANSPORTS

1.0 L'emploi de fibres dans le béton est une technologie qui fait le sujet d'études en laboratoire depuis les années cinquante et elle ne constitue pas, à vraiment parler, une technologie nouvelle. Cependant, aux Etats-Unis, les premières utilisations des bétons contenant des fibres d'acier remontent au milieu des années soixante et présentent des comportements plus ou moins valables. D'autre part, vers la même époque, les bétons avec fibres de verre ont obtenu un succès mitigé en raison de la détérioration des fibres par réaction chimique avec les alcalis du ciment. À la fin des années soixante-dix, le développement d'une fibre de verre recouverte de zircone (ZrO_2), qui a pour effet de diminuer considérablement la détérioration de la fibre par réaction chimique, a contribué à relancer l'usage du béton fibre de verre pour la réalisation d'éléments préfabriqués.

2.0 COMPOSITION DU BÉTON FIBRE DE VERRE

La confection d'éléments préfabriqués a été exécutée au Ministère des Transports avec un mélange de béton à granulats fins ayant les proportions suivantes:

- Ciment type 30	:	80 kg
- Sable silice No 40	:	26,4 kg
- Eau	:	26,4 kg
- Fibre de verre	:	6,7 kg
- PDA <u>XL-25</u>	:	400 ml
- Contenu en fibre de verre	:	5% en poids
- Rapport eau/ciment	:	0,33
- Rapport ciment/sable	:	3,1

Le dosage, le degré de compaction, le type de ciment ainsi que la teneur et la longueur des fibres sont fonction des spécifications exigées du produit fini.

3.0 UTILISATION DU BÉTON FIBRE DE VERRE AU MINISTÈRE DES TRANSPORTS

En 1983, des éléments préfabriqués en béton renforcé de fibres de verre, selon la composition donnée à l'article précédent, ont été utilisés pour les applications suivantes:

- Éléments de jeux de formes sphériques et portions de sphère installés au parc Viger de même qu'un mur d'eau constitué de panneaux en BFV recouverts d'une couche de résine époxyde.
- Paralumes au tunnel Ville-Marie à Montréal: Un paralume est un élément installé à l'entrée et à la sortie d'un tunnel afin de tamiser la lumière du jour pour empêcher l'éblouissement des automobilistes. Ces éléments doivent rencontrer des spécifications en regard des critères de capacité de support et de durabilité au gel et dégel.

4.0 PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BÉTON FIBRE DE VERRE

Pour assurer la qualité du BFV, des essais de contrôle ont été effectués à l'usine de fabrication par le Service des Centres Régionaux et l'évaluation des propriétés mécaniques sur le produit fini a été réalisée par le Service du Laboratoire central. Cette évaluation a permis de déterminer: la résistance en traction, la résistance en flexion, la résistance au gel et dégel, le degré d'absorption d'eau et la capacité de support en grandeur nature.

4.1 Essais grandeur nature

L'essai en vraie grandeur avait pour but de vérifier si une section de paralume en service pouvait résister à une charge de 308 kg correspondant à son propre poids plus une surcharge équivalente à 25 mm de glace répartie sur la surface. La "limite de proportionnalité" et la charge ultime ont été établies au moyen d'essais effectués par chargement central (photo 1) et chargement uniformément réparti.

L'essai grandeur nature a démontré qu'un paralume en BFV supporte la charge de service sans fissuration dans la partie inférieure où une contrainte de traction tension maximum se produit. Les résultats sont donnés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

CONTRAINTES ENGENDRÉE PAR L'APPLICATION DE DEUX TYPES DE CHARGEMENTS

Essais de chargement	Contrainte due à la charge de service F (MPa)	Paralume No 1		Paralume No 2	
		*F _y	*F _u	*F _y	*F _u
Chargement concentré	7,16	13,92	16,77	-----	-----
Chargement réparti	3,57	-----	-----	12,83	17,85
Facteur sécurité F _y /F		1,9		3,6	

4.2 Essais de contrôle de la qualité sur des échantillons

Les propriétés mécaniques ont été déterminées sur des échantillons prélevés dans les éléments préfabriqués, à des intervalles réguliers au cours de la production. Des essais d'absorption d'eau, de flexion et de traction directe sont effectués sur ces spécimens (photo 2). Le résumé des résultats de contrôle est illustré au tableau 2.

Les essais de traction directe n'étaient pas exigés sur les spécimens provenant des éléments de jeux.

* F_y: limite de proportionnalité

F_u: limite ultime

F : charge de service

TABLEAU 2

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES BÉTONS FIBRE DE VERRE
RÉSUMÉ DES ESSAIS DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Essais	Éléments de paralumes			Éléments de jeux		
	Nombre	Moyenne des résultats	Coefficient de variation	Nombre	Moyenne des résultats	Coefficient de variation
Absorption d'eau (%)	22	13,0	---	---	---	---
Flexion Fy	50	5,1	51%	23	8,5	32%
Fu	50	16,6	36%	24	25,9	19%
Traction directe (MPa)						
Fu	50	5,22	20%	N.A.		
% El.	50	0,94				
Module d'é- lasticité (MPa)	50	16347	48%	23	18338	10%

5.0 ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS EN FONCTION DU TEMPS

D'une façon générale, un béton renforcé de 5% de fibre de verre possède, après une période de mûrissement de 28 jours, un rapport de limite ultime à limite de proportionnalité d'environ 3 ($F_u/F_y = 3$). Les résultats obtenus ont été de 3,25 et 3,0 respectivement pour les paralumes et les éléments de jeux. Contrairement au béton conventionnel, le BFV voit ce rapport décroître avec le temps en raison d'une diminution de la limite ultime avec l'âge.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, Rue Dorchester sud, 7e
Québec, (Québec)
G1K 5Z1

Cette diminution de la résistance ultime à long terme est attribuable à une attaque de la fibre de verre par les alcalis du ciment en dépit du fait qu'une très grande amélioration pour minimiser cette réaction a été apportée. L'exposition du BFV aux intempéries accentue cette diminution de résistance. Le design doit donc être basé sur la limite à l'élasticité en tenant compte du fait que la limite ultime en fonction du temps équivaut à 50% de ce qu'elle est à 28 jours.

6.0 CONCLUSION

L'utilisation du béton renforcé de fibre de verre est à son début au Québec, mais l'évaluation des propriétés mécaniques nous révèle que ce matériau a sa place dans le domaine de la construction pour la fabrication de certaines parois minces.

Toutefois, une amélioration des méthodes de production s'avère nécessaire pour éliminer de trop grandes variations dans les performances des produits réalisés. Enfin, nous croyons que le suivi du comportement des ouvrages fournira les informations nécessaires pour améliorer les spécifications et possiblement accroître l'usage de ce matériau des temps modernes.

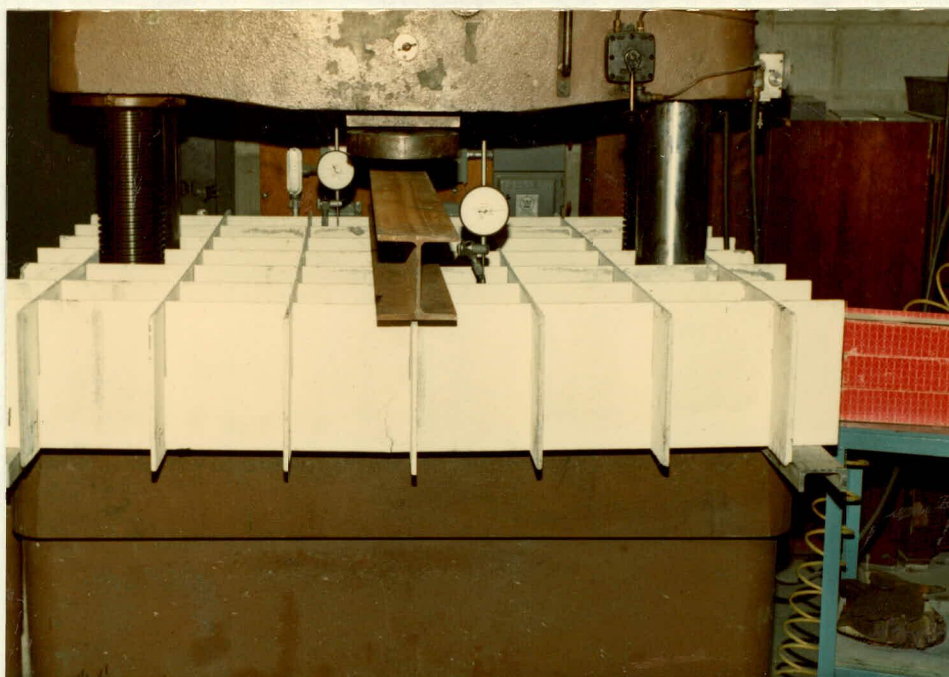


PHOTO 1: Essai en vraie grandeur - Chargement central



PHOTO 2: Spécimen en béton fibre de verre