

Rapport technique

Projet de conception : Rapport de conformité et
conception pour la construction d'un garage municipal
avec une structure de gros bois d'œuvre et un toit
végétalisé à Candiac

Préparé par la Ville de Candiac



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme
d'innovation en construction bois (PICB)

2 mai 2024

Audrée Bourassa
*Chargée de projets -
construction*
Auteur

Émilie Roy
*Coordonnatrice - financement
des projets municipaux*
Réviseur

Alain Desjardins
Directeur général

Titre de l'approbateur

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF), ainsi que le Plan pour une Économie Verte 2030 (PEV) ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1.	Sommaire exécutif et synthèse de l'étude.....	4
2.	Introduction	5
2.1	Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	5
2.2	Description du projet de construction.....	5
2.2.1	Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante	5
2.2.2	Échéancier global et durée	6
2.2.3	Budget global	6
2.2.4	Partenaires	6
2.2.5	Défis et risques généraux	6
3.	Détails de l'étude.....	7
3.1	Introduction et hypothèses de départ.....	7
3.2	Objectifs.....	8
3.3	Méthodologie	8
3.3.1	Structure de gros bois d'œuvre pour un bâtiment industriel de grande envergure	8
3.3.2	Intégration d'un toit vert à une structure en gros bois d'œuvre.....	13
3.4	Résultats et analyse	15
3.5	Conclusions	15
3.6	Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	16
3.7	Recommandations.....	17
4.	Bibliographie	18
5.	Annexes	18

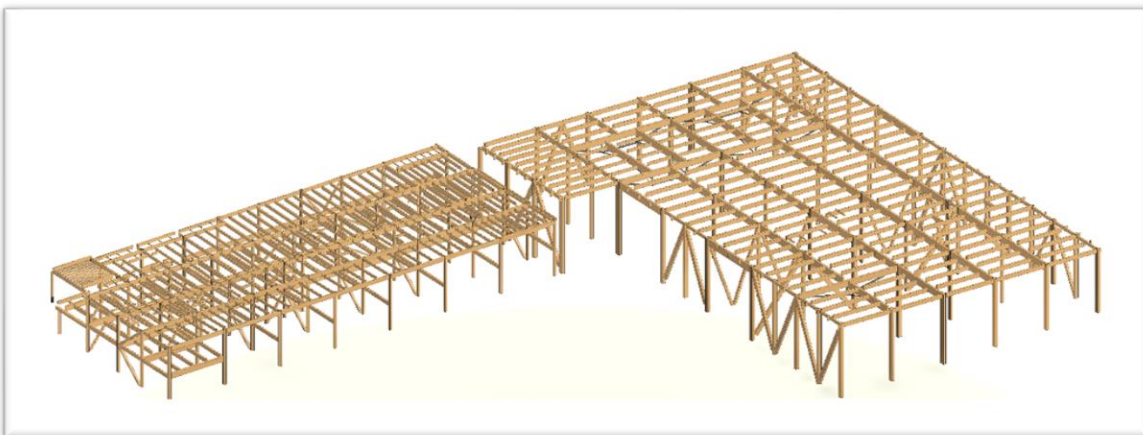
1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

En 2021, la Ville de Candiac a entamé ses réflexions pour concevoir un nouveau garage municipal, afin d'être en mesure de réaliser adéquatement l'entretien de son territoire et répondre aux besoins de ses citoyens. Grâce à la volonté de la direction et du conseil municipal à réaliser des projets innovants et durables, plusieurs réflexions ont porté sur les possibilités d'intégrer des solutions innovantes et des mesures d'adaptation aux changements climatiques lors de la conception du nouveau garage municipal, dont l'intégration du matériau de bois, ainsi que l'implantation d'un toit vert. C'est dans ce contexte que la Ville a déposé un projet au Programme d'innovation en construction bois (PICB) – Volet Aide à la conception, afin de pouvoir concevoir un bâtiment innovant et répondre à deux objectifs :

- a) **Intégrer au garage municipal, un bâtiment industriel d'une très grande superficie, une structure en gros bois d'œuvre.**
- b) **Faire la démonstration qu'il est possible de privilégier une structure en gros bois d'œuvre pour un bâtiment comprenant un toit végétalisé.**

Au cours de ce projet de conception, la Ville a réalisé des recherches et des démarches supplémentaires dues au caractère novateur du projet de garage. La Ville a aussi mandaté une firme spécialisée pour réaliser une analyse réglementaire concernant la construction de toitures végétalisées sur des bâtiments de construction combustible. Enfin, la Ville a mandaté une équipe de professionnels pour concevoir les plans et devis de la structure en gros bois d'œuvre, en prenant en compte la présence d'un toit végétalisé.

Les résultats du projet se traduisent par l'obtention des plans et devis pour la structure de bois du nouveau garage municipal comportant un toit vert, ainsi qu'une analyse réglementaire pour la construction de toitures végétalisées sur des bâtiments de construction combustible.



2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Garage municipal de la Ville de Candiac

25, boulevard Marie-Victorin, Candiac, Québec, J5R 1B4

2.2 Description du projet de construction

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Le projet d'étude portait sur la conception de la structure du premier garage municipal d'une aire de bâtiment de 3880m² au Québec intégrant majoritairement le gros bois d'œuvre. La Ville de Candiac souhaitait que le projet de conception prenne en compte l'impact des changements climatiques, car ils ont de nombreuses conséquences sur l'environnement et sur les collectivités (îlots de chaleur, intempéries extrêmes et plus violentes, etc.). Elle a donc intégré des solutions innovantes et de développement durable lors de la conception du nouveau garage municipal, dont l'intégration du matériau de bois, ainsi que l'implantation d'un toit vert. La combinaison de ces mesures contribuera à la performance environnementale du bâtiment et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES). L'aide financière du MRNF était donc essentielle pour permettre à la Ville de réaliser les nombreuses démarches nécessaires à la réalisation technique de ce projet.

La première solution innovante portait sur l'intégration de gros bois d'œuvre dans la structure du garage municipal. D'une superficie totale de plancher de 4770m² sur 2 étages, il sera l'un des plus gros bâtiments industriels en bois construit au Québec. Effectivement, pour ce genre de bâtiment, les villes du Québec utilisent habituellement une structure d'acier dû aux coûts historiquement moins élevés et à une conception courante. La Ville de Candiac souhaitait démontrer qu'avec une bonne conception, il est possible d'optimiser une structure en gros bois d'œuvre pour permettre de grands espaces dégagés requis par les usages du bâtiment.

La deuxième solution innovante concerne l'implantation d'un toit vert sur une structure combustible en gros bois d'œuvre pour un bâtiment de grande ampleur. À ce jour, la construction d'un toit vert sur une structure en bois est parfois autorisée par les autorités compétentes seulement que pour les petits bâtiments, tel que du résidentiel de petit gabarit. Pour les plus gros bâtiments, la majorité doit répondre de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) selon lesquels un toit végétalisé n'est permis que sur un bâtiment incombustible. Ce prérequis est la première condition énoncée dans le guide *Critères techniques visant la construction de toits végétalisés* de la RBQ.

Ceci dit, les toits verts sur bâtiments combustibles sont permis dans d'autres villes canadiennes, dont Montréal et Toronto, ainsi qu'en Angleterre. La Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB) de l'université Laval a d'ailleurs présenté ses résultats de recherche sur la caractérisation et l'analyse des risques incendie dans les toitures végétalisées à la RBQ. En outre, plusieurs instances se basent sur la norme ANSI/SPRI VF-1 pour encadrer la construction de toits verts sur leur territoire et aucun type de structure n'est prohibé par

cette norme. D'ailleurs, la RBQ est bien au fait de cette norme comme elle est mentionnée en référence dans l'élaboration de leur guide technique.

Après des investigations et la consultation d'experts, la Ville était déterminée à accomplir des efforts supplémentaires en raison de l'utilisation du matériau bois et réaliser les initiatives de recherche et de développement nécessaires pour permettre la réalisation de ce projet.

2.2.2 Échéancier global et durée

Le projet de conception s'est échelonné sur une période totale de 18 mois. La construction est considérée comme une prochaine étape et elle débutera à l'été 2024. La conception de plans et devis des professionnels a débuté en juin 2022 jusqu'en novembre 2023.

Pour ce qui est de l'analyse réglementaire pour la construction d'un toit vert sur une structure combustible, le mandat a été octroyé au mois de décembre 2023. La Ville a obtenu la version finale le 22 février 2024.

2.2.3 Budget global

Le budget global du projet de conception du garage municipal était d'environ 1 250 000\$ avant taxes. Les coûts liés au projet actuel, soit la conception liée à la structure du garage, se sont élevés à environ 250 000\$ avant taxes. À ceci se sont ajoutés les coûts d'analyse réglementaires, d'environ 26 250\$.

2.2.4 Partenaires

L'équipe de travail était composée du Service du Génie de la Ville de Candiac, ainsi que des partenaires externes suivants :

Ædifica : collectif de créateurs et d'experts animés d'une volonté commune de créer des milieux de vie inspirants, signifiants et durables. Cette firme était responsable de l'élaboration des plans et devis en architecture, mais aussi de la coordination de tous les professionnels.

LC2 : experts-conseils en ingénierie des structures. Cette firme était responsable de l'élaboration des plans et devis en structure.

GLT+ : firme indépendante d'experts-conseils en services à la construction. Elle a réalisé l'analyse réglementaire de la construction de toitures végétalisées sur des bâtiments de construction combustible.

2.2.5 Défis et risques généraux

Comme le projet a deux objectifs, différents défis attendaient la Ville de Candiac. Pour ce qui est de la conception des espaces du garage de stationnement et des baies de réparation de mécanique, la Ville savait que le besoin d'avoir des grandes aires dégagées allait être un défi au

niveau de la conception. Puisque les éléments structuraux de la toiture de cette portion du projet doivent supporter le surpoids d'un toit végétalisé, trouver des solutions pour réduire les coûts de la structure allait être d'une grande importance. Il a donc fallu plusieurs révisions de plans avant d'arriver à une solution sur mesure qui répond aux besoins des usagers tout en optimisant les éléments structuraux.

L'autre défi majeur concerne la formulation de la preuve de faisabilité de construire un toit végétalisé sur une structure combustible. La Ville de Candiac avait la volonté d'innover et de tracer le chemin dans le domaine québécois de la construction, par contre peu d'organismes étaient prêts à apporter de l'aide. La majorité des spécialistes en analyse réglementaire que la Ville a contactés préféraient ne pas participer aux démarches, étant donné leurs complexités. Candiac a donc été ravie que M. Ian Roberge de chez GLT+ accepte d'aider à démontrer la faisabilité du projet.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

La première problématique à laquelle répond le projet d'étude est que la Ville de Candiac doit faire la conception et la construction d'un nouveau garage municipal qui remplacera le garage actuel. La Ville de Candiac a décidé de concevoir et construire le premier garage municipal au Québec dont la structure intègre majoritairement le gros bois d'œuvre. Ceci est innovant en soi, car les villes du Québec utilisent habituellement une structure d'acier pour leurs bâtiments municipaux dû aux coûts historiquement moins élevés et à une conception courante. L'expertise, les procédés et les produits liés au bois sont donc plus rares. Malgré le caractère inhabituel de ce projet, la Ville de Candiac souhaitait démontrer qu'avec une bonne conception, il est possible d'optimiser une structure en gros bois d'œuvre pour permettre de grands espaces dégagés requis par les usages du bâtiment.

La deuxième problématique à laquelle répond le projet est l'existence de freins réglementaires pour l'implantation d'un toit vert sur des grands bâtiments de structure combustible. À ce jour, la construction d'un toit vert sur une structure en gros bois d'œuvre n'est pas permise par la RBQ. En effet, le guide des Critères techniques visant la construction de toits végétalisés mentionne que les toits verts ne sont autorisés que sur une construction incombustible. Pour les petits bâtiments, la majorité des villes québécoises ont une réglementation inexistante ou floue à ce sujet, les décideurs étant généralement craintifs vu les idées préconçues qu'un toit végétalisé représente des risques accrus d'incendie. Comme l'autorité compétente pour le projet actuel est la Ville elle-même, des investigations ont été réalisées. La Ville est arrivée à la conclusion que la construction du nouveau garage municipal de Candiac est l'occasion idéale de démontrer la faisabilité de construire un toit vert sur une structure combustible. En effet, lors de la phase pré-développement du projet, le service du Génie a pris connaissance d'une thèse de recherche doctorale par Mme Nataliia Gerzhova intitulée Caractérisation et analyse des risques d'incendie dans les toitures végétalisées. L'équipe était donc confiante de pouvoir valider positivement son hypothèse.

La troisième problématique à laquelle répond le projet est l'impact des changements climatiques, car ils ont de nombreuses conséquences sur l'environnement et sur les collectivités (îlots de chaleur,

intempéries extrêmes et plus violentes, etc.). Candiac souhaitait donc intégrer des solutions innovantes et de développement durable lors de la conception du nouveau garage municipal, dont l'intégration du matériau de bois, ainsi que l'implantation d'un toit vert. La combinaison de ces mesures contribuera à la performance environnementale du bâtiment et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES).

3.2 Objectifs

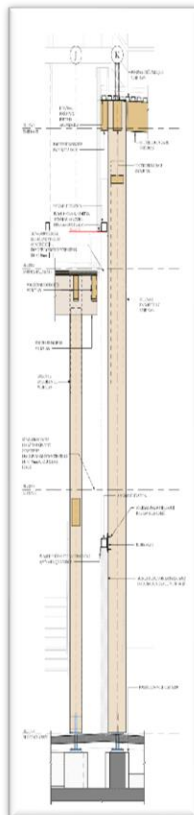
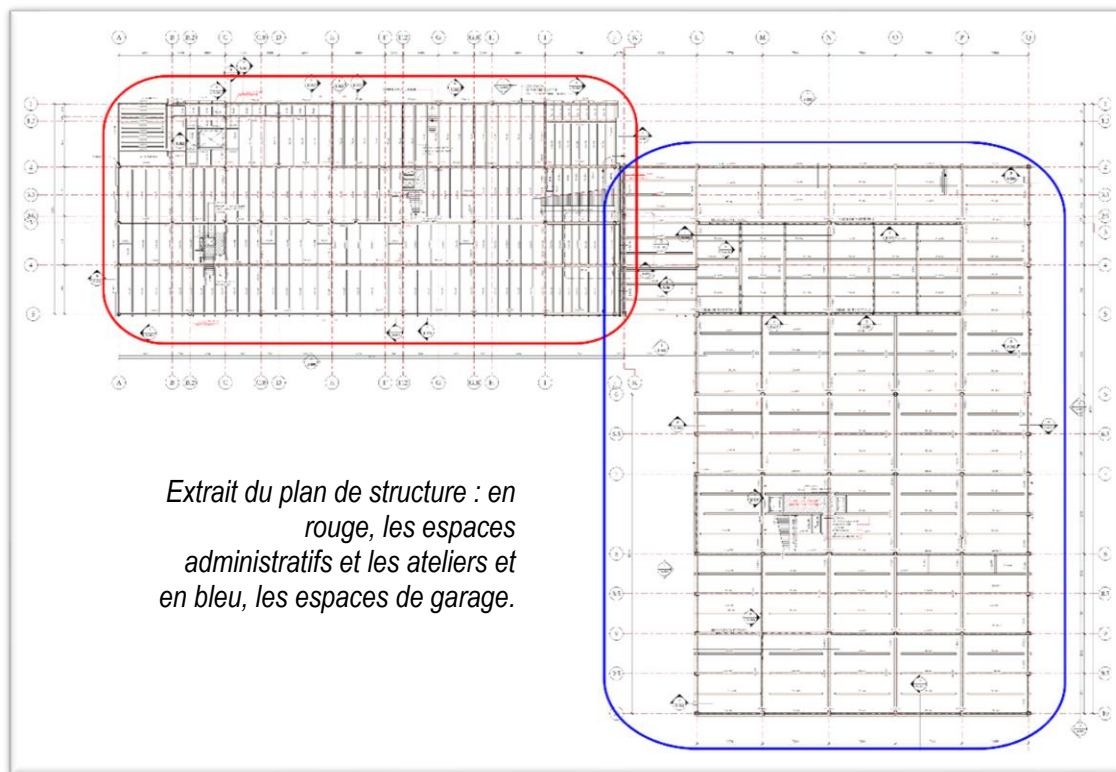
En raison de la grande importance que la Ville apporte à la transition écologique et à l'innovation, elle a déposé une demande d'aide financière au Programme d'innovation en construction bois (PICB) – Volet Aide à la conception, afin de pouvoir concevoir un bâtiment innovant et répondre à deux objectifs :

- a) **Intégrer au garage une structure en gros bois d'œuvre.** Non seulement ce matériau de construction est une ressource locale et renouvelable, mais l'utilisation du bois contribue au développement durable au Québec. L'intégration du bois ferait de ce nouveau garage municipal un bâtiment innovant. En effet, à ce jour, il existe très peu de bâtiments industriels en bois au Québec et ceux-ci sont 2 à 10 fois plus petits que le garage municipal prévu par la Ville de Candiac.
- b) **Faire la démonstration qu'il est possible de privilégier une structure en gros bois d'œuvre pour un bâtiment industriel d'envergure comprenant un toit végétalisé.** Au moment de la conception du garage municipal de Candiac, aucun grand bâtiment en bois au Québec ne comportait de toit vert puisque la RBQ ne l'autorise pas depuis la publication en 2015 de son guide technique.

3.3 Méthodologie

3.3.1 Structure de gros bois d'œuvre pour un bâtiment industriel de grande envergure

Dès les premières rencontres avec les professionnels, la Ville a commencé à évaluer différentes options pour maximiser le bois tout en gardant les coûts à un niveau raisonnable. Une des premières décisions a été de diviser structuralement le bâtiment en deux sections et ainsi développer une stratégie structurale propre aux usages de ces sections. La portion du bâtiment regroupant la zone administrative et les ateliers ne requièrent pas de grands espaces dégagés, tandis que la portion du garage de stationnement et des baies de réparation de mécanique doit avoir des grandes portées pour faciliter le déplacement de gros véhicules. Les structures de ces 2 zones sont complètement distinctes, ce qui permet de mieux les adapter aux usages.

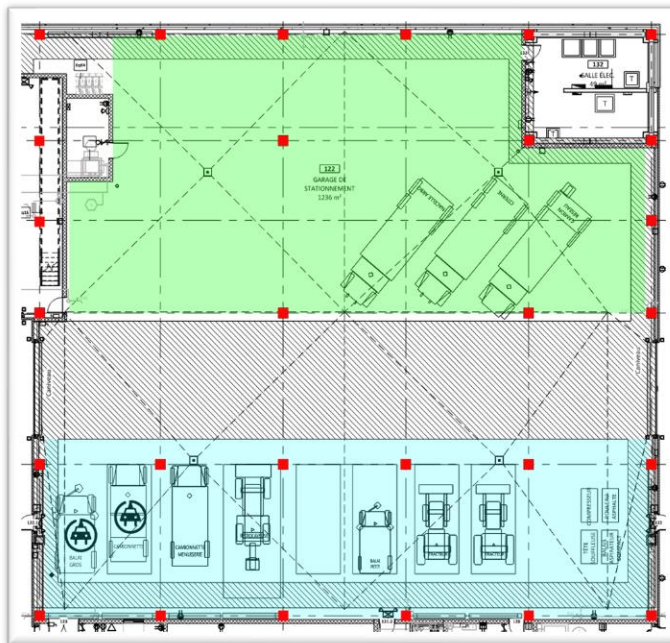


Coupe structurale au chevauchement des deux zones montrant les structures distinctes.

Cette division a permis de concevoir la portion de gauche, abritant des plus petits espaces, de façon plus traditionnelle. Les colonnes, contreventements et poutres sont en lamellé-collé tandis que le plancher du 2^e étage et le toit sont conçus selon un assemblage conventionnel de platelage massif cloué avec un contreplaqué. Ceci permet d'atteindre la résistance au feu requise pour la

structure sans devoir ajouter d'autres composantes, tel du gypse. De plus, les plans de structure ont été élaborés sous la forme d'un devis de performance pour maximiser le nombre de manufacturiers pouvant être intéressés à soumissionner sur le projet.

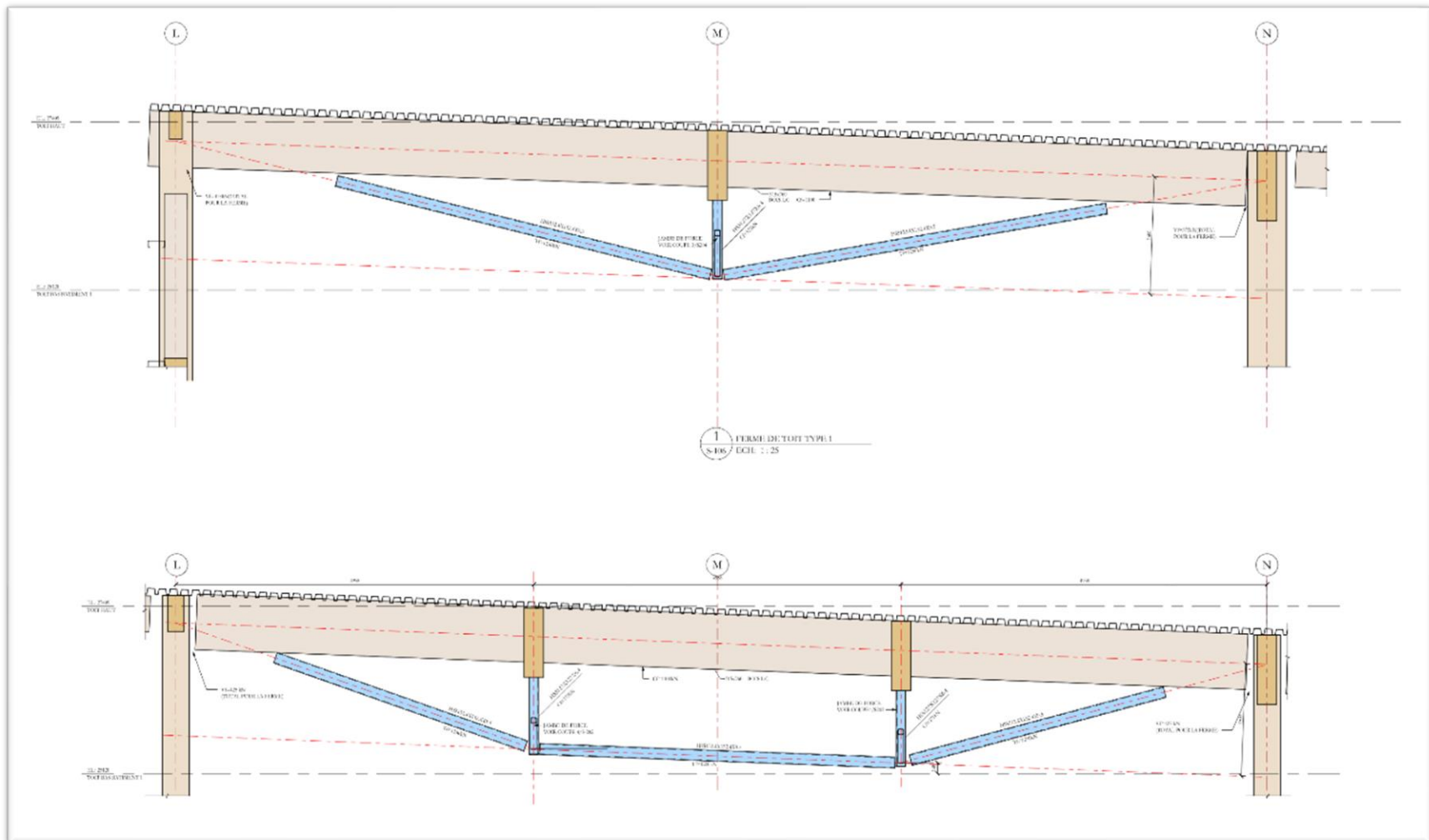
La portion de droite du bâtiment, abritant les zones du garage, a demandé de trouver des solutions innovantes. L'aire de stationnement a été divisée en deux sections pour permettre d'avoir une zone avec un nombre minimal de colonnes, où les plus gros véhicules seront stationnés. De l'autre côté de l'allée de circulation, l'aire de stationnement est réservée aux petits véhicules, ce qui permet d'avoir un plus grand nombre de colonnes pour minimiser les capacités des poutres au toit. Cette simple réflexion sur l'optimisation de l'aménagement a permis de réduire les coûts de structure.

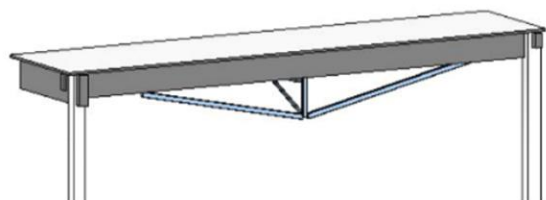


Optimisation des aires de stationnement selon la grosseur des véhicules pour restreindre les zones avec de grandes portées.

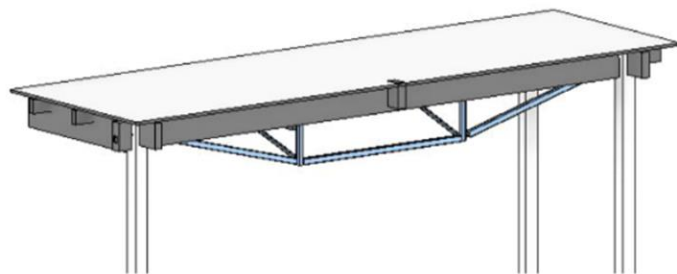
Le toit de la zone garage est une composition hybride. Initialement, l'option d'avoir tout en bois a été évaluée. Compte tenu des portées requises et des charges supplémentaires à supporter induites par le toit végétalisé, les coûts d'une structure tout en bois étaient trop élevés pour continuer dans cette direction. La Ville s'est donc tournée vers une structure hybride qui se déclinait en colonnes et contreventements en bois, tandis que les poutres, poutrelles et pontage étaient en acier. Quoique plus économique que l'option tout en bois, la Ville voulait diminuer au minimum la quantité d'acier utilisée. Les ingénieurs ont donc décidé de concevoir des fermes de toit hybrides sur mesure. Des membrures d'acier ont été ajoutées à des poutres conventionnelles de lamellé-collé pour augmenter leur capacité. Ceci permet donc de minimiser l'utilisation d'acier, tout en gardant les coûts à un niveau raisonnable. De plus, les émissions de GES du projet sont réduites de 23% par rapport à un bâtiment dont la structure serait totalement en acier.

Fermes de toit hybrides, conçues sur mesure pour le projet.





FERME DE TOIT TYPE 1 EN 3D



FERME DE TOIT TYPE 2 EN 3D

3.3.2 Intégration d'un toit vert à une structure en gros bois d'œuvre

Dès que la ville de Candiac a commencé à entreprendre une réflexion sur les besoins pour son futur garage municipal, il était clair qu'elle voulait poser des actions concrètes pour que le projet soit un modèle des meilleures pratiques en termes de développement durable. Immédiatement, l'idée d'intégrer un toit végétalisé d'une très grande superficie s'est avérée comme essentielle. Sachant que ce n'est pas une pratique courante au Québec d'intégrer un toit vert à une structure combustible, particulièrement pour des bâtiments de grande envergure, la Ville a déterminé que ce serait l'occasion parfaite de faire la démonstration que ceci ne représente pas de risques supplémentaires pour le bâtiment et ses occupants.

La première étape a été de contacter des experts travaillant dans l'industrie du bois, dont cecobois. C'est d'ailleurs ce centre d'expertise qui a partagé la thèse de doctorat de Mme Nataliia Gerzhova (publiée en 2020) dans le cadre de ses recherches à la Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB) de l'université Laval. Les résultats démontraient qu'une toiture végétalisée ne représente pas plus de risque de déclenchement d'un incendie ou de propagation du feu par rapport à une toiture traditionnelle. Les résultats de l'étude ont été présentés à la RBQ, toutefois le guide *Critères techniques visant la construction de toits végétalisés* n'a pas été mis à jour depuis sa parution en 2015. La Ville de Candiac a donc pris l'initiative de contacter la RBQ pour ouvrir un dialogue et tenter de réfléchir ensemble sur la problématique de comment adapter la réglementation québécoise à la réalité d'aujourd'hui.

La Politique d'intégration du bois dans la construction de mise en œuvre en 2021 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) comporte un axe d'intervention axé sur la réglementation. Les démarches de demandes de mesures équivalentes et de validation réglementaires font partie intégrante de la démarche visant à faire évoluer la réglementation. Elles permettent de documenter le bien fondé des changements réglementaires dans le but de publier des fiches et guides. La ville de Candiac a donc pris la décision d'être un précurseur au Québec et d'entreprendre des démarches similaires à celles requises lors d'une demande de mesures équivalentes auprès de la RBQ. Le but souhaité était de faire évoluer la réglementation québécoise et de permettre d'accélérer le processus d'approbation des demandes de mesures équivalentes pour d'autres donneurs d'ouvrage, ainsi que réduire les freins à l'utilisation du bois d'œuvre pour des bâtiments industriels.

Un expert en analyse de réglementation, Ian Roberge de chez GLT+, a accepté d'embarquer dans le projet. La Ville remercie chaleureusement M. Roberge de son implication comme les autres experts à qui la Ville a parlé avaient des réticences à travailler sur un projet en structure de bois avec un toit végétalisé vu les freins réglementaires actuels.

Dans son rapport d'analyse réglementaire, disponible en annexe, M. Roberge analyse en détail la documentation existante pouvant renseigner sur le sujet :

- Code national du Bâtiment Canada 2015 (modifié)

- La norme canadienne CAN/ULC-S107, portant sur les méthodes normalisées d'essai de résistance au feu des matériaux de couverture
- Le guide *Critères techniques visant la construction de toits végétalisés* de la RBQ
- Le guide *La construction des toits végétalisés : Guide technique pour préparer une solution de rechange de la ville de Montréal*
- Le chapitre 492 du code municipal de Toronto, portant sur les toits végétalisés et la documentation qui accompagne ce chapitre
- Le guide *Fire Performance of Green Roofs and Walls* du gouvernement du Royaume-Uni produit par le ministère Department for Communities and Local Government
- La norme internationale Norme ANSI/SPRI VF-1 – *External Fire Design Standard for Vegetative Roofs*
- La thèse de doctorat de Mme Nataliia Gerhozva, *Caractérisation et analyse des risques incendie dans les toitures végétalisées*

De plus, le Conseil canadien du bois a publié en 2023 le rapport *Large-Scale Fire Tests of A Mass Timber Building Structure for MTDFTP* portant sur une série de tests faits en 2022. Au total, cinq tests réalisés sur des structures à grande échelle en gros bois d'œuvre ont permis d'évaluer le comportement au feu de la structure. Quoique ces tests ne portaient que sur la structure, les conclusions sont particulièrement intéressantes dans le contexte d'évaluation des risques d'une toiture végétalisée sur un bâtiment incombustible vs combustible.

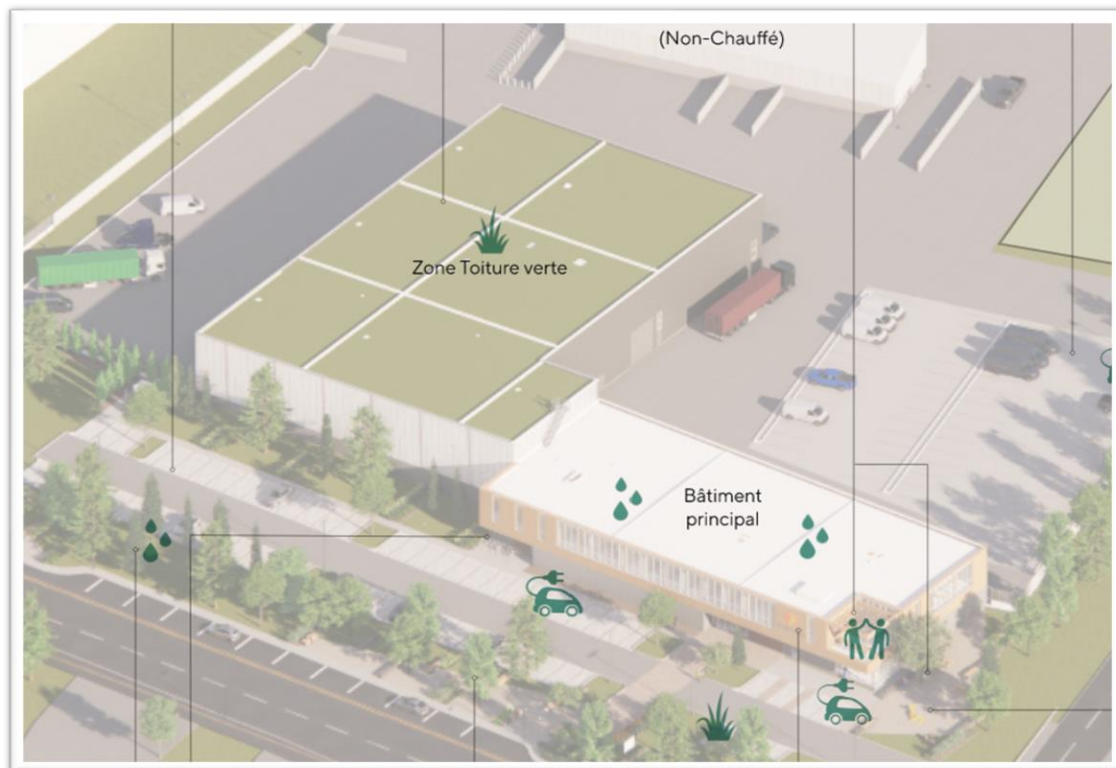


Image de rendu en axonomie montrant la portion du projet qui est visée pour recevoir une toiture végétalisée.

3.4 Résultats et analyse

Le projet d'étude de la Ville de Candiac au Volet A du PICB répond aux objectifs, car il a permis d'obtenir des plans et devis de la structure qui sera en structure hybride avec une majorité de bois. Au départ, la Ville pensait qu'il serait faisable d'avoir une structure 100% en bois, mais l'évaluation des coûts a démontré que ce n'est pas réaliste pour un bâtiment industriel de ce type. Toutefois, les solutions développées démontrent qu'il est possible de concevoir des fermes de toit hybrides pour répondre aux besoins de grands espaces dégagés.

De plus, le rapport d'analyse réglementaire de M. Roberge a démontré d'un point de vue législatif qu'un toit végétalisé sur une structure de gros bois d'œuvre est faisable et sécuritaire. Toute la documentation et les tests permettant de statuer sur les risques d'une telle construction sont disponibles et ont été colligés de façon claire pour permettre aux autorités municipales et provinciales de mettre à jour leurs réglementations respectives. La ville de Candiac pourra donc aller de l'avant et intégrer à son projet une toiture végétalisée d'environ 2500m².

3.5 Conclusions

Les premières conclusions visent spécifiquement la construction de grands bâtiments industriels. Sachant que présentement, quand il est question de construire des bâtiments abritant de grands espaces dégagés, le gros bois d'œuvre est surtout utilisé pour des bâtiments de type publics (tel que des arénas), un travail auprès des manufacturiers de l'industrie du bois est à faire pour les inciter à développer des produits plus adaptés aux bâtiments industriels. Pour l'instant, les produits disponibles sur le marché conviennent plus aux projets résidentiels, ainsi qu'aux projets commerciaux de petit gabarit.

Dans les projets industriels où l'isolation acoustique a une moins grande importance, une structure en gros bois d'œuvre ayant une résistance au feu intrinsèque est synonyme d'une certaine simplicité et rapidité en termes d'assemblage de construction comme on évite des détails de protection au feu avec du gypse ou des enduits ignifuges posés après l'installation de la structure. En ayant accès à un catalogue d'éléments structuraux hybrides, il est certain que les concepteurs seraient plus enclins à s'éloigner des structures typiques tout en acier. Présentement, construire un bâtiment industriel en bois revient plus cher lorsqu'on compare les prix avec l'acier. Les coûts ne s'égaliseront pas si la demande pour le bois, et donc l'offre, n'augmente pas. Il faut donc encourager l'incorporation du bois en facilitant la tâche aux concepteurs via une offre simplifiée de solutions axées sur des éléments structuraux permettant de grandes portées à coût raisonnable.

Pour ce qui est de l'inclusion d'une toiture végétalisée dans un projet en gros bois d'œuvre, il est évident que les doutes pouvant être émis par certains acteurs de l'industrie de la construction ne sont pas fondés et sont plutôt basés sur des idées préconçues sur le comportement du bois et des végétaux. Le rapport d'analyse de M. Roberge a étudié le cas spécifique du projet de Candiac, c'est-à-dire un projet répondant à tous les critères du guide pour la conception de toitures végétalisées de la RBQ, à l'exception de la composition de la structure. La Ville est donc confiante que d'autres décideurs gouvernementaux ou promoteurs privés peuvent aller de l'avant avec un projet similaire.

comme la démonstration de la preuve concernant les risques reliées aux incendies est faite. Voici le résumé des conclusions de M. Roberge :

- De multiples autorités locales (Ville de Montréal, Ville de Toronto, par exemple) permettent l'aménagement de toitures végétalisées sur des bâtiments de construction combustible. Les mesures prévues pour le bâtiment à l'étude respectent les exigences de sécurité dictées par ces autorités;
- De multiples normes internationales visent à définir des conditions de sécurité satisfaisantes pour l'aménagement de toitures végétalisées. Les normes consultées permettent de telles toitures sur des bâtiments de construction combustible, en énonçant certaines limitations et exigences permettant d'assurer que le tout demeure sécuritaire. Ces limitations et exigences sont respectées par le projet à l'étude;
- Des essais réalisés sur des structures de gros bois d'œuvre en 2022 ont permis d'établir dans plusieurs scénarios distincts que de telles structures réagissent à l'incendie d'une manière similaire à des structures incombustibles. Par conséquent, il est raisonnable de dire que l'aménagement d'une toiture végétalisée sur le toit d'un bâtiment en gros bois d'œuvre ne cause pas de risque supplémentaire, par rapport à l'aménagement d'une telle toiture sur le toit d'un bâtiment incombustible;
- Des essais réalisés dans le cadre de la thèse de doctorat en sciences du bois de Mme Nataliia Gerzhova (voir le point 8.5 du présent rapport et l'annexe J) ont permis de démontrer que la propagation d'un incendie à travers la composition d'une toiture végétalisée n'est pas plus importante que celle qui serait observée à travers la composition d'une couverture standard, permise par le Code;
- De façon générale, les différentes sources d'informations consultées préconisent un substrat de croissance d'au moins 100 mm d'épaisseur, dont le contenu en matière organique doit être le plus bas possible, et l'application d'un plan d'entretien strict. Ces conditions sont respectées pour le bâtiment proposé.

3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie

Le projet du nouveau garage municipal de Candiac a une portée nationale, car la conception de ce bâtiment permettra aux acteurs du secteur de la construction de développer leur expérience et leur expertise. Les entreprises pourront développer des procédés et des produits pour de futurs projets. Enfin, ce projet contribuera à dynamiser l'industrie québécoise des produits forestiers et de stimuler l'économie du Québec.

Précurseur dans ce type de projet, Candiac partage les conclusions de ses démarches par le biais de deux rapports (technique et GES), ainsi que par le rapport d'analyse réglementaire. La Ville a avisé cecobois et le Groupe de travail sur les toitures végétalisées-GTTV, de Bâtiment durable Québec, car ces organismes font la promotion du bois et sont bien placés pour aider d'autres concepteurs dans une démarche similaire. Les analyses et les conclusions seront aussi transmises à la Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois pour aider à soutenir

le développement de nouvelles méthodologies sur l'utilisation du bois. La Ville se rend disponible pour transmettre son expérience et ainsi faciliter la reproductibilité de ce type de projet.

Ce projet permettra à la Ville de bénéficier des nombreux avantages sociaux, économiques et environnementaux que procure l'utilisation du bois dans la construction. Effectivement, la mise en place d'une structure en gros bois d'œuvre permet de réduire les matériaux requis pour assurer la résistance au feu de la structure, en comparaison aux projets de construction préconisant l'acier. Non seulement l'acier est plus polluant, mais il nécessite l'application de différents produits (peinture ignifuge, enduits, gypse) ayant un impact sur l'environnement. Comme le gros bois d'œuvre possède la qualité intrinsèque d'être résistant au feu sans la nécessité de protection supplémentaire, il est un choix écologique.

3.7 Recommandations

Il est intéressant que le ministère poursuive ses démarches auprès du domaine industriel pour que les entreprises puissent réaliser des projets innovants en matière de transformation des produits forestiers et développer des produits adaptés pour des usages industriels.

Ensuite, le maintien de la collaboration entre le ministère et la RBQ est essentielle pour mettre à jour la réglementation concernant les toitures végétalisées. Cette collaboration permettra la construction d'un plus grand nombre de toitures végétalisées au Québec, puisque les municipalités basent souvent leur réglementation sur les exigences de la RBQ.

Le guide pourrait être rapidement modifié pour changer le critère du type de structure, mais il est évident que d'autres critères méritent d'être révisés compte tenu des conclusions du rapport d'analyse réglementaire de M. Roberge. Le projet de la ville de Candiac comporte un toit végétalisé conçu traditionnellement, comportant les couches de drainage et de protection, le substrat et les végétaux. De nouvelles technologies existent maintenant sur le marché pour l'implantation rapide de toitures végétalisées, dont des bacs et des tapis. Ces méthodes peuvent s'avérer très économiques et simples pour une personne désirant verdir un bâtiment. Toutefois, ces méthodes divergent des critères actuels de la RBQ par rapport au substrat demandé. Autoriser l'implantation de toitures végétalisées sur une construction combustible pourrait ensuite ouvrir la porte au développement de plusieurs nouvelles technologies vertes.

4. Bibliographie

Aedifica et LC2, 21 novembre 2023. Plans et devis de la structure de bois pour le garage municipal de Candiac comportant un toit vert. 30 pages.

<https://www.seao.ca/OpportunityPublication/ConsulterAvis/Recherche?ItemId=529b1165-e032-4bfe-acf5-5c07eb9a7bb2&callingPage=2&searchId=28632116-d4dc-476e-9b08-b18700afb35d&VPos=0>

Gouvernement du Québec, 2020. Politique d'intégration du bois dans la construction. 20 pages.

https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/energie-ressources-naturelles/publications-adm/politique/PO_construction_bois.pdf

5. Annexes

GLT+, 22 février 2024. Analyse réglementaire : Construction de toitures végétalisées sur des bâtiments de construction combustible. 39 pages.