

« Mise en œuvre de solutions innovantes en bois et usage des produits ligneux pour production d'énergie verte issue de la biomasse forestière locale »

« Bâtiment Centrale d'énergie à la biomasse »

Préparé par « Mathieu Tremblay, ing. Ville de Baie-Saint-Paul et Simon Pelletier-Boucher, architecte, BMD architectes »



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois

« 2021-08-06 »

Mathieu, Tremblay
ingénieur

Auteur

Simon Pelletier-Boucher
architecte

Auteur

Martin Bouchard

Directeur Général, Ville
de Baie-Saint-Paul

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 vert ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	1
2. Introduction.....	2
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	2
2.2 Description du projet de construction.....	2
2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante.....	4
2.2.2 Échéancier global et durée.....	5
2.2.3 Budget global	5
2.2.4 Partenaires.....	5
2.2.5 Défis et risques généraux.....	5
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	8
3.5 Conclusions	14
3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	14
3.7 Recommandations.....	15
4. Bibliographie.....	15

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

Le projet présenté dans le cadre du *Programme vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois* concerne la construction en bois de la centrale d'énergie à la biomasse incluant une réserve de copeaux d'un volume d'environ 200 m³. Le bâtiment à ossature de bois légère a une aire de plancher de 336 m² et loge des équipements de production de chaleur d'une puissance pouvant aller jusqu'à 2,85 MW, énergie destinée au chauffage et la production d'eau chaude domestique d'immeubles du centre-ville de Baie-Saint-Paul.

Plusieurs enjeux importants ont été relevés relativement à la construction de la centrale d'énergie au centre-ville de Baie-Saint-Paul. En effet, il n'est pas commun de voir un bâtiment à vocation industrielle s'implanter sur un site à caractère patrimonial et à faible distance des secteurs résidentiels et touristiques du centre-ville. En plus des enjeux en lien avec l'intégration du bâtiment, des contraintes au niveau de la sécurité incendie et en en structure ont également été identifiés dans ce projet. De plus, bien que Charlevoix dispose de quantité importante de biomasses forestières, l'absence d'un fournisseur local en combustible de qualité en début de projet amène d'autres défis. En effet, la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement pour le copeau de bois s'est fait parallèlement au choix des systèmes de combustion qui ont un impact direct sur la géométrie du bâtiment.

Les produits ligneux et en bois se sont avérés des solutions économiques, esthétiques, polyvalentes et performantes pour régler les enjeux de viabilité, de fonctionnalités, d'intégration et de sécurité, tout en ajoutant un volet écologique à ce projet durable qui projette la municipalité un pas en avant vers la résilience et l'autosuffisance énergétique.

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

- Centrale d'énergie à la biomasse
- 63A Rue Ambroise Fafard, Baie-Saint-Paul, QC G3Z 2J2

2.2 Description du projet de construction

Le projet présenté dans le cadre du Programme vitrine concerne la construction en bois de la centrale d'énergie à la biomasse incluant une réserve de copeaux d'un volume d'environ 200 m³. Le bâtiment à ossature de bois légère a une aire de plancher de 336 m² et possède un seul étage. La conception du bâtiment permet d'ajouter deux chaudières supplémentaires lorsque le réseau de chauffage urbain sera développé de manière à atteindre une puissance de chauffage de près de 3 MW. Ce projet s'inscrit dans la démarche de la ville pour réduire ces émissions de gaz à effet de serreⁱ et est en phase avec les objectifs de l'Agenda 21ⁱⁱ de la ville.

La Ville de Baie-Saint-Paul a fait l'acquisition en 2016 d'un bâtiment patrimonial d'envergure qui appartenait à la congrégation religieuse des Petites franciscaines de Marie. L'ensemble conventuel, portant maintenant le nom Maison Mère, compte plus de 180 000 pieds carrés répartis entre les différentes ailes du bâtiment construites en phase entre 1889 et 1960. Maison Mère est une entreprise d'économie sociale qui fournit des espaces locatifs au centre-ville pour le démarrage et l'implantation de nouveaux projets et d'initiatives en économie sociale ainsi que pour de la formation et des événements culturels, tout en mettant en valeur le patrimoine. Maison Mère est un lieu de travail, de développement, d'échange et de collaboration.

Pour que le projet de Maison Mère soit viable, il a été primordial pour la ville de minimiser les frais d'exploitation du bâtiment, notamment ceux concernant le chauffage du bâtiment et de l'eau chaude domestique. En effet, bien que l'occupation du bâtiment fût inférieure à 60% en 2018, la facture énergétique annuelle s'élevait à près d'un demi-million de dollars amputant par le fait même le budget d'exploitation de manière considérable. Des études de faisabilité ont permis d'identifier la biomasse comme énergie pour le chauffage du bâtiment Maison Mère. Ces études ont également permis d'identifier le potentiel de distribution de chaleur à quelques bâtiments publics et privés à proximité du bâtiment de Maison Mère. Ainsi, en cohérence avec ces objectifs de développement durable, la Ville de Baie-Saint-Paul a pris la décision de remplacer le système de chauffage existant fonctionnant en partie au mazout par un système utilisant de l'énergie renouvelable et de développer un réseau de chauffage urbain alimenté à partir de biomasse forestière produite localement.

En complément aux équipements électriques existants de Maison mère, cette nouvelle infrastructure permet à la municipalité d'être indépendante en énergie sur des périodes de plus de

sept jours d'autonomie, un autre pas vers l'autarcie économique et écologique, et qui démontre l'engagement de la municipalité envers le développement durable.



Figure 1 : Maison Mère

La première étape de ce grand projet consistait en la construction d'un bâtiment en bois au centre-ville de Baie-Saint-Paul pour y accueillir les équipements de combustion fonctionnant à la biomasse forestière pour chauffer l'eau chaude de chauffage et l'eau chaude domestique du bâtiment Maison Mère. Cette phase du projet vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 352 tonnes de CO₂ annuellement ainsi que la facture énergétique du bâtiment. Le coût de construction du bâtiment incluant une chaudière de 950 kW est de 2,5 M\$.

Les étapes subséquentes du projet consisteront à développer un réseau de chaleur urbain pour alimenter en chauffage des bâtiments publics ou privés à proximité de Maison Mère comme l'aréna et l'hôpital. Ainsi, deux autres chaudières supplémentaires de 950 kW chacune sont prévues à terme dans le bâtiment qui a été construit en 2020-2021.



Figure 2 et 3 : Vue extérieure de la centrale d'énergie à la biomasse



Figure 4 : Vue intérieure de la centrale

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Les éléments novateurs associés à ce projet sont :

- 1) Caractère innovant dû à l'usage du bâtiment : la production d'énergie renouvelable à partir de matière première locale et l'autonomie énergétique dans un bâtiment situé au centre-ville de Baie-Saint-Paul.
- 2) Caractère innovant dû à l'usage du bois : la fonction de la centrale d'énergie à la biomasse et l'usage du bois pour la construction lance un signal fort à l'engagement pour le développement durable et la promotion des produits forestiers. De plus, quoique de plus en plus répandus les bâtiments industriels en bois sont moins courant qu'en acier encore aujourd'hui.
- 3) Solutions réglementaires innovantes : L'utilisation du bois au maximum dans le bâtiment amène à développer des solutions innovantes de manière à respecter les exigences en sécurité incendie.
- 4) Solution structurale innovante : La portée centrale du grand volume des chaudières et les besoins importants en contreventements dus à la zone sismique de la région entraînent des contraintes techniques pour la construction d'une structure en bois.
- 5) Solutions écologiques innovantes : Pour minimiser l'impact environnemental de la construction, des matériaux biosourcés ont été favorisés pour les finitions intérieures et extérieures, l'isolation et la structure. L'utilisation du bois permet en plus d'obtenir un bâtiment avec une bonne performance énergétique.

2.2.2 Échéancier global et durée

La phase de conception a débuté en août 2019. Bien que le projet ait pris un peu de retard occasionné par la pandémie, les travaux de construction du bâtiment se sont échelonnés sur une période de 11 mois, soit d'août 2020 à juin 2021. Puisque le bâtiment a été livré en juin, il était impossible de démarrer les chaudières en été. La mise en marche des chaudières sera donc effectuée à l'automne 2021.

2.2.3 Budget global

Le budget global du projet, incluant les honoraires professionnels, s'élève à 2.8 M\$ avant les taxes et autres frais applicables.

2.2.4 Partenaires

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs via le Programme de vitrine technologique pour les bâtiments et les solutions innovantes en bois;

Fédération canadienne des Municipalités via le Programme municipalités pour l'innovation climatique; et

Transition énergétique Québec via le Programme biomasse forestière résiduelle.

2.2.5 Défis et risques généraux

Source d'approvisionnement local du combustible

Avant la réalisation du projet, il n'existait aucune chaîne d'approvisionnement en biomasse forestière sous forme de copeau de bois dans la région de Charlevoix. Bien que le potentiel de biomasse forestière soit très élevé dans la région, l'absence d'infrastructure et d'équipement pour la structuration d'une chaîne d'approvisionnement en combustible de qualité a été un défi auquel la ville a fait face au moment de la sélection des équipements de chauffage.

Intégration au site

Plusieurs enjeux importants ont été relevés en lien avec l'intégration de la centrale d'énergie au centre-ville de Baie-Saint-Paul. En effet, il n'est pas commun de voir un bâtiment à vocation industrielle s'implanter sur un site à caractère patrimonial et à faible distance des secteurs résidentiels et touristiques du centre-ville.

Sécurité incendie

L'intention d'utiliser le bois au maximum dans le bâtiment et les exigences de risques incendie ont amenés les concepteurs à développer des solutions techniques appliquées au projet pour assurer la sécurité incendie malgré les charges combustibles élevées.

Sismique

La portée centrale du grand volume des chaudières, le support de la tuyauterie de chauffage et les besoins importants en contreventements dus à la zone sismique de la région entraînent des contraintes techniques pour la construction d'une structure en bois.

Émission des gaz de combustion de la centrale

Les chaudières à la biomasse produisent des émissions contenant de la vapeur d'eau, des particules fines et divers autres contaminants atmosphériques. Dès le début du projet, ces préoccupations ont été adressées à l'équipe de conception. La géométrie du bâtiment devait donc être ajustée afin de minimiser l'effet indésirable de ces émissions.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

Ce projet a été réalisé afin de répondre à diverses problématiques. D'abord, la facture énergétique de Maison Mère devait être réduite au maximum afin que l'organisme puisse jouer pleinement son rôle de développement régional. Ensuite, conformément aux orientations de développement durable de la ville, le mazout de chauffage devait être substitué par un combustible n'émettant pas de GES. Pour finir, la ville avait des investissements importants à faire dans le système de chauffage existant de Maison Mère afin de le remettre à niveau et sécuritaire.

L'orientation prise par la ville d'utiliser la biomasse forestière comme source d'énergie pour le chauffage permet ainsi de développer le créneau de la biomasse forestière comme combustible dans la région. De plus, désireuse que ce projet de démonstration devienne une vitrine technologique et écologique, l'empreinte du bâtiment a été réduite au maximum par l'usage du bois dans la construction et la consommation énergétique réduite par la réalisation d'une enveloppe de qualité. Un signal fort cohérent créé par une architecture bioclimatique inspirée de l'architecture vernaculaire charlevoisienne, l'expression du bois dans la construction et la présentation des systèmes et équipements de production d'énergie à partir de la biomasse locale.

3.2 Objectifs

Ce projet vise l'intégration d'un bâtiment industriel produisant de l'eau chaude pour le chauffage au centre-ville d'une municipalité à vocation touristique. Les objectifs spécifiques visés par ce projet sont :

- 1) Démontrer la pertinence et l'efficacité de l'usage des matières premières de copeaux de bois locales et renouvelables en contexte régional. Promouvoir et encourager l'économie locale et les entreprises de proximité. Démontrer la viabilité d'une intégration harmonieuse et fonctionnelle en centre-ville et exprimer la fonction du bâtiment afin de faire connaître ce procédé peu connu. Réduire la pollution de l'air en éliminant le mazout.
- 2) Accroître l'usage du bois dans les bâtiments industriels. L'évolution récente des produits et du savoir-faire de l'industrie permet la mise en place de produits et systèmes en bois tout autant durables et adaptés à l'usage que les façons de faire conventionnelles.
- 3) Démontrer et mettre en œuvre des solutions et stratégies de protection incendie qui permettent l'usage de matériaux combustibles en bois malgré que l'usage du bâtiment soit du groupe F2 (industriel à risque moyen avec entreposage de matière comburante).
- 4) Démontrer et mettre en œuvre le savoir-faire Québécois dans le développement de solutions structurales novatrices et l'évaluation précise des comportements structuraux aux états limites.
- 5) Réduire l'empreinte carbone du bâtiment. Réduire la consommation énergétique du bâtiment pendant sa vie utile. Réduire l'énergie intrinsèque liée aux matériaux utilisés pendant la construction. Favoriser l'usage de matériaux renouvelables, locaux, recyclables et biodégradables

3.3 Méthodologie

Pour réaliser le projet, une équipe en gestion et réalisation de projet a été formée de professionnels d'expérience appuyée par ses partenaires techniques selon le modèle de « structure organisationnelle matricielle » de gestion projet de la Ville de Baie-Saint-Paul. En effet, pour la phase de réalisation du projet la ville s'est adjoint des services de Génécors un leader canadien dans l'application des solutions d'énergie renouvelable ayant réalisé plusieurs projets de conversion de chauffage à la biomasse. Du côté de l'architecture, la ville a retenu les services de la firme BMD architectes et du côté de la structure la firme Stantec. Combiné à l'équipe de gestion de projet, cette équipe de professionnels a permis de livrer un projet de qualité à la hauteur des attentes de la ville tout en favorisant une approche de réalisation intégrée et novatrice.

Tout au long de l'élaboration du projet, les objectifs de développement durable ont guidé l'équipe dans le choix des solutions techniques et des matériaux. L'approche de conception intégrée a permis d'optimiser le concept dans les intérêts du client et d'en arriver à une solution fonctionnelle, répondant aux contraintes du secteur et qui respecte le budget préétabli.

En parallèle de l'élaboration de la conception du bâtiment, la ville a travaillé activement avec ses partenaires régionaux de développement (Service de développement local et entrepreneurial et la MRC) ainsi qu'avec des partenaires du milieu forestier afin de mettre en place une filière pour l'approvisionnement de copeaux de bois dans la région.

3.4 Résultats et analyse

Construction durable

En plus de la réduction des GES issue de la production d'énergie verte, le bâtiment s'inscrit dans une démarche de construction écologique et de développement durable sous ces aspects :

- Réduction de l'empreinte carbone, de l'énergie intrinsèque et la pollution liée à la construction;
- Usage de matériaux naturels, recyclables ou biodégradables;
- Peu d'entretien du bâtiment réduisant ainsi l'impact écologique sur le cycle de vie utile de l'immeuble. Aucun revêtement intérieur à entretenir ou remplacer. L'acier de la couverture a une durée de vie d'au moins 40 ans et le préservatif appliqué sur le revêtement extérieur de cèdre, sous forme d'agent de vieillissement, ne requiert aucune peinture, teinture ou autre traitement. Les murs rideaux et les fenêtres en aluminium ont une durée de vie estimée à 50 ans.
- La performance de l'enveloppe du bâtiment permettra d'économiser sur la facture énergétique sur la durée de vie d'opération du bâtiment. Résistances thermiques effectives des murs et de la toiture plus élevés grâce à l'usage du bois en comparaison à d'autres constructions en acier ou en béton. Usage de vitrages triples pour les ouvertures.
- Contrôle des gains internes et de la surchauffe estivale par ventilation naturelle et mécanique (sur détection).
- Bâtiment chauffé à l'aide de l'eau chaude produite dans l'immeuble. Aucun système de climatisation.
- Bâtiment autonome énergétiquement en cas de panne électrique grâce à une génératrice qui sera installée avec la chaudière 2 et 3.
- L'opération du bâtiment complètement automatisé et accessible à distance.
- Gestion écologique de l'eau de pluie : rejet d'eau des toitures par percolation sur le site.
- Les surfaces pavées sont limitées en superficie et le site a été regazonné de semences indigènes.

Dans ce projet, la ville a pris la décision de maximiser l'utilisation de produits biosourcés en substitution aux matériaux normalement employés dans ce genre d'ouvrage. La structure du bâtiment est en bois ainsi que les revêtements intérieurs et extérieurs. De plus, nous avons utilisé de l'isolant en matelas à base de chanvre pour l'isolation des murs, de l'isolant de fibre de papier recyclé en vrac dans le comble et des panneaux de fibres de bois naturelles :

- NaturChanvre est un isolant composé de 92% de fibre de chanvre naturelle et de 8% de polyester de composition textile servant de liant.
- ThermoShield est un isolant de fibre en vrac thermique et acoustique, fabriqué à partir de papier recyclé sélectionné après consommation et postindustriel.
- Les Panneaux Naturels Insonorisants 1/2" sont fabriqués de produits organiques non toxiques et de fibres de bois naturelles imprégnées de cire permettant de résister à la pénétration de l'eau.

Source d'approvisionnement local du combustible

La mise en place d'une chaîne d'approvisionnement pour le copeau de bois s'est fait parallèlement au choix des systèmes de combustion. Cette situation a rapidement été identifiée comme un enjeu lors de l'élaboration des plans et devis puisque les équipements de production d'énergie à partir de la biomasse forestière sont très différents d'un fournisseur d'équipement à un autre et parfois selon la granulométrie du combustible utilisée. Puisque la géométrie des chaudières et des systèmes d'acheminement du copeau varie significativement d'un modèle de chaudière à un autre, la volumétrie du bâtiment devait s'adapter à plusieurs modèles d'équipements. La polyvalence de la construction à ossature de bois a été un atout qui a permis de développer un concept pouvant accueillir les équipements de trois manufacturiers différents.

Note 1

Le volume de combustible à fournir pour chauffer le seul bâtiment de Maison Mère est relativement faible et il devient ainsi difficile pour un fournisseur d'amortir les investissements requis pour la mise en place d'infrastructure pour la transformation, le stockage et le transport de copeaux. Les coûts d'approvisionnement en combustible diminueront donc avec une augmentation du volume annuelle du copeau lors de l'ajout des deux autres chaudières.

Le copeau utilisé comme combustible provient d'une usine de transformation du bois qui a trouvé une nouvelle manière de valoriser ces résidus. Les copeaux sont entreposés dans un abri couvert directement à la sortie de l'usine et sont acheminés par camion à plancher mobile jusqu'à la centrale d'énergie.

Note 2

Comme organisation publique, la ville doit respecter certaines exigences en matière d'appel d'offres. Afin de ne pas limiter le nombre de soumissionnaires à un seul, la ville a opté pour un bâtiment qui permet d'accueillir les équipements de chauffage de trois manufacturiers différents.

Intégration au site

L'emplacement retenu pour la construction de la centrale présente l'avantage de pouvoir alimenter en énergie des bâtiments importants de la ville qui se trouvent à proximité. En contrepartie, la construction d'un bâtiment à usage industriel dans un secteur qui ne l'est pas introduit, de par la fonction même du bâtiment, un lot d'activités perturbantes pour le milieu qui doivent être mitigées dans un contexte de promiscuité d'usage. En effet, la centrale de chauffage se situe à quelques mètres d'un quartier résidentiel et d'un secteur touristique important adjacent à la rue Ambroise-Fafard. Ainsi, plusieurs enjeux ont dû être considérés en conception afin d'atténuer les impacts d'un tel ouvrage. Par exemple :

- le bâtiment ne pouvait pas ressembler à ce qu'on a coutume de construire dans un parc industriel considérant les enjeux du secteur.
 - Caractère patrimonial du site puisque le bâtiment est localisé à proximité sur le terrain de Maison Mère.
 - Le secteur est soumis au règlement municipal sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA).
 - Le bâtiment est visible des arrières cours du secteur résidentiel adjacent.
 - Le bâtiment aura façade sur le prolongement futur de la rue Forget.
- L'aire de circulation des camions de livraison devait être réduite au maximum pour limiter l'empiètement sur des terres cultivables.
- L'aspect esthétique du bâtiment et du réservoir extérieur d'hydroaccumulation thermique devait être travaillé dans les moindres détails afin de répondre aux divers critères du secteur.
- L'implantation, la forme et la matérialité du bâtiment devaient permettre d'atténuer l'impact de la construction sur l'environnement immédiat et créer des opportunités de bonifier le vécu du site.



Figure 5 : Emplacement de la centrale et proximité d'usage

La forme du bâtiment a été façonnée de manière à minimiser la hauteur et le gabarit de bâtiment à construire. La façade, d'une hauteur d'un étage, couronnée d'une toiture d'acier assimilable aux couvertures métalliques du bâtiment de Maison Mère, contribuent à diminuer la perception du bâtiment et offrir une forme de transition avec l'échelle résidentielle adjacente. Les équipements électromécaniques apparents (cheminée, réservoir, conduites) ont été positionnés du côté arrière de l'immeuble. Les portes levantes et zones de stationnements et de circulations véhiculaires ont été positionnées du côté opposé au quartier historique. Les matériaux de bois apparents procurent un aspect esthétique et chaleureux au bâtiment. La volumétrie et la matérialité inspirées de l'architecture agricole patrimoniale de la région ont permis l'intégration harmonieuse de ce nouveau bâtiment accessoire sur le site conventuel historique.

La proximité à des garages et pavillons de cours avoisinants a entraîné la localisation du nouveau bâtiment assez près de la rue. Des ouvertures permettent la vue de la finition intérieure en bois et des équipements de production d'énergie de l'extérieur. Avec l'ajout de panneaux explicatifs, tout est en place pour que le bâtiment serve de vitrine technologique pour la valorisation du matériau bois et du chauffage à la biomasse susceptible d'en faire la promotion auprès du public. Qui plus est, la marquise avant, avec l'ajout de prises électriques extérieures, pourra servir de lieu pour la tenue de petits événements culturels tels que conférences et spectacles par exemple lors du festival estival « Le Festif ».

Sécurité incendie

Un des principaux défis auquel faisaient face l'équipe était d'assurer la sécurité incendie. L'équipe de conception s'était donné la mission de maximiser l'usage des matériaux biosourcés combustibles et il n'était pas désiré de munir l'immeuble d'un système de gicleurs automatiques afin de réduire les coûts de construction. De plus, la charge combustible élevée due à l'entreposage des copeaux de bois faisait l'objet de mesures additionnelles imposées par la réglementation.

Un travail de coordination entre l'ingénieur en mécanique et l'architecte a permis d'optimiser le positionnement des équipements et l'aménagement intérieur afin de minimiser la superficie et le volume de bâtiment, ce qui a rendu possible la conception d'un bâtiment de construction combustible (ossature en bois).

Proximité à d'autres constructions

Comme évoqué précédemment l'implantation du bâtiment en front de terrain a dû être fait en considérant l'exposition des façades des diverses constructions les unes par rapport aux autres en cas d'incendie. Les façades exposées ont été construites de manière à former des séparations coupe-feu avec résistance au feu, en substituant le matelas isolant, les panneaux de bois des revêtements intermédiaires et les matériaux de revêtements par des matériaux ignifuges. Différents systèmes muraux ont ainsi été élaborés, selon les façades, afin de limiter les

substitutions à ce qui était requis aux fins de sécurité et conserver un maximum de matériaux écologiques dans la construction. Les revêtements muraux en acier se sont limités aux exigences d'incombustibilités relativement la proximité des constructions voisines.

Confiner la matière comburante

La réserve de copeau a été isolée du reste du bâtiment de manière à contenir le risque, permettre l'évacuation du bâtiment, éviter la propagation d'un incendie et prévenir les explosions liées aux poussières. Un mur étanche ayant un degré de résistance au feu de 2h a été érigé entre la réserve de copeaux et la chaufferie. Ce mur est constitué de béton et de blocs de béton à sa base et d'une cloison à ossatures de bois revêtus de panneaux de gypse ignifuge se prolongeant dans le comble jusqu'au support de couverture. Le système de convoyeurs, sous forme de vis hélicoïdale, est complètement fermé et étanche, dans des conduits métalliques. À l'entrée dans la chaufferie, un volet coupe-feu guillotine activé par thermofusible est installé afin d'obturer ces canalisations et les sections de conduites exposées jusqu'à ce dernier sont protégés d'un enduit intumescent. Les systèmes de chauffage et de ventilation de la réserve sont indépendants du bâtiment et munis de dispositifs anti-explosions.

Les murs extérieurs du volume de la chaufferie exposés au feu et rayonnement de chaleur par rapport à la réserve forment aussi des séparations coupe-feu et les ouvertures (portes et fenêtres) ont été disposées suivant la réglementation. Il fut tout de même possible de placer quelques fenêtres en portion hautes capables de favoriser la distribution de la lumière naturelle directe et de permettre la ventilation naturelle (fenêtres munies de dispositifs d'ouvertures mécaniques).

Structurale

Bien que de plus en plus répandu dans l'industrie, la construction de bâtiments industriels à ossature de légère de bois place parfois le système constructif à ces états limites. Voici donc les solutions innovantes mises en œuvre dans la structure du bâtiment :

- Le bâtiment ne devait pas comporter de colonnes intérieures, la grande portée centrale de plus de 10m a été possible par l'élaboration d'une ferme d'une géométrie peu usuelle (de type « monopente-ciseau » et asymétrique)
- La hauteur des murs a été limitée à l'usage de colombages de 4,88m (16') dû à la disponibilité du bois de sciage et établissant une hauteur variable des assises de béton afin d'avoir la hauteur libre minimale requise pour l'installation des équipements.
- La distance entre les colombages est variable (0,3m et 0,4m) et les supports sont doublés aux points de transferts.
- Des isolants sont intégrés dans les linteaux.

- Les contreventements sont effectués par des panneaux de contreplaqué positionnés selon des trames continues verticales, mais ponctuelles entre les ouvertures et près des coins, en substitution aux panneaux de fibre de bois suivant les schémas des efforts très précis sur chaque mur périmétrique, du côté intérieur des murs de façon typique et extérieur pour les murs latéraux où le besoin était plus grand. Un schéma de clouage précis est spécifié, selon les cas. Les panneaux positionnés du côté extérieur ont été percés pour ne pas perturber la perméabilité à la vapeur des systèmes d'enveloppe. Des panneaux sont aussi appliqués sur les toitures et forme un grand diaphragme qui transfère les efforts horizontaux de tout le bâtiment sur les plans de contreventement.



Figure 6 et 7 : Ossature légère en bois

La Ville de Baie-Saint-Paul est située dans une zone sismique à risque élevé. Les faibles charges mortes des structures de bois à ossature légère (aidé par l'évacuation de la neige de la toiture métallique) ont contribué au bon contrôle des besoins en contreventements à l'aide de solutions économiques, simples et connues. Des renforts ont toutefois été requis pour stabiliser les supports de conduites et de certains équipements. De plus, des détails de stabilisation permettant le mouvement et le fluage des structures ont dû être développés par l'architecte et l'ingénieur en structure aux rencontres des deux corps de bâtiment et aux passages des cheminées au travers du toit.

Émission des gaz de combustion de la centrale

Des études sur les émissions de particules fines ont été réalisées. Ces études tiennent compte de la topographie et des vents dominants. La géométrie du bâtiment a un impact également sur la dispersion et a été considérée dans les analyses effectuées. Ainsi, la hauteur des cheminées a été optimisée pour permettre une bonne dispersion des gaz de combustion et des poussières fines tout en permettant d'avoir un bâtiment avec un design en harmonie avec le site.

La technologie de combustion à très haute chaleur/efficacité proposée et conçue par le fabricant Viessmann n'émet que très peu de particules solides dans l'atmosphère. Ces équipements sont de

qualité et permettent ainsi d'avoir des taux d'émission en deçà des exigences normatives et d'offrir des rendements de combustion élevés.

3.5 Conclusions

Le bâtiment construit permet une intégration harmonieuse au site et l'utilisation du bois dans sa construction rappelle l'objectif de développement durable qui guide la réalisation de ce projet. Le projet réalisé ne perturbe pas l'environnement, il est sobre et sommes toutes très perceptible, comme s'il faisait partie du paysage depuis des décennies.

Ce projet représentait de nombreux défis budgétaires et techniques et il n'aurait été possible sans une équipe capable de travailler en synergie et faisant preuve de sensibilité, d'ouverture et d'inventivité. La plupart des considérations et des solutions techniques apportées aux projets proviennent de méthodes connues et issues du savoir-faire canadien en matière de construction en bois, c'est la manière dont elles sont mises ensemble et appliquées dans ce projet unique qui en fait en soit une innovation.

Qui plus est, la conception d'un bâtiment tout bois, pour permettre le chauffage à l'aide de copeaux de bois, qui soit autonome et permette d'une certaine mesure l'opération en autarcie d'immeubles municipaux constitue une première et un projet phare pour le développement durable régional au Québec. Il constitue depuis une forme de fierté locale pour les nombreux intervenants ayant été acteurs de ce projet et servira de vitrine technologique et écologique dans un souci marqué de partage de connaissance.

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

Bien que le contexte de ce projet soit assez unique, les connaissances générales acquises et partagées via les rapports de projet (livrables requis pour les différentes subventions, études de recherches en cours, présentations publiques et promotion du projet, etc.) pourront servir à d'autres municipalités ou organismes. En effet, conformément aux orientations gouvernementales au sujet de la réduction des émissions des gaz à effet de serre ainsi que la gestion de la pointe électrique du réseau d'Hydro-Québec, la mise en place et l'opération de petits réseaux d'énergie comme celui-ci apportent une solution décentralisée à ces problématiques.

En plus de la réduction des GES, ce projet initie trois autres retombés économiques d'importance ayant des impacts réels sociaux économiques dans la région, soit : le travail supplémentaire des employés des usines pour effectuer le recyclage des résidus de bois non utilisé par l'industrie, le triage et transport des copeaux vers un centre d'entreposage et la création d'un centre de distribution pour fournir le projet et avec un potentiel d'alimenter d'autre centrale de production à la biomasse.

La Ville de Baie-Saint-Paul participe actuellement à un projet de recherche sur la bioénergie, qui utilisera Baie St-Paul comme étude de cas et qui a comme objectif général d'identifier les enjeux liés à l'opérationnalisation des chaînes d'approvisionnement en biomasse forestière, et développer un cadre pour des solutions d'affaires permettant de répondre à ces enjeux.

3.7 Recommandations

Au terme de l'exercice, nous constatons que ces éléments mériteraient d'être améliorés dans un projet similaire :

- Livraison et manutention des pièces et équipements de mécanique : le fait de limiter la hauteur du bâtiment et les surfaces carrossables complexifie quelque peu la manœuvre de manutention de l'aire de stationnement vers l'intérieur du bâtiment;
- Volumétrie du bâtiment : La sélection du système de chauffage avant la conception finale du bâtiment permettrait une optimisation additionnelle. Par exemple, le volume de la réserve de copeaux a été affecté par l'ajout des plans inclinés requis pour les équipements de convoyages des copeaux du fournisseur d'équipements retenu.
- Choix du site : Le volume de combustible a été affecté par le peu de profondeur de la nappe phréatique. Un choix de site devrait tenir compte de cette contrainte afin de permettre l'excavation à profondeur désirée.
- La gestion de l'eau de plus des diverses toitures canalisées dans les gouttières et descentes aurait pu être améliorée; une gouttière est manquante du côté arrière sud de l'immeuble et les rejets d'eau au sol mériteraient d'être mieux aménagés (aménagement paysager).

4. Bibliographie

¹ <http://www.baiesaintpaul.com/ville/developpement-durable/plan-de-diminution-des-ges>

² <http://www.baiesaintpaul.com/ville/developpement-durable/plan-daction-pour-le-developpement-durable-agenda-21>