

Rapport technique

Construction d'un bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté
en bois massif



LEMAY
CHOINIÈRE
CONSULTANTS

CHEF DE FILE
DANS LE DOMAINE
DU GÉNIE AGRICOLE
DEPUIS 1995

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme
d'innovation en construction bois du ministère des
Ressources naturelles et des Forêts

7 décembre 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yves Roy'.

Yves Roy, ing.

Consultants Lemay & Choinière inc.

Auteur

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que le Fonds d'électrification et de changements climatiques (FECC) ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	2
2. Introduction	3
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	3
2.2 Description du projet de construction	3
3. Détails de l'étude	6
3.1 Introduction et hypothèses de départ	6
3.2 Objectifs	7
3.3 Méthodologie.....	7
3.4 Résultats et analyse	7
3.4.1 Position des poteaux et des éléments de structure principaux.....	8
3.4.2 Matériaux utilisés pour les composantes des éléments de structure principaux.....	9
3.4.3 Attaches des composantes de structure	11
3.5 Conclusions	13
3.6 Retombées, rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	14
3.7 Recommandations	15
Annexe 1	16

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude



L'objectif de Ferme Berni (2001) inc. était de construire une nouvelle étable en bois massif québécois où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée, et ce, tout en respectant les codes et la réglementation présentement en vigueur. Tel que présenté dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1), Ferme Berni (2001) inc. a adopté une série de mesures compensatoires durant la construction et dans l'usage du bâtiment permettant d'augmenter les sécurités des occupants

et ainsi obtenir l'approbation de l'ensemble des autorités compétentes pour la réalisation du projet.

En ayant l'ensemble des améliorations reconnues par les autorités compétentes en tête, il était nécessaire d'optimiser l'ensemble des composantes structurales selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux et des aires de traite, tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité).

L'espacement et la position des poteaux ont été établis en tenant compte de l'impact relatif de l'espacement des poteaux sur les éléments de structure principaux et de l'aménagement intérieur. L'espacement entre les poteaux sur une même arche de structure a été limité à 56' afin de limiter le coût de la structure.

L'espacement des arches principales a été établi à 24' c/c puisqu'il était facile d'ajuster l'aménagement intérieur pour cet espacement et que les coûts de structure étaient donc limités. Il a été établi d'utiliser des poteaux en acier galvanisé pour tous les poteaux intérieurs étant donné leur exposition à l'endommagement mécanique ainsi que leur exposition à l'humidité et aux matières se retrouvant à l'intérieur de l'étable telles que l'ensilage, la litière et le fumier. Il a également été convenu que les poteaux extérieurs latéraux devaient être en acier puisque le type d'équipement de ventilation présent dans les murs latéraux exposait les colonnes à la condensation.

Il a été convenu d'utiliser des connexions par encavures pour les éléments structuraux principaux et des connexions par fer angle galvanisé pour les éléments structuraux secondaires pour limiter les coûts et les délais de fabrication.

Par ce chef-d'œuvre esthétique et environnemental, Ferme Berni (2001) inc. a pavé la voie au bois massif québécois et canadien afin qu'il soit davantage utilisé dans ce secteur névralgique qu'est la production laitière pour l'économie du Québec et du Canada.

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Ferme Berni (2001) inc., située au 481, 6^e Rang, Sainte-Élisabeth-de-Warwick (Québec) J0A 1M0.

2.2 Description du projet de construction

Tel que présenté dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1), le contexte de l'industrie laitière au Québec et au Canada amène les entreprises à construire des bâtiments de plus en plus grands. Les bâtiments agricoles modernes pour les grands troupeaux ont des aires nécessaires à la production laitière de plus de 4 800 m². Une vaste aire de plancher permet un aménagement optimal des robots de traite, facilite la distribution des aliments et la gestion des fumiers. De plus, il est beaucoup plus commode et efficace pour l'exploitant agricole et les employés d'avoir l'ensemble des bovins sous un même toit sans compartimentation pour la gestion et la régie du troupeau, surtout lors de changement de groupe des vaches. Une aire de plancher ouverte améliore grandement l'efficacité des systèmes de ventilation et le contrôle de la chaleur en été. Le développement de ce type de bâtiment offre aussi beaucoup de possibilités d'expansion.

L'objectif de Ferme Berni (2001) inc. était donc de construire une nouvelle étable en bois massif québécois où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée tel que présenté dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1), tout en optimisant la structure en bois massifs selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux, des aires de traites tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité).

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Ferme Berni (2001) inc. a construit une nouvelle étable où l'aire d'élevage principale n'est pas compartimentée et comporte des éléments structuraux en bois tout en recevant l'ensemble des approbations réglementaires requises. Ferme Berni (2001) inc. a fait le choix de ce type de bâtiment tant pour des considérations esthétiques qu'environnementales.

Voici donc un bref descriptif du bâtiment construit :

Section 1 — Étable laitière

- Étable laitière à logettes libres avec traite robotisée
- Capacité de 400 vaches laitières en logettes avec litière de sable et 60 vaches en enclos (avec litière composée de sable incombustible)
- Structure en bois massif avec poteaux en acier incombustible
- Ventilation naturelle avec toile de ventilation sur 2 faces du bâtiment et cheminées

Section 2 — Laiterie et aire de service

- Salles mécanique et électrique, bureau et laiterie
- Séparation coupe-feu de 1 heure entre l'aire de service et l'aire d'élevage principale de la section étable
- Structure en ossature légère conventionnelle avec structure conventionnelle
- Cette section est compartimentée de l'aire d'élevage principale comme le risque d'incendie est plus élevé.

Section 3 — Pouponnière à veaux et aire de service

- Aire de service pour l'alimentation des veaux et bâtiment d'élevage pour les veaux
- Séparation coupe-feu de 1 heure entre l'aire de service et l'aire d'élevage principale de la section étable
- Structure en ossature légère conventionnelle avec structure conventionnelle pour l'aire de service et structure en poutres d'acier et solives de bois pour la section d'élevage pour les veaux
- Cette section est compartimentée de l'aire d'élevage principale comme le risque de déclenchement d'incendie est plus élevé.

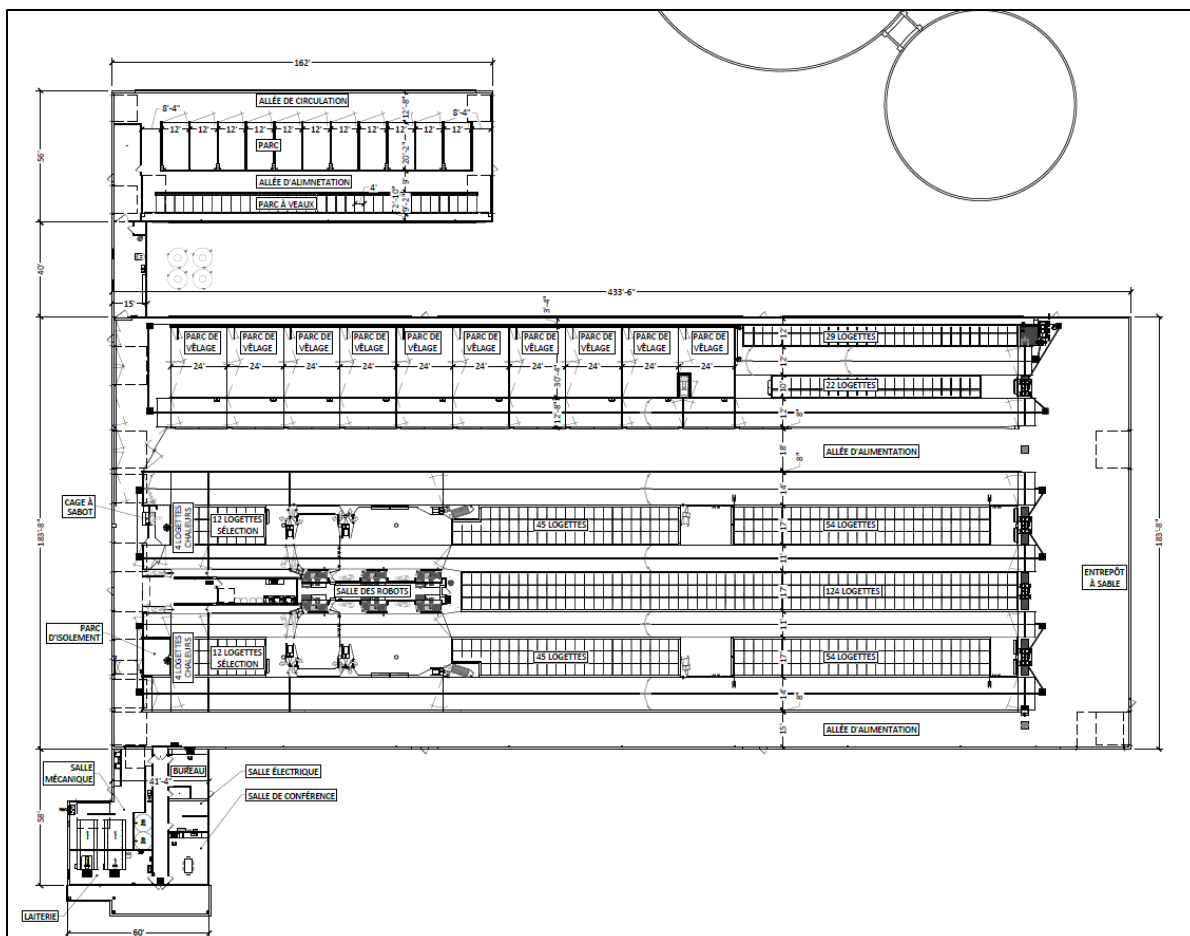


Figure 1 – Plan de plancher général du projet

2.2.2 Échéancier global et durée

La planification et la construction se sont échelonnées sur 20 mois, soit du mois de janvier 2022 au mois de septembre 2023. La décision finale de construire un bâtiment en bois massif s'est toutefois prise en juin 2022. La construction a débuté par la construction des réservoirs d'entreposage de fumier pour ensuite se poursuivre par la construction de l'étable principale et de l'aire de service. Une pouponnière pour les veaux s'est ajoutée en cours de conception et a été ajoutée à la construction par la suite.

2.2.3 Budget global

Le budget global du projet de construction de l'étable laitière robotisée est de 8,64 M\$.

2.2.4 Partenaires

Le projet a pu être réalisé grâce à la collaboration et au travail effectué en partenariat avec les ingénieurs, les architectes et les collaborateurs suivants :

- Concepteur principal, ingénieur : Consultants Lemay & Choinière inc.
 - Équipe : Christian Lemay, ing.; Yves Roy, ing.
- Ingénieur en structure : Art Massif
 - Équipe : Raphaël Bouchard, ing.
- Architecture : Manon Marcoux Architecte inc.
 - Équipe : Manon Marcoux, Arch.
- Assistance réglementaire: Technorm
 - Équipe : Marc-André Langevin, ing.
- Consultants étude GES : Cecobois
 - Équipe : Rosaline Larivière-Lajoie, ing., M.Sc.
- Consultant en vérification externe : Enviro-accès experts GES
 - Équipe : Manon Laporte, B. SC., MBA; Mélissa Windsor, B.Sc.A
- Assistance pour les supports financiers : ministère des Ressources naturelles et des Forêts
 - Équipe : Julien Brousseau, ing.

Ce projet n'aurait pu se concrétiser sans la contribution des partenaires financiers, soit les caisses populaires Desjardins et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts.

2.2.5 Défis et risques généraux

Ce projet a été réalisé avec un échéancier extrêmement serré considérant la situation globale de l'entreprise, les contraintes liées aux quotas de production et les contraintes liées aux conditions climatiques hivernales. Un échéancier aussi serré est un grand défi pour la conception du bâtiment et l'obtention de l'ensemble des approbations réglementaires, principalement lorsqu'une demande de mesures différentes est requise.

La conception d'un bâtiment innovateur représente toujours un risque du point de vue financier comme les estimations ne peuvent pas être basées sur les projets similaires.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

Les mesures compensatoires durant la construction et dans l'usage du bâtiment adopté par Ferme Berni (2001) inc. sont reconnues par les autorités compétentes comme une amélioration significative par rapport aux bâtiments agricoles construits selon les codes de construction présentement en vigueur et sont présentées en détail dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus*

de 4800 m² non compartimenté en bois massif (voir annexe 1).

En ayant l'ensemble des améliorations reconnu par les autorités compétentes en tête, il était nécessaire d'optimiser la structure en bois massif selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux, des aires de traites tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité)

3.2 Objectifs

L'objectif de Ferme Berni (2001) inc. était donc de construire une nouvelle étable en bois massif québécois où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée tel que présenté dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1) tout en optimisant la structure en bois massif selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux, des aires de traite tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité).

3.3 Méthodologie

Ferme Berni (2001) inc. a décidé de joindre l'expertise de Consultants Lemay & Choinière inc. dans la conception et la construction de bâtiment agricole avec celle d'un fournisseur de bois massif québécois : Art Massif.

La première étape a été d'établir la position des poteaux tout en tenant compte de l'impact relatif de l'espacement des poteaux sur les éléments de structure principaux. L'espacement des arches principales devait tenir compte de l'aménagement intérieur voulu. Le matériau utilisé pour les composantes structurales devait tenir compte de leur exposition à l'endommagement mécanique ainsi que de leur exposition à l'humidité et aux matières se retrouvant à l'intérieur de l'étable telles que l'ensilage, la litière et le fumier.

Suite au positionnement des poteaux et au dimensionnement des composantes structurales principales, les différentes attaches entre les composantes principales ont été étudiées afin d'en optimiser leur durée de vie tout en tenant compte des contraintes liées au coût de la structure.

3.4 Résultats et analyse

Les composantes structurales ont été optimisées selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux, des aires de traite tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité), tout en tenant compte des améliorations reconnues par les autorités compétentes et détaillées dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1).

3.4.1 Position des poteaux et des éléments de structure principaux

La première étape a été d'établir la position des poteaux tout en tenant compte de l'impact relatif de l'espacement des poteaux sur les éléments de structure principaux. La figure 2 illustre l'espacement des arches principales ainsi que la position des ancrages sur chacune des arches principales. Dans un monde idéal, il n'y aurait pas eu de poteaux à l'intérieur du bâtiment afin d'avoir une aire complètement ouverte. Cette option a été rapidement écartée étant donné la largeur du bâtiment et du coût relié à ce type de structure. Selon les calculs réalisés en considérant l'ajout de colonnes à l'intérieur du bâtiment, il devenait beaucoup plus coûteux d'avoir des poteaux à plus de 60' sur la largeur du bâtiment en considérant les charges de vent et de neige de la région. Il a donc été décidé de mettre 3 rangées de poteaux intérieurs. Les poteaux ne devaient pas entrer en conflit avec les systèmes mécaniques de nettoyage de fumier à raclette et avoir un impact le plus limité possible sur la circulation des animaux. Par conséquent, il a été décidé d'en mettre 1 sur la mangeoire des vaches taries qui se trouvait à 47'-2" du mur extérieur nord, 1 dans la rangée de logettes face à face des vaches en lactation qui était proche du centre de l'étable et 1 dans la rangée de logettes face à face des vaches en lactation qui était à 39' du mur extérieur sud, tel qu'illustré sur la figure ci-dessous.

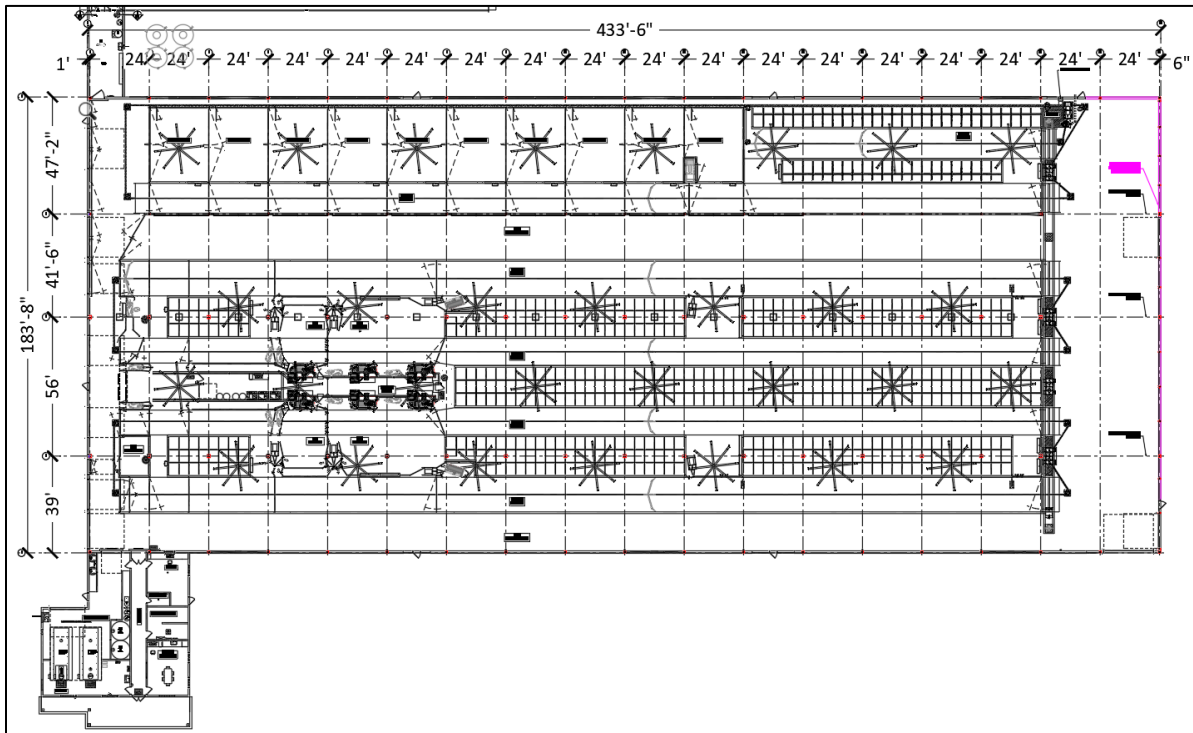


Figure 2 - Espacement des arches principales et position des ancrages sur chacune des arches principales

L'espacement des arches principales devait tenir compte de l'aménagement intérieur voulu. Comme les logettes des vaches sont au 4' c/c et que le client ne voulait pas de colonne de structure qui arrive devant une vache, l'espacement des arches sur la longueur du bâtiment devait être un multiple de 4'. Considérant la largeur des parcs de vélage des vaches qui était de 24' pour avoir environ 5 vaches par parc, comme demandé par les exploitants de la Ferme Berni (2001) inc., il a été décidé de mettre les arches tous les 24' afin que les poteaux porteurs s'alignent avec les divisions de parc. Simplifiant ainsi l'installation des barrières et clôtures des enclos. Les aménagements du côté des vaches en lactation ont été ajustés afin de tenir compte de la position des poteaux. Des arches aux 24'

permettaient également d'avoir des pannes de toit de petite dimension, réduisant par le fait même les coûts de structure. Les aménagements à l'intérieur de l'étable ont été ajustés afin de conserver toutes les arches principales à des espacements identiques afin de simplifier la conception puisque cela réduisait grandement le nombre de pièces différentes. Un grand nombre de pièces identiques réduisait les coûts de la structure. Par contre, une série de poteaux au bout du bâtiment a été enlevée puisqu'il était requis d'avoir plus de 24' de large pour la circulation des machineries dans l'aire ouverte d'entrepôt à sable situé en bout d'étable tel qu'illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 3 – Structure vis-à-vis entrepôt à sable

3.4.2 Matériaux utilisés pour les composantes des éléments de structure principaux

Le matériau utilisé pour les composantes structurales devait tenir compte de leur exposition à l'endommagement mécanique ainsi que de leur exposition à l'humidité et aux matières se trouvant à l'intérieur de l'étable telles que l'ensilage, la litière et le fumier.

Afin d'assurer la longévité de l'ouvrage, il a été convenu de ne pas incorporer de pièce de bois se trouvant en contact direct avec le bétail et la litière. En effet, les vaches sont capables de gruger les éléments en bois et la litière humide en contact constant avec les poteaux risque très fortement de faire pourrir les poteaux à moyen terme. Comme les poteaux de structure de retrouvaient sur les murets de mangeoire et dans le face à face des logettes des vaches, soit 2 zones accessibles pour les animaux, il a été convenu que l'ensemble des poteaux à l'intérieur de l'étable serait en acier galvanisé.

Il a également été convenu que les poteaux extérieurs latéraux devaient être en acier étant donné le type d'ouverture de ventilation présente dans les murs latéraux. En effet, les murs latéraux de l'étable

sont munis d'une toile complètement roulée durant les périodes chaudes et complètement fermée durant les périodes froides. La valeur isolante de cette toile étant très faible, elle devient froide en hiver et l'humidité présente à l'intérieur de l'étable se condense sur celle-ci. L'eau de condensation descend sur la toile qui est en contact avec les poteaux de structure. Il est donc possible que les poteaux demeurent mouillés une partie de l'hiver. Il était donc inconvenable de mettre des poteaux en bois à ces endroits. La figure ci-dessous illustre les ouvertures de ventilation murales



Figure 4 – Ouverture de ventilation

Par contre, les murs de bout de l'étable ne présentent pas cette contrainte puisqu'il n'y avait pas d'ouverture de ventilation en bout d'étable. Des poteaux en bois ont donc été utilisés dans ces murs à tous les endroits où les charges appliquées par la structure le permettaient d'étable tel qu'illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 5 – Murs de bout du bâtiment

3.4.3 Attaches des composantes de structure

Les différentes attaches entre les composantes principales ont été étudiées afin d'en optimiser leur durée de vie, tout en tenant compte des contraintes liées au coût de la structure.

Les attaches des poutres de bois aux colonnes d'acier ont été faites afin de dissimuler au maximum les plaques d'acier d'attaches à l'intérieur des composantes de bois. Cette décision du type d'attache a été prise tant pour des considérations d'esthétique que pour des considérations de durée de vie de l'ouvrage. Galvanisées, les plaques d'acier se trouvent protégées de l'environnement ambiant de l'aire d'élevage lorsqu'elles sont insérées à l'intérieur des poutres de bois. La figure 6 illustre un exemple d'attache entre un poteau d'acier et une poutre de bois.

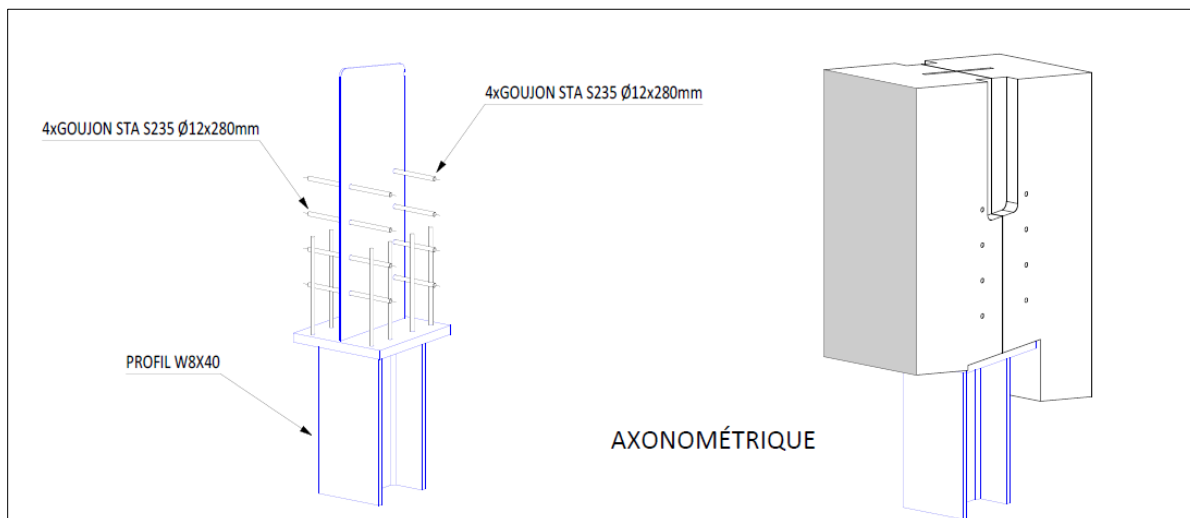


Figure 6 – Attache entre un poteau d'acier et une poutre de bois

Pour la majorité des connexions principales d'éléments de bois avec d'autres éléments de bois, des encavures ont été faites dans les pièces de bois afin d'assurer la stabilité. Des vis ont été utilisées afin d'assurer la rigidité de l'attache. Ce type de connexion limite au maximum l'utilisation de l'acier. La figure 7 représente un exemple de connexion entre les pannes de toit et les poutres principales.

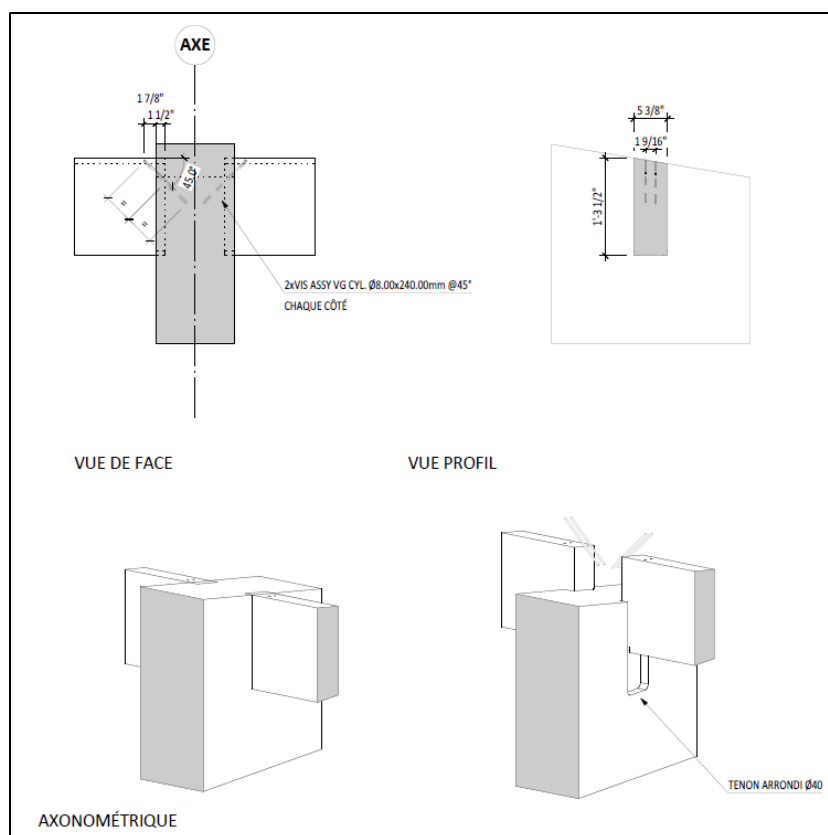


Figure 7 - Connexion entre les pannes de toit et les poutres principales

Les connexions par encavures sont idéales d'un point de vue esthétique, mais requièrent beaucoup de temps de fabrication, et donc représente des coûts importants. Afin de réduire les coûts reliés à la structure, il a été décidé d'utiliser des connexions avec fer angle d'acier de support pour les éléments secondaires non reliés aux arches de structure principales comme les murs de bout de bâtiment. L'utilisation de fer angle galvanisé assure une protection contre la corrosion pour les attaches qui sont exposées à l'humidité ambiante à l'intérieur du bâtiment d'élevage. Ce type de connexion permet également le coupage des pièces de bois massif en chantier et élimine le temps requis au dessin, à la conception et à la fabrication des encavures qui doivent être faites en usine. La figure 8 illustre le type de connexion avec fer angle d'acier galvanisé utilisé dans les murs du bout de l'étable.



Figure 8 - Type de connexion avec fer angle d'acier galvanisé utilisé dans les murs du bout de l'étable

3.5 Conclusions

L'ensemble des consultants ayant participé à la conception ainsi que les autorités compétentes sont d'avis que le bâtiment agricole innovant proposé représente une amélioration significative par rapport aux bâtiments agricoles construits selon les codes de construction présentement en vigueur tel que présenté dans le rapport technique pour diffusion *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif* (voir annexe 1).

L'ensemble des composantes structurales a été optimisé selon les espaces d'élevage souhaités, la gestion des fumiers et de la litière, la gestion de l'alimentation des animaux, des aires de traites tout en tenant compte des équipements de ventilation voulus pour le bâtiment et des contraintes liées à l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité).

L'espacement et la position des poteaux ont été établis en tenant compte de l'impact relatif de l'espacement des poteaux sur les éléments de structure principaux et de l'aménagement intérieur. L'espacement entre les poteaux sur une même arche de structure a été limité à 56' afin de limiter le coût de la structure.

L'espacement des arches principales a été établi à 24' c/c puisqu'il était facile d'ajuster l'aménagement intérieur pour cet espacement et limitait les coûts de structure. Il a donc été établi d'utiliser des poteaux en acier galvanisé pour tous les poteaux intérieurs étant donné leur exposition à l'endommagement mécanique ainsi que leur exposition à l'humidité et aux matières se retrouvant à

l'intérieur de l'étable telles que l'ensilage, la litière et le fumier. Il a également été convenu que les poteaux extérieurs latéraux devaient être en acier étant donné le type d'équipement de ventilation présente dans les murs latéraux qui exposait les colonnes à la condensation.

Il a été convenu d'utiliser des connexions pas encavures pour les éléments structuraux principaux et des connexions par fer angle galvanisé pour les éléments structuraux secondaires pour limiter les coûts et les délais de fabrication.

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

Comme présenté en introduction, la grosseur moyenne des entreprises de production laitière ne cesse d'augmenter et de plus en plus de complexes laitiers de grandes dimensions seront construits au cours des prochaines années. Ferme Berni (2001) inc. possède une bonne réputation dans le secteur laitier québécois et il est fort probable que ce modèle de construction soit reproduit par d'autres entreprises agricoles.

L'expertise acquise au cours du développement de ce bâtiment agricole innovateur peut facilement être utilisée lors de la conception de nouveaux complexes laitiers.

Au cours de sa construction et depuis sa mise en service, beaucoup d'entrepreneurs et producteurs du secteur agricole ont contacté les propriétaires et les intervenants pour visiter et comprendre les innovations incorporées au bâtiment agricole. Une porte ouverte est prévue le 1^{er} décembre 2023 afin de permettre à toutes les personnes intéressées par ce secteur d'activité de venir visiter les installations.

Par ce chef-d'œuvre esthétique et environnemental, Ferme Berni (2001) inc. a pavé la voie au bois massif québécois et canadien afin qu'il soit davantage utilisé dans ce secteur névralgique qu'est la production laitière pour l'économie du Québec et du Canada.



Figure 9 – Vue extérieure du bâtiment

3.7 Recommandations

Les coûts de construction d'une structure en bois massif québécois demeureront le principal obstacle au déploiement à grande échelle de ce type de bâtiment dans le secteur agricole. Le développement d'une innovation représente toujours des coûts et un risque plus important pour une entreprise que l'usage de technique conventionnel. Ce projet a été réalisé avec un échéancier extrêmement serré étant donné la situation globale de l'entreprise, des contraintes liées aux quotas de production et des contraintes liées aux conditions climatiques hivernales, mais il serait probablement avantageux, lorsque possible, d'allonger un peu l'échéancier afin d'éviter qu'un délai de conception, de manufacture ou d'approbation par les autorités compétentes ne soit un défi important par rapport à l'échéancier.

L'expertise acquise au cours du développement de ce bâtiment agricole innovateur peut facilement être utilisée lors de la conception de nouveau complexe laitier et en réduire les coûts de conception, les coûts de construction et les risques associés à l'approbation par l'ensemble des autorités compétentes. La structure principale de l'étable a été faite avec du bois massif ayant un grade commercial qui a un plus beau fini, mais qui est plus coûteux qu'un bois massif de grade industriel. Les murs de bout de l'étable ont été faits avec du bois massif de grade industriel, ce qui a déjà permis d'en réduire les coûts. Il serait probablement judicieux de considérer l'utilisation de bois massif de grade industriel pour l'ensemble de la structure de bois massif. Cette modification jumelée au gain d'expertise, et donc d'efficacité, lié à la conception de ce bâtiment innovateur pourra diminuer suffisamment les coûts pour permettre un déploiement à grande échelle dans le secteur agricole québécois et canadien.

Annexe 1

Rapport technique pour diffusion, programme Aide à la conception, *Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif*, daté du 22 novembre 2023, par Yves Roy, ing.

Rapport technique

Bâtiment agricole de plus de 4800 m² non compartimenté en bois massif



LEMAY
CHOINIÈRE
CONSULTANTS

CHEF DE FILE
DANS LE DOMAINE
DU GÉNIE AGRICOLE
DEPUIS 1995



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme
d'innovation en construction bois du ministère des
Ressources naturelles et des Forêts

22 novembre 2023



Yves Roy, ing.

Consultants Lemay & Choinière inc.

Auteur

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que le Fonds d'électrification et de changements climatiques (FECC) ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	2
2. Introduction	3
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	3
2.2 Description du projet de construction	3
3. Détails de l'étude	7
3.1 Introduction et hypothèses de départ	7
3.2 Objectifs	8
3.3 Méthodologie.....	8
3.4 Résultats et analyse	9
3.5 Conclusions	12
3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	12
3.7 Recommandations	14
4. Bibliographie	14
Annexe 1	15
Calcul de dégagement de chaleur théorique : Structure en bois massif	15
Annexe 2	16
Réponse de la CNESST suite à la demande de mesure différente de la Ferme Berni (2001) inc.	16

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

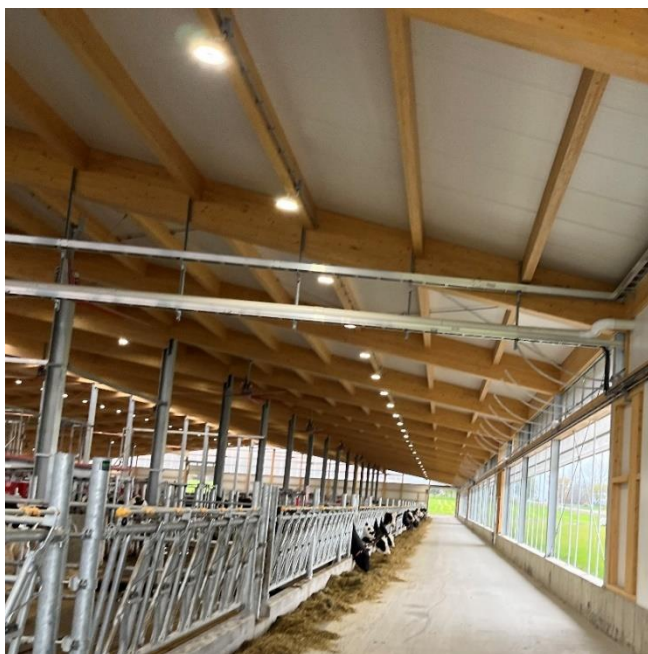
Les bâtiments agricoles modernes pour les grands troupeaux ont des aires nécessaires à la production laitière de plus de 4 800 m². Une aire de plancher vaste permet notamment un aménagement optimal des robots de traite, facilite la distribution des aliments ainsi que la gestion des fumiers. Il est également beaucoup plus commode et efficace pour l'exploitant agricole et les employés d'avoir l'ensemble des bovins sous un même toit sans compartimentation, que ce soit pour la gestion ou la régie du troupeau, principalement lors de changement de groupe des vaches. Une aire de plancher ouverte améliore grandement l'efficacité des systèmes de ventilation et le contrôle de la chaleur en été. Le développement de ce type de bâtiment offre aussi plusieurs possibilités d'expansion.

Considérant ces éléments, Ferme Berni (2001) inc. désirait construire une nouvelle étable laitière robotisée de grande dimension, malgré le fait que le Code de construction agricole CNCBA prévoit que lorsqu'un bâtiment agricole à faible occupation humaine a une aire supérieure à 4 800 m² sur un étage, ce dernier doit être divisé en compartiments résistants au feu par des séparations coupe-feu verticales.

L'objectif de l'entreprise était donc de construire une nouvelle étable en bois massif québécois où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée, et ce, tout en respectant les codes et la réglementation présentement en vigueur. L'entreprise a choisi un bâtiment agricole en bois massif tant pour des considérations esthétiques qu'environnementales. En effet, construire un bâtiment en bois massif provenant du Québec diminuerait l'impact environnemental au maximum tout en soutenant l'industrie locale.

L'ensemble des consultants ayant participé à la conception ainsi que les autorités compétentes sont d'avis que le bâtiment agricole innovant construit même s'il n'inclut pas de compartimentation tous les 4800 m² dans l'aire d'élevage représente une amélioration significative par rapport au bâtiment agricole construit selon les codes de construction présentement en vigueur.

Par ce chef-d'œuvre esthétique et environnemental, Ferme Berni (2001) inc. a pavé la voie au bois massif québécois et canadien afin qu'il soit davantage utilisé dans ce secteur névralgique qu'est la production laitière pour l'économie du Québec et du Canada.



2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Ferme Berni (2001) inc., située au 481, 6^e Rang, Sainte-Élisabeth-de-Warwick (Québec) J0A 1M0.

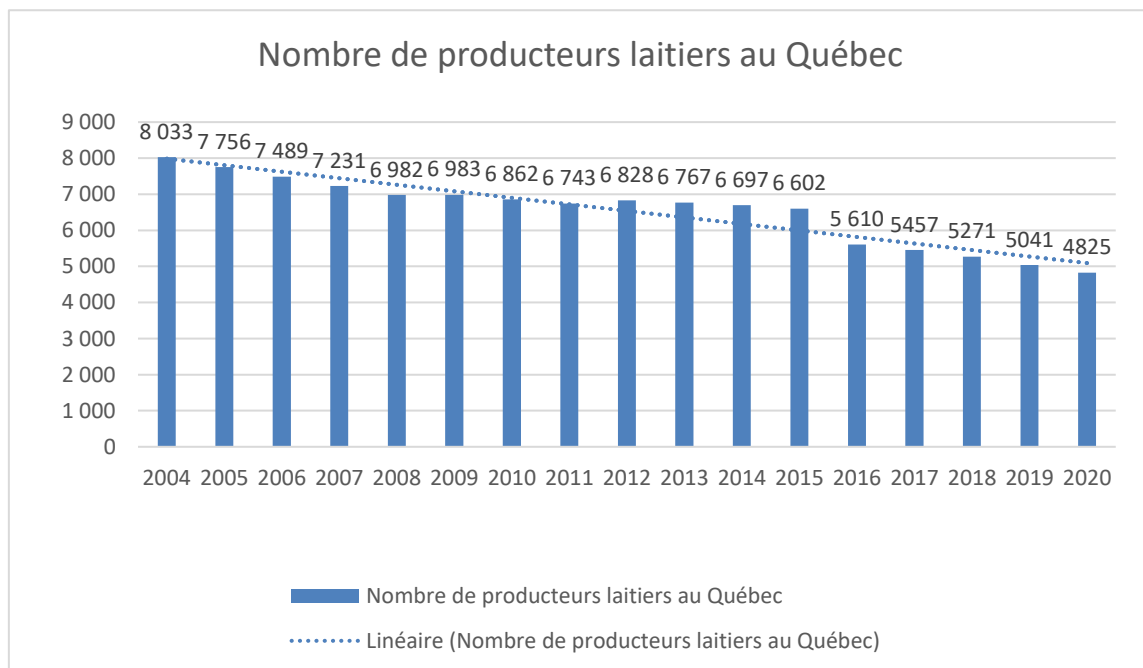
2.2 Description du projet de construction

Pour bien comprendre la problématique, il est tout d'abord important de regarder la situation et l'évolution du secteur laitier au Québec. « Le secteur laitier est le secteur agroalimentaire le plus important au Québec. À lui seul, il génère 27 % de recettes agricoles de la province. Le Québec est aussi le plus grand producteur de lait au Canada. Il fournit 36 % de la production laitière canadienne et compte 48 % des fermes laitières au pays. » (Gouvernement du Québec, 2023)

Selon Les producteurs de lait du Québec, « Au début des années 1980, la plupart des fermes laitières étaient exploitées par un propriétaire unique. Aujourd'hui, de plus en plus de fermes sont incorporées. Ces entreprises agricoles sont généralement formées d'associés provenant d'une même famille : parents et enfants, conjoints, frères ou sœurs. Le nombre de fermes laitières a ainsi diminué progressivement alors que leur taille augmentait. » (Les Producteurs de lait du Québec, 2023)

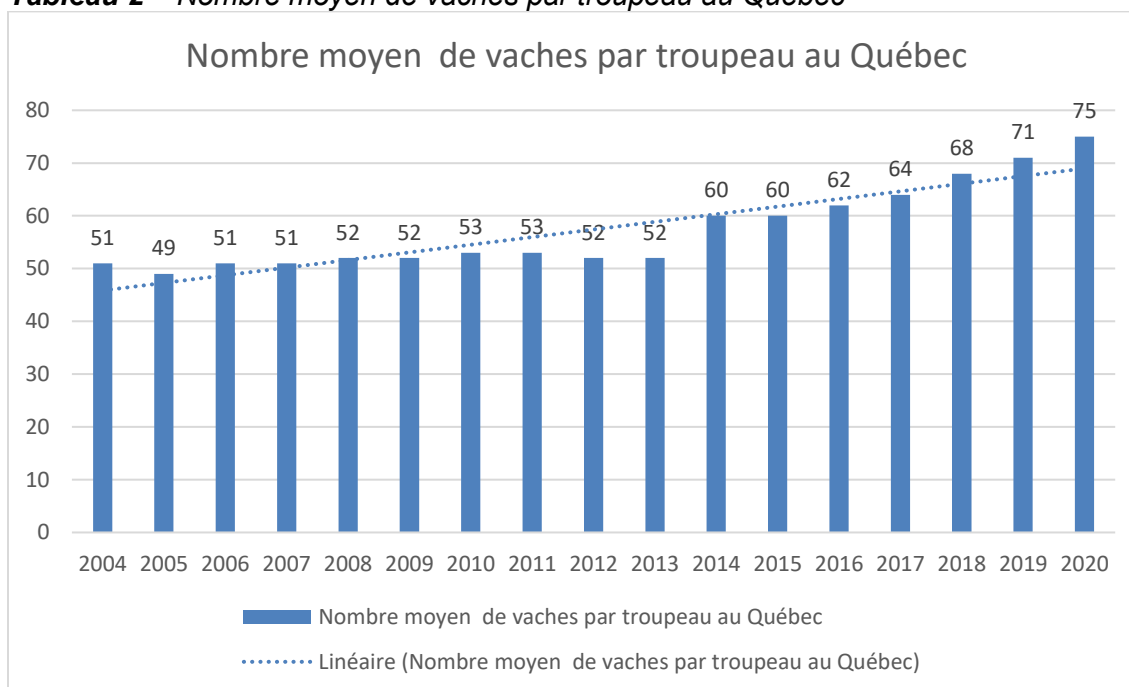
Comme illustré dans les tableaux suivants, cette tendance s'est maintenue dans les 20 dernières années puisque le nombre de producteurs laitiers est passé de 8 033 en 2004 à 4 825 en 2020, pour une diminution de 40 %. Malgré ces données, le nombre moyen de vaches laitières par troupeau est, quant à lui, en croissance constante depuis le même nombre d'années pour passer d'une moyenne de 51 vaches par troupeau en 2004 à une moyenne de 75 vaches par troupeau en 2020, soit une augmentation de 47 %.

Tableau 1 – Nombre de producteurs laitiers au Québec



Source : Institut de la statistique du Québec – Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec, éditions 2008 à 2021.

Tableau 2 – Nombre moyen de vaches par troupeau au Québec



Source : Institut de la statistique du Québec – Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec, éditions 2008 à 2021.

L'augmentation de la taille des fermes amène les entreprises à construire des bâtiments de plus en plus grands. Les bâtiments agricoles modernes pour les grands troupeaux ont des aires nécessaires à la production laitière de plus de 4 800 m². Une vaste aire de plancher permet un aménagement optimal des robots de traite, facilite la distribution des aliments et la gestion des fumiers. De plus, il est beaucoup plus commode et efficace pour l'exploitant agricole et les employés d'avoir l'ensemble des bovins sous un même toit sans compartimentation pour la gestion et la régie du troupeau, surtout lors de changement de groupe des vaches. Une aire de plancher ouverte améliore grandement l'efficacité des systèmes de ventilation et le contrôle de la chaleur en été. Le développement de ce type de bâtiment offre aussi beaucoup de possibilités d'expansion.

Considérant toutes les raisons énumérées ci-haut, l'entreprise désirait construire une nouvelle étable laitière robotisée de grande dimension. Toutefois, le Code de construction agricole CNCBA art. 3.1.1.2 (1) prévoit que lorsqu'un bâtiment agricole à faible occupation humaine a une aire supérieure à 4 800 m² sur un étage, il doit être divisé en compartiments résistants au feu par des séparations coupe-feu verticales de construction incombustible ayant une résistance au feu d'au moins 1 heure de manière à ce que chaque étage de chaque compartiment ait une aire de plancher conforme.

Ferme Berni (2001) inc. désirait ainsi construire une nouvelle étable où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée tout en respectant les codes et la réglementation en vigueur.

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Ferme Berni (2001) inc. a construit une nouvelle étable où l'aire d'élevage principale n'est pas compartimentée et comporte des éléments structuraux en bois tout en recevant l'ensemble des approbations réglementaires requises. Ferme Berni (2001) inc. a fait le choix de ce type de bâtiment tant pour des considérations esthétiques qu'environnementales.

Voici donc un bref descriptif du bâtiment construit :

Section 1 — Étable laitière

- Étable laitière à logettes libres avec traite robotisée
- Capacité de 400 vaches laitières en logettes avec litière de sable et 60 vaches en enclos (avec litière composée de sable incombustible)
- Structure en bois massif avec poteaux en acier incombustible
- Ventilation naturelle avec toile de ventilation sur 2 faces du bâtiment et cheminées

Section 2 — Laiterie et aire de service

- Salles mécanique et électrique, bureau et laiterie
- Séparation coupe-feu de 1 heure entre l'aire de service et l'aire d'élevage principale de la section étable
- Structure en ossature légère conventionnelle avec structure conventionnelle
- Cette section est compartimentée de l'aire d'élevage principale comme le risque d'incendie est plus élevé.

Section 3 — Pouponnière à veaux et aire de service

- Aire de service pour l'alimentation des veaux et bâtiment d'élevage pour les veaux
- Séparation coupe-feu de 1 heure entre l'aire de service et l'aire d'élevage principale de la section étable
- Structure en ossature légère conventionnelle avec structure conventionnelle pour l'aire de service et structure en poutres d'acier et solives de bois pour la section d'élevage pour les veaux
- Cette section est compartimentée de l'aire d'élevage principale comme le risque de déclenchement d'incendie est plus élevé.

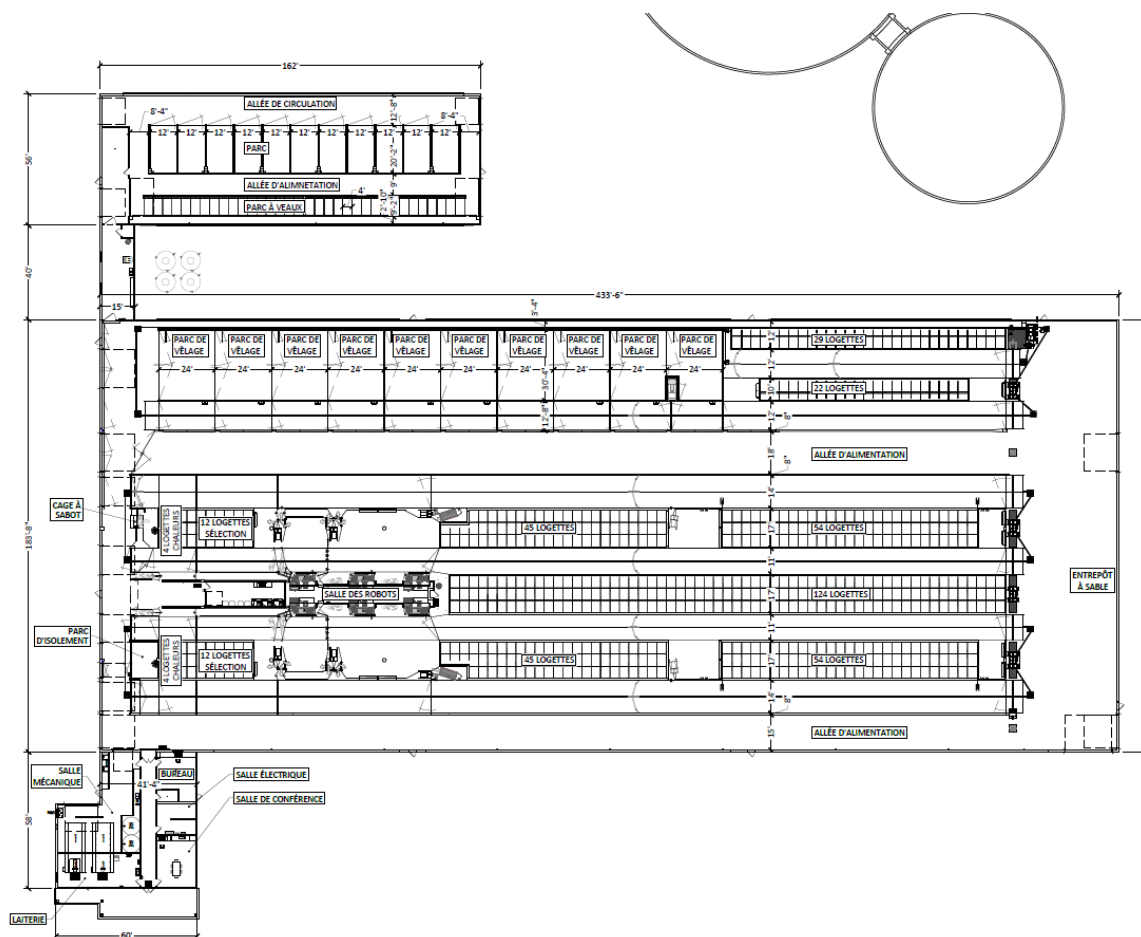


Figure 1 – Plan de plancher général du projet

2.2.2 Échéancier global et durée

La planification et la construction se sont échelonnées sur 20 mois, soit du mois de janvier 2022 au mois de septembre 2023. La décision finale de construire un bâtiment en bois massif s'est toutefois prise en juin 2022. La construction a débuté par la construction des réservoirs d'entreposage de fumier pour ensuite se poursuivre par la construction de l'étable principale et de l'aire de service. Une pouponnière pour les veaux s'est ajoutée en cours de conception et a été ajoutée à la construction par la suite.

2.2.3 Budget global

Le budget global du projet de construction de l'étable laitière robotisée est de 8,64 M\$.

2.2.4 Partenaires

Le projet a pu être réalisé grâce à la collaboration et au travail effectué en partenariat avec les ingénieurs, les architectes et les collaborateurs suivants :

- Concepteur principal, ingénieur : Consultants Lemay & Choinière inc.
 - Équipe : Christian Lemay, ing.; Yves Roy, ing.
- Ingénieur en structure : Art Massif
 - Équipe : Raphaël Bouchard, ing.
- Architecture : Manon Marcoux Architecte inc.
 - Équipe : Manon Marcoux, Arch.
- Assistance réglementaire: Technorm
 - Équipe : Marc-André Langevin, ing.
- Consultants étude GES : Cecobois
 - Équipe : Rosaline Larivière-Lajoie, ing., M.Sc.
- Consultant en vérification externe : Enviro-accès experts GES
 - Équipe : Manon Laporte, B. SC., MBA; Mélissa Windsor, B.Sc.A
- Assistance pour les supports financiers : ministère des Ressources naturelles et des Forêts
 - Équipe : Julien Brousseau, ing.

Ce projet n'aurait pu se concrétiser sans la contribution des partenaires financiers, soit les caisses populaires Desjardins et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts.

2.2.5 Défis et risques généraux

Ce projet a été réalisé avec un échéancier extrêmement serré considérant la situation globale de l'entreprise, les contraintes liées aux quotas de production et les contraintes liées aux conditions climatiques hivernales. Un échéancier aussi serré est un grand défi pour la conception du bâtiment et l'obtention de l'ensemble des approbations réglementaires, principalement lorsqu'une demande de mesures différentes est requise.

La conception d'un bâtiment innovateur représente toujours un risque du point de vue financier comme les estimations ne peuvent pas être basées sur les projets similaires.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

Afin d'obtenir toutes les approbations réglementaires nécessaires à la réalisation d'une grande aire d'élevage sans compartimentation, Ferme Berni (2001) inc. a dû déposer une demande de mesures différentes auprès des autorités compétentes telles que la municipalité et la CNESST.

À ce jour, Consultants Lemay et Choinière inc. ont réussi à obtenir l'approbation de mesures différentes pour la conception de plusieurs bâtiments agricoles ayant une aire d'élevage dépassant 4800 m² sans aucune compartimentation. Une liste de mesures compensatoires permettant de réduire grandement les risques d'incendie à l'intérieur de ce bâtiment agricole moderne durant sa construction et dans l'usage a été présentée aux autorités compétentes afin d'obtenir l'approbation de ne pas compartimenter lesdites aires d'élevage. Jusqu'à présent, l'ensemble des mesures différentes déposées par Consultants Lemay & Choinière inc. et autorisées par les autorités compétentes concernait des structures où 100 % des éléments structuraux supportant la toiture étaient en acier et en béton. L'utilisation du bois dans ce type de structure était très limitée et servait uniquement à retenir les revêtements muraux installés derrière un revêtement intérieur et extérieur métallique.

3.2 Objectifs

Ferme Berni (2001) inc. désirait construire un bâtiment agricole en bois massif tant pour des considérations esthétiques qu'environnementales. L'entreprise souhaitait construire un bâtiment en bois massif provenant du Québec afin d'en diminuer au maximum l'impact environnemental en plus de soutenir l'industrie locale.

L'objectif de Ferme Berni (2001) inc. était donc de construire une nouvelle étable en bois massif québécois où l'aire d'élevage principale ne serait pas compartimentée tout en respectant les codes et la réglementation présentement en vigueur.

3.3 Méthodologie

Ferme Berni (2001) inc. a décidé de joindre l'expertise de Consultants Lemay & Choinière inc. dans la conception et la construction de bâtiment agricole avec celle d'un fournisseur de bois massif québécois : Art massif. Ensemble, ils avaient pour objectif de concevoir un complexe laitier en bois massif non compartimenté de plus de 4 800 m² et capable de satisfaire les exigences des autorités compétentes en termes de conception et de sécurité du bâtiment.

Une revue de l'ensemble des composantes structurales, des aménagements et des équipements a été faite afin d'en arriver à un plan où les risques pour les occupants seraient inférieurs à un bâtiment agricole conventionnel. Une étude sur la combustibilité du bâtiment a été réalisée en collaboration avec Technorm afin de démontrer aux autorités compétentes (municipalité, services incendie, CNESST, etc.) que, même si la structure en bois massif était apparente, cela représentait une amélioration par rapport aux bâtiments agricoles conventionnels construits selon les exigences des codes actuels. Une demande de mesures différentes auprès des autorités compétentes a été déposée afin de confirmer la conception et d'obtenir l'approbation de dérogation à l'exigence de compartimentation tous les 4800 m².

3.4 Résultats et analyse

Ferme Berni (2001) inc. a adopté une série de mesures compensatoires durant la construction et dans l'usage du bâtiment permettant ainsi de réduire grandement les risques d'incendie dans son bâtiment.

1. Ferme Berni (2001) inc. a démontré la présence d'une faible charge combustible dans le bâtiment d'élevage (excluant l'aire de service) comparable à un bâtiment industriel de risque faible groupe F, division 3 du CNBC. Ce type de bâtiment ne requiert pas de séparation coupe-feu au 4 800 m². Une étude de la charge combustible présente à l'intérieur de la section 1 : étable laitière a été réalisée et démontre que la charge combustible à l'intérieur du bâtiment est amplement sous la valeur de 1200 MJ/M². Il est toutefois important de noter que le bâtiment agricole proposé ne respecte pas l'ensemble des dispositions requises pour un établissement industriel du groupe F, division 3 et que l'objectif de la comparaison est d'illustrer quels sont les points de similitudes et de différences. Il y a une grande différence dans les contraintes réglementaires applicables entre un bâtiment agricole standard et un établissement industriel du groupe F, division 3. Le bâtiment agricole proposé représente une amélioration par rapport au bâtiment agricole standard, mais ne respecte pas l'ensemble des contraintes réglementaires relatives à un établissement industriel du groupe F, division 3.
2. Ferme Berni (2001) inc. a mandaté Technorm pour effectuer le calcul de dégagement de chaleur pour la structure en bois massif. Le calcul de la charge combustible totale (exprimée en kg) des éléments combustibles exposés consiste donc à comparer la solution acceptable à celle du bâtiment innovant, c'est-à-dire comparer deux cas de figure (voir annexe 1).
 - Solution acceptable : un bâtiment agricole à ossature légère, formant un unique compartiment résistant au feu, dont l'aire est conforme aux limites du CNCBA (4 800 m²).
 - Solution de rechange : un bâtiment agricole innovant en structure de bois massif (lamellé-collé), formant un unique compartiment résistant au feu dont la superficie (7 800 m²) dépasse la limite établie dans le CNCBA.

La conclusion du rapport de Technorm est la suivante : les valeurs du volume de bois apparent, du volume de bois consommé en 1 heure et du dégagement de chaleur en 1 heure sont inférieures dans la solution de rechange par rapport à celles de la solution acceptable. Malgré la taille du compartiment résistant au feu de 7 400 m² (> 4 800 m²), la structure en bois de la solution de rechange ne représente pas un dégagement de chaleur supérieur à celui de la solution acceptable.

3. La grande majorité des bâtiments agricoles au Québec utilisent des revêtements intérieurs en matériaux combustibles tels que le PVC ondulé ou le PVC rigide. Ces matériaux sont utilisés puisqu'ils sont très abordables et facilement lavables, mais ils sont aussi de très bons combustibles qui alimentent la propagation des flammes en cas d'incendie pour l'ensemble de la structure. Comme mesure additionnelle aux exigences du CNCBA, Ferme Berni (2001) inc. a décidé d'utiliser, dans le bâtiment d'élevage (excluant l'aire de service), des revêtements incombustibles en tôle d'acier pour tous les revêtements de murs intérieurs et extérieurs, des plafonds et de la toiture. Les poutres structurales en gros bois massif seront apparentes dans le bâtiment et sont considérées dans le calcul des charges combustibles (voir point 1).

4. Comme mesure additionnelle aux exigences du CNCBA, l'aire de service et la pouponnière ont été séparées de l'aire d'élevage par une séparation coupe-feu de 1 heure. Cette séparation permet d'isoler la zone ayant un risque plus élevé de déclenchement d'incendie puisque l'aire de service inclut les principales salles mécaniques et électriques du bâtiment. Des rideaux coupe-feu déroulants homologués 45 minutes avec fusibles automatiques ont été installés dans les ouvertures du mur coupe-feu, soit les portes d'homme ou la porte de garage comme illustré à la figure 2. Ferme Berni (2001) inc. a convenu de sceller toutes les conduites traversant une séparation coupe-feu ainsi que les joints de tout panneau métallique isolant en contact avec tout élément structural vis-à-vis la séparation coupe-feu à l'aide d'un mastic coupe-feu flexible.



Figure 2 – Mur coupe-feu avec porte déroulante

5. La grande majorité des bâtiments agricoles au Québec utilise des supports de plafond et de toiture en matériau combustible (bois) ainsi que de la cellulose soufflée pour isoler les plafonds des bâtiments d'élevage. Ce type de construction contribue à la propagation des flammes en cas d'incendie dans l'entretoit du bâtiment à l'ensemble de la structure. Comme mesure additionnelle aux exigences du CNCBA, Ferme Berni (2001) inc. a décidé d'utiliser, dans le bâtiment d'élevage (excluant l'aire de service et le corridor d'accès à la pouponnière), une structure en bois massif apparent supportant un revêtement métallique incombustible en panneau métallique isolé (PMI). Comme il n'y a pas d'entretoit, le risque de propagation des flammes dans l'entretoit est éliminé par rapport à un bâtiment agricole conventionnel tel qu'illustré sur la figure 3.



Figure 3 – Assemblage du panneau PMI sur la structure en bois massif

6. Les structures intérieures des aires d'élevage telles que les salles des robots de la grande majorité des bâtiments agricoles au Québec utilisent des composantes structurales en bois avec des revêtements de PVC. Ce type de construction contribue à la propagation des flammes en cas d'incendie à l'intérieur du bâtiment. Comme mesure additionnelle aux exigences du CNCBA, Ferme Berni (2001) inc. a décidé d'utiliser des murs en béton pour la salle des robots située au centre de l'aire d'élevage tel qu'illustré sur la figure 3. Le toit de la salle des robots est en panneau métallique isolé.
7. Suite à l'étude par la CNESST et aux recommandations du service de sécurité incendie, Ferme Berni (2001) inc. a accepté de munir les locaux techniques du bâtiment (salle des robots de traite, salle électrique, laiterie et salle mécanique) de détecteurs de chaleur afin de prévenir une propagation d'incendie. (Voir la décision de la CNESST en annexe 2)
8. Enfin, puisque la structure en bois massif et les poteaux en acier seront apparents et que l'environnement à l'intérieur de l'étable (présence d'un haut taux d'humidité) peut endommager les composantes en acier à long terme, il a été décidé de galvaniser les composantes en acier de la structure en bois massif et de les dissimuler le plus possible à l'intérieur des poutres de bois pour en réduire l'exposition à l'environnement de l'étable. Ces choix, bien que plus coûteux lors de la construction, assurent une longévité à l'ouvrage.

3.5 Conclusions

L'ensemble des consultants ayant participé à la conception ainsi que les autorités compétentes sont d'avis que le bâtiment agricole innovant proposé, même s'il n'inclut pas de compartimentation tous les 4800 m² dans l'aire d'élevage, représente une amélioration significative par rapport aux bâtiments agricoles construits selon les codes de construction présentement en vigueur. (Voir la décision de la CNESST en annexe 2)

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

Comme présenté en introduction, la grosseur moyenne des entreprises de production laitière ne cesse d'augmenter et de plus en plus de complexes laitiers de grandes dimensions seront construits au cours des prochaines années. Ferme Berni (2001) inc. possède une bonne réputation dans le secteur laitier québécois et il est fort probable que ce modèle de construction soit reproduit par d'autres entreprises agricoles.

L'expertise acquise au cours du développement de ce bâtiment agricole innovateur peut facilement être utilisée lors de la conception de nouveaux complexes laitiers.

Au cours de sa construction et depuis sa mise en service, beaucoup d'entrepreneurs et producteurs du secteur agricole ont contacté les propriétaires et les intervenants pour visiter et comprendre les innovations incorporées au bâtiment agricole. Une porte ouverte est prévue le 1^{er} décembre 2023 afin de permettre à toutes les personnes intéressées par ce secteur d'activité de venir visiter les installations.

Par ce chef-d'œuvre esthétique et environnemental, Ferme Berni (2001) inc. a pavé la voie au bois massif québécois et canadien afin qu'il soit davantage utilisé dans ce secteur névralgique qu'est la production laitière pour l'économie du Québec et du Canada.



Figure 4 – Présentation de l'étable de Ferme Berni (2001) inc.

3.7 Recommandations

Les coûts de construction d'une structure en bois massif québécois demeureront le principal obstacle au déploiement à grande échelle de ce type de bâtiment dans le secteur agricole. Le développement d'une innovation représente toujours des coûts et un risque plus important pour une entreprise que l'usage de technique conventionnel. Ce projet a été réalisé avec un échéancier extrêmement serré étant donné la situation globale de l'entreprise, des contraintes liées aux quotas de production et des contraintes liées aux conditions climatiques hivernales, mais il serait probablement avantageux, lorsque possible, d'allonger un peu l'échéancier afin d'éviter qu'un délai de conception, de manufacture ou d'approbation par les autorités compétentes ne soit un défi important par rapport à l'échéancier.

L'expertise acquise au cours du développement de ce bâtiment agricole innovateur peut facilement être utilisée lors de la conception de nouveau complexe laitier et en réduire les coûts de conception, les coûts de construction et les risques associés à l'approbation par l'ensemble des autorités compétentes. La structure principale de l'étable a été faite avec du bois massif ayant un grade commercial qui a un plus beau fini, mais qui est plus coûteux qu'un bois massif de grade commercial. Les murs de bout de l'étable ont été faits avec du bois massif de grade industriel, ce qui a déjà permis d'en réduire les coûts. Il serait probablement judicieux de considérer l'utilisation de bois massif de grade industriel pour l'ensemble de la structure de bois massif. Cette modification jumelée au gain d'expertise, et donc d'efficacité, lié à la conception de ce bâtiment innovateur pourra diminuer suffisamment les coûts pour permettre un déploiement à grande échelle dans le secteur agricole québécois et canadien.

4. Bibliographie

Gouvernement du Québec, Production laitière (lait de vache), <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/industrie-agricole-au-quebec/productions-agricoles/production-lait-vache>, page consultée le 14 novembre 2023.

Les Producteurs de lait du Québec, Sur la ferme, <https://lait.org/la-ferme-en-action/sur-la-ferme/>, page consultée le 14 novembre 2023.

Institut de la statistique du Québec – Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec, éditions 2008 à 2021.

Annexe 1

Calcul de dégagement de chaleur théorique : Structure en bois massif

Par Technorm, 31 octobre 2022

Calcul de dégagement de chaleur théorique Structure en bois massif du toit

Ferme Berni
481, 6e Rang, Sainte-Élizabeth-de-Warwick (Québec)
220292-001

31 octobre 2022, rév. 00

Préparé pour :

Ferme Berni (2001) inc.

Préparé pour : Ferme Berni (2001) inc.
481, 6^e Rang
Sainte-Élizabéth-de-Warwick (Québec) J0A 1M0

Préparé par : Technorm
5800, rue Saint-Denis, bureau 505
Montréal (Québec) H2S 3L5

Par :



Kristina Kincelova, ing. PRT
Conseillère technique
Codes et normes – Sécurité incendie



Émilie Hébert, ing.
Conseillère technique
Codes et normes – Sécurité incendie

Vérifié par :



Marc-André Langevin, ing., M. Ing., M. Sc. A.
Président

Index des révisions

N°	Date
0	31/10/2022

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	Portée du rapport	1
1.2	Limitations.....	1
1.3	Références	2
1.4	Réglementation	2
2	MISE EN CONTEXTE.....	3
3	MÉTHODOLOGIE	4
3.1	Caractéristiques générales du bois	4
3.2	Propagation de la flamme.....	4
3.3	Description de la charge combustible liée à la structure en bois	6
4	RÉSULTATS	11
4.1	Comparaison du volume de bois	11
4.2	Bois consommé lors d'un incendie	11
4.3	Calcul de dégagement de chaleur théorique	12
5	CONCLUSION.....	13
ANNEXE 1 : PRINCIPES DE DYNAMIQUE DU FEU		14
ANNEXE 2 : DIMENSIONS ET NOMBRE DES ÉLÉMENTS EN BOIS MASSIF PROJETÉS		18
ANNEXE 3 : DIMENSIONS ET NOMBRE DES ÉLÉMENTS À OSSATURE LÉGÈRE DE LA SOLUTION ACCEPTABLE		20
ANNEXE 4 : CALCULS DE DÉGAGEMENT DE CHALEUR THÉORIQUE		22

1 INTRODUCTION

La présente fait état d'une étude de calculs empiriques quant à la charge calorifique, afin de comparer le dégagement de chaleur théorique entre deux types de structures de bâtiments agricoles. La présente étude effectue donc une comparaison entre une structure en bois massif (solution de rechange) et une structure à ossature légère (solution acceptable).

1.1 Portée du rapport

Technorm a été mandatée pour effectuer les calculs de dégagement de chaleur pour la structure en bois massif du toit qui accompagnera une demande de mesures équivalentes, préparée par Consultants Lemay & Choinière inc., qui vise à permettre une construction combustible sans compartimentation dans un bâtiment agricole.

Nous avons réalisé des calculs théoriques basés sur des corrélations empiriques de la dynamique d'incendie.

1.2 Limitations

Les résultats présentés ci-après sont obtenus avec des configurations de structure spécifiques, afin de comparer les résultats entre une conception réalisée selon les solutions acceptables et celle proposée (solution de rechange). Toute modification proposée à la structure (c.-à-d. la charge combustible) prévue aux croquis pourrait engendrer des différences au niveau des résultats calculés.

Ce rapport fait partie de la demande destinée à l'intention de l'autorité compétente. Il n'a pas été préparé pour d'autres fins que ladite demande.

Notre analyse se limite au secteur du bâtiment identifié à la figure ci-dessous (voir Figure 1). Selon les informations obtenues, le secteur analysé (étable laitière) est isolé des autres parties du bâtiment par une séparation coupe-feu d'un degré de résistance au feu d'au moins 1 heure.

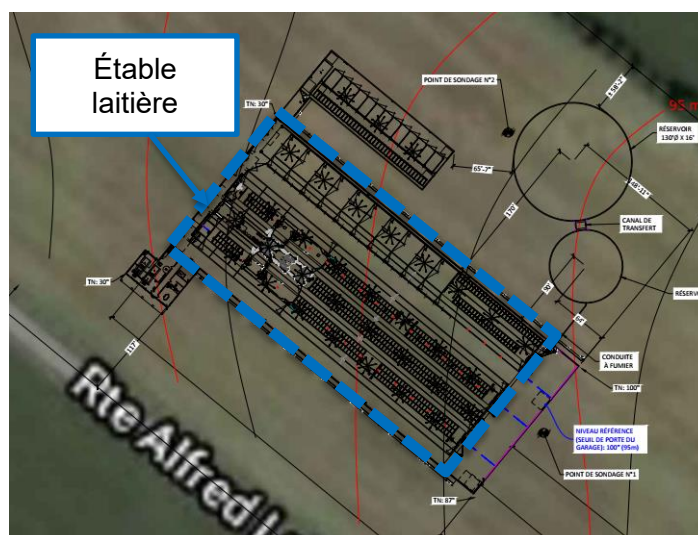


Figure 1 : Extrait du schéma de localisation – Identification du secteur étudié

1.3 Références

Ce rapport est basé sur les références suivantes reçues par Consultants Lemay & Choinière :

- la réunion de collecte d'information, tenue le 15 septembre 2022;
- les plans de structure du projet, reçus le 15 septembre 2022;
- les plans transmis d'une structure typique de fermes de toit en bois, reçus le 15 septembre 2022;

1.4 Réglementation

La ferme Berni est assujettie au *Règlement sur l'application d'un code du bâtiment – 1985* [R.R.Q., c. S-2.1, r. 0.1], lequel adopte et modifie le Code national du bâtiment – Canada 1985 [CNB 1985], lequel adopte par renvoi le Code canadien de construction des bâtiments agricoles 1983 du CACNB [CCCBA 1983].

La vérification de la conformité à cette réglementation ne fait pas partie du présent mandat.

2 MISE EN CONTEXTE

Lorsqu'un bâtiment agricole à faible occupation humaine autre qu'une serre et d'au plus un (1) étage de hauteur de bâtiment a une aire de plancher supérieure à 4 800 m² sur un étage, il doit être divisé en compartiments résistant au feu par des séparations coupe-feu verticales de construction incombustible ayant un degré de résistance au feu d'au moins 1 h, pour que chaque compartiment ait une superficie d'au plus 4 800 m² [CCCBA 1983, art. 3.1.1.2.].

Dans le cas qui nous intéresse, il est souhaité construire le bâtiment d'une nouvelle étable laitière. La structure du compartiment principal de l'étable laitière (voir Figure 2) sera de construction mixte, plus précisément, les colonnes seront principalement en acier et la structure de toit sera principalement en bois massif apparent (poutres et fermes de toit en lamellé-collé). Le concept architectural ne prévoit aucun entretoit contrairement à la majorité des bâtiments agricoles de ce type.

Le compartiment résistant au feu principal du bâtiment, c'est-à-dire l'aire ouverte de l'étable, représente une superficie d'environ 7 400 m² (> 4 800 m²). Pour les besoins de procédés industriels, il est nécessaire que l'étable forme une seule aire ouverte, sans séparations coupe-feu. Une telle configuration ne correspond pas à une solution acceptable dans la réglementation applicable. Afin d'éviter de diviser l'étable par des séparations coupe-feu, l'équipe de conception souhaite proposer une solution de rechange (équivalence de code) auprès de l'autorité compétente.

Il nous a été demandé d'effectuer un calcul du dégagement de chaleur théorique pour la structure de toit en bois massif dans le cadre du projet de demande de mesures équivalentes qui sera préparé par les ingénieurs de Consultants Lemay & Choinière. Le dégagement de chaleur théorique de la solution proposée (structure de toit en bois massif) sera comparé à celui d'une solution acceptable.

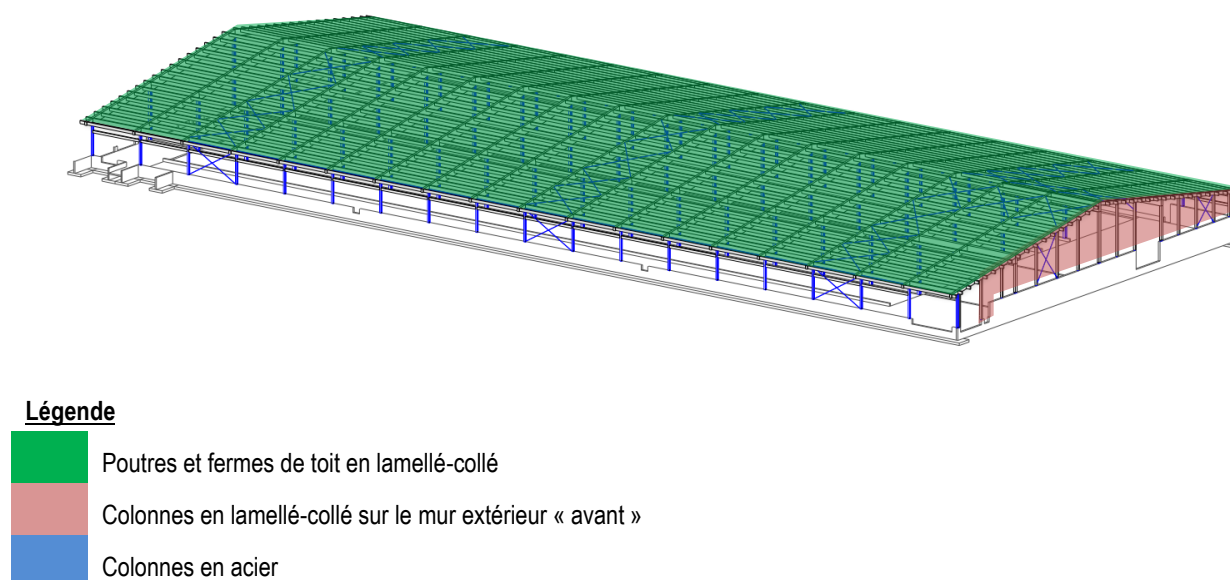


Figure 2 : Axonométrie générale de la solution proposée (compartiment principal)

3 MÉTHODOLOGIE

La méthode proposée consiste à effectuer un calcul du dégagement théorique de chaleur pour la solution acceptable et la solution de rechange et de comparer les résultats. Dans le cadre du projet, les éléments combustibles sont des poutres et des pannes de toit. Il ne s'agit pas d'éléments continus (tels que le platelage au toit) pour lesquels nous avons typiquement recours aux modélisations numériques. Le calcul de la charge combustible totale (exprimée en kg) des éléments combustibles exposés consiste donc à comparer la solution acceptable à celle de rechange, c'est-à-dire comparer deux cas de figure :

- **Solution acceptable** : un bâtiment agricole à ossature légère, formant un unique compartiment résistant au feu, dont l'aire est conforme aux limites du CCCBA (soit 4 800 m²);
- **Solution de rechange** : un bâtiment agricole en structure de bois massif (lamellé-collé), formant un unique compartiment résistant au feu dont la superficie (soit 7 800 m²) dépasse la limite établie dans le CCCBA.

Le calcul du dégagement théorique de chaleur (exprimé en MW) est relié, entre autres, à la propagation de la flamme sur les éléments de bois exposés, en comparant la quantité de bois brûlée de la solution acceptable à celle proposée. Les calculs sont à l'Annexe 4.

3.1 Caractéristiques générales du bois

Les différents éléments en bois, qui sont identiques entre la solution acceptable et la solution de rechange, ont les caractéristiques suivantes :

- Densité des panneaux d'OSB : 640 kg/m³;
- Densité des panneaux de contreplaqué : 576 kg/m³;
- Taux de carbonisation : 38 mm/h.

La valeur de densité du bois de construction retenue dans la solution acceptable est la suivante :

- Densité du bois ÉPS « dry » : 420 kg/m³.

La valeur de densité du bois de construction retenue dans la solution de rechange est la suivante :

- Densité du bois lamellé-collé : 500 kg/m³.

3.2 Propagation de la flamme

3.2.1 Indice de propagation de la flamme

Le bois utilisé dans la solution acceptable et la solution de rechange auront différents indices de propagation de la flamme (IPF).

Dans la solution acceptable, les éléments en bois apparents peuvent avoir un IPF d'au plus 150.

Pour certains éléments en bois massif (poutres de toit et colonnes), nous ne disposons donc pas de résultats d'essai CAN/ULC-S102 à ce stade-ci du projet. Une hypothèse conservatrice consistant à

considérer l'IPF de 150 pour de tels éléments a été donc retenue. Les poutres de toit et les colonnes représentent 54 % du poids des éléments en bois dans la solution de rechange.

Lorsqu'un IPF inférieur à 150 est considéré, c'est-à-dire les pannes de toit et les poutres secondaires qui ont un IPF de 30 dans le cas à l'étude, il s'agit de données qui découlent des résultats d'essai de la norme CAN/ULC-S102 fournis par le fournisseur pour le NORDIC LAM+ (produit spécifié aux plans de structure). Les pannes de toit et les poutres secondaires représentent 46 % du poids des éléments en bois dans la solution de rechange.

Voici les données retenues pour les calculs :

- IPF dans la solution acceptable : 150;
- IPF dans la solution de rechange : 95 (46 % Nordlam [IPF de 30], 54 % Art Massif [non testé, donc IPF de 150]).

3.2.2 Vitesse théorique de propagation de la flamme

Il est possible d'obtenir une valeur théorique pour la vitesse de propagation de la flamme par calcul en relation avec l'essai en tunnel Steiner. L'essai CAN/ULC-S102 est basé sur la notion que le chêne rouge possède un IPF de 100, alors que le panneau d'amiante a un IPF de 0. Pour des matériaux ayant un indice de propagation de la flamme qui n'est pas extrêmement rapide (une autre formule serait utilisée si le matériau était de l'uréthane, dont l'IPF peut excéder 500), l'IPF est calculé de la façon suivante :

$$IPF = 1,85 \times A_t \quad \text{si } A_t \leq 29,7 \text{ m} \times \text{min} \quad [1]$$

$$IPF = 1\,640 / (59,4 - A_t) \quad \text{si } A_t > 29,7 \text{ m} \times \text{min} \quad [2]$$

« A_t » représente l'aire sous la courbe du graphique obtenue lors de l'essai. Pour les matériaux qui ont un IPF > 55, l'équation n° 2 est utilisée. Pour ceux dont l'IPF est inférieur à cette valeur, l'équation n° 1 est alors utilisée.

Pour un matériau ayant un indice de propagation de la flamme de 150 (comme permis pour les murs intérieurs), l'aire sous la courbe (A_t) est de l'ordre de 48,5 m x min.

Pour un matériau ayant un indice de propagation de la flamme de 100, l'aire sous la courbe (A_t) est de l'ordre de 43 m x min.

Soulignons également que, dans le cas du chêne rouge (IPF de 100, matériau de référence), la vitesse de la flamme pour se rendre au point maximum (distance) dans le tunnel d'essai (entre le début de l'essai et l'atteinte de cette distance) est de l'ordre de 1,25 m/min. En utilisant cette valeur comme référence, le Tableau 1 indique une approximation théorique des vitesses de la flamme pour des matériaux ayant différentes valeurs d'IPF.

IPF	Vitesse de la flamme (m/s)
150	1,41
100	1,25
95	1,23
50	0,79
30	0,51
25	0,43

Tableau 1 : Vitesses théoriques de la flamme en fonction de la valeur de l'IPF

Ces « valeurs » sont théoriques et n'ont pour but que de comparer la solution acceptable et la solution de rechange dans les endroits où aucune modélisation d'incendie n'a été effectuée. Cette comparaison ne doit pas être vue comme étant la réalité lors d'un véritable feu dans un compartiment local, mais bien comme la comparaison entre deux (2) matériaux avec des résultats d'essais dérivés en tunnel Steiner. Par exemple, nous supposons ici que la carbonisation du bois débute aussitôt que la flamme se propage sur la surface alors qu'en réalité, le phénomène de carbonisation n'arrive pas au même moment que le front de flamme dans l'essai en tunnel Steiner (CAN/ULC-S102).

3.3 Description de la charge combustible liée à la structure en bois

Le poids total d'éléments combustibles en bois est estimé pour chacune des solutions. La quantité de bois dans la solution acceptable et la solution proposée est ensuite convertie en une surface d'une épaisseur de 38 mm. Cette conversion est basée sur le taux de carbonisation du bois qui est de 38 mm/heure (voir l'Annexe 1). Le poids total d'éléments combustibles en bois correspond aux éléments présentés à l'item 3.3.2 (solution acceptable) et à l'item 3.3.1 (solution de rechange) du présent rapport.

Dans la solution acceptable ainsi que dans la solution de rechange, le calcul prend en compte uniquement les éléments en bois et exclut d'autres matériaux (ex. : isolant soufflé, pare-vapeur, etc.) ou remplace les autres matériaux par des éléments en bois (contreplaqué à la place d'un panneau de PVC).

Les murs latéraux ne comportent aucun revêtement (toile de ventilation complètement ouverte en été et fermée en hiver). Les murs latéraux ne sont donc pas pris en compte dans le calcul de la charge combustible.

Notez que les revêtements intérieurs combustibles présents tels que les toiles de ventilation des murs latéraux ou les panneaux translucides, ne sont pas pris en compte dans nos calculs. Ceux-ci pourraient se trouver autant dans la solution acceptable que la solution de rechange.

3.3.1 Solution de rechange

La structure en bois massif à l'étude aura une superficie de 7 400 m², correspondant à la superficie réelle de l'étable prévue dans le projet faisant l'objet de la solution de rechange. Les éléments en bois sont présents dans la composition du toit et dans le mur porteur extérieur « avant », comme présenté à la section 2 (voir Figure 2).

Dans le cas qui nous intéresse, la solution proposée (structure en bois massif) prévoit les éléments combustibles suivants :

Élément de construction	Dimensions	IPF
Structure de toit [voir en vert à la Figure 2]		
Poutres de toit (PTR-03 à PTR-08)	Variables, voir l'Annexe 2	95
Poutres secondaires (PTR-01 et PTR-02)	Représente 54 % du poids de la structure du toit	
Poutrelles secondaires (PTR-11 et PTR-12)	Variables, voir l'Annexe 2	
Pannes de toit (PTR-09)	Représente 46 % du poids de la structure du toit	
Plafond		
Revêtement intérieur de finition	Aucun ⁽¹⁾	-
Mur porteur extérieur « avant » [voir en rouge à la Figure 2 et à la Figure 3 (a)]		
Colonnes en lamellé-collé	175 mm x 278 mm 365 mm x 243 mm Hauteur variable, voir l'Annexe 2	150
Revêtement intérieur de finition	Aucun ⁽¹⁾	-
Mur porteur extérieur « arrière » [voir Figure 3 (b)]		
Revêtement intérieur de finition	Aucun ⁽¹⁾	-

Note 1 : Selon l'information obtenue, les panneaux métalliques isolés (PMI) sont apparents, et donc le plafond ainsi que les murs « avant » et « arrière » du bâtiment d'étable ne comportent pas d'autre revêtement intérieur de finition dans la solution de rechange (voir Figure 3).

Tableau 2 : Éléments combustibles considérés (solution de rechange)

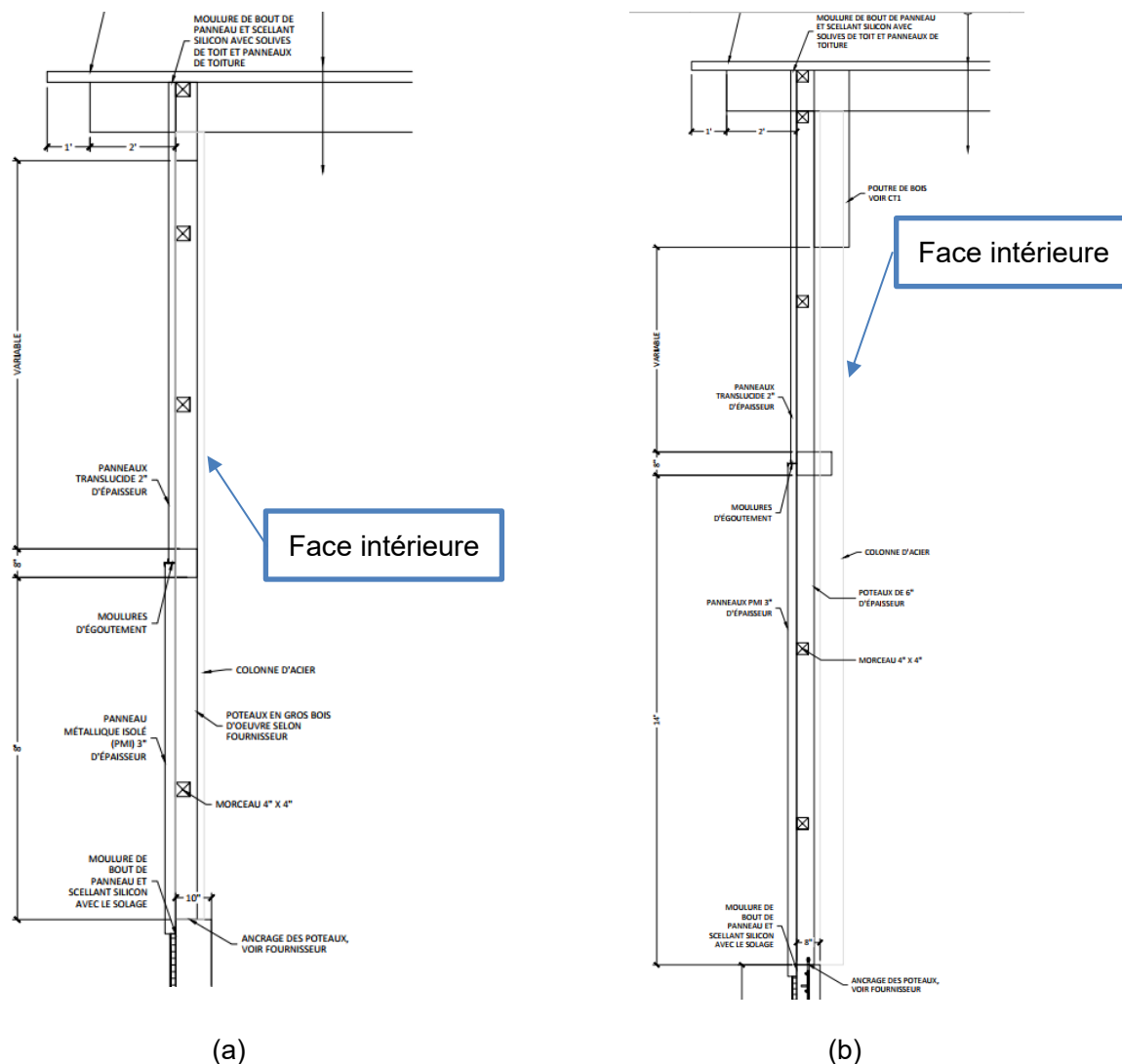


Figure 3 : Extrait des plans – Coupe de murs (a) « avant »; (b) « arrière »

3.3.2 Solution acceptable

Le bâtiment agricole typique à ossature légère aura une superficie de 4 800 m², correspondant à la superficie maximale d'un (1) compartiment résistant au feu dans une solution acceptable.

Nos calculs pour la solution acceptable sont basés sur les données d'un bâtiment agricole type avec une structure en bois, qui nous ont été fournies par M. Yves Roy, ing. de Consultants Lemay & Choinière.

La charge combustible en bois correspondant à la structure d'un bâtiment agricole typique à ossature légère est obtenue à partir des plans d'un bâtiment de dimensions 200 pi x 124 pi (soit une aire de compartiment résistant au feu de 2 300 m²). Un facteur de 2,08 sera appliqué au volume du bois calculé pour une étable d'une aire de 2 300 m² afin d'obtenir le volume du bois présent dans la solution acceptable (2 300 m² x 2,08 = 4 800 m²).

Nous posons comme hypothèse que dans le bâtiment typique, les éléments en bois sont présents dans la composition du toit et dans les murs porteurs extérieurs « avant » et « arrière » (voir Figure 4).

La solution acceptable (ossature légère) prévoit donc les éléments combustibles suivants :

Élément de construction	Dimensions	IPF
Structure de toit (voir en vert à la Figure 4)		
Lattes de clouage	2" x 4" à 16" centre à centre	150
Fermes de toit	Variables, voir poids à l'Annexe 3	150
Plafond (voir en vert à la Figure 4)		
Lattes de clouage	2" x 4" à 16" centre à centre	150
Panneau OSB	Épaisseur ½"	150
Revêtement intérieur en contreplaqué ⁽¹⁾	Épaisseur 1"	150
Murs porteurs extérieurs « avant » et « arrière » (voir en rouge à la Figure 4)		
Colombage	2" x 6" à 24" centre à centre	150
Panneau OSB	Épaisseur 7/16"	150
Lattes de clouage	1" x 4" à 24" centre à centre 2 épaisseurs	150
Revêtement intérieur en contreplaqué ⁽¹⁾	Épaisseur 1"	150
Note 1 : Un revêtement intérieur en contreplaqué d'épaisseur 1" (IPF de 150) a été considéré comme revêtement intérieur de finition dans la solution acceptable. Bien que les données génériques pour la solution acceptable qui nous ont été transmises indiquent un revêtement intérieur de PVC, il serait théoriquement possible d'y prévoir un revêtement intérieur en bois. Il est à noter que l'intégration d'un revêtement intérieur de finition en bois n'a pas d'influence sur le dégagement de chaleur calculé pour la solution acceptable. Il a toutefois une incidence sur le volume total de bois de la solution acceptable. Ainsi, si on ne considère pas le volume de bois des revêtements intérieurs de finition, le volume de bois de la solution acceptable serait inférieur à celui de la solution de rechange (voir item 4.1).		

Tableau 3 : Éléments combustibles considérés (solution acceptable)

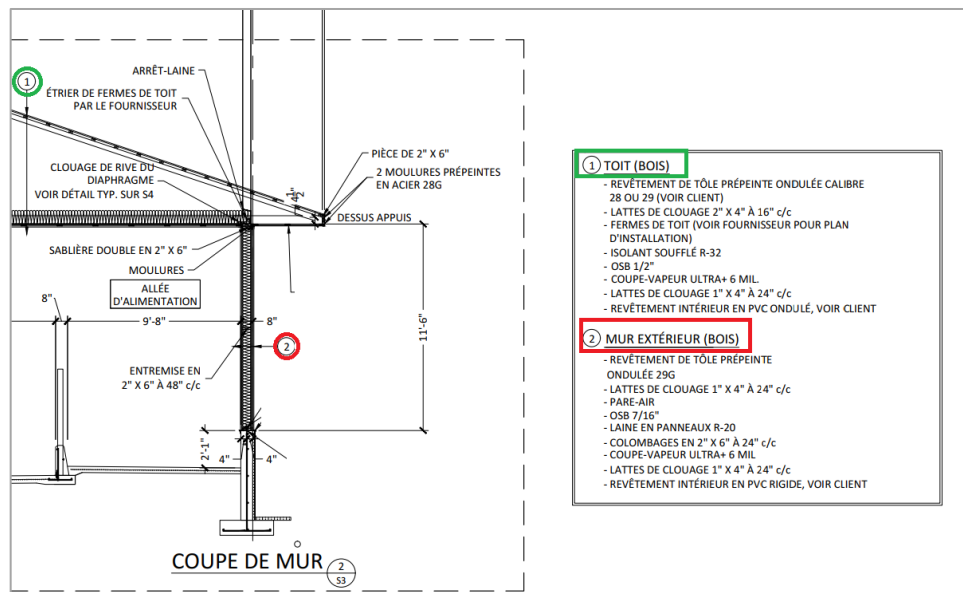


Figure 4 : Extrait des plans (composition typique d'un toit et du mur extérieur)

4 RÉSULTATS

4.1 Comparaison du volume de bois

Nous avons effectué un calcul du volume de bois correspondant à la structure en bois présente dans la solution acceptable et dans la solution de rechange, dans le compartiment résistant au feu représentant l'étable.

Le volume de bois de la solution de rechange représente les éléments en bois qui figurent à l'Annexe 2. Le volume de bois de la solution acceptable représente les éléments en bois qui figurent à l'Annexe 3.

Volume de bois présent dans le compartiment résistant au feu			
	Volume des cloisons/colonnes en bois présent	Volume des éléments du toit en bois présent	Volume total de bois présent
Solution acceptable	44 m ³	601 m ³	645 m ³
Solution de rechange	5 m ³	626 m ³	631 m ³

Tableau 4 : Tableau comparatif du volume de bois présent dans le compartiment résistant au feu

Nous pouvons donc constater que le volume de bois apparent présent pour la solution de rechange est inférieur à celui de la solution acceptable.

4.2 Bois consommé lors d'un incendie

Le volume de bois consommé théoriquement lors d'un incendie dans l'étable, en vertu de la solution acceptable théorique, sera comparé à celui de la solution de rechange proposée. Les calculs sont basés sur un incendie d'une durée de 1 heure et d'un taux de carbonisation du bois de 38 mm/h (1,5 po/h). Ce taux de carbonisation dépend du fait que le compartiment est déjà embrasé; c'est pourquoi les calculs sont considérés comme étant conservateurs, en raison de l'utilisation d'un taux de carbonisation constant dans le temps.

Le calcul du bois consommé lors d'un incendie pour la solution acceptable et la solution de rechange est présenté à l'Annexe 4.

Volume de bois consommé dans le compartiment résistant au feu lors d'un incendie de 60 min			
	Volume des cloisons/murs en bois consommé	Volume du revêtement de bois du toit consommé	Volume total de bois consommé (cloisons et toit)
Solution acceptable	9,5 m ³	9,5 m ³	19 m ³
Solution de rechange	3 m ³	8 m ³	11 m ³

Tableau 5 : Tableau comparatif du volume de bois consommé lors d'un incendie de **60 min**

Nous pouvons donc constater que le volume théorique de bois consommé pour la solution de rechange est inférieur au volume de bois qui se carbonise dans la solution acceptable.

4.3 Calcul de dégagement de chaleur théorique

Les calculs des charges combustibles de la solution acceptable et de la solution de rechange sont basés sur un incendie d'une durée de 1 heure.

Les calculs du dégagement de chaleur effectués ne représentent pas un incendie réel. Il s'agit d'un calcul purement théorique ayant pour but de comparer la puissance d'un incendie pour la solution acceptable à celle de la solution de rechange proposée et basée, entre autres, sur un « indice de propagation de la flamme » qui est relié à un essai normalisé en tunnel Steiner. Ainsi, nous avons « simulé » que le bois présent était représenté sous la forme d'un tunnel, basé sur le principe du tunnel d'essai de la norme CAN/ULC-S102, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus en fonction des caractéristiques (indice de propagation de la flamme, vitesse de propagation de la flamme, densité) du bois de construction de la solution acceptable et de celles des éléments de structure en bois massif de la solution de rechange.

Le calcul du dégagement de chaleur dans le compartiment résistant au feu pour la solution acceptable et la solution de rechange est présenté à l'Annexe 4.

Le tableau ci-dessous permet de comparer le dégagement de chaleur produit par la solution de rechange avec celui de la solution acceptable du Code.

Tableau récapitulatif du dégagement de chaleur dans le compartiment résistant au feu			
	Dégagement de chaleur pour les murs/colonnes en bois	Dégagement de chaleur du toit en bois	Chaleur totale dégagée
Solution acceptable	23 MW	23 MW	46 MW
Solution de rechange	7 MW	20 MW	27 MW

Tableau 6 : Tableau récapitulatif – Dégagement de chaleur

Le dégagement de chaleur de la solution de rechange est inférieur à celui de la solution acceptable.
--

5 CONCLUSION

Les valeurs du volume de bois apparent, du volume de bois consommé en 1 h et du dégagement de chaleur en 1 h sont inférieures dans la solution de rechange par rapport à celles de la solution acceptable. Malgré la taille du compartiment résistant au feu de 7 400 m² (> 4 800 m²), la structure en bois de la solution de rechange ne représente pas un dégagement de chaleur supérieur à celui de la solution acceptable.

ANNEXE 1 : PRINCIPES DE DYNAMIQUE DU FEU

1. Développement de l'incendie

Le développement d'un incendie prenant naissance à l'intérieur d'une pièce ou d'un local peut être divisé en cinq (5) étapes. À noter que celles-ci pourraient ne pas toutes survenir, selon les diverses conditions qui sont présentes ou non. La progression d'un incendie peut être divisée selon les étapes suivantes :

- a. allumage;
- b. croissance;
- c. embrasement;
- d. incendie pleinement développé;
- e. décroissance.

Les deux (2) premières étapes d'un incendie ne sont pas dommageables pour la structure du bâtiment, mais peuvent devenir problématiques pour les occupants. Des dommages thermiques aux biens (ex. : meubles, etc.) par la fumée et la suie se produisent dans les locaux au cours de cette période.

À ce stade, l'incendie est relativement petit et les températures relativement basses (voir la Figure 5). S'il y a suffisamment d'apports d'air frais (oxygène) et de combustibles présents, les étapes subséquentes de l'incendie peuvent se produire.

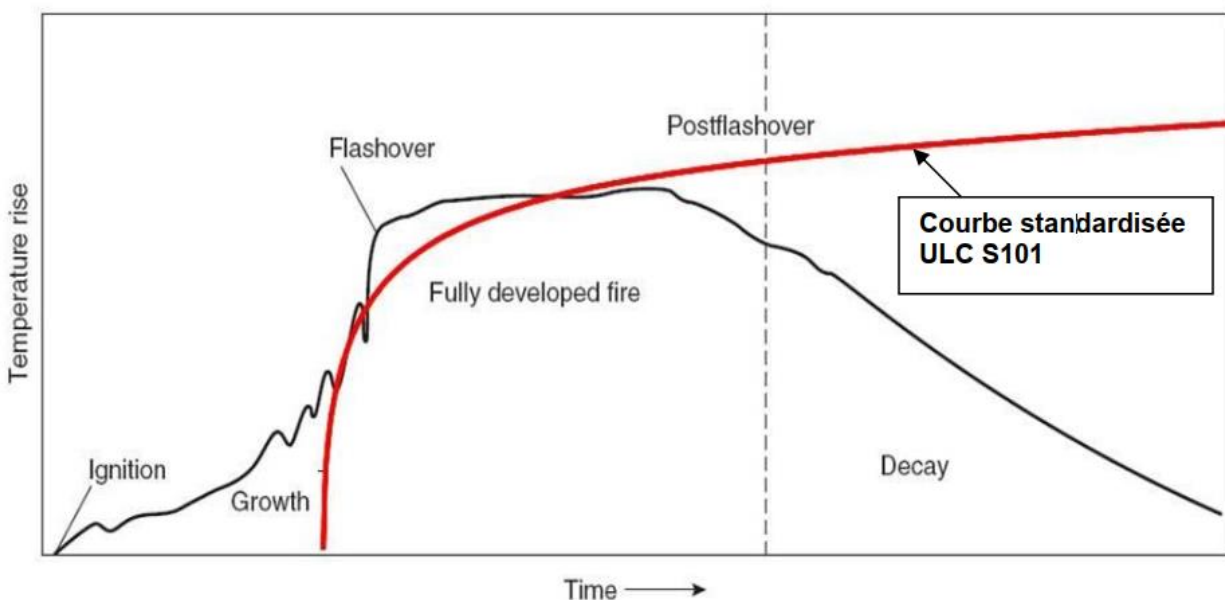


Figure 5 : Développement d'un incendie et superposition de la courbe de température d'essai ASTM E119/ULC-S101 (source : SFPE HB, 3^e éd., page 3-172)

La troisième phase est l'une des plus critiques dans tout incendie à l'intérieur d'un compartiment. Il s'agit de l'embrasement général (*flashover*). Un embrasement se traduit par une très haute température au niveau du plafond ($\approx 600\text{ }^{\circ}\text{C}$) et une importante radiation vers le plancher ($\approx 20\text{ kW/m}^2$)^{1,2}. À ce moment, tous les éléments combustibles à l'intérieur du compartiment (local/pièce) s'allument, compte tenu des conditions ambiantes extrêmes. C'est à cette étape de l'incendie que l'on constate que les flammes sortent par les fenêtres pour aller « chercher » de l'oxygène à l'extérieur du local/compartiment. C'est également à cette phase que les caractéristiques de combustion superficielle des matériaux des murs et des plafonds entrent en considération. C'est à cette étape d'embrasement général qu'il y a allumage des matériaux de revêtement intérieur de finition.

La quatrième phase est celle d'un feu pleinement établi à l'intérieur du compartiment ou des différents compartiments (*postflashover*). Cette phase de l'incendie est la plus destructrice et la plus dommageable à la construction et à la structure de l'immeuble (c.-à-d. que les températures peuvent atteindre plus de $1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans certains cas). Les essais de résistance au feu normalisés en fournaise (c.-à-d. norme ASTM E119 ou CAN/ULC-S101) sont basés sur cette étape de l'incendie afin de soumettre les éléments de construction à de très hautes températures. Notons qu'après deux heures d'essai, la température dans la fournaise est de $1\,010\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Finalement, après un certain temps, le combustible commence à manquer à l'intérieur du compartiment et il s'ensuit une décroissance de l'incendie.

2. Effets des revêtements combustibles dans une construction incombustible requise

Un revêtement combustible sur les murs (et les plafonds) se comportera de la façon suivante lors d'un incendie débutant dans un local ou une pièce :

- il s'allumera;
- il propagera la flamme;
- il dégagera des fumées;
- il produira de la chaleur, et donc, augmentera la température dans le local.

3. Chaleur produite

L'énergie calorifique du bois est de l'ordre de $17,5\text{ MJ/kg}$ (ΔH_T) lorsque 100 % de la combustion est atteinte. En réalité, le bois ne brûle jamais à 100 %; son énergie calorifique effective (ΔH_c) est de l'ordre de 13 MJ/kg selon son taux d'humidité et l'essence du bois (voir la Figure 6). L'utilisation de la valeur de $17,5\text{ MJ/kg}$ est donc conservatrice dans nos calculs.

¹ D. Drysdale. *An Introduction to Fire Dynamics*, 2^e édition, 1985.

² R. Cluster. *NFPA Fire Protection Handbook*, 20^e édition, Chapter 4 – Section 2, “Dynamics of compartment fire growth.”

Table 3-4.14 Yields of Fire Products and Chemical, Convective, and Radiative Heats of Combustion for Well-Ventilated Fires^a (Continued)

Material	ΔH_T (kJ/g)	y_{CO_2}	y_{CO}	y_{ch}	y_s	ΔH_{ch}	ΔH_{con}	ΔH_{rad}
		(g/g)				(kJ/g)		
Natural materials								
Tissue paper	—	—	—	—	—	11.4	6.7	4.7
Newspaper	—	—	—	—	—	14.4	—	—
Wood (red oak)	17.1	1.27	0.004	0.001	0.015	12.4	7.8	4.6
Wood (Douglas fir)	16.4	1.31	0.004	0.001	—	13.0	8.1	4.9
Wood (pine)	17.9	1.33	0.005	0.001	—	12.4	8.7	3.7
Corrugated paper	—	—	—	—	—	13.2	—	—
Wood (hemlock) ^b	—	—	—	—	0.015	13.3	—	—
Wool 100% ^b	—	—	—	—	0.008	19.5	—	—

 Figure 6 : Extrait du SFPE « Handbook of Fire Protection Engineering »,
 Section 3 – Chapter 4, 2002

La chaleur produite lorsque le bois brûle est aussi reliée au phénomène de carbonisation du bois (pyrolyse). Lorsque le bois brûle, il se forme une « croûte » qui devient, en quelque sorte, une couche isolante pour le bois sain sous-jacent (voir la Figure 7).

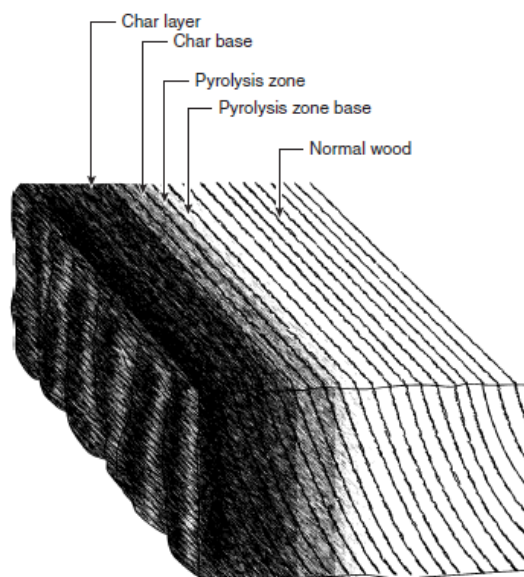


Figure 4-11.2. Degradation zones in a wood section.

Figure 7 : Extrait du SFPE « Handbook of Fire Protection Engineering », Section 4 – Chapter 11, 2002

Le taux de carbonisation du bois « standard », lorsque soumis à l'essai CAN/ULC-S101 (ou ASTM E119), est de l'ordre de 1,5 po/h³⁻⁴ (38 mm/h). Ce taux de carbonisation est atteint lorsque le compartiment est sous l'effet d'un embrasement généralisé. Il s'agit donc d'une valeur « maximale » lorsque l'étape 3 de l'incendie est atteinte.

³ "Calculation of the fire Resistance of Exposed Wood Members – Technical Report 10," American Forest & Paper Association, 2003.

⁴ "Handbook of Fire Protection Engineering," SFPE, Section 4 – Chapter 11, p. 4-260, 2002.

Il est donc possible de calculer la chaleur produite par le bois qui brûle en calculant la surface de bois en pyrolyse (en utilisant l'indice de propagation de la flamme comme point de comparaison et le scénario d'un incendie qui dure « 1 heure », comme requis pour le degré de résistance au feu des séparations coupe-feu). La solution de rechange sera comparée à la solution acceptable d'un point de vue théorique.

ANNEXE 2 : DIMENSIONS ET NOMBRE DES ÉLÉMENTS EN BOIS MASSIF PROJÉTÉS

Nom	Matériau	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Nombre	Volume (m³)
PTR01	2&BTR	7 315	130	92	19	1,66
PTR02	2&BTR	7 315	130	312	19	5,64
PTR03	EP 20f-e	1 219	315	416	38	6,07
PTR03_E-D	EP 20f-e	13 156	315	416	1	1,72
PTR03_D-C	EP 20f-e	16 925	315	416	1	2,22
PTR03_C-B	EP 20f-e	12 450	315	416	1	1,63
PTR03_B-A	EP 20f-e	15 685	315	416	1	2,06
PTR04 (E-D)	EP 20f-e	13 156	315	729	18	54,4
PTR05 (C-B)	EP 20f-e	12 450	315	798	18	56,3
PTR06 (B-A)	EP 20f-e	15 685	315	902	18	80,2
PTR07 (D-C)	EP 20f-e	16 925	315	1 110	18	106
PTR08	EP 20f-e	14 630	365	1 215	3	19,5
PTR09	Nordic Lam	7 315	137	394	627	247
PTR09	Nordic Lam	609	137	394	70	2,30
PTR11	Nordic Lam	7 315	137	546	38	20,8
PTR12	Nordic Lam	7 315	215	292	38	17,5
Total :						626

Tableau 7 : Dimensions des poutres et des fermes de toit

Type de colonne	Longueur (mm)	Longueur (mm)	Hauteur (mm)	Volume (m³)
Col-05	4 445	175	278	0,216
	5 181,6	175	278	0,252
	4 064	175	278	0,198
Col-06	4 521,2	365	243	0,401
	5 232,4	175	278	0,255
	5 943,6	175	278	0,289
	6 654,8	175	278	0,324
	7 366	365	243	0,653
	6 756,4	175	278	0,329
	6 146,8	365	243	0,545
	5 257,8	365	243	0,466
	4 673,6	175	278	0,227
	4 064	175	278	0,198
	3 479,8	175	278	0,169
	2 946,4	175	278	0,143
Total :				4,66

Tableau 8 : Dimensions des colonnes du mur extérieur « avant »

ANNEXE 3 : DIMENSIONS ET NOMBRE DES ÉLÉMENTS À OSSATURE LÉGÈRE DE LA SOLUTION ACCEPTABLE

Emplacement	Nom	Nombre	Poids unitaire (lb)	Poids total (kg)
Fermes	A1	167	182	13 786
	A1E	2	267	242
	A1F	4	268	486
	A2	28	128	1 626
	A2E	1	178	81
	B1	69	359	11 236
	B1E	1	596	270
	B1F	2	612	555
	B2	28	409	5 195
	B2E	1	682	309
	C1	97	205	9 020
	C1E	4	259	470
	D1	9	150	612
	D1E	1	124	56
	D2	6	153	416
	D3	4	153	278
	D3F	1	204	93
	Contreventements	88	20	798
	Lattes de clouage (espacement 16")	300	291	39 629
Plafond	OSB ½ "	1	41 333	18 748
	Lattes de clouage (espacement 24")	100	145	6 605
	Contreplaqué 1"	1	74 400	33 747
Total (2 300 m²) :				144 259
Total (4 800 m²) :				300 540

Tableau 9 : Poids de la structure du toit (solution acceptable)

Nom	Nombre	Poids unitaire (lb)	Poids total (kg)
Colombage	124	25	1 413
Lattes de clouage @ 24"	124	8	471
Lattes de clouage @ 24"	124	8	471
Contreplaqué 1"	2	4 278	3 881
OSB 7/16"	2	4 753	4 312
Total (2 300 m ²) :			10 548
Total (4 800 m ²) :			21 974

Tableau 10 : Poids de la structure des murs extérieurs (solution acceptable)

ANNEXE 4 : CALCULS DE DÉGAGEMENT DE CHALEUR THÉORIQUE

1. Solution acceptable

Calculs pour le toit

Les données suivantes sont utilisées pour déterminer la surface de bois équivalente pour les éléments de toit :

- poids du bois présent : 300 540 kg (voir l'Annexe 3);
- densité du bois : 500 kg/m³;
- volume du bois présent : 601 m³;
- surface de bois équivalente (épaisseur 38 mm) : 15 819 m².

Les données suivantes sont utilisées pour le dégagement de chaleur du toit :

- taux de carbonisation : 38 mm/h (donc l'épaisseur de la surface équivalente se consume totalement en 1 h);
- vitesse de propagation de la flamme : 1,41 m/min (donc propagation de 84,6 m en 60 min);
- superficie brûlée (basée sur 3 m de hauteur de mur) : 84,6 m x 3 m = 253,8 m² (< 15 819 m², soit la superficie du bois équivalente présente dans la solution acceptable);
- épaisseur brûlée (en 1 h) : 38 mm;
- volume de bois brûlé : 9,6 m³;
- densité du bois : 500 kg/m³;
- poids de bois brûlé : 4 822 kg;
- pouvoir calorifique maximal du bois : 17 MJ/kg;
- énergie dégagée : 81 977 MJ;
- puissance d'incendie théorique (basée sur 1 h de dégagement) : **23 MW**.

Calculs pour les murs extérieurs « avant » et « arrière »

Les données suivantes sont utilisées pour déterminer la surface de bois équivalente pour les éléments des murs extérieurs :

- poids du bois présent : 21 974 kg (voir l'Annexe 3);
- densité du bois : 500 kg/m³;
- volume du bois présent : 44 m³;
- surface de bois équivalente (épaisseur 38 mm) : 1 157 m².

Les données suivantes sont utilisées pour le dégagement de chaleur des murs extérieurs :

- taux de carbonisation : 38 mm/h (donc l'épaisseur de la surface équivalente se consume totalement en 1 h);

- vitesse de propagation de la flamme : 1,41 m/min (donc propagation de 84,6 m en 60 min);
- superficie brûlée (basée sur 3 m de hauteur de mur) : $84,6 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 253,8 \text{ m}^2$ ($< 1\,157 \text{ m}^2$, soit la superficie du bois équivalente présente dans la solution acceptable);
- épaisseur brûlée (en 1 h) : 38 mm;
- volume de bois brûlé : $9,6 \text{ m}^3$;
- densité du bois : 500 kg/m^3 ;
- poids de bois brûlé : 4 822 kg;
- pouvoir calorifique maximal du bois : 17 MJ/kg;
- énergie dégagée : 81 977 MJ;
- puissance d'incendie théorique (basée sur 1 h de dégagement) : **23 MW**.

Dégagement de chaleur total pour les murs et le toit de la solution acceptable : 46 MW.

2. Solution de rechange

Calculs pour le toit (IPF de 95)

Les données suivantes sont utilisées pour déterminer la surface de bois équivalente pour les éléments de toit :

- volume du bois présent : 626 m^3 (voir l'Annexe 2);
- surface de bois équivalente (épaisseur 38 mm) : $16\,475 \text{ m}^2$.

Les données suivantes sont utilisées pour le dégagement de chaleur du toit :

- taux de carbonisation : 38 mm/h (donc l'épaisseur de la surface équivalente se consume totalement en 1 h);
- vitesse de propagation de la flamme : 1,23 m/min (donc propagation de 73,9 m en 60 min);
- superficie brûlée (basée sur 3 m de hauteur de mur) : $73,9 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 221,7 \text{ m}^2$ ($< 16\,475 \text{ m}^2$, soit la superficie du bois équivalente présente dans la solution de rechange);
- épaisseur brûlée (en 1 h) : 38 mm;
- volume de bois brûlé : $8,4 \text{ m}^3$;
- densité du bois : 500 kg/m^3 ;
- poids de bois brûlé : 4 213 kg;
- pouvoir calorifique maximal du bois : 17 MJ/kg;
- énergie dégagée : 71 626 MJ;
- puissance d'incendie théorique (basée sur 1 h de dégagement) : **20 MW**.

Calculs pour le mur extérieur (IPF de 150)

Les données suivantes sont utilisées pour déterminer la surface de bois équivalente pour les éléments du mur extérieur :

- volume du bois présent : 4,7 m³ (voir l'Annexe 2);
- surface de bois équivalente (épaisseur 38 mm) : 76,8 m².

Les données suivantes sont utilisées pour le dégagement de chaleur des murs extérieurs :

- taux de carbonisation : 38 mm/h (donc l'épaisseur de la surface équivalente se consume totalement en 1 h);
- vitesse de propagation de la flamme : 1,41 m/min (donc propagation de 84,6 m en 60 min);
- superficie brûlée (basée sur 3 m de hauteur de mur) : 84,6 m x 3 m = 253,8 m² (cette valeur sera toutefois limitée à 76,7 m², soit la superficie du bois équivalente présente dans la solution de rechange);
- épaisseur brûlée (en 1 h) : 38 mm;
- volume de bois brûlé : 2,9 m³;
- densité du bois : 500 kg/m³;
- poids de bois brûlé : 1 458 kg;
- pouvoir calorifique maximal du bois : 17 MJ/kg;
- énergie dégagée : 24 787 MJ;
- puissance d'incendie théorique (basée sur 1 h de dégagement) : **6,9 MW**.

Dégagement de chaleur total pour les lattes et le placage de bois de la solution de rechange : 27 MW.

Annexe 2

Réponse de la CNESST suite à la demande de mesure différente de la Ferme Berni (2001) inc.

Par la CNESST, 3 février 2023

Montréal, le 3 février 2023

Monsieur Yves Roy, ingénieur
Consultants Lemay et Choinière inc.
95A, route 235, bureau 200
Ange-Gardien (Québec) J0E 1E0

Objet : Réponse à votre demande de mesure différente pour la Ferme Bernier

V. réf. : CLC 2020.266 – Ferme Berni (2001) inc.

**N. réf. : CNESST demande de mesure différente no 2022-186 Ferme Bernier, Warwick
Proposition du 2 novembre 2022, reçue le 3 novembre 2022**

Monsieur,

Nous avons reçu votre proposition de mesure différente pour la construction d'un bâtiment agricole d'une aire supérieure à 4 800 mètres carrés (m²) pour l'élevage de bovins laitiers dans la Ferme Berni (2001) inc. (ENL85178094, ETA encore inexistant à ce jour) au 367 de la route Alfred-Laliberté à Sainte-Élisabeth-de-Warwick (Québec), J0A 1M0, lot 4 904 868 du cadastre rénové du Québec.

Réglementation

En vertu de la Loi sur la santé et la sécurité du travail L.R.Q. chapitre S-2.1 (LSST), ce bâtiment agricole à faible occupation humaine sera un lieu de travail, notamment un établissement. La réglementation applicable à ce bâtiment est notamment le Code canadien de construction des bâtiments agricoles 1983 (CCCBA) et le Code national du bâtiment du Canada 1980 (CNB 1980), à l'exception des parties 3 et 9 du CNB 1980, référés par le Code national du bâtiment du Canada 1985 (CNB 1985) du Règlement sur l'application d'un Code du bâtiment – 1985, c. S-2.1, r.0.1 (RACB -1985), ainsi que le Règlement sur la santé et la sécurité du travail, c. S-2.1, r.13 (RSST).

La municipalité de Sainte-Élisabeth-de-Warwick ne valide pas si un bâtiment respecte les codes de construction avant l'émission du permis de construction : la responsabilité en revient au propriétaire. Toutefois le service de sécurité incendie applique le *Schéma de couverture de risques de la MRC d'Arthabaska (version finale)* (SCR).

Le demandeur base son approche sur un établissement industriel à risques faibles, du groupe F division 3, avec une charge combustible de 600 à 800 mégajoules par mètre carré (MJ/m²). Pour une construction neuve, le demandeur se prévaut des dispositions de la section 2.5 Équivalents du CNB 1985.

Le projet vise l'intégration du bois d'ingénierie de type lamellé-collé en épinette noire à la structure du bâtiment. Le projet bénéficie de subventions du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs par le programme Innovation en construction bois 2021-2024, volets A-Aide à la conception + B solution innovante, pouvant atteindre 400 K \$ pour la conception et 1 M \$ pour la réalisation. La construction de ce nouveau bâtiment agricole est avancée.

Contexte

Le bâtiment agricole à vocation d'élevage de bovin laitier et de production de lait, d'un seul étage, aura une aire de bâtiment de 8 548 m² et consistera en une étable laitière de 7 396 m² incluant une préfosse (secteur 1), une aire de service de 285 m² (secteur 2) et une pouponnière de 867 m² en bâtiment adjacent avec corridor d'accès (secteur 3).

L'étable laitière est conçue pour un troupeau de 400 vaches lactantes en logettes sur litière de sable et 50 vaches en enclos; tandis que la pouponnière est prévue pour 88 veaux et génisses en parc avec litière de paille et de copeaux de bois. L'étable laitière bénéficiera d'une ventilation naturelle par des ouvertures murales totalisant 202 m de longueur munies de toiles isolées sur les deux faces du bâtiment dans l'axe nord-est – sud-ouest. En saison chaude, des ventilateurs industriels à haut volume et à basse vitesse (HVLS) au plafond brasseront l'air de l'étable laitière. En saison froide, la ventilation se fera par des cheminées à cette fin au faîte du toit.

Le concepteur a prévu :

1. **Pour l'étable laitière, secteur 1**, neuf portes d'issue extérieures disposées au périmètre à des distances maximales de 60 mètres (m). ; une porte vers le secteur 2.
2. **Pour l'aire de service, secteur 2**, attenante et communicante avec l'étable laitière par un corridor avec, à l'extrémité opposée, la porte d'accès principal du bâtiment. L'aire de service compte un bureau muni d'une porte d'issue, une salle de conférence, une salle de toilette, une salle électrique et une laiterie contiguë à une salle de mécanique munie d'une porte d'issue et d'une porte de garage. La laiterie contiendra deux réservoirs de 8 000 gallons US, un réservoir tampon de 600 gallons US et la salle de mécanique, deux réservoirs d'eau de 3 000 gallons US chacun. Ainsi le secteur 2 sera desservi par trois portes d'issue et par une porte d'accès à l'issue vers l'étable laitière.
3. **Pour la pouponnière, secteur 3**, reliée à l'étable laitière par un corridor d'accès fermé aux deux extrémités, deux portes d'issue.

Le troupeau produisant plus de 28 000 kilogrammes (kg) de lisier par jour, l'étable laitière sera munie d'un réseau de caniveaux à lisier avec chariots racleurs à câble poussant le lisier vers une préfosse quatre fois par jour limitant la charge combustible dans l'étable. La préfosse de transfert permettra le transvasement du lisier vers deux fosses extérieures à ciel ouvert en béton armé et sera munie d'un clapet anti-retour. Afin d'éviter la génération de gaz toxiques par fermentation, soient du dioxyde de carbone (CO₂), de l'ammoniac (NH₃), du sulfure d'hydrogène (H₂S) et du méthane (CH₄), la préfosse sera vidée quatre fois par jour vers les fosses extérieures. La préfosse fermée par un couvercle compte deux ouvertures : une première pour l'agitateur électrique et pour la pompe, une seconde pour le passage du conduit de ventilation vers l'extérieur, permettant la ventilation basse de la préfosse. Le concepteur estime le débit du ventilateur supérieur à 944 L/s (2 000 pcm).

Dans l'espace extérieur entre les secteurs 1 et 2, le projet prévoit la construction de quatre silos monocoques en acier à parois lisses pour suppléments alimentaires, à proximité du corridor d'accès sans autre détail.

Ce bâtiment agricole ne sera muni d'aucun système d'extinction automatique, ni canalisation d'incendie, ni raccord pompier. Ce bâtiment agricole sera situé hors du périmètre urbain, en secteur sans réseaux d'aqueduc ni d'égout.

Problèmes soulevés par le demandeur

- Un bâtiment agricole à faible occupation humaine, d'un étage et d'une aire supérieure à 4 800 m², doit être divisé en compartiments résistants au feu par des séparations coupe-feu verticales de construction incombustible ayant un degré de résistance au feu d'au moins 1 heure, de manière que chaque compartiment ait une aire de plancher conforme au tableau 3.1.1.A du CCCBA, soit 4 800 m².
- Un nouveau bâtiment agricole pour une production laitière moderne doit compter une aire excédant 4 800 m² : une vaste aire de plancher permet un aménagement optimal des robots de traite et de la distribution des aliments. L'exploitant agricole préfère avoir l'ensemble des bovins sous un même toit sans compartiments, ce qui permet, en plus d'un meilleur contrôle de la chaleur et de la ventilation, une régie des bestiaux facilitée lors des changements de groupe.

Mesures proposées par le demandeur

- Pour le secteur 1, un bâtiment avec murs en structure d'acier (sauf mur Est en structure de bois d'ingénierie) et panneaux métalliques isolants; avec toit cathédrale en structure de bois d'ingénierie et panneaux métalliques isolants; avec portes d'issue aux 60 m en périmètre ouvrant vers l'extérieur;
- Dans le secteur 1, les revêtements de murs et de toit sont en tôle d'acier incombustible;
- Dans le secteur 1, des séparations coupe-feu avec degré de résistance au feu de 1 h vers le secteur 2 et vers le secteur 3;
- Dans le secteur 1, élimination du plafond et de l'entretoit afin d'éliminer tout risque de propagation d'un incendie par l'entretoit; aménagement avec toit cathédrale;
- Dans le secteur 1, la salle des six robots avec murs de béton, sauf pour de petites section en bois au-dessus des linteaux pour une porte de garage et pour le plafond avec charpente de bois;
- Pour le secteur 2, un bâtiment à charpente de bois avec, dans les ouvertures vers le secteur 1, deux rideaux coupe-feu déroulants homologués 45 mn avec fusibles automatiques pour la porte d'homme et pour la porte de garage; dans le bureau, une fenêtre vers le secteur 1 avec RF 45 mn; laiterie avec revêtement en PVC ayant un indice de propagation de la flamme (IPF) de 10 selon la norme *CAN/ULC-S102.0-10 Surface Burning Testing*.
- Pour le secteur 3, un bâtiment à charpente de bois avec, dans l'ouverture vers le secteur 1, un rideau coupe-feu déroulant homologué 45 mn avec fusible automatique. Couloir avec revêtement en PVC, avec IPF de 10 selon CAN/ULC-S102.0-10.
- Pour le bâtiment, le scellement des joints de toute conduite au droit d'une séparation coupe-feu, ainsi que le scellement des joints de tout panneau métallique isolant en contact avec tout élément structural en bois à l'aide d'un mastic coupe-feu flexible.

Moyens de lutte contre l'incendie

Le bâtiment agricole sera protégé par le service de protection contre les incendies de la Ville de Warwick, selon le SCR en vigueur. Le bâtiment agricole sera classé à risque élevé. Dès l'appel initial, la force de frappe doit disposer de 15 000 litres (L) d'eau. En fonction du SCR, Warwick est en mesure de déployer directement, en un délai de moins de 25 minutes, une force de frappe de 16 pompiers munis d'un camion autopompe citerne avec réserve de 6 820 L pouvant déverser par jet d'attaque 4 775 L/mn, un camion-citerne de 11 350 L, une autopompe-échelle de 24 m avec réserve de 2 270 L pouvant déverser par jet d'attaque 7 570 L /mn, une unité d'urgence avec poste de commandement et une unité de soutien opérationnel (véhicule 4 x 4 pour l'officier); deux camions autopompes citernes disposent respectivement d'une réserve minimale de mousse d'extinction d'incendie de plus de 200 L et de plus de 135 L. En entraide automatique de Victoriaville et de Kingsey Falls s'ajoutent 4 pompiers munis de deux camions autopompes citernes avec réserves de 11 365 L chacun.

De plus, le bâtiment agricole sera protégé par une réserve d'eau statique (en silo) de plus de 63 000 L à une distance de 3,77 km de l'étable laitière.

Analyse

Selon le demandeur, le concept de la demande est de comparer ce bâtiment à usage agricole à faible occupation humaine à un établissement industriel à faible charge combustible, du groupe F, division 3, sans viser à en respecter toutes les dispositions applicables mais à y proposer des améliorations permettant une réduction des risques d'incendie et une évacuation des personnes.

La Commission a reçu copie d'une suggestion du service de protection contre les incendies de Warwick au demandeur sur l'ajout de détecteurs de chaleurs dans les locaux techniques du bâtiment.

Décision

En fonction de votre demande reçue et analysée, nous acceptons votre proposition en y ajoutant la condition suivante : munir les locaux techniques du bâtiment : salle des robots de traite, salle électrique, laiterie, salle de mécanique : de détecteurs de chaleur.

Informations reçues

1. Par courriel du 3 novembre 2022, une demande de mesures différentes datée du même jour, signée par monsieur Yves Roy ingénieur, incluant en annexe 1 les plans, en annexe 2 une étude de charge combustible, en annexe 3 une revue de protection incendie et en annexe 4 un calcul de dégagement de chaleur théorique pour une structure en bois massif du toit;
2. Par courriel du 14 novembre 2022, commentaires de monsieur Mathieu Grenier, directeur du service de protection contre les incendies, Ville de Warwick;
3. Par courriel du 16 novembre 2022, commentaires et réponses du concepteur Yves Roy, au service incendie avec deux pièces jointes : une fiche technique du mastic coupe-feu flexible Hilti CP606 et une fiche technique d'un panneau mural de PVC embouté de Tôle Vigneault pour l'aire de service et la pouponnière;
4. Par courriel du 8 décembre 2022, un avis de début de construction et un engagement du consultant à faire appliquer les directives de l'autorité compétente;
5. Par courriel du 2 février 2023, un complément d'information et des détails de composition du mur et du toit de l'étable laitière;
6. Par courriel du 2 février 2023, un complément d'information détaillant l'indice de propagation de la flamme d'un revêtement mural et un plan révisé de la pouponnière.

L'acceptation même conditionnelle de cette demande ne saurait constituer une confirmation de conformité de l'établissement.

Si plus d'informations vous étaient nécessaires, n'hésitez pas à contacter monsieur Jean Lapointe, architecte et conseiller expert en prévention-inspection au numéro de téléphone 418 266-4699, au poste 2023.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.



Pierre-Paul Vaudreuil
Directeur du soutien aux opérations et du génie conseil

- c. c. Monsieur Robert Larouche, DS, SPI Mauricie - Centre-du-Québec, CNESST
Monsieur Mathieu Grenier, directeur du service de protection contre les incendies, Warwick
Monsieur Jean Lapointe, architecte et conseiller expert en PI, DGGCSP, CNESST