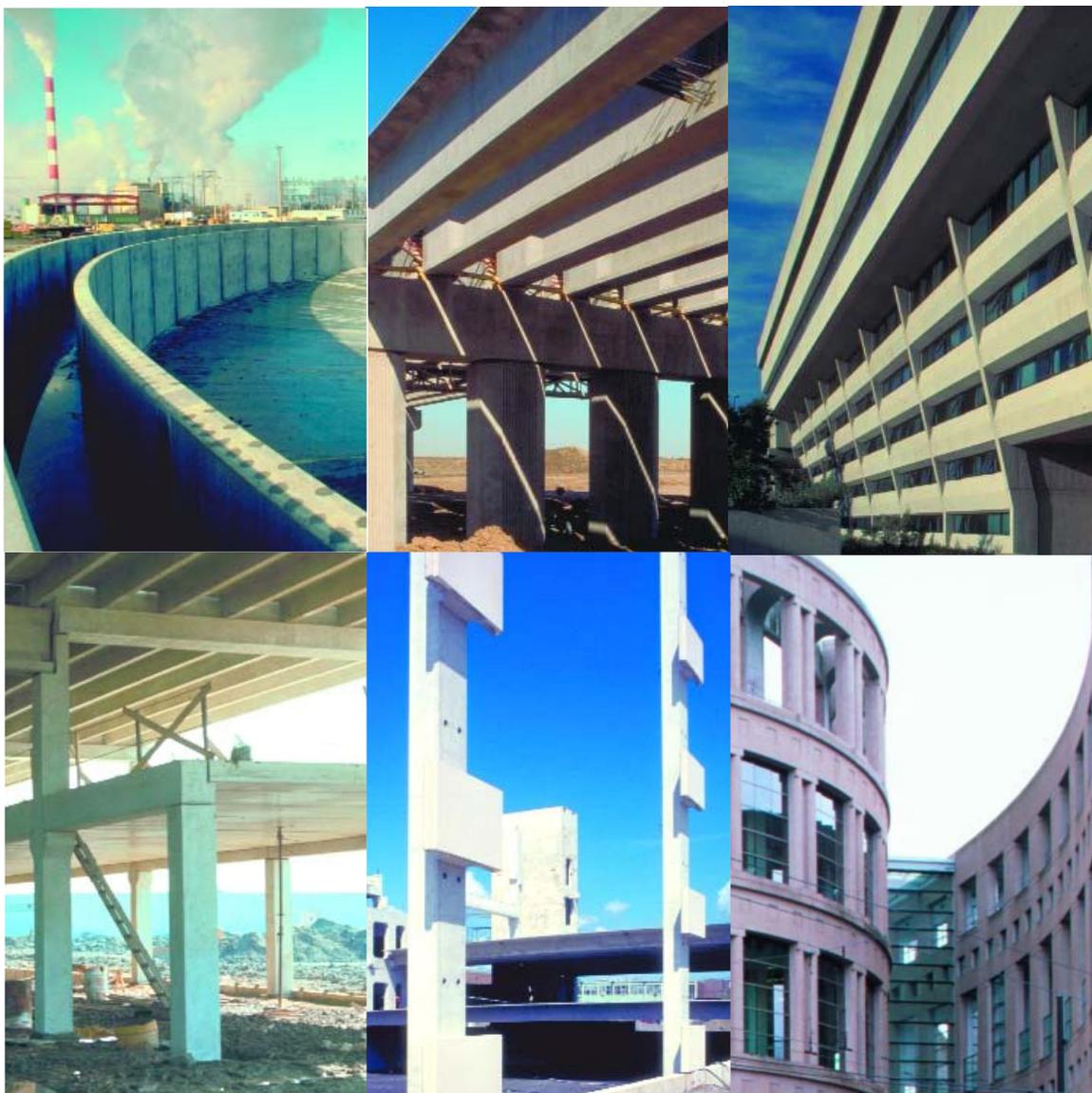


Béton Préfabriqué / Précontraint

Travaux

d'Infrastructures

Brochure technique



Institut Canadien du Béton Préfabriqué/Précontraint



Table des matières

Infrastructures	3
Béton préfabriqué/précontraint structural & architectural	3
Déficience d'infrastructures	5
Protection contre la corrosion	6
Béton & normes de conception	9
Éléments préfabriqués en béton - un matériau intelligent pour la construction d'infrastructures ...	10
Systèmes en béton structural & architectural préfabriqué	12
Stationnements étagés	14
Stades & Arénas	18
Structures de transit	19
Protection & intimité	20
Utilités	23
Docks & quais	24
Réservoirs	25
Prisons	26
Usines de traitement des eaux et des eaux usées	26
Utilisations spécialisées	27
Ponts et passerelles	28
Guide de spécifications pour les éléments de ponts	38



Infrastructures

Le Concise Oxford Dictionary définit infrastructure comme « un système d'aérodromes, de télécommunications et de services publics constituant une base pour la défense ». Selon le dictionnaire Webster du Nouveau Monde, infrastructure est définie comme « la sous-structure ou la fondation sous-jacente, en particulier les installations de base et les installations dont dépendent le maintien et la croissance d'une communauté ou d'un État ».

Quand nous pensons aux infrastructures, nous pensons aux infrastructures intégrées telles que : les routes, les lignes électriques, les systèmes d'aqueducs ainsi qu'aux infrastructures sociales comme les écoles, les hôpitaux et les bibliothèques.



Béton Préfabriqué/Précontraint Structural et Architectural

Peu de matériaux de construction disponibles aujourd'hui offrent l'économie, la flexibilité et la fiabilité des éléments préfabriqués en béton précontraint. Le champ des applications est exceptionnel.

Durabilité

La durabilité est une fonction du matériau et de l'environnement. Le béton préfabriqué précontraint fournira à long terme une performance fiable dans des conditions extrêmement difficiles qui peuvent détruire des matériaux de moindre qualité. Le béton préfabriqué précontraint résiste à la détérioration causée par les conditions météorologiques extrêmes, les attaques chimiques, le feu, les dommages accidentels et les efforts déterminés des vandales.

La préfabrication de béton dans une usine permet aux membres du CPI d'exercer un contrôle précis sur le renforcement et les matériaux du béton, de la mise en place des variables du durcissement qui affectent la durabilité, la résistance et l'apparence. Un béton dense imperméable peut facilement être produit en contrôlant soigneusement les matériaux, l'affais-



sement, le rapport eau/ciment, le processus d'entraînement d'air et du durcissement. Toutes les usines membres du CPI produisent conformément à la norme CSA A23.4 « Béton préfabriqué — constituant et exécution des travaux ». Le préfabriqué est certifié par le CSA à la norme CSA A251 « Règles de qualification pour les éléments en béton architectural et en béton structural. »

Rapidité

Les éléments en béton préfabriqué se prêtent aux échéanciers de construction rapide. La production du préfabriqué peut se poursuivre pendant que la préparation du site est en cours. Les unités préfabriquées peuvent être livrées sur le chantier et installées selon le besoin, toute l'année. La construction rapide implique un parachèvement plus rapide et des économies de coûts en résultent.



Flexibilité

Les progrès dans les méthodes de fabrication ont permis aux producteurs de préfabriqué d'élargir considérablement les possibilités de conception des composantes préfabriquées.

De nombreux types de systèmes de moules différents permettent aux membres du CPI de tirer avantage au maximum de la plasticité inhérente au béton pour créer des éléments préfabriqués de formes et de tailles, dont le coût serait prohibitif s'ils étaient produits à l'aide de d'autres matériaux.

Économie

Les formes structurelles standards telles que les dalles à âmes creuses, les doubles tés, les poutres, poutrelles, colonnes et panneaux peuvent être produits massivement et à faible coût.

Là où des produits sur mesure sont requis, les travaux de conception rigoureuse peuvent assurer un maximum d'économies d'échelle grâce aux moulages répétitifs.

Beauté

Les éléments préfabriqués peuvent être livrés dans un large éventail de formes et de finis allant des unités structurales denses et lisses aux traitements architecturaux des plus variés.



Des textures de surface frappantes, riches et variées peuvent être obtenues en les traitant au jet de sable ou en utilisant des retardateurs chimiques qui exposent les sables colorés, les agrégats, les ciments et les agents colorants.

Des formes et des doublures de fonds de moules adaptées peuvent être utilisées pour créer des ébrasements de mur, des motifs et autres effets architecturaux. Des pierres, des briques, des tuiles et d'autres matériaux peuvent être incorporés et coulés dans des panneaux préfabriqués en usine, permettant ainsi aux concepteurs de reproduire l'aspect coûteux de la pierre de maçonnerie, à une fraction du prix.

Déficience d'Infrastructures

Les enquêtes démontrent que la majorité des organisations d'entretien des ponts emploie le coût du cycle de vie et l'ingénierie de la valeur, contrairement à la plupart des nouvelles constructions qui sont généralement fondées sur les soumissions les plus basses.

Les mécanismes environnementaux décrivent la détérioration comme une conséquence de facteurs de causalité et des expositions à la fois des échelles macroscopiques et microscopiques.

Les mécanismes interactifs décrivent la détérioration comme le résultat d'une déficience à un endroit qui influence la détérioration des lieux voisins et qui apparaissent sur une échelle microscopique.

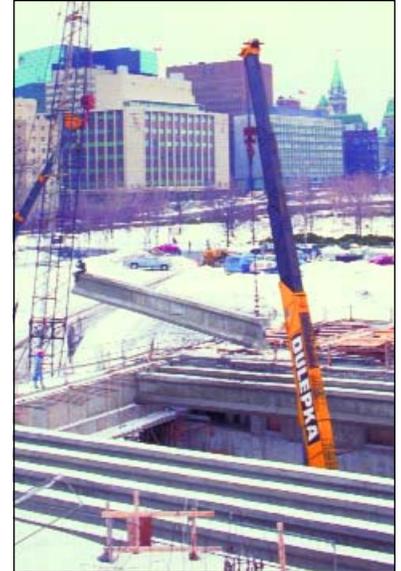
La principale cause de la détérioration des infrastructures et du besoin d'en assurer l'entretien est la corrosion causée par les sels de déglacage des routes. Les environnements salins et les autres sources de corrosion arrivent loin derrière. Une analyse des coûts d'inspection, des coûts d'entretien, et en particulier pour la réhabilitation ou le remplacement des ponts, basée sur les budgets annuels du ministère de la Voirie indique que les provinces ne peuvent pas répondre à la demande causée par le problème de la dégradation des ponts par la corrosion.

Les éléments en béton préfabriqué certifiés, fabriqués dans des usines membres du CPCI, peuvent fournir des solutions durables pour la construction d'infrastructures. Le béton préfabriqué précontraint peut être utilisé dans les applications d'infrastructures afin :

- 1) d'atténuer la corrosion,
- 2) de renforcer les éléments de ponts dégradés,
- 3) de protéger contre les séismes, et
- 4) de réduire les coûts d'érection/de maintenir bas les coûts d'entretien.

Les membres du CPCI sont prêts à travailler en étroite collaboration avec les villes, les municipalités, le ministère provincial des Transports et les consultants en ingénierie pour :

- 1) comprendre leurs besoins et exigences,
- 2) les éduquer au sujet de la technologie et des utilisations des matériaux, des éléments, des systèmes et des structures préfabriquées en béton,
- 3) les aider à trouver des solutions durables et économiques en béton préfabriqué, et
- 4) coopérer avec les manifestations organisées pour encourager les utilisations novatrices des éléments préfabriqués en béton pour les nouvelles structures et la réhabilitation des structures existantes. Ces éléments peuvent être fabriqués en utilisant la technologie existante, installés et contrôlés en chantier.





Protection contre la Corrosion

Il est possible de protéger l'acier d'armature contre la corrosion par une couverture appropriée de béton. Un film de protection d'oxyde de fer se forme sur la barre à cause de l'alcalinité élevée de la pâte de ciment. Cette protection est généralement perdue par le lessivage et la carbonisation. Une couverture adéquate et un béton avec une perméabilité suffisamment faible permettront de protéger l'acier. Des fissures capillaires et structurelles peuvent permettre à l'oxygène et à l'humidité d'atteindre l'armature, fournissant ainsi les conditions où la rouille de l'acier et la coloration du béton peuvent se produire.

Les méthodes de protection secondaire comprennent la précontrainte (qui élimine ou réduit la fissuration), la galvanisation et l'enduisage à l'époxy des aciers incorporés, l'acier inoxydable, les inhibiteurs de corrosion et les membranes.

Pour une discussion plus détaillée à ce sujet, référez-vous au « CPCI Design Manual », troisième édition, et au « PCI Architectural Precast Concrete Manual », deuxième édition.

Béton à haute performance (BHP)

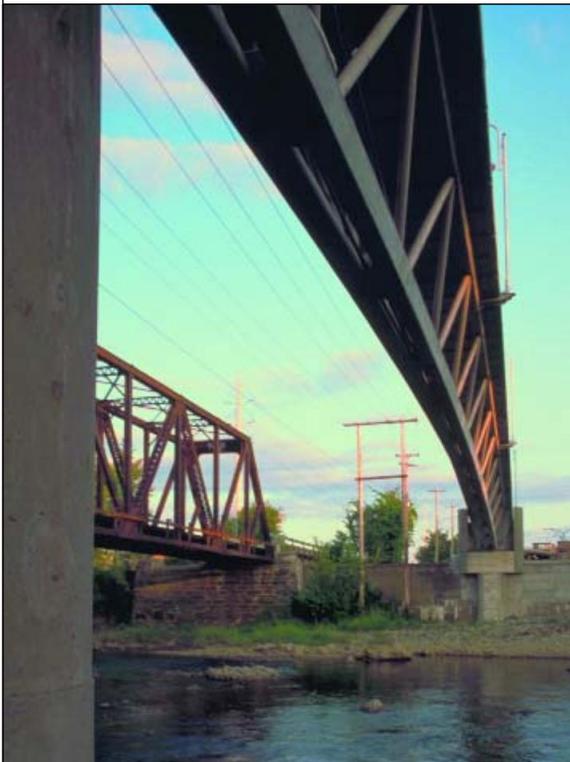
« Le Béton à haute performance (BHP) » est défini comme un béton qui permet d'allier les réalisations particulières et une uniformité qui ne peuvent pas toujours être obtenues en utilisant uniquement les matériaux conventionnels et les pratiques de mixage, de mise en moule et de durcissement. Les exigences de performance peuvent exiger des améliorations des techniques de mise en place, de compactage sans ségrégation, des propriétés mécaniques à long terme, de résistance en bas âge, d'endurance, de stabilité du volume, ou encore de durée de vie dans des environnements difficiles. » — ACI 1993.

De nombreux propriétaires d'infrastructures exigent une durée de vie prolongée et veulent être rassurés, avant la construction, que celle-ci sera atteinte. Il est largement admis que le coût de cycle de vie pour les structures en BHP sera inférieur à celui des structures similaires produites à l'aide de béton conventionnel. Les prix de revient pour l'utilisation du BHP peuvent être plus élevés à moins que les avantages structurels de béton haute résistance ne puissent être réalisés. Désormais les ponts et autres structures peuvent être spécifiés pour une conception de durée de vie de 50, 80 ou 100 ans.



L'imperméabilité de la couverture de béton est primordiale et doit être la première ligne de défense contre les processus de détérioration physico-chimiques auxquels notre infrastructure est soumise. La précontrainte améliore la durabilité en mettant le béton en compression et en éliminant la plupart des fissures lors des conditions de chargement en service. Les membres du CPCI sont les mieux placés pour réaliser les prestations du BHP. Les éléments préfabriqués sont coulés en usines dans des conditions très contrôlées. Le contrôle de qualité est soigneusement supervisé. Les produits et les processus

sont contrôlés et certifiés par la CSA. Le béton et le recouvrement de l'armature sont étroitement surveillés. Le durcissement contrôlé du béton dans une usine de béton préfabriqué peut avoir un impact positif significatif sur la durabilité ultérieure du béton. Le BHP coulé en place contiendra normalement de la fumée de silice. Le béton préfabriqué peut ne pas en contenir, en particulier lorsque le paramètre principal est la haute résistance. Consulter les membres du CPCI lors de l'élaboration des exigences du BHP pour des projets spécifiques.



La norme ASTM C1202-97 « Méthode d'essai pour l'indication électrique de la capacité du béton à résister à la pénétration d'ions de chlorure », communément appelée Test de perméabilité rapide du chlorure (PRC) est parfois utilisée comme une mesure de la perméabilité du béton. La notation maximale de coulomb à 28 et à 91 jours est précisée et vérifiée par le test.

Référence: « Une revue de pointe des structures de béton de haute performance construites au Canada » : 1990-2000, John A. Bickley, Denis Mitchell, mai 2001, Association canadienne du ciment.

Renforcement non métallique (RNM)

Les éléments d'infrastructures qui se détériorent souvent au fil du temps (généralement par la corrosion) peuvent forcer la réadaptation précoce. Les polymères renforcés de fibres (PRF) de matériaux composites peuvent être utilisés pour renforcer ces sections, pour permettre à l'infrastructure d'atteindre sa durée de vie complète.

ISIS Canada

ISIS Canada est un effort de collaboration des universités canadiennes qui se spécialisent dans l'ingénierie civile, mécanique, électrique, l'aérospatiale et les matériaux pour étudier la détection intelligente pour les structures innovantes (DISI). ISIS a été créée en 1995 pour rechercher et développer des usages innovants des polymères renforcés de fibres (PRF) dans les structures en béton qui sont prédisposées à la détérioration à cause de la corrosion des armatures en acier. Afin de documenter le comportement des PRF, ISIS Canada

effectue également des recherches et développe des systèmes de détection à fibres optiques intégrées aux structures qui permettent aux ingénieurs de surveiller les structures à distance.

Pour plus d'informations, visitez le site : www.isiscanada.com



Polymères renforcés de fibres (PRF)

Les PRF de verre ou de carbone sont jusqu'à 6 fois plus résistants que l'acier, au cinquième du poids, sont non-corrosifs et non-magnétiques. Leur grande résistance, leur poids léger et le fait que les PRF sont maintenant disponibles sous la forme de feuilles très minces, en font une alternative intéressante et une solution économique pour le renforcement des structures et des ponts existants en béton.

Dans les nouvelles structures et les nouveaux ponts, l'utilisation de barres de PRF et de torons est considérée comme l'une des solutions les plus prometteuses à la détérioration globale aggravée par la corrosion des armatures en acier.

Des poutres de ponts préfabriquées ont été produites en utilisant des torons de précontrainte en PRF en Alberta, au Manitoba et au Michigan par des entreprises membres du CPCI.

Les éléments en matériaux composites devraient être utilisés pour les applications où les éléments standards métalliques encourent des coûts élevés d'entretien dus à la corrosion et à ses effets.

Deux approches pourraient être :

- la substitution directe des matériaux par des matériaux composites, ou
- l'utilisation de parements en béton préfabriqué incorporant des matériaux composites pour protéger les structures (c.-à-d. rediriger le ruissellement des sels de déglacage à l'aide d'une structure résistante à la corrosion).

Les utilisations typiques pourraient inclure les piles de ponts, les ponts, les joints de dilatation et les balustrades.



Béton et Normes de Conception

Norme CSA A23.1 – Béton: Constituants et exécution des travaux

Norme CSA A23.2 – Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton

Ces normes sont référencées dans le Code national du bâtiment et présentent les exigences techniques pour le moulage en place du béton. Les méthodes d'essai pour prédire la performance et l'évaluation des niveaux minimaux de qualité sont précisées dans la norme CSA A23.2.

Norme CSA A23.4 – Béton: Constituants et exécution des travaux

Norme CSA A251 – Règles de qualification pour les éléments en béton architectural et en béton structural préfabriqués

Ces normes couvrent la construction en béton préfabriqué. La norme A23.4 couvre les exigences techniques pour le béton préfabriqué. Dans la plupart des cas, les exigences sont plus élevées que celles pour le béton coulé en place en raison des possibilités de contrôle accru dans une usine de préfabrication. Les produits préfabriqués en béton sont certifiés par l'Association canadienne de normalisation. La norme A251 décrit les procédures, les contrôles et la documentation nécessaires pour la certification.

Norme CSA A23.3 – Calcul des ouvrages en béton

Cette norme couvre les exigences de conception pour la plupart des structures en béton (exception faite des ponts). L'article 16 – béton préfabriqué couvre les exigences de conception pour le béton préfabriqué. Une amélioration de facteur de résistance des matériaux du béton est autorisée pour les éléments structuraux certifiés en béton préfabriqué. L'article 18 – béton précontraint couvre les exigences de conception pour le béton précontraint et post-tensionné.

Norme CSA S413 – Structures de stationnement

Nombre de structures de stationnement sont non chauffées et soumises à de grandes variations de température à court et à long terme. La plupart des garages de stationnement sont exposés aux effets corrosifs des sels de déglçage. La qualité de la construction en béton préfabriqué et les effets bénéfiques de la précontrainte sont reconnus dans la présente norme.

Norme CSA S6 – Code canadien sur le calcul des ponts routiers

Norme CSA S6.1 – Supplément #1 à la norme CAN/CSA-S6-06, Code canadien sur le calcul des ponts routiers

Cette norme couvre la conception des ponts routiers. L'article 8 porte sur les structures en béton et la clause 8.7 couvre les exigences de précontrainte requise. D'autres exigences particulières pour la construction de pont en béton préfabriqué sont décrites à l'article 8.

Norme CSA S806 – Règles de calcul et de construction des composants contenant des polymères renforcés de fibres

Le Canada est le premier pays avec un code du bâtiment pour les FRP. Les FRP sont également reconnus dans la norme CSA S6 – CHBDC.

Les dernières éditions de ces publications du CSA sont disponibles et peuvent être commandées en ligne sur le site Internet de l'Association canadienne de normalisation à l'adresse : <http://shop.csa.ca/fr/canada/page/home/>

Cahier des Charges

Section 03450 – Béton architectural préfabriqué

Section 03450 – Panneaux muraux en béton préfabriqués isolés

Section 03410 – Béton structural/précontraint préfabriqué

Section 03410 – Béton préfabriqué/précontraint alvéolaire

Ces cahiers des charges mis à jour sont disponibles pour téléchargement sur le site Internet du CPCI: www.cpci.ca

Béton Préfabriqué

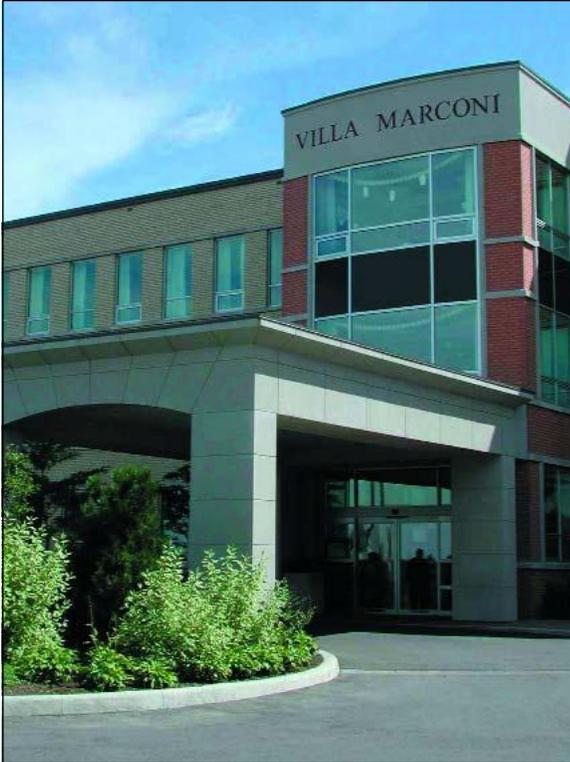
- Un Matériau Intelligent pour la Construction d'Infrastructures

En plus de leur rôle principal qui est de fournir un environnement sûr et sécurisé pour les services d'éducation et les activités pour le public, les écoles et les bâtiments publics d'aujourd'hui jouent un rôle d'abris communautaires en cas d'ouragans, de tornades, de tremblements de terre, de tempêtes de neige et autres catastrophes.

Le béton armé, en tant que matière première de base, jouit déjà de nombreux avantages attrayants sur de l'acier. Il possède une grande résistance mécanique. Il est moins cher que l'acier. La continuité et la largeur des dalles réduisent les moments de déviation et de flexion, et il en résulte des éléments plus légers. La résistance au feu est une qualité intrinsèque. L'isolation acoustique est obtenue grâce à la masse. La capacité thermique peut être mise à profit. Une variété de formes, de textures et de couleurs sont possibles. Le béton a une longue espérance de vie technique. Un entretien limité est requis.

Le béton préfabriqué ajoute à ces avantages. Une performance améliorée est obtenue avec une variation moindre qu'avec le béton coulé sur place, en raison des contrôles de qualité et des tolérances strictes lors de la production. Le préfabriqué élimine l'utilisation des coffrages et des échafaudages et conséquemment l'obstruction du site. Une large gamme de finitions instantanées est possible. La préfabrication est une méthode de construction rapide. Transport – les éléments peuvent être facilement livrés sur le chantier en temps opportun. La prématuration élimine les fissures de retrait. Les avantages de la précontrainte – la réduction de la taille des éléments et en conséquence une plus grande diminution du poids mort.





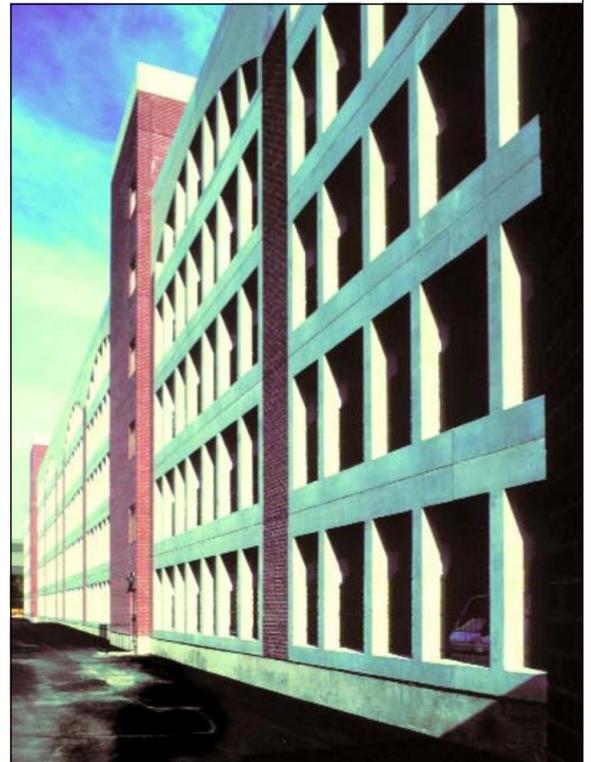
La résistance au feu des éléments d'un bâtiment en béton préfabriqué en fait le matériau non combustible de construction idéal. Une résistance au feu de une à quatre heures est disponible. Le préfabriqué ne brûle pas. Il ne dégage pas de fumées ou de vapeurs toxiques lorsqu'il est exposé au feu. Le béton n'alimente pas le feu. Le béton conserve son intégrité structurelle et peut être conçu pour confiner efficacement les feux, en prévenant la propagation de l'incendie aux autres parties d'un bâtiment. Il en résulte plus de temps pour évacuer en toute sécurité et éteindre le feu et peu de chance de blessures ou de dommages en dehors de la zone où l'incendie a commencé. Cela signifie des économies au niveau des coûts de responsabilité et d'assurance. Le public est mieux protégé en cas d'urgence.

Les murs en béton préfabriqué ainsi que les planchers structurels et les toits en béton sont réfractaires aux dommages causés par les termites et autres insectes nuisibles, ils contrôlent les bruits extérieurs et inté-

rieurs, les vibrations et les dommages dus à la moisissure, à l'humidité, aux matériaux corrosifs et aux impacts directs.

Les contribuables comptent sur les administrateurs et les concepteurs afin qu'ils leur fournissent une valeur maximale lorsque la construction d'agrandissement et de nouvelles installations. Les délais de construction, les budgets à gérer, des installations très fonctionnelles et peu d'entretien sont toutes des préoccupations essentielles lors de la planification de nouveaux projets publics.

Les exigences de conception pour de grandes zones ouvertes telles que les bibliothèques, les gymnases, les amphithéâtres, les auditoriums et les cafétérias peuvent être facilement prises en charge à l'aide des systèmes structuraux préfabriqués et précontraints. Les minces et longues portées, capables de transporter de lourdes charges, réduisent la hauteur du bâtiment. Les panneaux muraux en béton préfabriqué peuvent être conçus tels des éléments porteurs - éliminant ainsi la nécessité d'une charpente intérieure. Les systèmes structuraux préfabriqués peuvent libérer les portées des gymnases et des piscines tout en résistant à la corrosion due à l'humidité, aux produits chimiques et aux impacts pour la durée de vie de la structure. En outre, une enceinte préfabriquée offre un excellent confinement du bruit et réduit les vibrations.

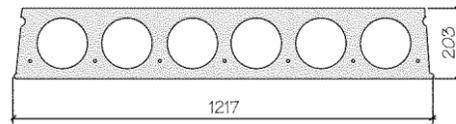


Systemes en béton Structural et Architectural préfabriqué

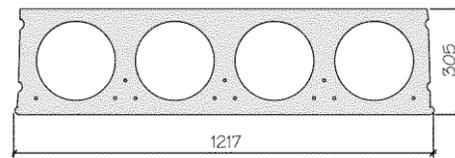
Aucun autre matériau de construction ne peut égaler la durabilité à long terme, nécessitant peu d'entretien et la réduction des coûts et les qualités du béton préfabriqué. De nombreuses structures requièrent de grands plans dégagés et ouverts pour une planification flexible de l'espace. Le préfabriqué offre des systèmes de construction souples qui favorisent et améliorent de nouvelles approches afin de répondre aux besoins changeants des bâtiments modernes. Le préfabriqué est à prix compétitif, de qualité élevée et constante et offre plus de souplesse que la plupart des autres matériaux de structure et de revêtement.

Dalles alvéolées

Les dalles alvéolées sont construites en utilisant du béton à haute résistance à faible affaissement et des torons de précontrainte. Des vides continus sont formés à travers chaque unité afin d'en réduire le poids et d'en améliorer les performances structurelles. Les dalles sont généralement d'une largeur de 1 220 mm (4'-0"). Les épaisseurs les plus populaires sont de 203 mm (8 po) pour des portées à 9,8 m (32 pi) et 305 mm (12 po) pour des portées à 13,7 m (45 pi). Contactez votre représentant local du CPCI pour les dimensions spécifiques, les portées et capacités de charge et les informations détaillées.



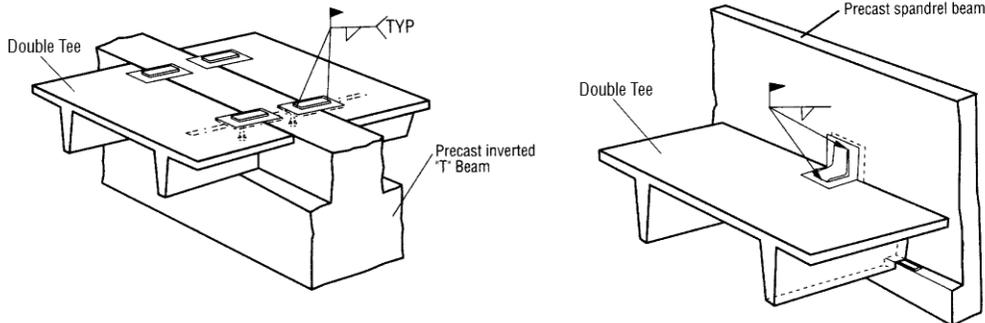
Dalle de 203 mm



Dalle de 305 mm

Doubles tés préfabriqués et précontraints

Considérez les doubles tés pour ces travées plus longues et ces charges plus lourdes qui excèdent la capacité des dalles alvéolées. Les doubles tés ont évolué à partir de 1 220 mm (4'-0") de largeur à 3 000 mm (10'-0") et à 3 660 mm (12'-0") et plus. L'épaisseur peut varier de 300 mm à 1 000 mm. Les portées peuvent varier de 10 à 25 m pour des charges de plancher et à plus de 33 m pour les toits. Les dimensions des doubles tés sont basées sur de nombreux facteurs (efficacité de la conception, l'utilisation la plus populaire, les réglementations en cas d'incendie, les réglementations de transport). Contactez votre représentant local du CPCI pour les dimensions spécifiques, les portées et capacités de charge et les informations détaillées.



Détail d'un double té typique

Systemes de charpente préfabriquée

Les systemes de charpente de poutres et colonnes offrent une flexibilité incroyable lors de l'implantation. Les charpentes peuvent être massives et fortes ou légères et délicates. La plupart des producteurs de préfabriqués structurels du CPCI ont des formats et des tailles standard pour les colonnes, les poutres, les murs et les escaliers. Ces tailles peuvent être modifiées et adaptées pour répondre aux exigences particulières d'un projet. Les poutres précontraintes permettront de réduire la profondeur de la construction et d'obtenir de plus longues portées libres. Les forces latérales peuvent être contrées par des colonnes en porte-à-faux, des entretoisements, des murs de contreventement, par effet de cadre une combinaison de ces méthodes. Contactez votre représentant local du CPCI pour les dimensions spécifiques, les portées et capacités de charge et les informations détaillées.



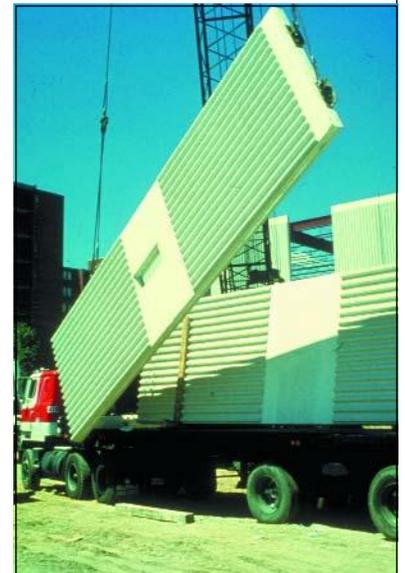
Systemes de murs en béton préfabriqué.

Les panneaux muraux isolés de type sandwich en béton préfabriqué sont économiques et recouvriront un bâtiment plus rapidement que n'importe quel autre systeme structurel et vous aideront à achever un projet entier plus rapidement. Les panneaux sont disponibles dans une vaste gamme de largeurs, de longueurs, d'épaisseurs, de valeurs R et de finis extérieurs standards ou personnalisés. Contactez votre représentant local du CPCI pour les dimensions spécifiques, les portées et capacités de charge et les informations détaillées.

Le véritable avantage de béton préfabriqué architectural se trouve dans les effets esthétiques quasi illimités qui peuvent être obtenus par son utilisation. Les moules personnalisés sont utilisés pour créer des panneaux préfabriqués de la taille et la forme exacte à l'aide d'ébrasements de murs, de motifs, de formes et d'autres détails architecturaux spécifiés par le concepteur. Des effets de couleur peuvent être obtenus en utilisant différents sables colorés, agrégats et ciments. Les textures peuvent être personnalisées avec l'utilisation de retardateurs de prise, de lavages à l'acide, et de traitements au jet de sable. Contactez votre représentant local du CPCI pour les dimensions spécifiques, les portées et capacités de charge et les informations détaillées.

Rapidité de construction

Des calendriers de construction plus courts et la possibilité d'établir plus précisément les dates d'achèvement et d'occupation sont essentiels dans la planification de nouvelles installations. La construction à l'aide du préfabriqué est plus prévisible. Des échéanciers très courts sont possibles puisque les éléments préfabriqués sont produits en manufacture dans les usines certifiées des membres du CPCI. L'installation du préfabriqué peut se faire tout au long de l'année selon un calendrier régulier, et ce, sans égard aux conditions climatiques. Les éléments préfabriqués sont livrés sur le chantier et prêts à être installés directement à partir du camion. Les planchers préfabriqués fournissent une plate-forme de travail immédiatement accessible et les autres corps de métiers peuvent ainsi commencer plus tôt.

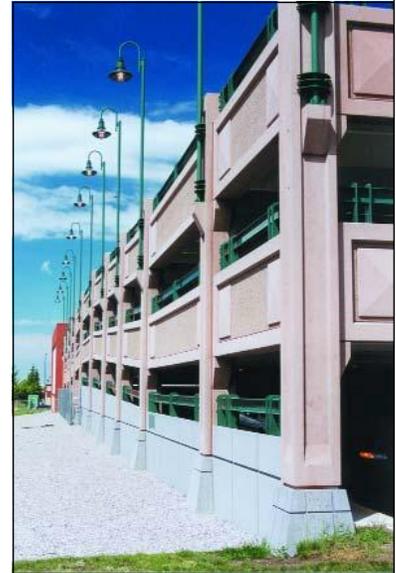


Stationnements Étagés

Les structures de stationnement sont souvent la première et dernière impression d'un visiteur lors de la visite d'un aéroport, d'un centre hospitalier, d'un bâtiment public ou d'un centre récréatif. Les excellentes structures de stationnement sont conçues spécifiquement pour le type de visiteurs que la structure servira, tout en songeant au type d'équipement qu'ils soutiennent et les flux quotidiens ou de pointe de trafic. Un parc de stationnement ne sera utilisé que s'il est sûr, sécurisé et facile à utiliser, sans quoi les utilisateurs trouveront d'autres options.

Créer la structure de stationnement la mieux adaptée pour un site, pour les utilisateurs et le budget, exige un juste équilibre entre tous les éléments et une planification logique du début à la fin. La participation précoce de votre représentant local du CPCI au moment de la prise des décisions clés pendant la conception peut faire une énorme différence

dans le résultat final. Leur expertise et leur contribution peuvent réduire le temps et les coûts nécessaires à la réalisation d'un projet. Les stationnements étagés préfabriqués offrent une rapidité de construction, une polyvalence de conception, des finis extérieurs attrayants, durabilité et économie, ce qui fait du béton préfabriqué et précontraint un choix populaire pour les clients commerciaux, municipaux et institutionnels.



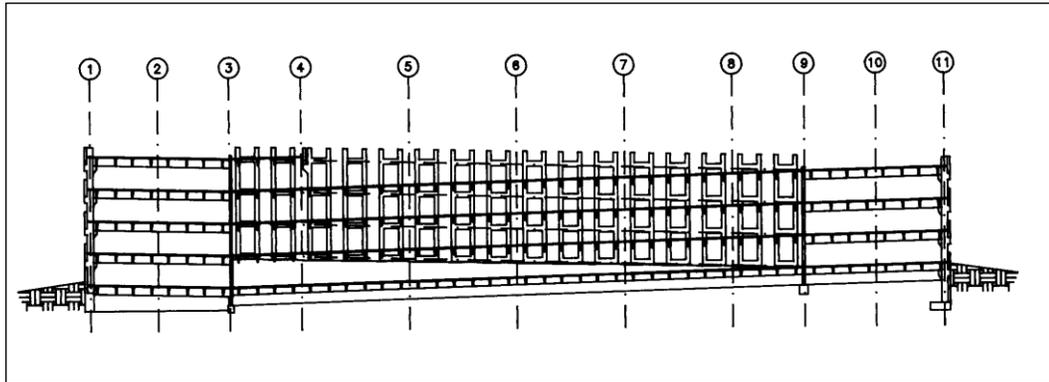
Finis extérieurs

Les extérieurs de stationnements préfabriqués peuvent être livrés dans un large éventail de formes et de finis allant des éléments structuraux lisses et denses à de nombreux traitements architecturaux. Ceci permettra un large éventail de traitements extérieurs que ce soit pour créer un look audacieux contemporain ou qui s'amalgamera avec les vieux quartiers.





D'étonnantes textures et traitements de surfaces riches et variées peuvent être réalisés en exposant les sables colorés, les agrégats, les ciments et les colorants en utilisant le sablage, le décapage à l'acide et les retardateurs de prise chimique. Des doublures de fonds de moules personnalisées peuvent être utilisées pour introduire des ébrasements de murs, des formes et d'autres effets architecturaux. Des pierres, des briques, des tuiles et d'autres matériaux peuvent être incorporés aux panneaux préfabriqués en usine, permettant ainsi aux concepteurs d'obtenir l'effet coûteux de la maçonnerie à une fraction du coût.



Les charges et les Forces

Les structures de stationnements en béton préfabriqués tolèrent les changements de volume, de fluage et de retrait dus aux variations de la température. Les éléments ont mûri avant qu'ils ne soient livrés sur le chantier. Les liens entre les éléments permettent à la structure d'atténuer les

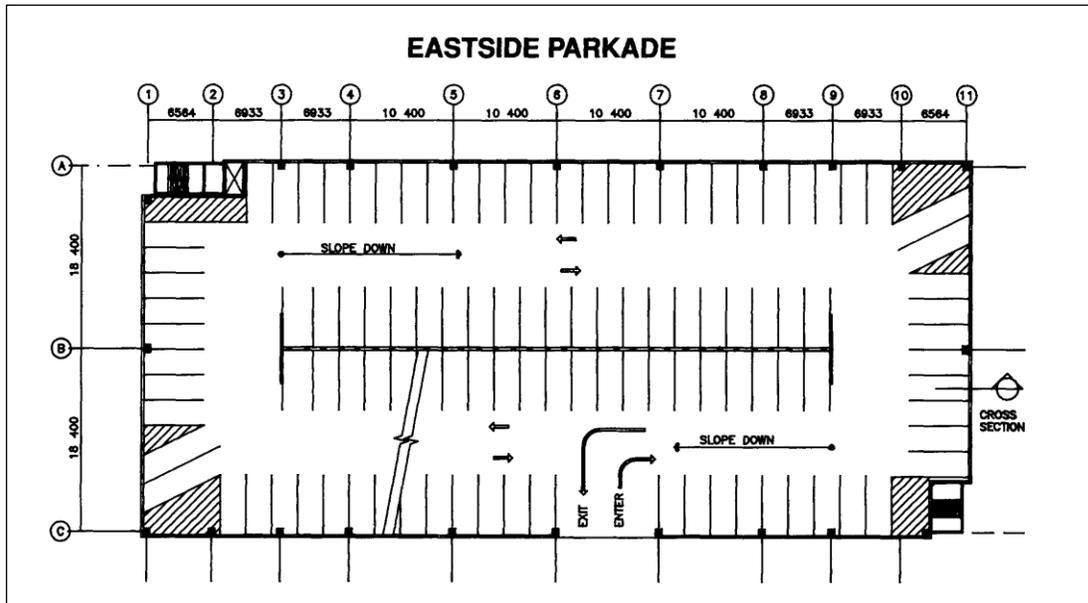
pressions normales de l'expansion et la contraction qui, autrement, pourrait provoquer des fissures dans les éléments structuraux. Les calculs de charges pour les pressions latérales du vent, des tremblements de terre ou de la terre (pour les structures partiellement enterrées ou dans le sol) permettent aux structures de béton préfabriqué de résister en transférant les charges à travers les diaphragmes du plancher aux murs de cisaillement et/ou aux cadres de poutres et de colonnes. Les soins afin de localiser les murs de contreventement, d'isoler adéquatement les murs de refend et l'introduction adéquate de joints d'isolement et de dilatation, assureront une performance satisfaisante.



Les murs de soutènement avec des poutres de charpente ou des planchers avec poutres permettent de minimiser les connexions entre les murs de refend pour résister aux forces de soulèvement. La résistance à la torsion des poutres et les panneaux d'allèges chargés de façon excentrée doivent être pris en considération. Les connexions peuvent être conçues pour empêcher la rotation de la poutre d'absorber les impacts de pare-chocs (si applicable) sans contraintes excessives contre les changements de volume.

Dimension des baies

Pour une économie maximale, la taille des baies doit être aussi grande que possible et modulaire avec les éléments standards de planchers en béton préfabriqué sélectionnés. Pour le stationnement à portées libres, la taille baie choisie ne doit pas être un multiple de la largeur de la place de stationnement. Même, déformés (cintrés vers le haut ou vers le bas) les doubles tés peuvent être utilisés pour s'adapter à des dispositions géométriques complexes.



Drainage

Donner une pente à la structure pour atteindre un bon drainage est essentiel pour éliminer rapidement la pluie et l'eau chargée en sel de la structure. Le réseau de drainage choisi doit être répété pour tous les étages afin de permettre la répétition dans la fabrication des éléments préfabriqués. Localisez les joints d'isolement et de dilation aux points hauts afin de minimiser tout risque de fuite. L'inclinaison des planchers doit éloigner des colonnes, des murs et des allèges, l'eau stagnante où les fuites pourraient provoquer de la corrosion.

Durabilité

Les éléments de béton préfabriqué renforcé et précontraint de haute résistance produits en usine ont démontré être très résistants aux attaques des ions de chlorure. Aux endroits où une chape de béton sera utilisée sur les éléments de planchers préfabriqués, un treillis d'armature de fil de fer devrait être intégré dans la garniture. De bons résultats ont été atteints en utilisant un béton à haute résistance ayant un rapport eau-ciment de 0,40 ou moins. Un béton contenant 6 % d'air entraîné et au moins cinq jours de cure sous une toile de jute mouillée produira les meilleurs résultats.





Les doubles tés préchapés sont une alternative recommandée au lieu de l'application en chantier d'une chape de béton de recouvrement. Un avantage de ce système est qu'il produit en usine une excellente surface de 35 à 55 MPa à la place d'une chape de béton de faible résistance coulée en chantier. La surface supérieure est généralement finie au balai pour assurer une traction de conduite améliorée. Des considérations particulières avec ce système sont indispensables pour les différentielles de carrossage adjacent, le traitement des joints, la stabilité d'installation et le drainage. La norme CSA S413 spécifie les exigences relatives à la faible perméabilité du béton, des systèmes de protection acceptables et de recouvrement en béton pour l'armature et les torons de précontrainte.

Une série de joints de contrôle doit être présente dans la garniture au-dessus de tous les joints des éléments préfabriqués situés en-dessous. Ultérieurement, ces joints seront nettoyés, préparés et remplis d'un matériau scellant recommandé.

Sauf pour les plaques de base des colonnes, pour toutes les connexions et la quincaillerie exposée, l'acier galvanisé à chaud ou l'acier inoxydable sont utilisés. Lorsque des connexions sont ensuite soudées, les soudures doivent être minimales et placées là où elles peuvent être facilement entretenues.

L'application d'un scellant pénétrant les surfaces de béton est généralement un bon investissement pour aider à inhiber la pénétration de l'eau et d'ions chlorure. Des études ont démontré que les stationnements préfabriqués précontraints se sont bien comportés au cours des années. Un programme d'entretien régulier est un bon investissement pour préserver une structure de stationnement de nombreuses années, et ce, sans problème.

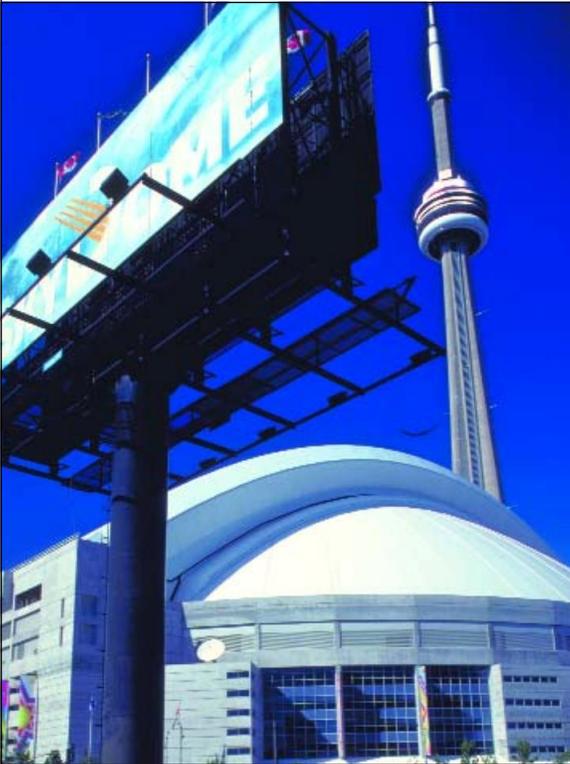


Stades & Arénas

Les grands stades et les arénas sont des structures impressionnantes. Souvent, ces projets sont construits avec des budgets serrés et des calendriers afin d'accueillir un événement sportif important. Le béton préfabriqué précontraint a été le choix de prédilection pour bon nombre de ces projets.

La technique de voussoirs préfabriqués post-tensionnés en ensemble a permis aux éléments en béton préfabriqué de former des bras complexes en porte-à-faux et la construction de poutres en anneaux pour soutenir les toits de ces structures. La post-tension est aussi couramment employée pour renforcer des poutres crémaillères en porte-à-faux en béton préfabriqué qui supportent les gradins et fournir une vue claire de la surface de jeu.

Les unités de gradins sont produites massivement dans une variété de configurations et de portées permettant une installation rapide et une utilisation de longue durée. Les rampes piétonnes, les aires de concessions, les toilettes, et les zones de vestiaires peuvent être encadrées et construites à l'aide d'éléments préfabriqués et précontraints.



Structures de Transit

Les structures de transit

Le béton préfabriqué précontraint est devenu le système structurel et architectural de choix pour une variété d'installations de transport en commun.

Aucun matériau de construction ne se prête à un éventail plus éblouissant de traitements architecturaux que le béton préfabriqué précontraint. De riches agrégats, des formes décoratives, des ébrasements et d'attrayants parements de pierre et de maçonnerie peuvent tous être utilisés pour exprimer une multitude de détails architecturaux.

Un béton préfabriqué de qualité, produit et érigé sous de stricts contrôles de qualité, résiste efficacement à la corrosion, aux dommages et conserve sa belle apparence pendant des années sans se tacher de façon significative, sans décoloration ou dégradation de surface. L'entretien requis est faible - tout en réalisant de nombreuses économies d'argent et d'inconvénients pendant la vie utile de la structure

Passages élevés



Gares de transit



Aérogares



Intimité & Protection

Murs pare-son

Les barrières sonores, placées le long des bords de routes principales et des autoroutes, peuvent réduire la transmission directe du son direct dans les zones résidentielles.



Les barrières devraient être aussi proches de la source sonore que possible et bloquer la trajectoire directe du son. Le son atteignant une zone résidentielle sera limité principalement par la diffraction au-dessus du mur quand il n'y a pas de fuites sonores importantes et que le mur a une masse supérieure à 20 kg/m². Avoir une surface absorbant le son sur le côté de la barrière faisant face à la circulation augmente l'atténuation acoustique.

Les murs pare-son en béton préfabriqué présentent de nombreux avantages par rapport aux panneaux de bois, de maçonnerie et de métal. Les murs et les pilastres en béton préfabriqué peuvent être produits dans une grande variété de finis, de textures, de motifs et de couleurs. Les panneaux peuvent être finis des deux côtés afin de présenter un aspect fini tant du côté de la chaussée que du côté des propriétés protégées situées à l'arrière. Les murs pare-son préfabriqués peuvent être installés rapidement sans égard aux conditions climatiques. Le béton préfabriqué est respectueux de l'environnement et n'exige pas de couper des arbres ou l'utilisation d'agents toxiques de préservation du bois. Les murs pare-son préfabriqués sont produits localement. Ils offrent une excellente résistance au vent, aux impacts des chasse-neige et des véhicules ainsi qu'aux secousses telluriques. Les murs pare-son préfabriqués résistent à la corrosion et au vandalisme. Les panneaux peuvent être recouverts d'un scellant pour faciliter l'enlèvement des graffitis. Les coûts peuvent être un facteur important, en particulier lorsque les calculs incluent le cycle de vie d'un matériau — de la production à la fabrication et à l'élimination. Une étude du Colorado suggère une durée de vie de 15 ans pour le bois, de 30 ans pour la maçonnerie et de 40 ans pour les poteaux et les murs pare-son en béton préfabriqué.

Contactez votre représentant local du CPCI afin de discuter de murs pare-son.

Clôtures





Murs de soutènement

Les murs de soutènement fournissent un support latéral aux pentes verticales du sol. Les murs de soutènement peuvent être construits à partir de nombreux et de différents matériaux préfabriqués et selon une variété de techniques de construction. La conception et la sélection des types de murs sont déterminées par plusieurs facteurs tels le coût, la hauteur de mur requise, la facilité et la rapidité de construction, les conditions liées aux eaux souterraines et aux caractéristiques du sol ainsi que les codes du bâtiment, l'accessibilité du site et de l'esthétisme.

La conception d'un mur de soutènement nécessite de connaître les pressions latérales des sols. Il est possible de concevoir une belle structure de soutènement en béton préfabriqué qui durera longtemps, et qui respectera toutes les exigences environnementales, structurelles et de construction prévue.

Plusieurs paramètres du sol doivent être déterminés avant qu'un ingénieur puisse évaluer un type de mur en particulier et sa stabilité globale :

- le poids unitaire du sol ;
- l'angle de frottement interne du sol;
- les indices de cohésion et de plasticité pour les sols cohérents (par exemple, les argiles);
- l'emplacement de la nappe phréatique.

Une fois que les pressions latérales des sols sont connues, la stabilité d'un mur peut être testée. Cela comprend les vérifications pour le culbutement du mur, le glissement à sa base et les échecs de capacité portante du sol.

Les murs de soutènement segmentaires sont constitués d'un système de parement facial et d'un système d'attaches latérales. Les systèmes faciaux sont généralement composés de blocs de béton modulaires qui s'imbriquent les uns aux autres et d'éléments de retenue latéraux. Les attaches latérales sont généralement des géogrilles qui sont enterrées dans la partie stable du remblai. En plus de soutenir le mur, les géogrilles stabilisent également le sol derrière le mur permettant ainsi de construire des murs plus hauts et plus rigides.

Les murs de soutènement à contreforts sont dotés de colonnes de béton préfabriqué verticales à des intervalles réguliers situés le long du mur. Ces colonnes de contrefort ont la forme de T et peuvent être effilées à l'arrière, ancrées à la fondation avec des armatures ou post-tensionnées. Des panneaux de béton sont placés entre les flasques des colonnes de contreforts pour retenir la terre. Les murs de soutènement à contreforts résistent aux forces de cisaillement et aux moments de flexion imposés au mur par le sol. Les murs de soutènement à contreforts sont généralement plus économiques que les murs en porte-à-faux pour des hauteurs supérieures à 7,5 m (25 pi).

Les systèmes de murs berceaux en béton préfabriqué à haute résistance utilisent des types d'unités de paniers standards qui sont empilés et remplis de terre pour la stabilité. Après la plantation des couvre-sol, le mur devient une partie intégrante de l'environnement naturel. Ces murs offrent une stabilité et répondent aux préoccupations des citoyens en leur procurant une réduction du bruit tout en se fondant dans le paysage naturel. Les murs berceaux peuvent être utilisés comme murs de soutènement ou de stabilisation de pente pour les talus de terre et de pierres, ou comme une barrière antibruit autoportante; ils sont particulièrement adaptés pour les autoroutes, les chemins de fer et les parcs, les jardins et les quartiers résidentiels et commerciaux.



Aménagement paysager

Les unités de paysage en béton préfabriqué sont souvent utilisées pour embellir un milieu urbain. L'aspect peut être moderne ou rustique, simple ou complexe. Une large gamme de couleurs et de finis architecturaux sont disponibles. Consultez votre représentant local du CPCI pour de l'information et sur les coûts au début du processus de conception.



Services publics

Lampadaires et poteaux électriques

Leur entretien minimal, leur prix concurrentiel, et leur aspect esthétique font des poteaux en béton préfabriqué des utilitaires supérieurs à ceux en acier ou en bois pour une utilisation pour les éclairages sportifs, les communications et les applications d'éclairage de zone. La facilité et la rapidité d'installation signifient le parachèvement rapide du projet et une réduction des coûts d'installation. En outre, l'utilisation de poteaux en béton préserve nos forêts, ils ne nécessitent aucun traitement chimique, et on n'utilise que des matériaux respectueux et sécuritaires pour l'environnement que ce soit lors de leur production ou de leur installation. D'autres avantages sont la résistance à la corrosion, une longue durée de vie — au-delà de 50 ans, une rentabilité — lors de l'installation et durant leur vie utile.

Les poteaux préfabriqués en béton peuvent nous faire gagner du temps lors de l'installation et de l'argent en éliminant la nécessité pour les structures de base d'ancrage qui peuvent prendre des jours ou des semaines à installer. Un poteau en béton préfabriqué dans la plupart des conditions peut être érigé en quelques heures (percer un trou, placer le poteau, remblayer avec de la pierre concassée, du béton ou le sol d'origine, puis terminer avec du béton ou du gazon). Ce processus élimine les plaques de base disgracieuses, les goujons ou les écrous qui sont normalement utilisés avec des poteaux en acier.

Produits utilitaires (berceaux, ponceaux, etc.)

De nombreux membres du CPCI fabriquent des produits d'utilités à la fois standard et personnalisés. Consulter un représentant du CPCI près de chez vous.



Traverses de rail et de chemin de fer



Bâtiments de transbordement / d'entreposage de fret



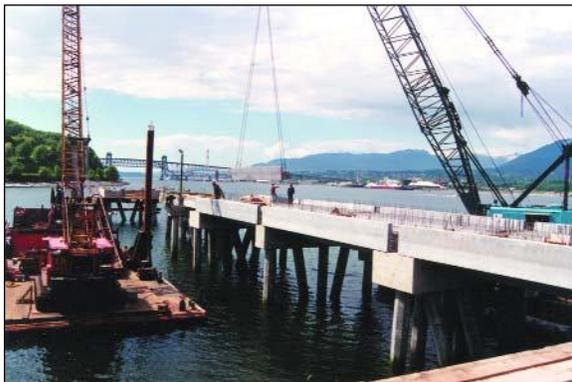


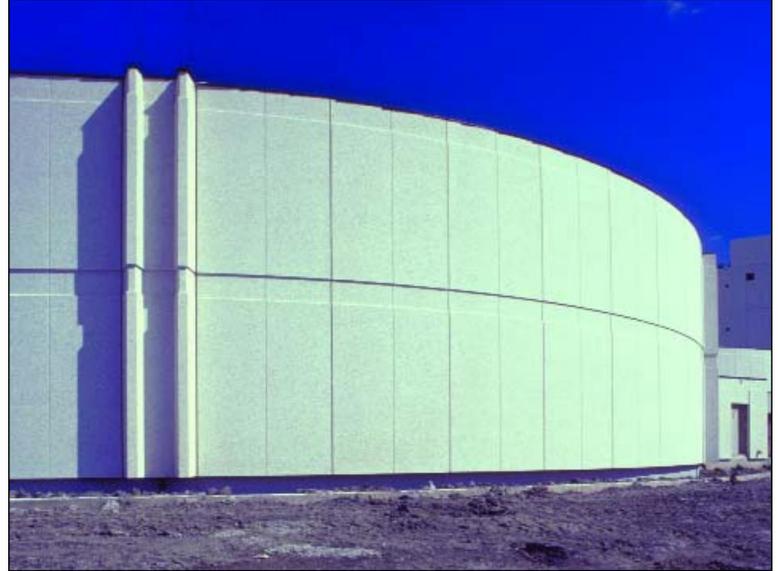
Docks & Quais

Le béton préfabriqué précontraint est largement utilisé pour la construction de docks et de quais en particulier sur nos côtes est et ouest — où le trafic maritime est le plus élevé.

La construction en préfabriqué est idéale pour la construction sur l'eau où les conditions maritimes et météorologiques sont variables et où l'accès est généralement limité. Des piles préfabriquées et précontraintes sont souvent utilisées pour soutenir les structures portuaires.

Les panneaux de ceinturage préfabriqués peuvent être conçus pour résister aux charges d'impact des navires. Les unités préfabriquées précontraintes de pontage supporteront de lourdes charges de trafic sur de plus longues portées. Le béton préfabriqué peut être conçu pour offrir une longue durée de vie dans des environnements difficiles. L'utilisation de béton à haute résistance et à faible perméabilité protégera l'armature et résistera aux dommages environnementaux.





Réservoirs

Réservoirs de traitement et de stockage des effluents en béton préfabriqué/précontraint

Les réservoirs en béton préfabriqué fournissent une sécurité accrue des contenus et permettent d'économiser temps et argent. Les réservoirs préfabriqués peuvent stocker ou traiter quoi que ce soit en passant de l'eau potable aux déchets dangereux et aux matières solides. Les capacités de stockage peuvent varier de 0,4 à 120 mégalitres (100,000 à 30 millions de gallons). Les éléments muraux en béton préfabriqué sont généralement précontraints verticalement à l'usine de préfabrication et post-tensionnés horizontalement à travers des gaines situées dans les panneaux. Les joints sont généralement scellés sur place à l'aide de béton. Ce procédé de scellement des joints permet au réservoir (après le post-tensionnement) de se comporter comme une structure monolithique afin de résister aux forces hydrauliques, climatiques et sismiques.

La fabrication des éléments muraux et de toiture (sous des conditions extrêmement bien contrôlées dans une usine de béton préfabriqué membre du CPCI) signifie une meilleure qualité et une réduction des travaux sur le chantier. Pratiquement toutes les structures de stockage peuvent être construites en utilisant du béton préfabriqué. D'autres parties de la structure d'un réservoir, comme des colonnes, les poutres et les dalles de toit, peuvent aussi être produites en béton préfabriqué. Contactez le CPCI pour plus d'informations et des recommandations pour la conception.





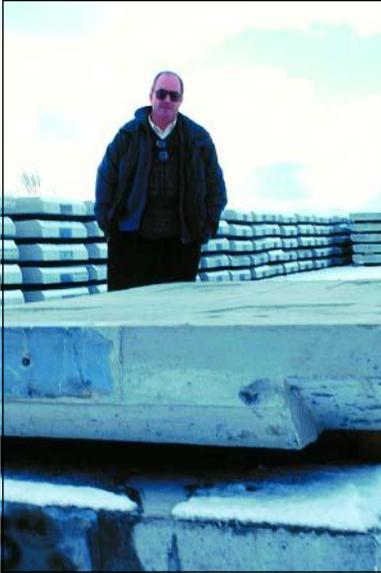
Pénitenciers

Le béton préfabriqué a été mis à profit dans une variété de lieux de détention, de correction et de bâtiments de soutien qui jouent un rôle essentiel dans les complexes institutionnels. Les panneaux muraux préfabriqués en béton, les dalles de charpente et de plancher ou de toit sont d'excellents éléments de construction qui sont à la fois durables et sécuritaires. Les murs extérieurs peuvent être faits de panneaux de type sandwich dotés d'une couche d'isolant rigide entre des parois de béton armé ou précontraint. De la quincaillerie de sécurité spécialisée est souvent spécifiée. Des portes et des cadres de fenêtres de sécurité peuvent être préinstallés dans les éléments en béton préfabriqué à l'usine de préfabrication d'un membre du CPCI afin de gagner temps et argent.

Lors de projets de très grande envergure, des moules personnalisés peuvent être conçus pour produire des unités spéciales telles des unités complètes de cellules simples ou doubles ; sinon, des éléments préfabriqués standards peuvent aussi être modifiés avec succès pour la construction de prisons. Comme dans la plupart des structures préfabriquées, l'utilisation pour les joints de détails pratiques et économiques est des plus importante. Le traitement de tous les joints devrait prendre en compte le caractère réaliste des tolérances au niveau de la production et de l'installation. Les joints extérieurs devraient permettre les mouvements et être protégés des intempéries pour empêcher l'infiltration de l'air et de l'eau. Dans des lieux de haute sécurité, lorsque les joints sont exposés, ils sont généralement scellés à l'aide d'un coulis sans retrait de haute résistance. Ce matériau peut être utilisé pour sceller les joints étroits et remplir les cavités plus en retrait des connexions structurelles.

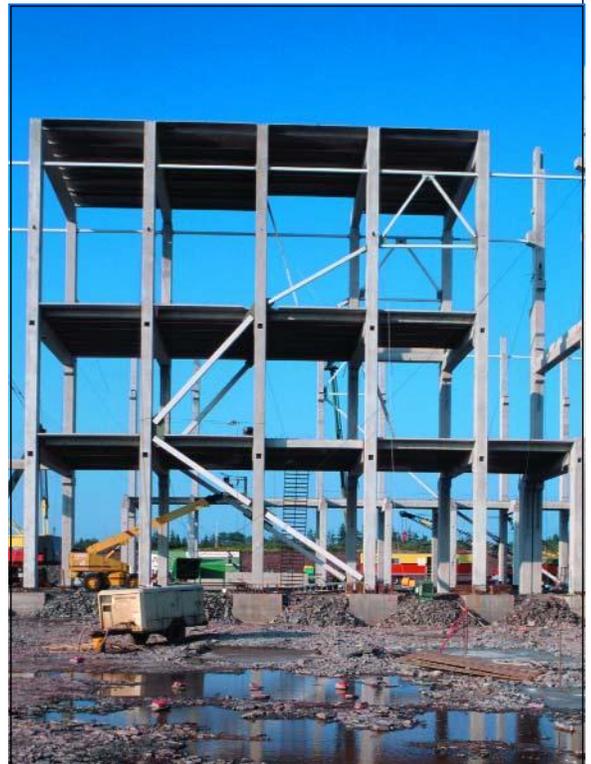
Usines de Traitements des Eaux et des Eaux usées





Utilisations spécialisées

Un degré élevé de flexibilité lors de la conception fait du béton préfabriqué précontraint architectural et structural la solution idéale pour une grande variété de structures innovantes. Les propriétés telles que la résistance à la corrosion (pieux), la durabilité (traverses), la résistance au feu (supports à tuyaux), les tolérances serrées (chemisage de tunnel), les finis architecturaux (cheminées), la force (silos), l'installation rapide et les économies (réservoirs d'eau), sont toutes utilisées à bon escient. Où la répétition et la standardisation existent, les éléments préfabriqués peuvent économiquement fournir de la qualité, des produits fabriqués en usine et l'élimination sur le terrain des procédures coûteuses et risquées. De nouvelles utilisations attendent la collaboration de concepteurs créatifs et des membres du CPCI.





Ponts et Passerelles

Économies éprouvées

Il n'y avait pas de pont en béton précontraint en Amérique du Nord avant 1950. Des milliers de ponts précontraints ont été construits au cours des 50 dernières années et beaucoup d'autres sont en cours de construction dans toutes les régions du Canada et des États-Unis.

Ils vont de la taille des ponts de courtes portées à quelques-uns des plus grands projets de ponts dans le monde. La conception des ponts en béton précontraint est régie par la norme CAN/CSA S6 -00 – Code canadien sur le calcul des ponts routiers.

Ponts à poutres précontraintes

Préfabriqués et précontraints les ponts en béton ont gagné une large reconnaissance en raison de :

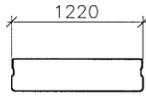
1. facteurs économiques démontrés :
 - a) un faible coût initial et à long terme
 - b) un minimum d'entretien
 - c) une construction rapide et facile
 - d) une interruption minimale du trafic
2. bonnes raisons techniques :
 - a) une conception simple
 - b) un rapport profondeur-longueur minimum
 - c) une qualité d'usine assurée
 - d) sa durabilité
3. l'esthétisme souhaité – les ponts préfabriqués précontraints peuvent être conçus pour être très attrayants.

Les concepteurs de ponts sont souvent surpris d'apprendre que les ponts préfabriqués précontraints ont généralement un coût initial de revient plus faible que les autres types de ponts. Couplés avec des économies d'entretien, les ponts préfabriqués offrent le maximum d'économie.

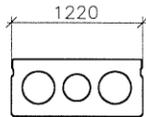
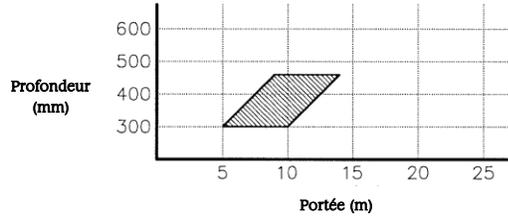


Types de poutres

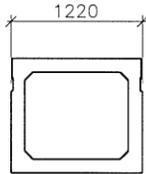
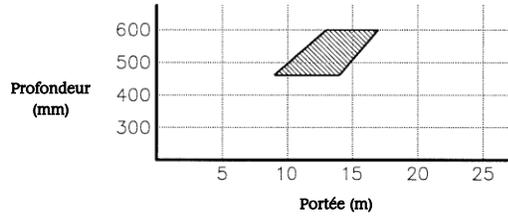
Consultez votre représentant local du CPCI afin de connaître les tailles standards dans votre région.



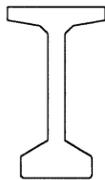
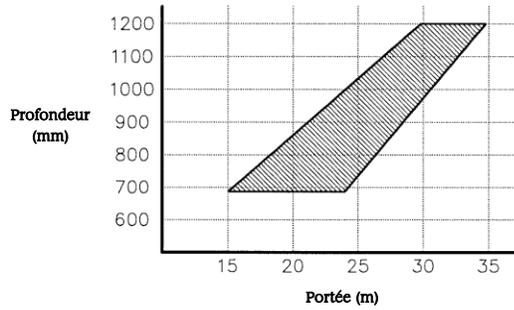
Poutres - dalle pleine



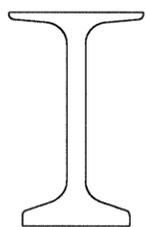
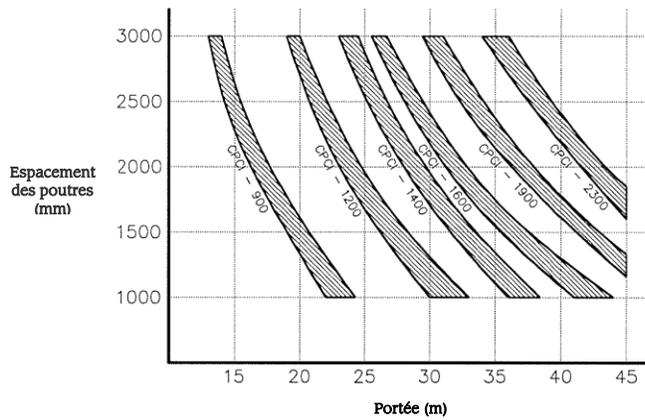
Poutres - dalle alvéolée



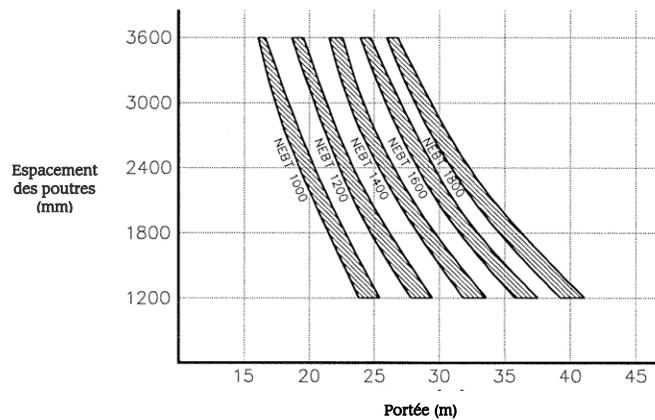
Poutres - caisson



Poutres - I



Poutres T - à boudins





Avantages du béton préfabriqué et précontraint pour la construction du pont

Faible coût initial

Les ponts en béton préfabriqué et précontraint ont généralement un coût initial de revient plus faible que les autres types de ponts. Les ponts préfabriqués offrent un maximum d'économie avec des économies de temps et d'entretien.

Construction rapide et facile

Les poutres de ponts préfabriquées et précontraintes nécessitent des délais minimaux, car elles sont fabriquées localement dans des moules et selon des tailles normalisées. Les éléments préfabriqués sont faciles à ériger toute l'année. De simples connexions joignent les poutres de ponts à l'infrastructure.

Les coffrages pour la superstructure peuvent être éliminés lorsque les sommets des poutres sont assemblés pour former la dalle. Les liens entre les unités adjacentes sont souvent constitués d'une rainure de clavette injectée à l'aide d'un coulis et de connexions soudées ou post-tensionnées transversalement. Pour les chemins forestiers ou les routes secondaires à faible volume, le trafic peut rouler directement sur le tablier des poutres.

Une planification soignée des détails permettra d'accélérer le processus de construction et d'économiser de l'argent.

Interruption minimale de la circulation

Maintenir la circulation et éliminer les détours sont des problèmes difficiles pour les propriétaires de ponts. Les ponts en béton préfabriqué et précontraint à tablier intégraux peuvent minimiser l'interruption de la circulation en raison de la disponibilité de longues portées, de la production des sections en usine et de la vitesse d'érection d'un pont. En cas d'urgence, des poutres préfabriquées peuvent être commandées rapidement et la réouverture d'un pont être l'affaire de quelques jours ou de quelques semaines en utilisant des éléments standards.

Conception simple

Le remplacement des ponts inférieurs aux normes peut être facilement accompli avec des sections préfabriquées précontraintes. Dans certains cas, les piliers existants peuvent être réutilisés. Dans d'autres, des pieux en béton préfabriqué, des semelles, des culées, des murs en aile et des piliers peuvent être préfabriqués et installés avec les poutres de pont.

Les poutres préfabriquées de ponts à une seule portée peuvent être fixées sur les piliers afin de résister aux pressions horizontales de la terre ou être conçues comme culées intégrées afin d'éliminer les joints de dilatation gênants. Les multiples travées d'un pont peuvent être faites en continu pour obtenir un roulement plus doux et pour réduire le nombre de joints de dilatation.

Qualité usine assurée

Les produits en béton préfabriqué et précontraint sont inspectés et leur qualité est contrôlée à l'usine. Chaque opération dans le processus de fabrication offre une occasion pour l'inspection et le contrôle. Lors de la fabrication, les poutres précontraintes sont soumises à l'épreuve lors de la libération de la précontrainte et soumises à certaines des contraintes les plus élevées, qu'elles ne rencontreront jamais en service. Les usines des membres du CPI fabriquent des produits certifiés selon le programme du CSA pour la production du béton préfabriqué architectural et structural conformément à la norme CSA A23.4 — Béton : Constituants et exécution des travaux.



Durable

Les ponts sont exposés à des environnements hostiles, ainsi qu'à des impacts répétés de chargements. Ces structures doivent résister non seulement au gel et au dégel, mais aussi aux cycles artificiels des altérations atmosphériques et aux attaques chimiques de par l'utilisation de produits chimiques déglacants. Le béton préfabriqué précontraint à haute résistance à air entraîné possède une excellente résistance aux cycles de gel-dégel et aux attaques des chlorures. La précontrainte améliore la durabilité du béton en le mettant en compression et en éliminant la plupart des fissures lors des conditions de mise en service. En outre, les ponts en béton préfabriqué et précontraint sont non-combustibles et résistants aux dommages causés par le feu.

Attrayant

Les ponts en béton préfabriqué et précontraint peuvent être conçus avec élégance pour s'agencer harmonieusement avec leur environnement et offrir une jolie vue d'en haut, de côté, et d'en-dessous. Ils sont à la fois solides et durables et pourtant des ponts gracieux peuvent être construits en utilisant le plus faible rapport profondeur/portée possible, un béton préfabriqué précontraint haute résistance et les formes simples propres des éléments disponibles localement.



Entretien minimum

L'économie globale d'une structure est mesurée en termes des coûts de son cycle de vie. Cela comprend le coût initial de la structure ainsi que le coût total d'exploitation. Pour les ponts, le coût de fonctionnement est le coût d'entretien. Les ponts en béton préfabriqué et précontraint qui sont conçus et construits en conformité avec les spécifications canadiennes CAN/CSA S6 -00 Code canadien sur le calcul des ponts routiers devraient exiger très peu d'entretien, le cas échéant. Les éléments préfabriqués et précontraints sont particulièrement durables en raison de la haute qualité de la construction et des matériaux utilisés dans leur fabrication.

Les problèmes de fatigue sont minimes en raison des contraintes mineures induites par les charges de circulation.

Bien sûr, aucune peinture n'est nécessaire. Certains ingénieurs de ponts estiment que les coûts pour repeindre les ponts d'acier, durant leur vie utile, seraient de l'ordre de 10 à 20 % du coût initial. Peinturer des ponts au-dessus de routes très fréquentées, de ruisseaux, ou en terrain accidenté est très coûteux et est une préoccupation environnementale.

Faible rapport profondeur/portée

Une exigence commune de nombreux ponts, c'est que la superstructure doit être aussi basse que possible afin de permettre un dégagement maximum et des déclivités d'approches minimales. Grâce à la technique de la précontrainte, le concepteur peut utiliser un rapport profondeur/portée minimum. Des ratios aussi



bas que 1:32 peuvent être réalisés avec des dalles pleines, des dalles alvéolées, des poutres caissons, des dalles de canaux ou des sections de poutres à boudins. Même si des sections plus profondes de poutre en I et de poutres à boudins requièrent moins d'acier de précontrainte, l'économie globale d'un projet peut dicter l'utilisation du ratio profondeur/portée le plus bas possible.

Contactez votre représentant local du CPCI pour discuter de votre prochain projet.



Planification

1. Utilisez des éléments en béton préfabriqué disponibles localement. La distance de transport pour les éléments de ponts en béton préfabriqué est généralement limitée à environ 500 km, sauf dans des circonstances inhabituelles. Les usines sont équipées pour fournir certains types d'éléments. Lors de la conception de ponts de courte portée, l'utilisation de sections de ponts standards se traduira par des prix inférieurs à ceux des offres prévoyant utiliser des conceptions uniques.
2. Standardisez les éléments préfabriqués. L'économie réside dans la production de sections d'éléments préfabriqués identiques. À titre d'exemple, si un pont est constitué de différentes longueurs de travées, il est généralement préférable de concevoir tous les éléments préfabriqués avec la même section transversale plutôt que de concevoir chaque travée selon le ratio portée/profondeur optimale.
3. Travaillez pendant les diverses étapes de la planification en étroite collaboration avec les représentants locaux du CPCI. Demandez des estimations de coûts dès que des plans ou des données suffisantes sont disponibles afin que les économies puissent être intégrées, bien avant les demandes de soumissions.
4. Mettez en place des programmes de remplacement regroupés de ponts pour que plusieurs ponts soient exécutés dans un contrat unique afin de réaliser des économies optimales en matière de fabrication, de transport, de montage et de supervision.
5. Utilisez les ressources et l'équipement du comté ou de la municipalité, lorsqu'ils sont disponibles, pour effectuer la plupart des travaux sur les chantiers des petits ponts.
6. Pour les ponts en béton précontraint avec dalles coulées en place, utilisez des diaphragmes seulement s'ils sont nécessaires à des fins d'érection. Des études ont démontré que les diaphragmes contribuent très peu à la répartition des charges statiques ou dynamiques. Les diaphragmes situés aux piliers et aux culées, à savoir ceux au-dessus des supports, sont utiles afin de rigidifier le bord de la dalle.
7. Réduisez les obliques dans la mesure du possible. Si un biais est nécessaire, essayez de limiter l'inclinaison à 30° ou moins. Il peut être moins coûteux d'allonger un peu le pont plutôt que d'utiliser un angle d'inclinaison extrême afin de s'adapter précisément à l'emplacement du pont.
8. Utilisez des pieux préfabriqués précontraints en remplacement des fondations et des piliers là où les conditions de sol sont favorables. Si les fondations sur pieux sont justifiées, des pieux en béton précontraint peuvent servir de piliers et de culées, réduisant ainsi la quantité de formage et de bétonnage à faire sur le chantier.
9. Utilisez des poutres de pont à tablier intégré pour éliminer la nécessité d'avoir à couler en place des dalles de béton et ainsi accélérer la construction.



Détaillage

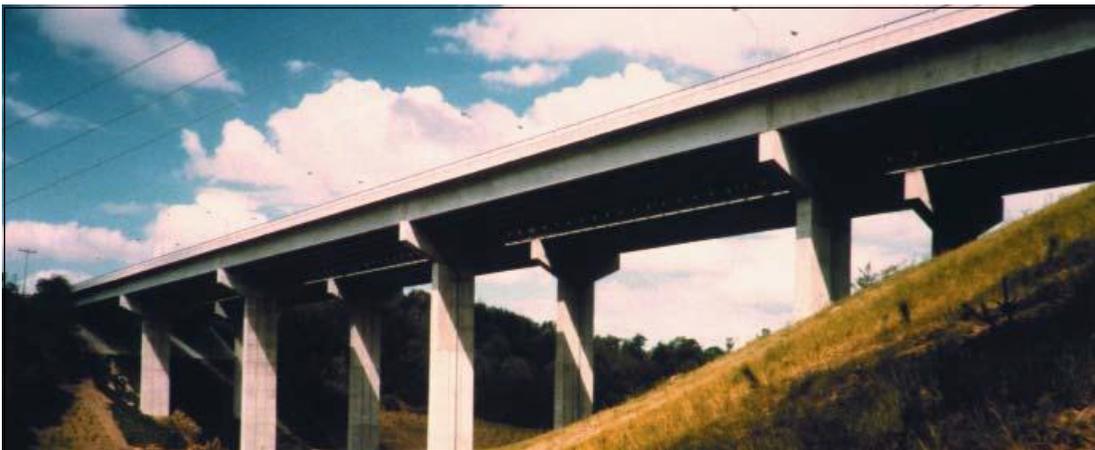
1. Éliminez les projections sur les côtés des poutres. La plupart des éléments en béton préfabriqué et précontraint sont coulés dans des moules précis faits d'acier. Il est possible d'accommoder les projections de moules, mais seulement par des modifications coûteuses aux formes. Il est préférable de retenir des solutions qui permettent d'utiliser des attaches telles que des insertions filetées, des plaques de soudure, ou des boulons à visser sur les projections, après que la poutre ait été coulée.
2. Utilisez des détails standards recommandés par les représentants des fabricants locaux du CPCI. Ce sont les détails qui peuvent être les plus économiques.
3. Réduisez la quantité des aciers d'armatures dans les éléments de béton précontraint. Il y a une tendance à ajouter plus de barres d'armatures et de treillis métallique soudé que ce qui est nécessaire « juste pour être sûr ». Souvent, l'armature ajoutée crée simplement de la congestion et rend plus difficile la consolidation du béton sans contribuer au comportement ou à la résistance de la structure.
4. Utilisez des coussinets élastomères au lieu d'assemblages d'appuis métalliques. Les coussinets en caoutchouc, bien conçus et bien installés, ne nécessitent aucun entretien et permettent aux mouvements (en raison de la température, du retrait et des charges) de se produire sans problème.



Références :

Wong, CJA, et Gamble, WL, « Effects of Diaphragms in Continuous Slab and Girder Highway Bridges », Études de génie civil, série Structural Research n ° 391, Université de l'Illinois, Urbana, Illinois, May, 1973.

Sengupta, S., et Breen, JE, « The Effect of Diaphragms in Prestressed Concrete Girder and Slab Bridges », Rapport de recherches 158-1F, Center for Highway Research, l'Université du Texas à Austin, octobre 1973.





Ponts à poutres épissées

Jusqu'au milieu des années 1960, le matériel de transport et les grues disponibles limitaient la longueur des poutres en béton préfabriqué précontraint à environ 34 m. Certains concepteurs novateurs ont commencé à chercher des façons de tirer profit de l'économie et de la très grande qualité des poutres de ponts préfabriquées en usine pour des ponts avec de plus grandes portées. Les ingénieurs canadiens ont ouvert la voie à la construction de ponts à l'aide de poutres de longue portée en béton préfabriqué précontraint en utilisant des poutres épissées. Des segments de poutres préfabriqués, de poids et de longueurs gérables, sont transportés sur le site. Les segments de poutres sont soit épissés, post-tensionnés sur le sol et installés ou les segments de poutres sont érigés sur des supports temporaires dans leur position finale et post-tensionnés ensemble. Normalement, des poutres préfabriquées de longueurs de 40 à 50 m et d'un poids de 75 à 90 tonnes peuvent être produites et transportées. La méthode de construction des poutres épissées a permis d'accroître l'utilisation pratique des poutres préfabriquées à des longueurs de travées de 75 m ou plus, et ce, en joignant les segments de poutres par post-tensionnement sur le chantier.

Les avantages d'un système de poutres épissées préfabriquées sont les suivants :

Économie

Moins de piliers ce qui entraîne un coût global inférieur, en particulier lorsque les conditions du sol sont problématiques.

Sécurité

Pour les viaducs, moins de piliers font que les distances de visibilité sont plus grandes et procurent des dégagements horizontaux plus spacieux. Il y a moins de probabilités de collisions de véhicules avec des colonnes de soutien.

Navigation

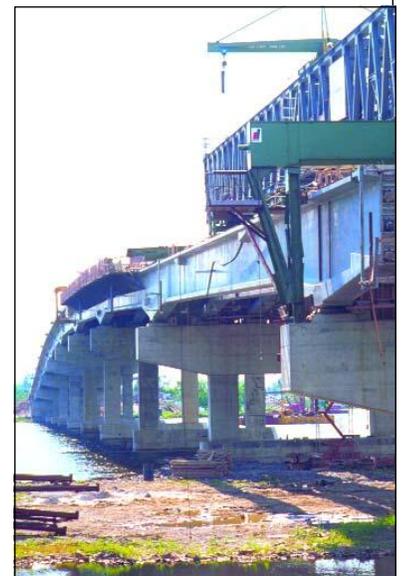
Partout sur les cours d'eau, le fait qu'il y ait moins de piliers permet une meilleure navigation, une meilleure circulation de la glace et des débris et minimise les perturbations de l'environnement naturel.

Joints de tablier

La réduction des joints permet d'obtenir une surface de roulement plus lisse et nécessitant moins d'entretien.

Esthétique

Les ponts avec longues portées sont plus attrayants.



Types d'épissures

Épissure renforcée

Les poutres préfabriquées sont coulées avec des armatures d'épissages faisant saillie à partir des extrémités. Les poutres sont positionnées bout à bout sur un support temporaire, généralement près du point d'inflexion de la charge permanente, et du béton est coulé en place à l'épissure. Les segments de poutres sont généralement précontraints pour résister aux forces lors de l'expédition et de la manutention.

Épissure post-tensionnée et coulée en place

Les poutres préfabriquées sont placées sur un cintre ou sur des supports d'extrémités temporaires, généralement localisés près des points d'inflexion de la charge morte. Le joint est coulé en continu et la post-tension est appliquée. Des clés mécaniques sont souvent utilisées. Les clés sinusoïdales travaillent bien parce qu'elles transfèrent le cisaillement de façon plus uniforme.

Épissure cousue

Cette épissure est un compromis entre les épissures renforcées et les épissures par post-tensionnement. Les extrémités des segments précontraints sont serrées ensemble à l'aide de câbles ou de courtes tiges filetées.

Épissure déposée

Cette épissure est utilisée lorsque l'érection d'un soutien temporaire n'est pas possible (par exemple sur les traversées de rivières ou de voies de circulation). L'épissure peut être conçue comme une charnière ou la post-tension peut être appliquée localement pour induire la continuité.

Épissure d'acier de structure

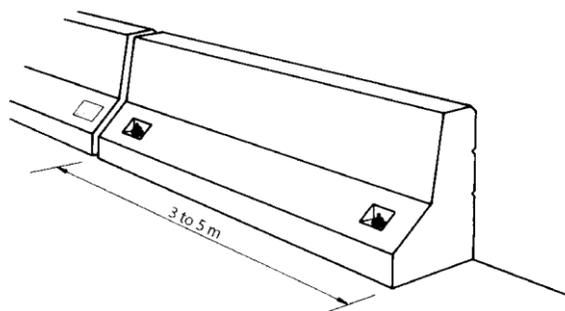
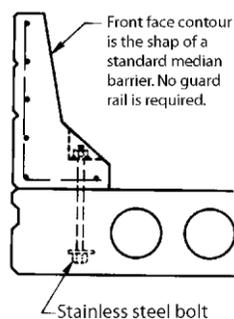
Des plaques d'acier sont bétonnées dans les extrémités des segments des éléments préfabriqués à chevaucher avec les extrémités des poutres correspondantes. Les plaques sont boulonnées ensemble temporairement en position libre sans appui. Les jonctions sont soudées ensemble et ultérieurement enrobées de béton.

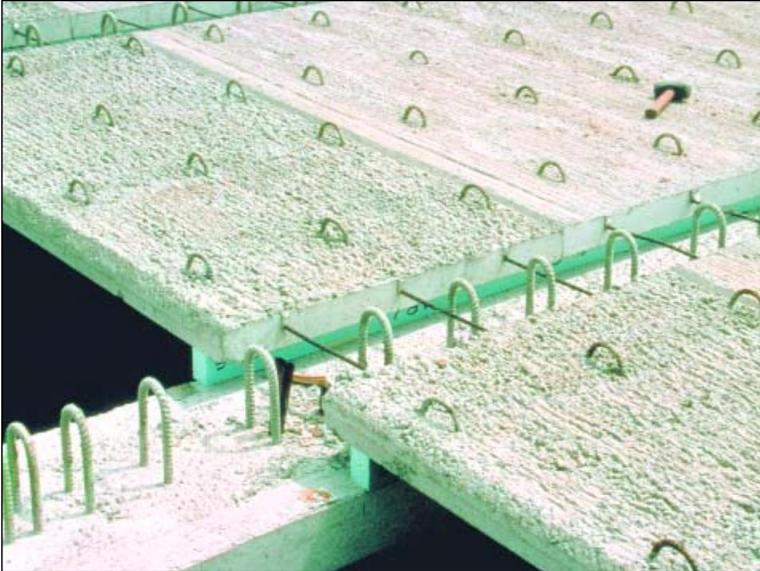
Épissure post-tensionnée et remplie d'époxy

Les poutres sont alignées bout à bout, soit dans leur position finale ou sur le sol. Le vide est comblé avec un gel d'époxy ou un coulis et la force de post-tensionnement est appliquée plus tard. Un joint compressible protège souvent le conduit de post-tensionnement dans la zone d'épissurage. La coulée en conjugaison, tout en n'étant pas indispensable, permet le positionnement avec précision et accélère le travail.

Des ponts à poutres épissées ont été construits partout au Canada avec de très bons résultats. Ils permettent l'utilisation d'éléments préfabriqués de qualité, fabriqués en usine, pour des portées beaucoup plus longues, là où les poutres ne peuvent être transportées qu'une seule travée à la fois.

Barrières de circulation





Tabliers de ponts

Les tabliers de ponts s'usent souvent bien avant les poutres porteuses. Certaines provinces ont la preuve que des ponts en béton sont plus rigides que les ponts en acier et il en résulte une performance supérieure des tabliers (moins de craquage et une vie utile plus longue).

Les tabliers de ponts composites sont composés de dalles en béton préfabriqué de 75 à 100 mm d'épaisseur qui reposent sur les semelles supérieures des poutres de béton ou d'acier. Les panneaux fournissent une plate-forme de travail

pour l'installation de l'armature du tablier et demeurent en position pour les formes qui demeurent en place lors de la coulée de la chape de béton. Les torons de précontrainte sont perpendiculaires dans les panneaux à l'axe longitudinal des poutres et fournissent à l'ensemble le renforcement positif requis par la portée du tablier entre les poutres. Les panneaux sont calés à la bonne hauteur et deviennent composites avec le béton coulé en place afin de résister aux charges mortes et vives superposées.

Les panneaux de tabliers de ponts en béton préfabriqué pleine épaisseur sont utilisés pour remplacer les tabliers usés ou corrodés sur les ponts où la circulation doit être maintenue lors de la construction. Les torons de précontrainte sont perpendiculaires dans les panneaux à l'axe longitudinal des poutres et peuvent être situés sur deux couches afin de fournir tout le renforcement positif requis du tablier entre les poutres. Les panneaux sont calés à la bonne hauteur. Les goujons de cisaillement situés sur les poutres sont injectés en place à travers des poches dans les dalles. Le scellement des extrémités des dalles et le post-tensionnement longitudinal sont généralement utilisés pour arrimer les panneaux de ponts ensemble

Consultez le représentant local du producteur de béton préfabriqué structural du CPCI pour connaître les dimensions et le plan schématique de l'armature de leur panneau standard.

Passerelles

Le béton préfabriqué précontraint est une solution idéale pour les passerelles pour piétons. Les ponts peuvent aller du simple double té, au pont de poutre en I, en poutres-caissons, à d'élégantes poutres à haubans ou des poutres triangulées en béton de poudres réactives (BPR) pour enjamber une route ou une rivière et qui améliorent la jouissance de l'utilisateur qui la traverse.



Guide de Spécifications pour les Éléments de Ponts

Général :

Ces spécifications couvrent les matériaux, la fabrication, le transport, et le montage de tous les éléments de béton préfabriqués de ponts, tel qu'indiqué sur les plans.

Matériaux :

Il est recommandé que les matériaux soient conformes aux exigences suivantes. Là où les normes ASTM sont citées, la dernière édition est applicable, sauf indication contraire.

Torons de précontrainte (1860 MPa, sept fils) – normes ASTM A416M, A421 et A722

Les barres d'armatures – normes CSA G30.3, G30.5, G30.14, G30.15 CAN / CSA GG30.18 ou normes ASTM A184, A497, A704 ou A775

Treillis soudés – norme ASTM A497

Agrégat de poids normal – norme CSA A23.1

Agrégat léger – norme ASTM C330

Ciment Portland (type 10 ou 30) – norme CSA A5

Une résistance du béton à la compression d'au moins 28 MPa lors du transfert de la précontrainte et de 35 MPa à 28 jours est recommandée. Le béton exposé au gel, au dégel à l'état humide, tel que les tabliers de ponts, les pilotis et les culées, devrait avoir une teneur en air de $6\% \pm 2\%$.

Design :

Le pont devrait être conçu en conformité avec la norme CAN/CSA-S6-00 – Code canadien sur le calcul des ponts routiers pour une charge de camion CL-625. Il est recommandé que la conception prévoie une surface d'usure future, sauf indication contraire.

Qualifications du fabricant :

1. Fabriquer des éléments en béton préfabriqué/précontraint certifiés par CSA International dans la (les) catégorie (s) appropriée (s) selon la norme CSA A23.4-00 – Béton: constituants et exécution des travaux et à la norme CSA A251-00 – Règles de qualification pour les éléments en béton architectural et en béton structural préfabriqués.
2. Le fabricant de béton préfabriqué doit être certifié en conformité avec le programme de certification CSA pour la fabrication de béton préfabriqué/précontraint architectural et structural avant de soumettre un appel d'offres et doit spécifiquement vérifier dans le cadre de son offre qu'il est actuellement certifié dans la (les) catégorie (s) appropriée (s) :

Note au rédacteur : retrancher les catégories qui ne s'appliquent pas.

- (A) Produits préfabriqués en béton – architectural
(I) non-précontraint ou (II) précontraint
- (B) Produits préfabriqués en béton – structural
(I) non-précontraint ou (II) précontraint
- (C) Produits préfabriqués en béton – Spécialité
(I) non-précontraint ou (II) précontraint

3. Seuls les éléments en béton préfabriqué produits par les manufacturiers certifiés sont acceptés par le propriétaire. La certification doit être maintenue pendant la durée de la fabrication et le montage du projet. Fabriquer les éléments en béton préfabriqué en conformité avec les exigences du code des ponts de _____ (Province/Municipalité)
4. Le producteur de béton préfabriqué doit être un membre en règle de l'Institut canadien du béton préfabriqué/précontraint (CPCI), avoir une expérience avérée et une expérience satisfaisante dans la conception, la fabrication et le montage d'éléments en béton préfabriqué du type spécifié. La société doit avoir un financement adéquat, les équipements, les installations et le personnel qualifié pour détailler, fabriquer et ériger les travaux de cette « Section » comme l'exigent les spécifications et les dessins. La taille de l'usine doit être suffisante pour respecter le calendrier de livraison.

Note au rédacteur : les membres du CPCI ont accès aux dernières informations et à la technologie. Les membres du CPCI se sont engagés à offrir les plus hauts niveaux de qualité et de service à la clientèle.

Pour une liste à jour des membres du CPCI, visitez le site www.cpci.ca/?sc=members&type=1

Fabrication d'éléments préfabriqués en béton :

L'utilisation de moules d'acier reposant sur des lits de coulée en béton est recommandée. Les espaces vides formés par n'importe quel matériau approuvé doivent être solidement maintenus en place pendant la coulée, et devraient être retirés lors de la coulée et le durcissement. Les vides des poutres caissons devraient être équipés de tuyaux de drainage de fond. Tous les coins exposés doivent être chanfreinés ou arrondis (de préférence de 20 mm). Les tolérances dimensionnelles doivent être conformes à celles suggérées dans la norme CSA A23.4. Les chaises, les entre-

toises, ou les supports de barres en contact avec les moules doivent être recouverts de plastique ou en plastique. La surface supérieure des sections préfabriquées qui recevront des garnitures coulées en place doit être rendue rugueuse avec une brosse à poils durs. Une finition à la truelle de bois ou une finition légère au balai perpendiculairement à la longueur de la section est recommandée pour la surface supérieure des éléments préfabriqués de tabliers intégrés.

Transport et érection :

Pendant la manipulation, les éléments fléchissants doivent être maintenus en tout temps dans une position essentiellement verticale et être manipulés exclusivement par des dispositifs approuvés aux endroits indiqués sur les plans. Pendant le transport, les éléments devraient être soulevés uniquement à partir des endroits approuvés (à proximité des points de manutention).



Pour plus d'information :

*CPCI Design Manual,
Third Edition
Formulaire de commande: www.cpci.ca*



Institut
Canadien du
Béton
Préfabriqué/
Précontraint

196 Avenue Bronson, Suite 100, Ottawa, Ontario K1R 6H4
Téléphone: (613) 232-2619 Fax: (613) 232-5139
Sans frais: 1-877-YES-CPCI (1-877-937-2724)
Courriel: info@cpci.ca Internet: www.cpci.ca

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ: des efforts substantiels ont été faits afin de s'assurer que les données et l'information présentées dans cette brochure soient exactes. Le CPCI ne peut accepter la responsabilité si des erreurs ou des omissions ont été commises dans l'utilisation du matériel ou la préparation des plans d'ingénierie. Le concepteur doit reconnaître qu'aucun guide d'aide à la conception ne peut se substituer au jugement d'un ingénieur expérimenté. Il a été prévu que cette publication sera utilisée par du personnel professionnel compétent pouvant évaluer le sens et les limitations de son contenu et que ledit personnel accepte la responsabilité pour l'utilisation qu'il fera du matériel qu'elle contient. Les utilisateurs sont invités à faire parvenir leurs commentaires et leurs suggestions au CPCI à l'égard du contenu afin de l'améliorer. Toute question concernant les sources