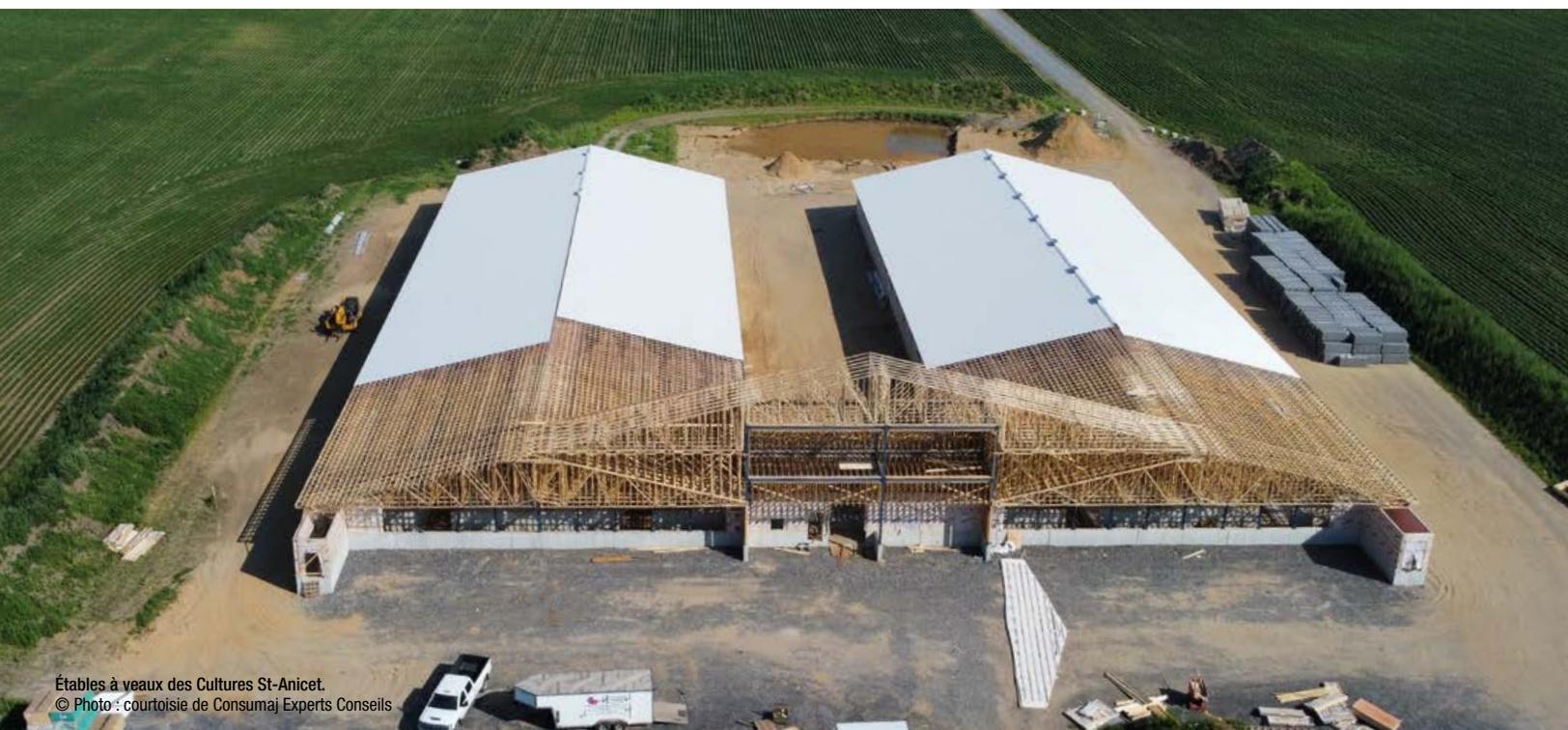


L'ossature légère en bois pour des bâtiments agricoles économiques et efficaces



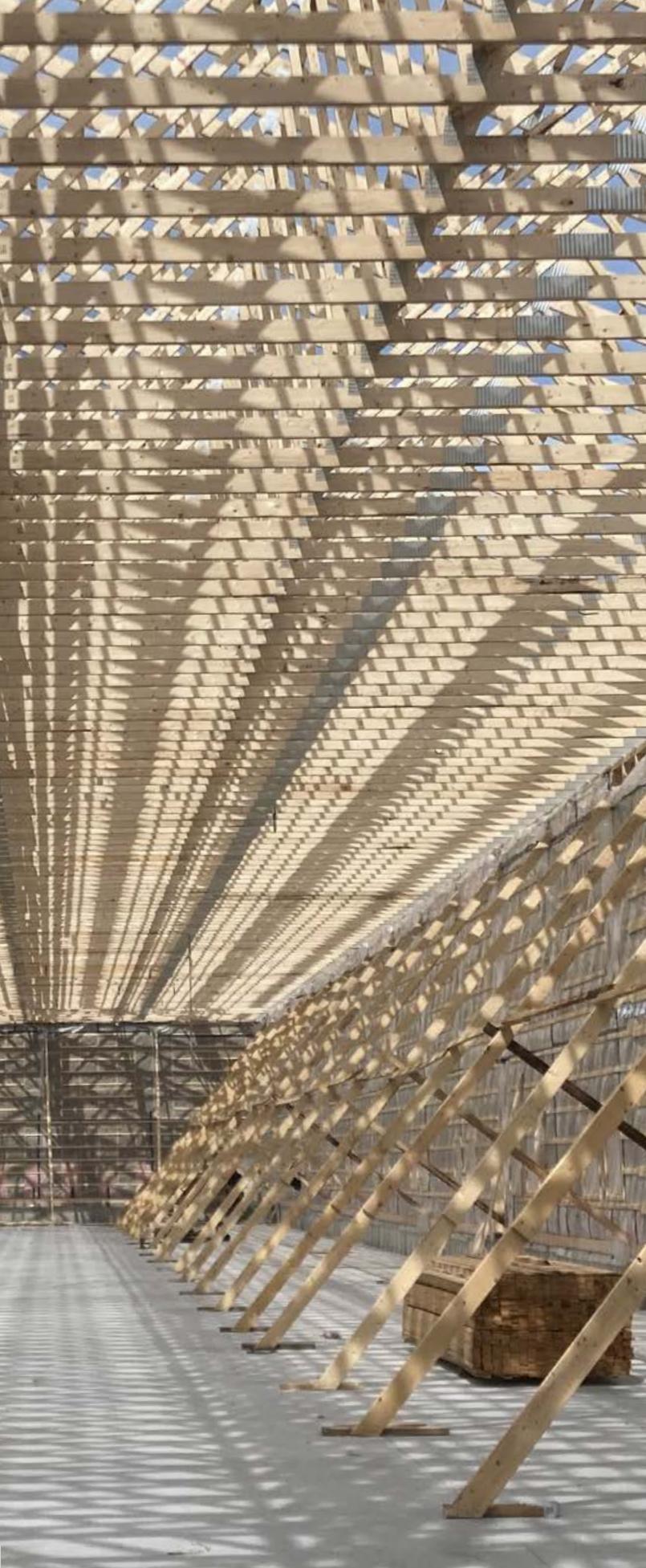
Étables à veaux des Cultures St-Anicet.
© Photo : courtoisie de Consumaj Experts Conseils

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



Pondoir Donald Lapierre.
© Photo : courtoisie de Les Oeufs Lapierre



Historiquement, les bâtiments agricoles étaient presque tous construits en bois. Au fil des ans, ces derniers ont pris de l'ampleur et plusieurs promoteurs se sont tournés vers les structures d'acier. Or, pour ces nouveaux bâtiments de grande envergure, la structure de bois peut apporter certains avantages, notamment d'un point de vue environnemental en raison de la production moins énergivore de ce matériau et de sa capacité à séquestrer le carbone.

Parmi les systèmes structuraux disponibles, l'ossature légère en bois —éventuellement en mixité avec l'acier— est une option particulièrement intéressante puisqu'elle permet d'offrir des solutions structurales efficaces, flexibles et polyvalentes dans ce type de construction en plus d'être très économique. Le poids des structures et la conception générale des trames structurales permettent de bien distribuer les charges à transmettre au sol et d'ainsi réduire les dimensions des fondations.

L'ossature légère en bois se prête d'ailleurs très bien aux grandes dimensions des bâtiments agricoles. Elle offre une versatilité qui permet de répondre aux diverses contraintes de volumétrie et d'aménagement intérieur. Elle facilite, par exemple, la fixation des planchers intermédiaires dans les pandoirs et les fermes peuvent être dimensionnées pour laisser passer une porte ou intégrer un corridor de préchauffage, un peu comme pour une ferme de toit habitable ou un comble de toit aménagé.

Les charpentes d'ossature légère de ces grands bâtiments sont un impressionnant assemblage de fermes, de lattage, de liens continus, de diagonales de contreventement, parfois de poutres à plat, sur lequel repose l'intégrité structurale du bâtiment. Il est important de transmettre une information complète de tous ces éléments à l'entrepreneur et de s'assurer de sa bonne compréhension.

Fait intéressant, les murs préfabriqués facilitent et accélèrent grandement la construction tout en assurant une qualité d'exécution. Toutefois, l'érection des grands murs longitudinaux déjà remplis nécessite un contreventement temporaire, le temps que toute la structure soit montée et autoportante.

Le bois est aussi une solution économique sur le plan de l'efficacité énergétique en limitant les ponts thermiques, un avantage appréciable pour les pandoirs et les pouponnières.

Bâtiments agricoles : des différences importantes

Il faut toutefois préciser que la conception des bâtiments de ferme diffère grandement de celle des bâtiments industriels et commerciaux. Tout d'abord, des dispositions particulières aux bâtiments agricoles sont intégrées dans les codes. Par exemple, notons que la résistance aux charges latérales considère uniquement des pressions de vent d'une période de récurrence de 10 ans et ignore les charges sismiques. Les dispositions sont également moins exigeantes en matière de sécurité incendie et d'issues de secours.

Sauf pour certains types de bâtiments (poulaillers), les bâtiments agricoles ne font généralement qu'un seul étage. Ils occupent également une grande surface au sol. En plus de ces dimensions, la conception structurale doit tenir compte de la circulation des animaux et des équipements, qui requièrent de grands volumes ouverts, et les besoins de ventilation qui imposent souvent de grandes ouvertures dans les murs. La versatilité et la flexibilité conceptuelle des structures à ossature légère permettent de bien répondre à ces défis.



Exemples d'étables

Dans certaines étables, le système de ventilation et les grandes portes de garage exigent de grandes ouvertures dans les murs des extrémités, ce qui laisse peu de place pour des murs de refends. Le contreventement doit donc être réalisé d'une autre manière, à l'aide de cadres rigides, par exemple. Par ailleurs, selon la conception du bâtiment, la largeur des grandes étables ne peut pas toujours se franchir avec des fermes d'une seule pièce et il faut compléter le système porteur par des colonnes au centre du bâtiment. L'enjeu est de les associer au système de résistance au vent tout en évitant les interférences avec la circulation et les aménagements pour les animaux et les équipements.

Les Élevages Réveaulution

Avantages de l'ossature légère dans ce projet :

- Versatilité des structures en ossature légère quant à la volumétrie ;
- L'utilisation de murs préfabriqués pour ce projet a permis une mise en fonction du bâtiment deux semaines plus tôt que prévu ;
- Coût de construction inférieur à ce qui avait été évalué au départ ;
- Les murs préfabriqués ont permis de mettre en place l'isolant cellulosique injecté.

À Saints-Anges, en Beauce, cette ferme est spécialisée dans l'élevage des génisses laitières. L'ensemble construit en 2019 comporte un bâtiment principal de 29,6 m sur 103,6 m et une pouponnière de 21,3 m sur 35,7 m.



Le bâtiment principal abrite des logettes individuelles et des petits parcs. Les murs longitudinaux sont constitués de colonnes 6 x 6 espacées de 1,83 m, ponctués d'ouvertures fermées par des toiles et surmontées par des linteaux en 2 x 10. Les deux murs de bout sont percés de plusieurs portes de garage. Une poutre en LVL parcourt tout le périmètre du bâtiment. Le système de résistance aux charges gravitaires est complété par deux rangées longitudinales de colonnes et poutres d'acier espacées de 7,3 m en cohérence avec les logettes et les parcs. Les colonnes sont percées en usine pour fixer dessus des 2 x 8 qui servent de lisses pour l'assemblage des fermes.

Les fermes, espacées aux 609 mm, traversent le bâtiment en trois tenants de 11,6 m, 10,1 m et 7,6 m et donnent une pente de 4 :12. Elles portent un plafond pare-feu en contreplaqué de 12,7 mm et un revêtement métallique. Dans une section de la toiture, les fermes ont été dimensionnées pour laisser le dégagement nécessaire à l'ouverture d'une porte de garage qui donne sur une chambre de préchauffage située dans l'entretroit de la pouponnière. L'utilisation de l'ossature légère en bois a permis d'éviter de rehausser tout le bâtiment, ce qui aurait généré d'importants coûts supplémentaires, rendant cette solution structurale particulièrement économique.

Le contreventement transversal est assuré par des sections de murs de refend allant de 2,7 m à 4,3 m et localisés entre les portes de garage. Dans l'axe longitudinal, il est assuré par des tiges d'acier entre certaines des colonnes centrales et aux extrémités des murs longitudinaux. Dans la toiture, les charges latérales sont transférées par le contreplaqué de 12,7 mm au plafond, le lattage et dans une moindre mesure, le revêtement extérieur.

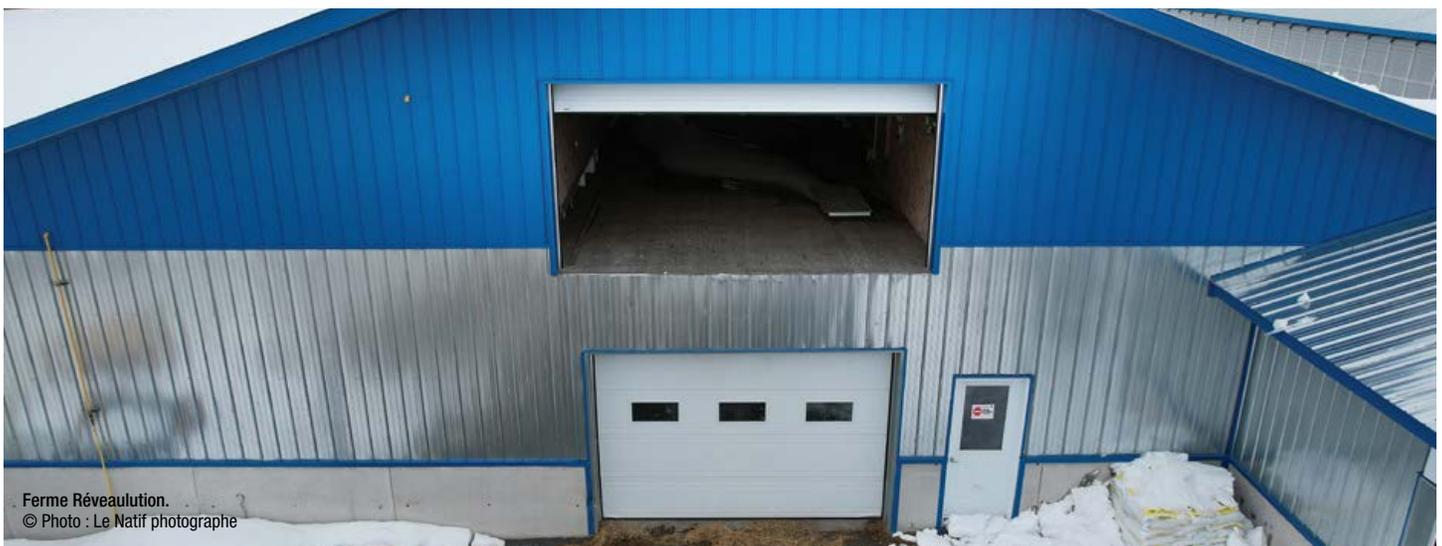
La pouponnière est constituée de deux rangées de petites chambres séparées par un corridor central. La particularité de ce plus petit bâtiment se trouve dans son corridor de préchauffage, construit en OSB, carton fibre et laine isolante et localisé dans l'entretroit. L'air entre dans ce corridor, est chauffée puis est envoyée par des ouvertures de ventilation vers les animaux dans les chambres. Ce corridor exige une découpe particulière des fermes de toit qui, de ce fait, doivent prendre appui sur des murs porteurs extérieurs et intérieurs.



Les murs du corridor central servent de support intérieur pour les fermes de toits. Tous les murs sont constitués de 2 x 6 espacés de 609 mm et parés d'un OSB de 12,7 mm. Sur l'extérieur, ils sont isolés avec de la laine minérale pour une résistance R-20 et revêtus d'un revêtement extérieur métallique. Sur l'intérieur, des linteaux en LVL franchissent les portes des chambres.

Équipe de réalisation

- **Ingénierie de structure** : Fusion expert conseil
- **Construction** : Les constructions LDM
- **Fournisseur bois** : Structure RBR





Étables à veaux des Cultures St-Anicet.
 © Photo : gracieuseté de Consumaj Experts Conseils

Étables à veaux des Cultures St-Anicet

Avantages de l'ossature légère dans ce projet :

- Conception de fondations plus légères pour la région ;
- Simplicité de la structure permettant des économies d'échelle.

Les panneaux OSB des murs participent au contreventement longitudinal, mais les nombreuses ouvertures à l'avant et l'imposant pignon exigeaient de rigidifier la façade par un cadre en acier. Un dispositif de colonnes et poutres d'acier haut de 8,4 m, large de 15,6 m et profond de 4 m occupe le corridor central. Les chevrons en bois de sciage s'arriment à ce cadre rigide et sont contreventés eux-mêmes par des diagonales et des liens continus.

Derrière le monumental pignon des Cultures St-Anicet, à Saint-Anicet, près de Sallaberry-de-Valleyfield, se cachent deux étables à veaux d'une capacité de 1300 bêtes. Ces deux bâtiments jumeaux occupent chacun une superficie de 78 m de long sur 26 m de large et sont reliés par un corridor de 15,5 m, ce qui donne une largeur totale en façade de 72 m. Quant au pignon, il culmine à plus de 12 m.

Les étables sont ceinturées par un muret de béton pour empêcher les veaux d'accéder à la structure de bois. Les murs sont percés à l'avant par de grandes entrées d'air et à l'arrière par de grandes ouvertures permettant d'y insérer de grands ventilateurs à grand débit. Les murs longitudinaux sont préfabriqués et composés de 2 x 6 espacés de 406 ou 609 mm, complétés par un OSB, un revêtement métallique et une isolation R-20. Une rangée de colonnes d'acier espacées de 5,1 m, agencées avec les parcs à veaux, parcourt le centre de chaque bâtiment. Ces colonnes sont chapeautées par une poutre composée de LVL d'une section de 3 x 1 3/4 po x 20 po.

Les fermes prennent appui sur cette poutre centrale et franchissent le bâtiment en deux sections. Elles donnent à la toiture une pente de 3:12 pour réduire la charge de vent et les cas de charges de neige débalancées. Elles sont lattées et couvertes d'un revêtement en acier pour transmettre les charges de vent. L'isolation est de R-20 dans les murs et R-40 en toiture.



Étables à veaux des Cultures St-Anicet.
 © Photo : gracieuseté de Consumaj Experts Conseils

Équipe de réalisation

- **Architecture** : Doucet + Turcotte architectes
- **Ingénierie de structure** : Consumaj Experts Conseils
- **Construction** : DF Coffrages
- **Fournisseur bois** : Structure alternative

La Ferme Gaston Morin & Fils, Lac-St-Jean

Avantages de l'ossature légère dans ce projet :

- Combinaison efficace d'une structure hybride bois-acier.

Construite en 2020, la Ferme Gaston Morin & Fils, à Sainte-Jeanne-d'Arc, au Lac-Saint-Jean, est une ferme de production laitière robotisée. Le bâtiment principal de 123 m de long, 40 m de large et d'une hauteur intérieure de 4,1 m et de hauteur totale au pignon de 9,4 m abrite 400 vaches et six robots de traite. Annexée au bâtiment d'élevage se trouvent une aire de service comprenant divers bureaux et salles mécaniques.

Avec ces annexes, la superficie totale excède les 4800 m². Pour respecter le Code national de construction des bâtiments agricoles (CNCBA) 1995 qui limite à 4800 m² la superficie des bâtiments agricoles en construction combustible, les annexes sont donc séparées du bâtiment principal par des murs coupe-feu composés d'un OSB de 11 mm, de laine isolante ignifuge et encadré de deux panneaux de gypse. L'entretoit est également sectionné par des cloisons coupe-feu constituées de deux panneaux de gypse de part et d'autre d'une ferme (quatre panneaux au total).

Les murs extérieurs sont préfabriqués et constitués de bois de sciage 2 x 6 avec un panneau OSB de 11 mm, de la laine minérale pour une isolation R-20 et une finition intérieure lavable. Les ouvertures sont surmontées avec des linteaux en bois de sciage ou en LVL selon les charges. Comme dans d'autres étables, les murs de bout comportent de grandes ouvertures pour la ventilation et des portes de garage. De même, en raison de la largeur du bâtiment, deux rangées de colonnes d'acier espacées en majorité de 6,1 m avec poutres d'acier ont été aménagées à l'intérieur du bâtiment. Une sablière double est boulonnée sur les poutres pour soutenir les fermes qui traversent le bâtiment en trois tenants. La pente de toit est de 3:12 avec le triple avantage de réduire la charge de vent, la charge de neige (pas de charge débalancée) et les quantités de matériaux de toiture. Un revêtement métallique est fixé sur un lattage et l'isolation R-32 est apportée par de la cellulose soufflée.

Le contreventement longitudinal et transversal est assuré par les colonnes d'acier encastrées dans le plancher et dans les fermes de toit. Comme ces colonnes constituent des ponts thermiques, la portion qui émerge dans l'entretoit de la toiture est isolée de l'air frais de l'entretoit avec de l'uréthane giclé. Les panneaux d'OSB dans les murs longitudinaux participent aussi au contreventement longitudinal. Le lattage de contreventement permanent et les différents assemblages structuraux transfèrent les charges latérales vers les colonnes d'acier.



Ferme Gaston Morin & Fils.
© Photo : Groupe E.R.S. Construction



Ferme Gaston Morin & Fils.
© Photo : Groupe E.R.S. Construction

Équipe de réalisation

- **Architecture :** Architecte MMB
- **Ingénierie de structure :** Consultants Lemay et Choinière
- **Construction :** Groupe E.R.S. Construction
- **Fournisseur bois et murs préfabriqués :** La charpenterie

Exemples de poulaillers

Dans les poulaillers de grande envergure, les poules sont recluses dans des rangées de cages conformes aux normes de bien-être animal en vigueur et empilées sur plus de 5 m de haut. Combinée à la longueur du bâtiment, cette hauteur offre une importante prise au vent qui nécessite un contreventement adapté. Or, les cages qui occupent tout le volume ne laissent guère de place pour insérer des éléments structuraux intérieurs. Par contre, les ouvertures de ventilation plus modestes que dans les étables laissent de la place pour insérer des murs de refend.



Pondoir Donald Lapierre.
© Photo : gracieuseté de Les Oeufs Lapierre

Le pondoir Donald Lapierre

Avantages de l'ossature légère dans ce projet :

- Conception avec réduction des ponts thermiques au minimum ;
- Grande section de mur préfabriquée accélérant le chantier.

Ce poulailler construit en 2021 à Saint-Gervais, dans Bellechasse, est long de 91 m sur 15,5 m de large. À l'intérieur, la hauteur libre de 6,5 m permet de loger cinq rangées de sept étages de cages et un plancher en treillis métallique installé à 3 m pour permettre d'accéder aux étages des cages supérieures. Aucune colonne ni poutre ne vient s'intercaler entre les cages à l'intérieur du bâtiment, les éléments structuraux, 100 % bois, étant tous localisés dans les murs du périmètre et la toiture.

Les murs sont en bois d'ingénierie LVL 2 x 8 espacés aux 609 mm et d'entremises aux 1219 mm. La lisse basse est ancrée par des boulons à la fondation tandis qu'une double sablière supporte les fermes de toit. Préfabriqués en usine, ils sont isolés avec de la cellulose soufflée pour atteindre une résistance R-20, incluant un OSB de 11 mm et un revêtement extérieur en acier.

Le plancher métallique est fixé aux murs extérieurs et sur les cages par des systèmes des fixations prévues par le fabricant de cages. Ici, l'utilisation d'une structure d'acier aurait compliquer la fixation du plancher au mur extérieur.

En toiture, les fermes sont assemblées aux sablières par des étriers et espacées aux 609 mm. Elles traversent tout le bâtiment et donnent une pente extérieure de 5:12. Le revêtement extérieur en acier est fixé sur un lattage en 2 x 3 espacé aux 406 mm. L'isolation est en cellulose et fournit une résistance R-40. La toiture est entrecoupée de deux panneaux coupe-feu en OSB.

Les murs comportent peu d'ouverture et les panneaux d'OSB assurent le contreventement autant dans les murs longitudinaux que dans les murs transversaux des extrémités. Dans la toiture, les charges de vent sont transférées aux murs des extrémités par le revêtement d'acier, mais aussi par les poutres triangulées installées à plat sur les fermes de toit. Il s'agit de poutres constituées de 2 x 3 et 2 x 4 sur 2438 mm de long et installées en bordure de toiture en formant des Z. Ces poutres font aussi office de lattage.

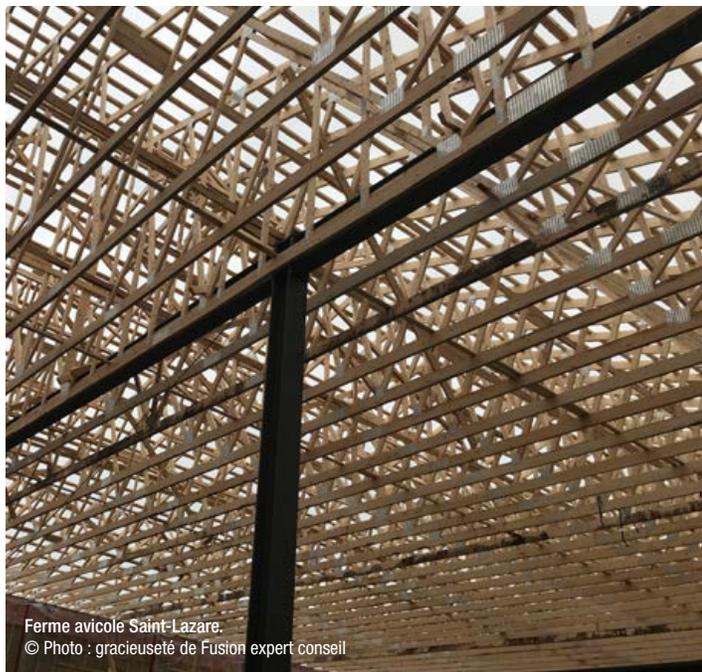
Équipe de réalisation

- **Architecture** : Doucet + Turcotte architectes
- **Ingénierie de structure** : Consumaj Experts Conseils
- **Fournisseur bois** : Structure RBR

La ferme avicole Saint-Lazare

Avantages de l'ossature légère dans ce projet :

- Conception de fondations plus légères ;
- Conception avec réduction des ponts thermiques au minimum ;
- Fixation d'équipements au mur facilité par les montants de bois verticaux.



La ferme avicole de Saint-Lazare, également dans Bellechasse, comprend deux poulaillers reliés par un corridor, l'un en acier, l'autre en ossature légère en bois. Celui-ci a été construit en 2019 et renferme sept rangées de six étages de cages avec un plancher métallique pour accéder aux cages du haut. L'empreinte au sol est de 21,6 m sur 128 m pour une hauteur libre de 5,75 m. Il est donc plus large et un peu moins haut que le pondoir Lapière, mais la principale différence structurale réside dans son système de contreventement, constitué ici de cadres rigides en acier.

Les murs préfabriqués sont en bois de sciage 2 x 8 espacés au 406 mm, avec un OSB de 12,7 mm, un revêtement extérieur métallique et un contreplaqué plastifié à l'intérieur. L'isolation en laine minérale fournit une résistance R-28.

La toiture présente une pente de 4:12 avec des fermes qui traversent les 21 m de large du bâtiment, ce qui atteint une longueur impressionnante pour de l'ossature légère en bois. La sécurité incendie est assurée par des séparations verticales coupe-feu en OSB de 12,7 mm dans le vide de construction. La résistance thermique est de R-40.

Les murs extérieurs comportant peu d'ouvertures, l'OSB participe au contreventement du bâtiment, mais il a fallu le compléter par 4 cadres rigides transversaux en acier. Chaque cadre comporte quatre colonnes, deux sur les murs extérieurs et deux à l'intérieur du bâtiment, et deux poutres, une au plafond et une intermédiaire à environ 2,2 m. Dans la toiture, les charges de vent sont reprises par le lattage et le revêtement extérieur.

Équipe de réalisation

- **Ingénierie de structure** : Fusion expert conseil
- **Construction** : Construction Gaetan Giroux
- **Fournisseur bois** : Structure Ultratec



Pondoir Donald Lapierre.
© Photo : gracieuseté de Les Oeufs Lapierre

Rédaction : Valérie Levée

Comité de révision : Sébastien Gagné et Cynthia Bolduc-Guay

La présente étude de cas est basée sur des informations rassemblées par Cecobois et ses représentants. L'étude représente l'interprétation des faits et des informations que nous avons reçues au sujet des bâtiments agricoles qui y figurent.

cecobois remercie Ressources naturelles Canada et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec pour leur contribution à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES



Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal Bibliothèque nationale du Canada

Mars 2023

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois