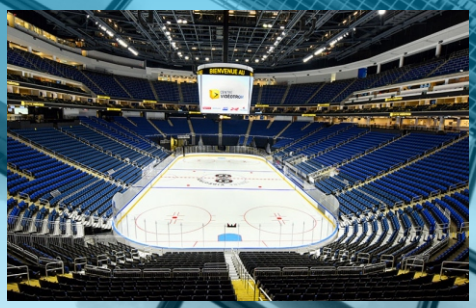
SNC·LAVALIN

PRIX CANADIENS DU GÉNIE-CONSEIL 2016
48e ÉDITION

AMPHITHÉÂTRE MULTIFONCTIONNEL DE QUÉBEC
CENTRE VIDÉOTRON

VILLE DE QUÉBEC



CATÉGORIE « TECHNIQUE - BÂTIMENTS »

21 | AVRIL | 2016

DOSSIER DE CANDIDATURE

PRIX CANADIENS DU GÉNIE-CONSEIL 2016
48e ÉDITION

Dossier de candidature

Catégorie « Technique – Bâtiments »
Amphithéâtre multifonctionnel de Québec
Centre Vidéotron

PRÉSENTÉ PAR :

SNC-Lavalin inc.
Ingénierie des infrastructures – Est du Canada
5500, boul. des Galeries, bureau 200
Québec (Québec) G2K 2E2
418.621.5500
www.snclavalin.com

21 avril 2016

SNC·LAVALIN

Table des matières

1. Le mode d'intervention de l'ingénieur-conseil 1

1.1 Mode de sélection de la firme ... 1
1.2 Valeur ajoutée ... 1
1.2.1 Participation à l'identification et définition du projet ... 1
1.2.2 Participation aux phases de réalisation et de mise en marche ... 1

2. Les particularités du projet 2

2.1 Complexité ... 2
2.1.1 Mécanique, électricité et technologie ... 2
2.1.2 Structure ... 3
2.2 Originalité des solutions ... 3
2.2.1 Mécanique, électricité et technologie ... 3
2.2.2 Structure ... 5
2.3 Fonctionnalité ... 7
2.4 Budget ... 8
2.5 Échéancier ... 8

3. Le développement durable 9

3.1 Cycle de vie du projet et économique ... 9
3.2 Environnemental ... 9
3.3 Social ... 9
3.4 Certification ... 9

4. L'impact sur la profession 10

Annexes

Annexe A – Lettre de satisfaction du client

© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.

1. Le mode d'intervention de l'ingénieur-conseil

1.1 Mode de sélection de la firme

Le projet de l'Amphithéâtre multifonctionnel de Québec, maintenant appelé Centre Vidéotron, a commencé à prendre forme dans l'imaginaire collectif de la Ville de Québec avec, entre autres, la création de ***« J'ai ma place »*** en mars 2009. Par la suite, diverses actions individuelles et politiques ont mené au début de ce grand projet porteur des désirs et passions d'une population tout entière.

L'équipe intégrée SAGP (SNC-Lavalin, ABCP, GLCRM et Populous) a été sélectionnée en novembre 2011 comme consortium de professionnels chargé de concevoir et de concrétiser cette volonté de doter la ville d'un équipement sportif et artistique de calibre international.

Le mode de réalisation regroupant sous une même entité les professionnels en architecture, ingénierie et technologie a permis une synergie déterminante pour la réalisation d'un projet de cette envergure, dans un contexte de réalisation en régime accéléré et de sensibilité budgétaire accrue. SNC-Lavalin était responsable de l'ensemble de l'ingénierie du projet (mécanique, électricité, structure, génie civil et technologie).

De plus, il est à noter que le mode de sélection instauré par la Ville incluait aussi la réalisation d'un bureau de projet sur les lieux mêmes du chantier avec tous les acteurs principaux du projet à savoir l'équipe de la Ville de Québec (maître d'œuvre du projet), le gestionnaire de projet, le gestionnaire de construction et les professionnels. Cette particularité de réalisation a permis davantage de cohésion et de communication au sein des acteurs clés du projet.

1.2 Valeur ajoutée

1.2.1 Participation à l'identification et définition du projet

L'implication de l'équipe d'ingénierie de SNC-Lavalin a débuté par des consultations préconceptuelles et par la réalisation de l'étude des besoins spécifiques de la Ville de Québec.

Par la suite, la définition du projet de l'amphithéâtre multifonctionnel de Québec est passée par les processus du « programme fonctionnel et technique » (PFT) et de l'étude conceptuelle. Étant donné que l'équipe multidisciplinaire fut la même que pour l'étape précédente, le client a bénéficié d'une continuité et d'une cohérence qui se sont également perpétuées dans les étapes subséquentes du projet.

L'équipe d'ingénierie a pu apporter une valeur ajoutée au client de par son expérience dans les projets d'envergure, dans l'efficacité énergétique et dans l'optimisation de la valeur. En outre, plusieurs façons de faire et concepts électromécaniques ont été empruntés à des projets récents réalisés par SNC-Lavalin, dont la Maison symphonique de Montréal.

La participation de l'équipe d'ingénierie dans les différents ateliers d'optimisation de la valeur ont également porté avantage au client par la rationalisation des coûts de travaux en conservant une optique de qualité et de durabilité à long terme. À cet égard, un élément majeur dans l'optimisation des coûts globaux du projet fut la relocalisation du lieu d'implantation du bâtiment principal sur le site de l'ancien hippodrome. Cette proposition de SNC-Lavalin a permis de faire économiser des sommes considérables au projet.

1.2.2 Participation aux phases de réalisation et de mise en marche

À l'étape des plans et devis détaillés, le travail de l'équipe intégrée SAGP s'est poursuivi dans une optique de respect des coûts et des échéanciers. En effet, il était alors connu de l'ensemble de la population que l'amphithéâtre multifonctionnel de Québec devait coûter au maximum 400 M$ et se terminer pour le mois de septembre 2015. C'est donc avec ces objectifs principaux que s'est déroulés la conception détaillée, avec en parallèle la cible d'un bâtiment respectant les principes de développement durable et d'efficacité énergétique accrue.

© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.

L'implication et le dévouement de l'équipe d'ingénierie ont été catalysés par l'environnement du bureau de projet situé directement sur le site d'Expocité, lieu même de la construction de l'amphithéâtre. La communication et l'échange d'informations étaient alors facilités par la proximité des ressources internes au consortium ingénieurs-architectes, et de celles du côté du client, de la gestion de projet et de la gestion de construction.

Le mode de réalisation par lots a aussi été implanté à cette étape de concert avec l'équipe d'ingénierie afin de respecter les échéanciers et les coûts. Le tout s'est ensuite consolidé avec l'arrivée du gestionnaire de construction qui a permis d'établir une structure de découpage des lots en coordination avec les tenants et aboutissants annoncés par l'équipe d'ingénierie.

Le début de la réalisation du chantier proprement dite fut marqué, en septembre 2012, par l'événement ***« J'ai ma pelle bleue »***. Le compte à rebours final était alors lancé pour un chantier qui devait s'étaler sur un maximum de trois ans. L'apport de l'équipe d'ingénierie pendant la réalisation des travaux a porté sur la résolution des problématiques liées à la construction, sur l'assurance-qualité des travaux, sur la limitation des frais supplémentaires de construction et sur le respect de l'échéancier.

2. Les particularités du projet

2.1 Complexité

Glace du Centre Vidéotron

La conception de l'amphithéâtre a présenté plusieurs défis techniques de taille liés notamment à l'aspect multifonctionnel du bâtiment qui devait aussi bien permettre d'accueillir un match de la Ligue nationale de hockey (LNH) qu'un spectacle de musique d'envergure internationale. Pour ce faire, plusieurs aspects cruciaux étaient à prendre en considération.

2.1.1 Mécanique, électricité et technologie

En premier lieu, un des aspects les plus importants pour la tenue d'une partie de hockey est la qualité de la glace qui repose, en grande partie, sur la performance du système de réfrigération mécanique, sur le conditionnement de l'air de ventilation et sur le traitement de l'eau de surfaçage. Tous ces aspects font l'objet de critères techniques énoncés par la LNH, qui se doivent d'être respectés, même lorsque les 18 310 spectateurs sont présents pour une partie qui se disputerait dans des conditions extérieures estivales. Avec de grandes disparités en conditions extérieures telles que vécues au Québec, ceci demande une grande flexibilité au niveau des équipements. Au niveau du système de réfrigération, une priorité devait être donnée à la fiabilité de l'installation et au niveau de redondance des équipements tout en respectant les capacités prescrites par la LNH.

En second lieu, il faut souligner la complexité dans la conception de la distribution électrique ainsi qu'au niveau de l'éclairage de la patinoire. En effet, le réseau électrique se devait, entre autres choses, de pouvoir alimenter de façon fiable plusieurs charges de technologie (sonorisation, multimédia, télécommunication, télédiffusion) tout en optimisant le dimensionnement de la génératrice d'urgence dans une stratégie de maximisation de la valeur. Un autre aspect important de l'ingénierie électrique de l'amphithéâtre a été la conception de l'éclairage de la patinoire afin de respecter les critères de la LNH ainsi que les plus récentes exigences en matière de télédiffusion haute définition. Les progrès et changements constants du monde télévisuel dans les dernières années ont ajouté une grande complexité à cette conception.

Tous ces défis étaient aussi intégrés dans un contexte de projet des plus particuliers causé par l'ampleur du projet en soi et par sa grande médiatisation. Dans ce contexte de grand suivi médiatique, il va sans dire que le budget et l'échéancier qui avaient été très clairement énoncés par la Ville se devaient d'être respectés à la lettre.

En plus des défis techniques et du contexte médiatique, une autre particularité d'importance était demandée dans les critères de la Ville. En effet, le projet devait permettre l'obtention d'une certification LEED® (*Leadership in Energy and Environnemental Design*) afin d'intégrer des façons de faire et technologies favorisant le développement durable. Plus encore, l'efficacité énergétique était ciblée comme élément à prioriser dans ce processus. Le bâtiment se devait d'être au minimum 25 % plus efficace énergétiquement qu'un bâtiment de référence établi par le CMNÉB (*Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments*).

2.1.2 Structure

Les coursives de l'amphithéâtre (1er niveau)

Au niveau structural, un des défis importants résidait dans la coordination. Il fallait dès le départ s'assurer que toutes les disciplines alignent leurs systèmes les uns aux autres pour avoir l'approche la plus cohérente possible qui ne créera pas de conflit lors de l'exécution du projet. La structure étant la première chose qui s'érige lors de la construction, il fallait offrir au groupe de travail une solution définitive, mais encore flexible pour anticiper les changements de plans des autres disciplines. Par exemple, il fallait dès le départ savoir le type de tableau indicateur pour concevoir les connexions d'acier en conséquence au niveau du toit. Considérant que c'est un équipement suspendu, pesant plus de 30 tonnes, nous devions avoir cette information rapidement.

Deuxièmement, au niveau de la structure, il fallait prendre en considération que les fondations ainsi que le bol de l'amphithéâtre allaient être fait de dalles de béton, les gradins préfabriqués sur ossature d'acier, l'enveloppe en bois et en acier, ainsi que le toit en acier. Ces trois matériaux possèdent leurs forces et des faiblesses. Par exemple, au niveau du bois, il fallait concevoir la structure en fonction des qualités du matériel. Nous devions proposer un système qui prend en compte que le bois travaille très bien en cisaillement, mais moins bien en tension. Les charges devaient donc être modestes, et par conséquent réparties ailleurs, soit dans l'acier, ou le béton.

Troisièmement, un autre défi était la structure de bois et d'acier qui faisait partie du concept architectural et qui était donc apparente. Par ce fait, la complexité était de concevoir un système structural qui était aussi solide techniquement que de belle présentation visuellement. Ce défi de taille s'est transformé en une occasion unique pour notre équipe. Nous avons réussi à intégrer 30 % de bois dans la structure totale, ce qui a donné un résultat spectaculaire.

Quatrièmement, le toit devait avoir une portée libre de près de 100 mètres. Il devait tenir près de 5 000 tonnes de neige, en plus d'y intégrer tous les espaces et le matériel de scénographie (tableau indicateur, éclairage, sonorisation, etc.). Structuralement parlant, ce dernier représente probablement le défi du plus haut niveau de complexité pour la structure du bâtiment.

2.2 Originalité des solutions

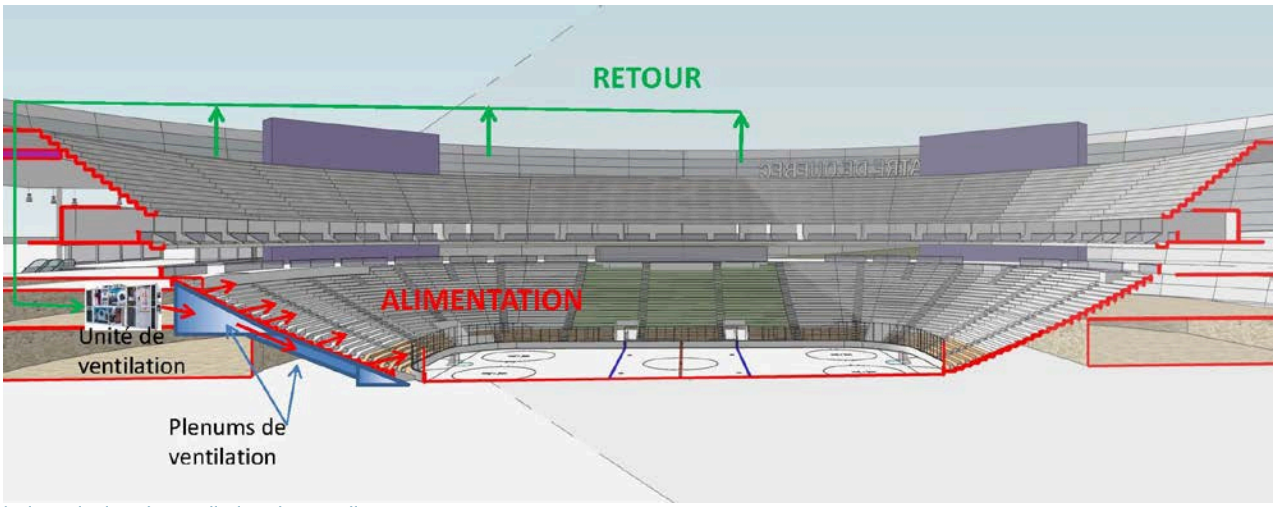
2.2.1 Mécanique, électricité et technologie

Le rôle central donné à l'efficacité énergétique dans ce projet est l'élément principal ayant généré des solutions originales en guidant les grandes lignes des concepts électromécaniques.

Du côté de la ventilation, cette recherche pour une efficacité énergétique supérieure a entraîné des concepts de ventilation innovants et uniques au monde pour ce genre d'édifice.

Le principe de ventilation implanté au Centre Vidéotron consiste à utiliser la ventilation par déplacement en alimentant l'air au niveau des gradins inférieurs plutôt qu'à partir de conduits de ventilation situés en partie haute dans la structure de toiture, méthode couramment utilisée. Cette approche de ventilation permet de réduire la charge de climatisation et de chauffage en favorisant un traitement de l'air local sans devoir traiter l'ensemble du volume d'air. Cela permet aussi d'assurer un confort accru des spectateurs tout en assurant une qualité de glace optimale grâce à une zone tempérée localement au-dessus de la surface de la patinoire. L'acoustique est également améliorée étant donné les faibles vitesses d'air engendrées.

© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.



| Fig. Principe de ventilation des gradins

L'implantation de la ventilation par déplacement a mené l'équipe de conception à un défi d'importance, source d'une innovation unique au monde : le refroidissement par le tableau d'affichage. En plus de sa proximité avec la zone de la patinoire, le tableau d'affichage a l'avantage d'être relativement vide à l'intérieur, ce qui permet d'y insérer des conduits de ventilation et des diffuseurs d'air. Ceci permet de créer une zone de température plus froide pour la patinoire afin de maintenir une qualité de glace optimale et un confort accru pour les joueurs. L'idée principale est de venir créer un dôme froid permettant de faire un microclimat sur la glace.

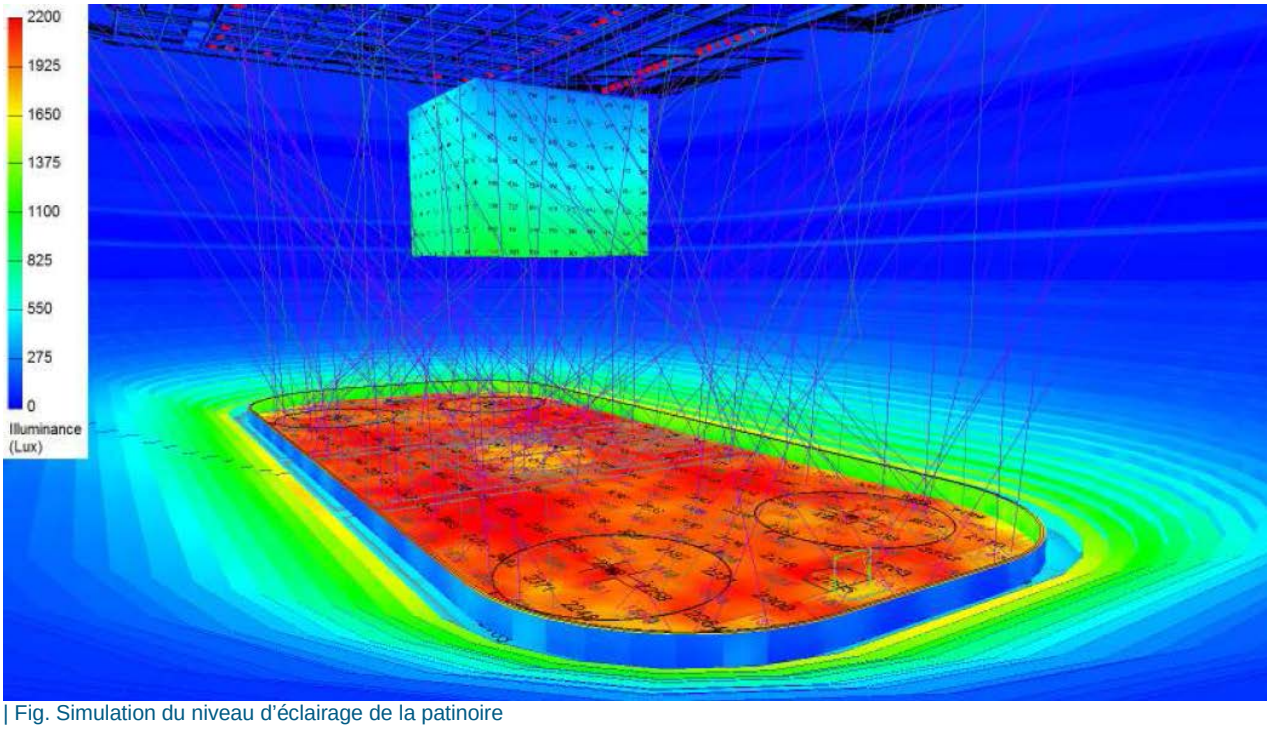
| Fig. Principe de refroidissement par le tableau d'affichage

Du côté du chauffage du bâtiment, notons que la centrale est composée de douze chaudières à condensation au gaz naturel d'une efficacité pouvant atteindre 97 % en modulation.

Des refroidisseurs à efficacité supérieure sont également implantés dans le bâtiment. Dans ce lot, il est intéressant de noter la présence d'un refroidisseur centrifuge muni d'un variateur de fréquence refroidi au frigorigène et permettant une des meilleures efficacités à charge partielle de l'industrie. La centrale de refroidissement est aussi munie de deux refroidisseurs permettant de récupérer l'énergie des gains internes et d'autres sources pour fournir une grande capacité de chauffage. Cette chaleur est transférée au réseau de chauffage du bâtiment à basse température ce qui permet de délester jusqu'à deux des douze chaudières. La résultante de toute cette récupération est une économie accrue en gaz naturel.

En ce qui a trait au système de réfrigération de la patinoire, notons l'utilisation de l'ammoniac comme réfrigérant. Outre la conformité aux prescriptions de la LNH, ce réfrigérant a l'avantage d'être 100 % naturel, sans émissions de gaz à effet de serre, d'une efficacité optimale, facilement détectable et captable à la source.

L'ingénierie électrique de ce bâtiment est également porteuse d'innovation et d'efficacité supérieure. Principalement, notons que l'ensemble du Centre Vidéotron est éclairé au moyen d'appareils munis de diodes électroluminescentes (DEL) qui permettent d'économiser 56 % d'électricité globalement par rapport à des appareils standards. Le défi principal pour permettre cette visée du 100 % DEL fut la conception pour l'éclairage de la patinoire. Les appareils installés possèdent une source lumineuse à DEL assurant un éclairage de haute qualité compatible avec les technologies et standards actuels de télédiffusion d'événements sportifs. Les appareils sélectionnés consomment également beaucoup moins que leur équivalent aux HID et leur durée de vie L70 est au-delà de 50 000 heures.



| Fig. Simulation du niveau d'éclairage de la patinoire

2.2.2 Structure

Le Centre Vidéotron présente une structure hybride d'acier et de bois lamellé-collé. L'utilisation du bois a été privilégiée comme structure de support de l'enveloppe du volume principal afin d'épouser avec élégance la courbe de l'enceinte extérieure et donner une allure unique aux coursives périphériques. Allant de la coursive principale à la toiture basse sur une hauteur totale de plus de 25 mètres, cette structure comporte uniquement un point d'appui intermédiaire. Les arcs de lamellé-collé composé, localisé à une distance de 5 mètres les uns des autres, composent les 92 facettes de la volumétrie ovale de l'enceinte de spectacle. Un pontage métallique vient combler la portée entre les arcs, faisant office autant de finition intérieure que de support pour l'étanchéité et l'isolation de l'enveloppe.

L'épinette noire – en section de 25 par 25 millimètres – a été retenue comme essence pour sa disponibilité locale et ses qualités structurales, permettant du même coup d'affiner les dimensions des imposants arcs.

FAITS SAILLANTS

- **25 000 m³ de béton** (équivalent de 500-600 maisons unifamiliales)
- 3125 voyages de bétonnière
- 200 voyages de poutres/colonnes et fermes d'acier
- 7 millions kg de structure d'acier
- 1 134 pieux
- Portée des fermes maîtresses de 98 m et hauteur centrale de 12 m
- 10 fermes maîtresses

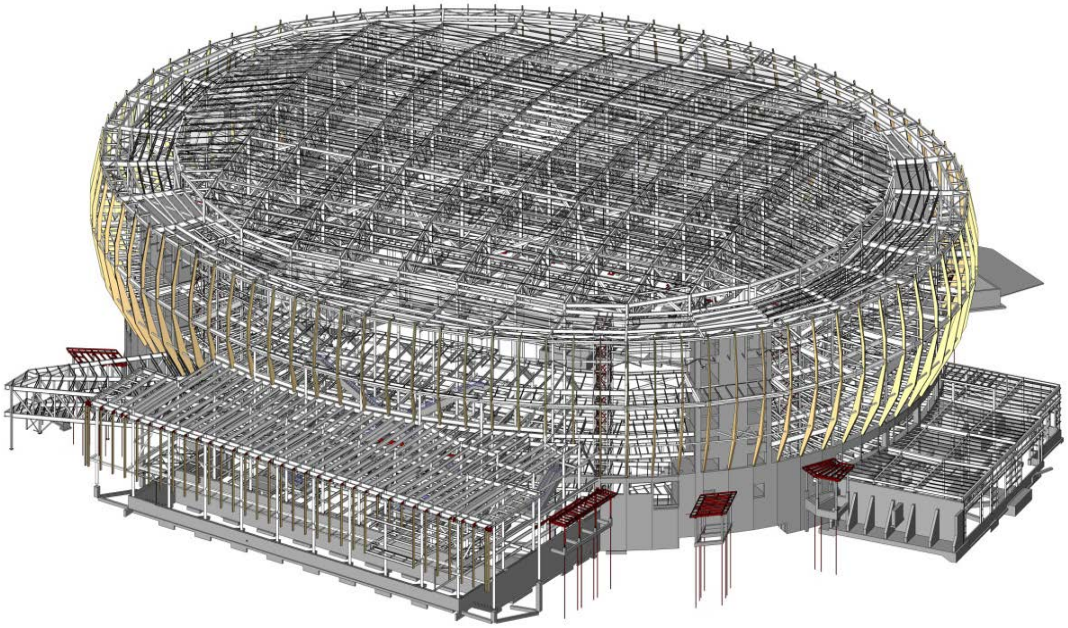
© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.

Le hall d'entrée, généreux et ouvert sur la place publique, ramène l'imposant bâtiment à l'échelle du piéton. Le hall arbore un long mur de verre sérigraphié agissant comme un pare-soleil pour minimiser en été les gains solaires.

Une structure hybride de bois et d'acier a été utilisée pour supporter cette façade imposante de plus de 93 mètres de longueur par 11 mètres de hauteur, dramatiquement suspendue à 4 mètres du sol. Le soir, la paroi est mise en lumière pour offrir une présence civique accrue. À terme, la large place publique face au hall a été conçue comme étant un lieu de prédilection pour visionner une partie de hockey à l'extérieur sur l'immense écran intégré.

Hall d'entrée

Nous avons dès le départ coordonné l'ensemble des besoins de toutes les disciplines avant de débuter la conception. Le bâtiment étant très complexe, nous avons travaillé plus de cinq mois seulement pour définir le positionnement de toutes les membrures pour la structure en fonction de tous les besoins. Une fois le tout défini et confirmé par l'ensemble des disciplines, la majeure partie des problèmes de coordination était réglée. Nous pouvions nous lancer dans la conception du système structural. Évidemment, certains besoins ont évolué, ce qui a nécessité des ajustements, mais tout le dimensionnement global était fixé. Cette étape était essentielle pour envoyer des commandes claires aux différents fournisseurs qui ne devaient pas excéder une certaine charge ou un emplacement pour un ensemble d'équipements de réfrigération ou de régie de télévision, par exemple. Cela nous a aussi beaucoup aidés pour l'intégration de la scénographie qui devait être fixée à au moins 90 % avant que notre équipe de structure débute la conception. Les règles étant établies dès le départ, nous avons gagné du temps et évité des coûts, surtout une fois rendus sur le chantier. De son côté, le gérant de construction a pris tous les modèles des différentes disciplines et a fait un modèle en BIM (*Building Information Modeling*) dans le but de détecter les conflits potentiels avant de construire au chantier. La construction se déroulant en même temps que la conception, il était primordial de savoir la faisabilité au chantier avant même de poser un seul boulon.



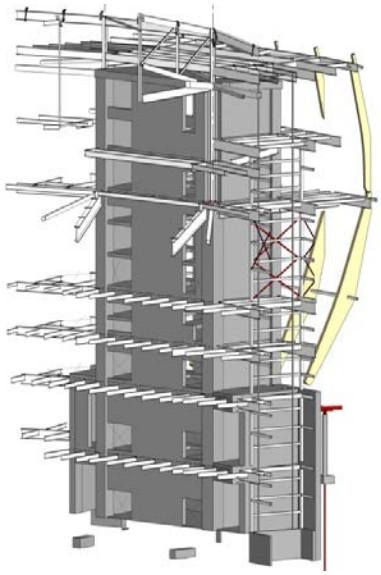
| Modèle BIM de la structure du Centre Videotron

Le bois et l'acier

Le bois est un matériel bon en compression, en cisaillement, mais qui est très faible en traction. Cela veut dire qu'à chaque fois que les pièces de bois sont tendues ou qu'il y a un inversement de charge (comme au niveau des fermes de toit, par exemple), ce matériel n'offre pas une grande performance. Ceci dit, l'acier a été choisi pour la structure du toit du Centre Vidéotron, dont certaines membrures qui devaient recevoir parfois près de 20 000 kN en tension, et le bois pour la réalisation des colonnes de l'enveloppe (voir modélisation 3D à la page précédente). La partie en bois a aussi servi à ancrer les panneaux de revêtement extérieur blanc de l'enveloppe. En effet, chaque panneau blanc est mobile et indépendant des autres. En plus d'étanchéiser le bâtiment et d'en assurer l'aspect esthétique, une des utilités de ceux-ci est de ventiler latéralement le bâtiment. Cela a donc nécessité un système d'ancrage acier/bois très complexe.

Le système de stabilisation

Le Centre Vidéotron est le premier aréna de la Ligue nationale de hockey qui est stabilisé exclusivement par des cages de béton (ci-contre). Les autres arénas de la LNH sont contreventés avec des contreventements verticaux conventionnels en acier et les cages d'escalier sont composées de murs de blocs de béton reposant sur une structure d'acier. Pour le Centre Vidéotron, nous avons coulé des cages dont les murs ont minimalement 400 mm d'épaisseur en béton armé. Les charges latérales étant reprises totalement par ces cages, ceci libère énormément d'espace à l'intérieur du bâtiment, car il n'y a plus de contreventements verticaux.



| Vue 3D des cages de béton

En comparaison au Centre Bell, qui a été construit selon un autre principe en 1996, il n'y a pas de possibilités de voir les matchs à partir des coursives à cause de la présence de gradins. Voyant les nombreux avantages des solutions structurales avancées, ce système a ensuite été repris par les architectes Populous pour l'aréna de Las Vegas.

Ensuite, l'autre défi a été de connecter des fermes d'acier de 98 mètres aux cages de béton. En principe, il est quasiment impossible de le faire directement à moins d'utiliser des appareils d'appui très sophistiqués, mais il aurait été difficile de reprendre des charges horizontales importantes. L'équipe a décidé de mettre des colones d'acier dans des niches intégrées aux cages de béton (voir photo ci-contre). De cette manière, nous avons pu transférer des charges horizontales très importantes sur les cages.

Le résultat a été que les fermes pouvaient travailler en flexion sans retenue d'extrémité. Elles étaient plus flexibles et pouvaient tenir les charges de neige et résister aux forces sismiques. Les charges étaient transférées sur les cages de béton, ce qui a permis d'éliminer les contreventements verticaux. Les espaces libres pouvaient donc être plus nombreux, plus ouverts, sans que la rigidité de la structure soit affectée.

Ce système a servi d'une part aux architectes, mais surtout au public qui peut assister à un match dans un lieu très dégagé et sans obstruction visuelle.

2.3 Fonctionnalité

Après quelques mois d'opération, le Centre Vidéotron compte déjà à son actif plusieurs spectacles d'envergure internationale. Des groupes rock aux vedettes « pop », en passant par le cirque ou le patinage de fantaisie, les événements se succèdent et atteignent les objectifs d'attirer et de combler les foules. Côté hockey, malgré l'absence d'une équipe de la LNH, le nouvel aréna fait tout de même le bonheur de l'équipe junior locale et de ses nombreux partisans. En somme, c'est plus de 517 000 spectateurs qui ont foulé les gradins depuis l'ouverture en septembre 2015. Les critiques sont unanimes quant à l'expérience unique qu'apporte le bâtiment aux différents événements qui y sont présentés. L'édifice a par ailleurs déjà reçu une première reconnaissance alors que le magazine Stadia le classe dans son top 5 des nouvelles infrastructures sportives en 2015.

© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.

Du point de vue de la mécanique et de l'électricité du bâtiment, les objectifs ont également été atteints et même surpassés. En effet, au niveau de l'efficacité énergétique, les dernières simulations ont démontré un bâtiment 50 % plus efficace que le standard de référence énergétique canadien. Le processus de mise en service et les expériences des derniers mois permettent aussi d'affirmer que les performances au niveau de la qualité de la glace sont en ligne avec ce qui était attendu. Le résultat est effectivement une surface de jeu permettant une glisse optimale qui donne toutes les chances d'améliorer le spectacle de ce sport de vitesse. La télédiffusion de certains matchs a aussi permis d'apprécier la fonctionnalité de l'ensemble des systèmes mécaniques, électriques et technologiques qui ont tous leur rôle à jouer pour faire de ces passages au petit écran un succès.

2.4 Budget

Avant le début du mandat, la Ville de Québec avait imposé un cadre budgétaire de 400 M$ pour la réalisation du projet et ce montant avait été fixé suite à la réalisation de l'étude de besoin.

SNC-Lavalin a utilisé sa grande expérience en estimation à toutes les étapes du projet afin de s'assurer que notre conception était alignée avec cet objectif du projet.

Nous avons rencontré notre première difficulté à la fin de l'étape de programme fonctionnel et technique où à ce moment le budget global du projet dépassait le budget alloué par la Ville de Québec. Nous avons donc travaillé en équipes avec les autres professionnels au projet pour rétablir le budget et un changement de site a été proposé. Ceci nous a obligés à refaire une bonne partie du design puisque la configuration du bâtiment changeait du tout au tout. La nouvelle version du programme fonctionnel et technique a été déposée quelques mois plus tard en respectant cette fois-ci le budget-cadre de la Ville de Québec.

Notre effort à contrôler les coûts en cours de projet a porté ses fruits puisque le projet, de façon globale, s'est terminé à 370 M$. Cela démontre que nous avons bien contrôlé les coûts et que le marché était également favorable par le grand intérêt pour ce projet dans la région de Québec.

2.5 Échéancier

Pour atteindre l'objectif de la Ville de compléter les travaux pour septembre 2015, SNC-Lavalin a travaillé à partir du début avec le gestionnaire de projet et les autres membres de l'équipe des professionnels pour l'établissement de l'échéancier maître du projet. La première étape fut de réviser l'échéancier qui avait été établi par la Ville de Québec dans les documents d'appels d'offres.

Le mode de fonctionnement prévu dans les documents d'appel d'offres des professionnels prévoyait une réalisation en deux étapes, soit la production des plans et devis à 50 % et par la suite l'entrepreneur choisi devait compléter les plans et devis. La première analyse effectuée par l'équipe globale du projet démontrait que pour arriver à la date fixée par la Ville de Québec, ce mode de fonctionnement ne pouvait permettre d'atteindre l'objectif. SNC-Lavalin a donc travaillé avec les autres professionnels impliqués au projet pour établir un nouvel échéancier basé sur une construction par lots.

Ce mode nous a donc permis d'optimiser la production des plans et devis en fonction des principaux lots à réaliser et par le fait même de gagner beaucoup de temps sur l'échéancier. À titre d'exemple, la réalisation des fondations en chantier a été réalisée en même temps que l'ingénierie en mécanique et en électricité. Nous avons donc géré le risque associé à reprendre quelques éléments en design dans le lot de fondation au lieu d'attendre d'avoir tous les éléments pour l'émission en un seul lot complet.

De plus, l'équipe de conception a travaillé de façon étroite avec le gestionnaire de projet et de construction afin de bien définir la portée des travaux à l'intérieur des plans et devis pour optimiser la réalisation des travaux par lots. Finalement, les travaux ont été complétés à temps et le bâtiment a été livré à l'opérateur dans les délais fixés.

3. Le développement durable

Le projet de l'amphithéâtre multifonctionnel de Québec a intégré dès ses premières phases de conception les principes de développement durable. L'approche priorisée par le propriétaire était celle du programme de certification LEED® du CBDCa (Conseil du bâtiment durable du Canada). L'équipe d'ingénierie a contribué à ce processus durant l'ensemble des étapes du projet, de la définition des prés requis en la matière jusqu'aux dernières étapes de mise en service des systèmes. Plusieurs aspects ont été traités durant ce processus de développement durable afin d'offrir une valeur optimale en matière économique, environnementale et sociale.

3.1 Cycle de vie du projet et économique

Comme défini par la Ville dans ses prérogatives, l'efficacité énergétique se devait d'être un élément prioritaire dans la conception électromécanique, le tout dans une optique d'optimisation de la valeur et de respect budgétaire. Les différentes analyses énergétiques et de coût du cycle de vie ont mené à des choix de conception et d'équipements d'une efficacité supérieure malgré le coût d'implantation initiale plus élevé. En effet, le retour sur investissement pour atteindre un niveau d'efficacité énergétique supérieur (50 % plus efficace que le standard) a été établi à moins de 5,3 ans, ce qui a représenté un élément attrayant pour le propriétaire et l'exploitant.

3.2 Environnemental

Le processus LEED a aussi mené à des impacts positifs du point de vue environnemental par la gestion des eaux pluviales, la collecte et l'entreposage des matériaux recyclables, la gestion des déchets de construction, l'utilisation de matériaux à haut pourcentage de contenu recyclé et par l'utilisation de matériaux régionaux.

Notons également l'implantation des mesures suivantes :

- Utilisation de matériaux de construction recyclés ou provenant de la région;
- Utilisation de bois certifié pour les 92 immenses colonnes ceinturant l'édifice;
- Installation d'une toiture blanche et aménagements paysagers qui réduisent les îlots de chaleur;
- Aménagement avec arbres et végétaux rustiques résistant à la sécheresse.

Du côté de l'impact environnemental de l'ingénierie électromécanique, l'emphase a été mise sur principalement trois aspects. Premièrement, la rationalisation de la consommation énergétique via l'efficacité du bâtiment permet de diminuer l'impact sur les réseaux d'énergie et ultimement sur l'environnement. Deuxièmement, une emphase majeure a été portée sur la gestion efficace de l'eau par l'utilisation d'appareils sanitaires à faible débit pour permettre une réduction de 40 % de la consommation d'eau du bâtiment. Finalement, l'utilisation de réfrigérants qui ont un faible impact sur la couche d'ozone a aussi permis d'améliorer l'empreinte environnementale du bâtiment. De ce fait, l'utilisation de l'ammoniac, réfrigérant naturel et sans impact sur l'environnement, permet d'y gagner davantage.

3.3 Social

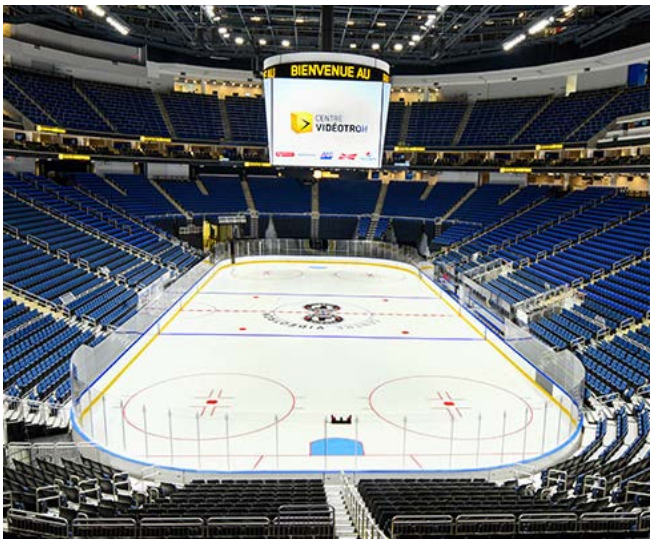
L'impact sur la qualité de vie des occupants du bâtiment fut aussi au cœur du processus de développement durable. Notons en ce sens l'accès facilité pour le transport en commun, le contrôle et la gestion de la qualité d'air intérieur et l'utilisation de matériaux à faibles émissions.

3.4 Certification

Le processus de révision n'étant pas encore complété, il n'est pas possible pour le moment de confirmer officiellement le niveau de certification LEED® dont le bâtiment bénéficiera. Par contre, notons que les efforts de l'équipe de projet permettent d'espérer une certification de niveau Argent ce qui constituerait un accomplissement appréciable au niveau du développement durable pour un bâtiment de cette envergure.

© SNC-Lavalin inc. 2016. Tous droit réservés. Confidentiel.

4. L'impact sur la profession



Le projet de l'amphithéâtre multifonctionnel de Québec a résonné partout à travers le Québec depuis ses tout débuts. Rappelons aussi qu'il s'est inséré dans un contexte de crise dans le milieu de la construction qui a mené à une commission d'enquête sur les pratiques de cette industrie. Il va sans dire que ce projet était dès lors sous la loupe de plusieurs observateurs couvrant le sujet. Ceci a été vu par l'équipe de projet en ingénierie comme une occasion de redorer l'image de la profession et de démontrer tout le savoir-faire, l'innovation et l'efficacité du génie canadien.

Plus particulièrement, l'impact de ce projet au niveau du progrès de la mécanique du bâtiment est appréciable. Des premières mondiales ont été accomplies pour ce type de bâtiment avec, entre autres, un éclairage à 100 % au DEL et le refroidissement par le tableau d'affichage. Ces innovations pavent la voie pour d'autres projets de ce genre afin d'implanter des technologies semblables et de favoriser l'efficacité énergétique et le développement durable.

Notons également les multiples efforts de diffusion de la contribution de la firme dans la réussite de ce grand projet. Il y a d'abord eu une implication importante du personnel de mécanique et électricité aux portes ouvertes tenues au début du mois de septembre 2015 et auxquelles des milliers de personnes du public ont participé.

La diffusion des réussites technologiques en mécanique et électricité dans le Centre Vidéotron a aussi pris la forme d'articles dans des revues spécialisées (Québec-Sciences, Inter-Mécanique du Bâtiment, Climapresse). Une conférence a aussi été donnée par l'équipe de projet en mécanique et électricité lors du lancement de la programmation 2015-2016 du Conseil du bâtiment durable (chapitre de Québec) et d'autres conférences sont aussi planifiées en 2016 pour faire rayonner davantage cette magnifique réussite de l'ingénierie canadienne.

Participation aux festivités d'ouverture

A LETTRE DE SATISFACTION DU CLIENT

SNC·LAVALIN

AMPHITHÉÂTRE MULTIFONCTIONNEL DE QUÉBEC CENTRE VIDÉOTRON

CATÉGORIE « TECHNIQUE - BÂTIMENTS »

VILLE DE QUÉBEC
l'accent d'Amérique

Direction générale
Bureau du directeur du projet
de l'amphithéâtre multifonctionnel

Destinataires :	Aux travailleurs, ingénieurs, architectes, administrateurs, techniciens, spécialistes et gestionnaires du projet de construction de l'Amphithéâtre multifonctionnel.
Expéditeur :	Jean Rochette, ing Directeur du projet.
Objet :	Construction de l'amphithéâtre multifonctionnel.
Date :	14 août 2015

Madame
Monsieur,

« Quand tu veux construire un bateau, ne commence pas par rassembler du bois, couper des planches et distribuer du travail, mais réveille au sein des personnes le désir de la mer grande et belle. » (Antoine de Saint-Éxupéry)

L'aventure de la construction de l'amphithéâtre multifonctionnel de Québec est maintenant, à toutes fins utiles, terminée. Depuis la fin de l'année 2010 beaucoup de travail a été accompli. Il y eu d'abord la mise en place de l'équipe de direction de la Ville et le choix des professionnels et gestionnaires. Ce fut, par la suite, la création du programme fonctionnel et technique et l'élaboration des plans et devis. Enfin, le coup d'envoi de la construction fut donné le 4 septembre 2012.

Près de 3000 personnes ont contribué à ce que ce rêve devienne réalité. Votre apport à la réussite de ce projet a été important que vous soyez travailleurs, ingénieurs, architectes, administrateurs, techniciens, spécialistes ou gestionnaires. La contribution de chacun d'entre vous a été significative et nécessaire.

Nous avons réussi à faire converger les différents intérêts des entrepreneurs, fournisseurs, professionnels-maîtres, gestionnaire de projet et gestionnaire de construction vers un seul et même objectif : Livrer un bâtiment d'une qualité exceptionnelle pour le 15 juillet 2015 à l'intérieur d'un budget de 370 M$.

250, boulevard Wilfrid-Hamel, édifice L, RC, Québec (Québec)
Téléphone : 418 641-6411 - Télécopieur : 418 641-6559
www.ville.quebec.qc.ca

Au fur et à mesure que le chantier avançait, j'ai vu la force et la fierté de l'équipe grandir. Nous sommes devenus, au fil du temps, une machine incroyable capable de faire face à toutes les embûches, difficultés et contraintes rencontrées sur notre chemin. Nous avons su utiliser chacun de nos talents individuels pour trouver des solutions consensuelles et globales.

Il est toujours impressionnant de voir 450 travailleurs œuvrer au même moment en sachant que tous les gestes planifiés et organisés, que chacun pose, sont imbriqués dans ceux des autres et qu'avec le temps l'amphithéâtre ait pu prendre forme et que tous les équipements et systèmes aient pu fonctionner les uns avec les autres en parfaite harmonie.

Nous avons réussi à concevoir un amphithéâtre au caractère nordique, à la fine pointe de la technologie et respectueux de l'environnement. Nous avons mis en place une stratégie et un mode de réalisation favorisant la compétition et la capacité d'exécution d'un grand nombre d'entrepreneurs et de fournisseurs. La Ville de Québec a procédé à pas moins de 84 appels d'offres parfaitement coordonnés pour obtenir au bon moment les services, matériaux et équipements nécessaires à l'édification du bâtiment.

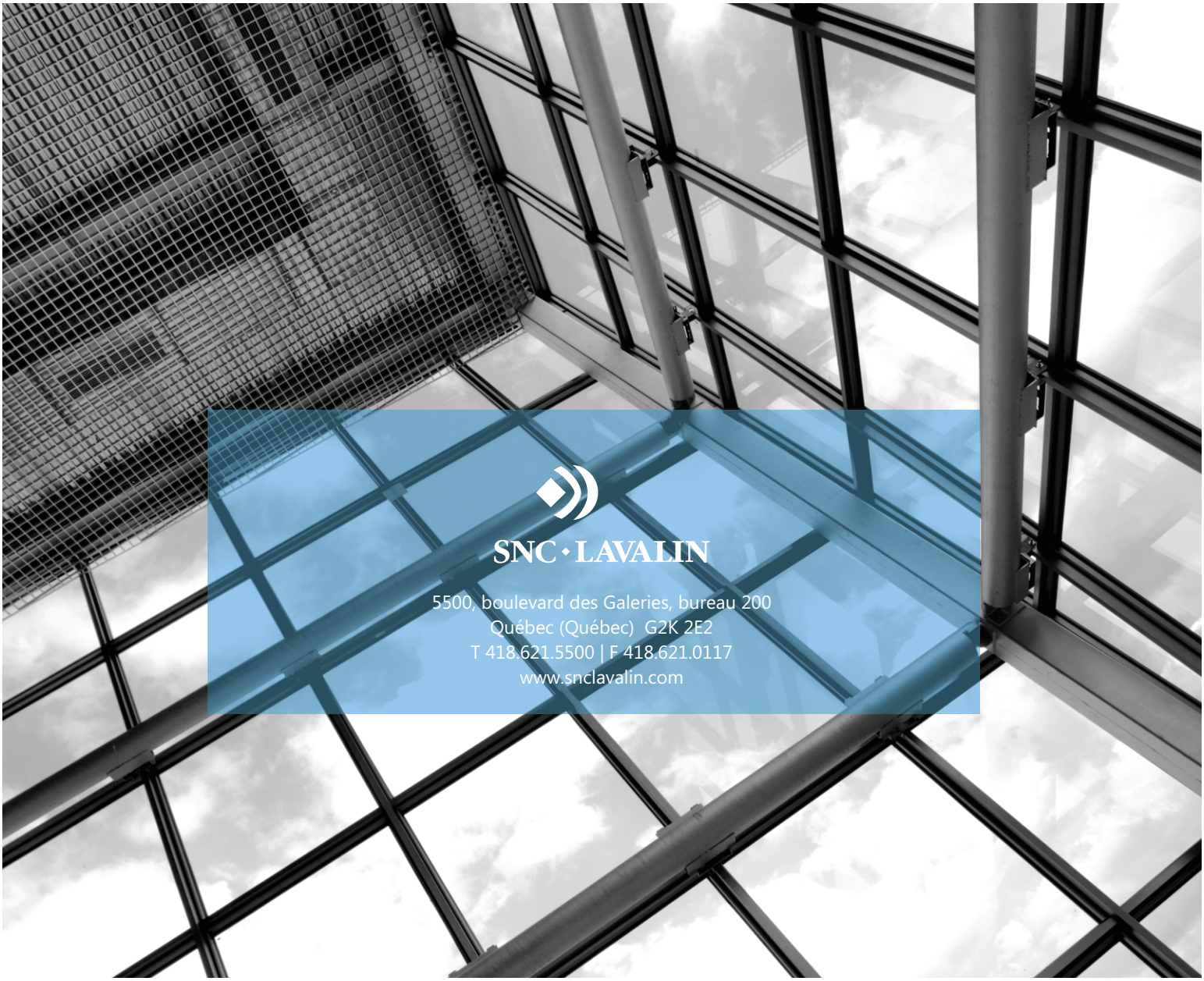
Nous avons su innover et catalyser les efforts de tous les intervenants avec des outils performants et novateurs tels que le « Lean management » et l'approche BIM-construction. Plus de 1 355 000 heures y ont été travaillées avec seulement 14 accidents avec perte de temps et 114 jours perdus.

Vous avez senti, chacun à votre façon, le désir de la mer grande et belle. Vous y avez mis tous vos efforts et votre fierté. Quelque soit le chemin que vous prendrez dans les années qui viennent vous pourrez toujours affirmer :

« J'y étais, j'y ai travaillé et nous avons réussi ».

Je vous remercie et vous félicite pour votre travail et votre implication dans le projet.

Jean Rochette, ing.
Directeur du projet



SNC • LAVALIN

5500, boulevard des Galeries, bureau 200
Québec (Québec) G2K 2E2
T 418.621.5500 | F 418.621.0117
www.snclavalin.com