



PAGEAU 
MOREL

UN ENGAGEMENT DURABLE | A SUSTAINABLE COMMITMENT

Union québécoise de
réhabilitation des oiseaux de
proie

Nouveau centre d'interprétation
Rapport de concept électromécanique final

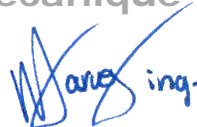
www.pageaumorel.com

**Union québécoise de
réhabilitation des
oiseaux de proie**

**Nouveau centre d'interprétation
Rapport de concept
électromécanique final**

29 septembre 2020 5073-000-000

Mécanique



Préparé par : William Harvey, ing., M.Ing
(Membre OIQ 5086280)



Vérifié par : Yan Ferron, ing., M.Env., RCx
Concepteur certifié bâtiment passif
Directeur
(Membre OIQ 141352)

Électricité



Préparé par : Marie-Hébert Gérin-Lajoie, ing.
Associée écologique LEED
(Membre OIQ 5064353)

Table des matières

Introduction	1
1 Codes et normes électromécaniques	2
1.1 Général	2
1.2 Plomberie	2
1.3 Ventilation	2
1.4 Protection incendie	2
1.5 Électricité	2
2 D20 Plomberie	3
2.1 D2010 Équipements de plomberie	3
2.2 D2020 Eau froide et eau chaude domestique	3
2.3 D2030 Drainage sanitaire	4
2.4 D2040 Drainage pluvial	4
2.5 D2050 Services extérieurs	4
2.6 D2092 Calorifugeage des réseaux de plomberie	5
3 D30 Chauffage et refroidissement	6
3.2 D3010 Source d'énergie	7
3.3 D3020 Système de production de chaleur	8
3.4 D3030 Système de production de froid	11
3.5 D3040 Distribution de CVCA	16
3.6 D3090 Autres systèmes ou équipements de CVCA	20
3.7 D3060 Régulation automatique	22
4 D40 Protection incendie	23
4.1 Normes de référence	23
4.2 Critères de conception	23
5 D50 Électricité	24
5.1 D5010 Distribution électrique	24
5.2 D5020 Éclairage et contrôle d'éclairage	24
5.3 D5030 Alarme incendie	24
5.4 D5030 Télécommunications, contrôle d'accès et sécurité	24
5.5 D5090 Autres systèmes électriques	25

6	Consommation annuelle	26
6.1	Consommation énergétique	26
6.2	Réduction de GES	26

Introduction

Le présent rapport présente le concept électromécanique final du nouveau centre d'interprétation de l'Union québécoise de réhabilitation des oiseaux de proie (UQROP). Ce bâtiment d'une superficie d'environ 1 700 m² abritera un centre d'interprétation des oiseaux de proies, mais aussi les bureaux administratifs de l'UQROP et une clinique vétérinaire.

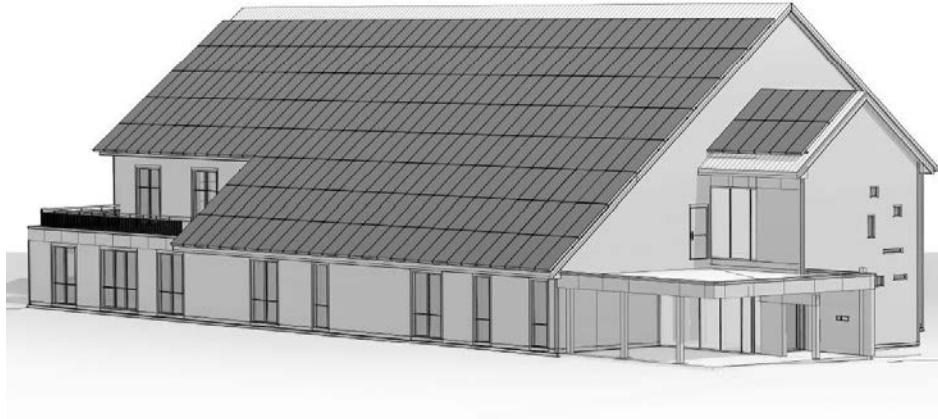


Figure 1: Maquette du bâtiment (Studio MMA)

La vision de l'UQROP est d'exploiter un des bâtiments institutionnels les plus éco énergétiques au Québec. Pour y arriver, le processus de conception du bâtiment s'est basé sur une approche passive visant à minimiser les charges du bâtiment à la source.

Ainsi, l'orientation du bâtiment, le pourcentage et le positionnement des fenêtres et la résistance thermique des éléments de l'enveloppe ont été optimisés afin de minimiser la capacité requise des éléments électromécaniques.

Ensuite, tous les systèmes ont été conçus pour permettre l'échange et la récupération d'énergie à l'intérieur du bâtiment. L'énergie contenue dans l'air évacué est récupérée pour chauffer l'apport d'air extérieur et la chaleur dégagée par les occupants, l'éclairage et les équipements est récupérée pour chauffer le bâtiment.

Finalement, lorsque nécessaire, un système de thermopompes géothermiques couplées à des réservoirs de stockage thermique permettent de traiter la charge de chauffage et de refroidissement restante tout en minimisant la puissance électrique appelée par le bâtiment.

En résumé :

- Réduire les charges
- Récupérer l'énergie
- Échanger avec le sol

1 Codes et normes électromécaniques

1.1 Général

- Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié).
- Code national de l'énergie du bâtiment – Canada 2010
- ASHRAE 90.1-2010 *Energy Standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings*

1.2 Plomberie

- Code national de la Plomberie – Canada 2010 (modifié).

1.3 Ventilation

- ASHRAE 62.1-2016 *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*
- ASHRAE 55-2013 *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*
- Normes SMACNA – *HVAC Duct construction Standards 2016*.
- Règlement sur la santé et la sécurité du travail, section XI, Ventilation et chauffage

1.4 Protection incendie

- NFPA 10-2013 *Portable Fire Extinguisher*,
- Code national de prévention des incendies – Canada 2010 (modifié)

1.5 Électricité

- CSA C22.10-18 Code de construction du Québec, Chapitre V - Électricité;
- CAN ULC S524-14 Installation des systèmes d'alarme incendie;
- IES, « The Lighting Handbook », 10th edition.

2 D20 Plomberie

2.1 D2010 Équipements de plomberie

2.1.1 Appareils sanitaires

- Généralités
 - Les appareils seront sélectionnés en s'inspirant des critères de la norme LEED V4.
 - La pression disponible sur le réseau ne permet pas l'utilisation de robinets de chasse.
- Cabinets d'aisance
 - Installation au plancher
 - Réservoir de chasse
 - Consommation de 6,0 LPC.
- Urinoir
 - Installation murale
 - Sans eau
- Douche
 - Douche téléphone murale
 - Débit de 5,7 L/min
- Stations de remplissage de bouteilles
 - Non réfrigérée
- Lavabos
 - Lavabo encastré
 - Débit de 1,5 L/min.
- Éviers de cuisine
 - Évier simple en acier inoxydable (Traitement 118 et Espace découverte 205)
 - Évier double en acier inoxydable (Cuisine 116 et Cuisine 207)
 - Débit de 5,7 L/min.
- Cuve de lessive
 - Sur pattes

2.2 D2020 Eau froide et eau chaude domestique

L'entrée d'eau actuelle du site sera prolongée vers le nouveau bâtiment pour alimenter le réseau d'eau domestique.

- Entrée d'eau de la ville :
 - Tuyau existant de 50 mm de diamètre
 - Prolongement vers le nouveau bâtiment avec un tuyau de 80 mm de diamètre afin de limiter les pertes de pression
- Eau froide domestique :
 - Connexion avec un tuyau de 80 mm de diamètre.
- Eau chaude domestique :
 - Connexion avec un tuyau de 50 mm de diamètre.
 - Chauffe-eau centralisé
 - Pas de boucle de recirculation

2.3 D2030 Drainage sanitaire

- Tous les rejets seront évacués par gravité jusqu'au système d'épuration situé à l'extérieur du bâtiment ;
- Le réseau de tuyauterie de drainage sanitaire sortira du bâtiment avec un diamètre de 150 mm, selon une pente standard 1 :100.

2.4 D2040 Drainage pluvial

- Le drainage pluvial du toit et du toit vert (au-dessus du hall d'entrée) sera extérieur ;
- Le drainage pluvial de la terrasse (213) passera par l'intérieur du bâtiment avant d'être évacué vers l'extérieur ;
- Tout le drainage pluvial sera évacué par gravité vers un bassin de rétention d'eau de pluie.

2.5 D2050 Services extérieurs

- Les services extérieurs jusqu'à un mètre de la limite du bâtiment sont l'aqueduc et le drainage sanitaire.
- L'entrée d'eau desservira l'eau domestique seulement.

2.6 D2092 Calorifugeage des réseaux de plomberie

Calorifugeage de la tuyauterie :

- Tous les événements sur une distance de 5 m à partir du toit seront isolés au moyen d'un revêtement isolant de fibre de verre de 50 mm avec pare-vapeur en papier d'aluminium renforcé ;
- Toute la tuyauterie d'eau froide domestique sera isolée au moyen d'un revêtement isolant prémoulé en fibre de verre de 15 mm avec pare-vapeur et chemise tout usage ;
- Toute la tuyauterie d'eau chaude domestique sera isolée au moyen d'un revêtement isolant prémoulé en fibre de verre de 40 mm avec pare-vapeur et chemise tout usage.
- Toute la tuyauterie de drainage pluvial sera isolée au moyen d'un revêtement isolant préformé en fibre de verre de 15 mm avec pare-vapeur et chemise tout usage.
- Tous les drains de toit seront isolés au moyen de matelas de fibre de verre, avec pare-vapeur en papier d'aluminium de 50 mm.

3 D30 Chauffage et refroidissement

3.1.1 Critères de conception

- Conditions extérieures
 - Du *Code de la construction du Québec 2010*, pour Saint-Hyacinthe
 - Hiver : -24°C, 0 % H.R.
(Janvier 2,5%)
 - Été : 30°C, 55 % H.R.
(Juillet 2,5%)
- Conditions intérieures
 - Hiver : 21°C, 20 % H.R.
 - Été : 25°C, 60 % H.R.
- Confort thermique
 - Inspiré de l'ASHRAE 55
- Nombre d'occupants* :
 - Réguliers : 15
 - Occasionnels : 285
- Charge thermique d'éclairage :
 - 12 W/m² dans le secteur des oiseaux
 - 5,6 W/m² dans les zones d'exposition et les bureaux
 - 5,25 W/m² dans les toilettes
 - 3,7 W/m² dans les corridors et les escaliers
- Charge thermique d'équipement :
 - Puissance des équipements et horaire d'utilisation fourni par l'UQROP.
 - Moyenne de 5,9 W/m²
- Horaires
 - Bureaux : Horaire typique de bureau selon le CNÉB 2011 (A)
 - Location de salle : Horaire fourni par l'UQROP
 - Activités éducatives : Horaire fourni par l'UQROP
 - Visiteurs : Horaire fourni par l'UQROP
- Filtration :
 - MERV 8 pour l'apport d'air frais.
 - MERV 13 pour tout le bâtiment.
 - MERV 16 pour le secteur des oiseaux.

* De l'analyse du code de construction du Québec 2010 effectuée en architecture, voir le dessin A-000 émis pour soumission

3.1.2 Enveloppe du bâtiment

Afin de réduire les charges à la source, une analyse a été réalisée, en collaboration avec les architectes et l'entrepreneur du projet, afin d'optimiser au maximum la résistance thermique des éléments de l'enveloppe tout en tenant compte des coûts et de la faisabilité. La combinaison suivante a été retenue.

Murs RSI 8,8

Plancher RSI 7,0

Toit RSI 17,6

Fenêtres RSI 1,2

3.2 D3010 Source d'énergie

La seule source d'énergie du bâtiment sera l'électricité provenant du réseau d'Hydro-Québec. Le bâtiment sera souscrit au tarif G. Afin de faciliter l'intégration future de panneaux photovoltaïques sur le versant sud du toit, un espace sera réservé dans la salle mécanique afin d'y installer les composantes électriques (un transformateur, deux onduleurs et les équipements connexes).

Afin de réduire au maximum la consommation énergétique, une approche de bâtiment passif a été privilégiée, soit :

- Utiliser une enveloppe et des fenêtres de très haute performance et réduire au maximum les ponts thermiques (architecture).
- Récupérer l'énergie au niveau de l'air évacué via un récupérateur à cassettes à courant inversé à haute efficacité sur tous les systèmes de ventilation.
- Toujours prioriser la chaleur provenant des charges internes (éclairage, équipements et occupants) pour répondre aux besoins de chauffage du bâtiment.

Ensuite, afin de minimiser davantage la puissance appelée, un système de gestion de la pointe a été ajouté, soit l'utilisation de réservoirs de propylène-glycol afin d'emmagasiner l'énergie et écrêter la pointe de chauffage et de refroidissement du bâtiment.

Ces deux (2) aspects combinés ont permis de réduire grandement la capacité des équipements mécaniques nécessaires. La charge restante est ensuite prise en charge par un système de thermopompes et de puits de géothermie verticale.

De façon plus générale, les orientations suivantes ont été suivies :

- Installer des équipements à haute efficacité.
- Utiliser des entraînements à fréquences variables sur les ventilateurs et les pompes lorsque cela est pertinent.
- Optimiser la vitesse des fluides pour réduire les pertes de pression par friction dans les tuyaux et conduites de ventilation.
- Maximiser les écarts de température des liquides caloporteurs pour réduire le débit dans les systèmes de distribution de l'eau de chauffage et de refroidissement.

3.3 D3020 Système de production de chaleur

En hiver, le chauffage du bâtiment est effectué par l'entremise d'une boucle de propylène-glycol chaud (GLC) qui opère à une température de 35°C. Trois (3) thermopompes eau-eau d'une puissance de chauffage de 15,8 kW[†] chacune sont utilisées pour maintenir deux (2) réservoirs contenant 5 000 L de propylène-glycol à une température maximale de 46°C (voir section 3.6.1). Lorsque nécessaire, deux (2) pompes à débit variable permettent d'acheminer le fluide caloporteur des réservoirs vers le système de plancher radiant ou vers les serpentins de chauffage des unités de ventilation afin de répondre aux besoins de chauffage du bâtiment.

La Figure 2 illustre le concept. Certains éléments (valves, réservoirs de dilatation, surpresseur de glycol) ne sont pas affichés afin de simplifier la figure.

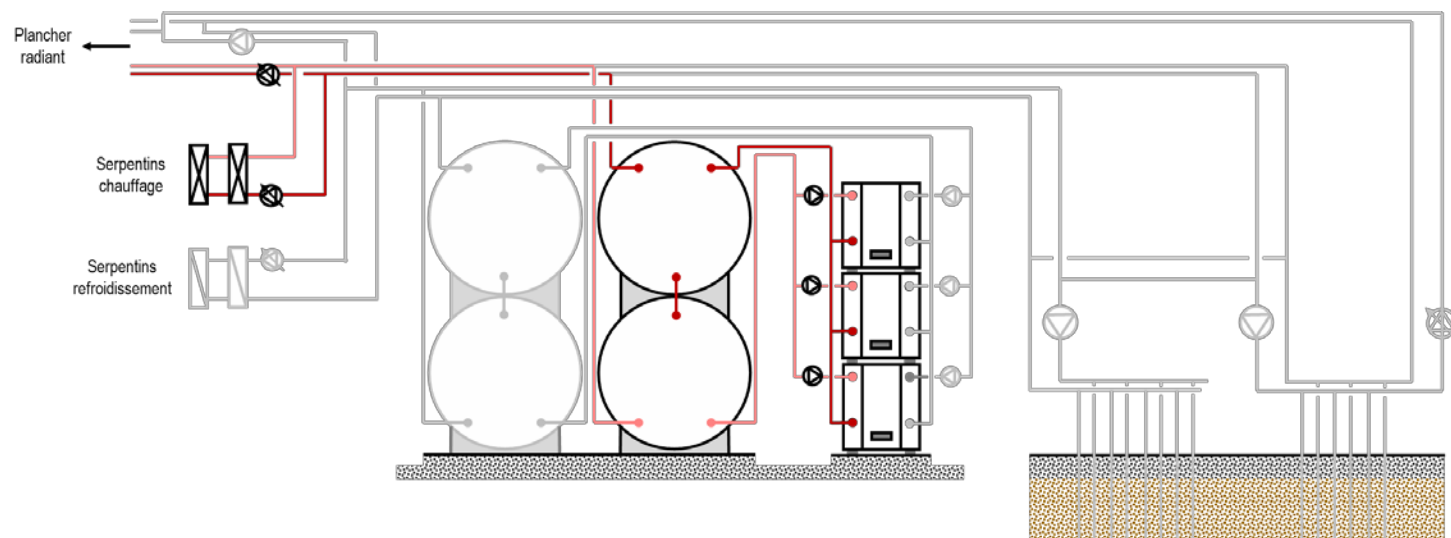


Figure 2: Systèmes mécaniques, charge de chauffage du bâtiment

[†] En conditions ISO/AHRI 13256-2

L'énergie utilisée par les thermopompes eau-eau pour chauffer la boucle de propylène-glycol chaud (GLC) est puisée de deux (2) réservoirs de propylène-glycol maintenus à une température minimale de -4°C . Par la suite, deux (2) pompes à débit variable permettent d'acheminer le fluide caloporteur vers le système de plancher radiant ou vers les serpentins de refroidissement des unités de ventilation afin de récupérer la chaleur dissipée dans le bâtiment par les charges internes. Si ce n'est pas suffisant pour maintenir la température de consigne du réservoir, une pompe à débit constant permet d'acheminer le fluide caloporteur des réservoirs vers sept (7) puits de géothermie afin de puiser la chaleur manquante dans le sol.

La [Figure 3](#) illustre le concept. Certains éléments (valves, réservoirs de dilatation, surpresseur de glycol) ne sont pas affichés afin de simplifier la figure.

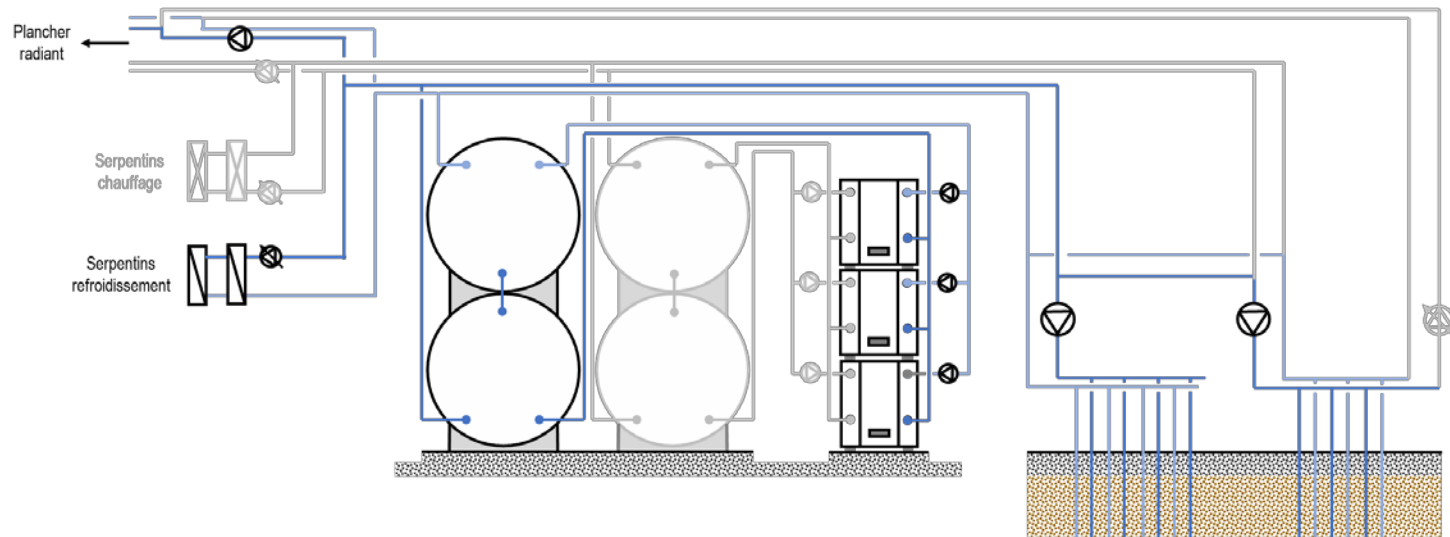
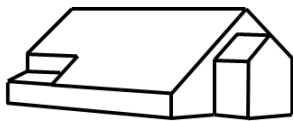
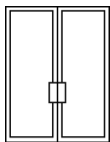
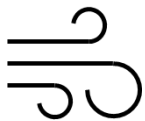
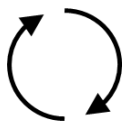


Figure 3: Systèmes mécaniques, source de chaleur du bâtiment

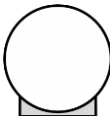
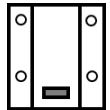
Le Tableau 1 ci-dessous montre les charges de chauffage calculées pour le bâtiment.

Tableau 1: Bilan des charges de chauffage du bâtiment

		Charge
	Chauffage de l'enveloppe	21 kW
	Chauffage du vestibule	5 kW
	Chauffage de l'air frais (alimentation à 21°C)	77 kW
	Récupération de chaleur sur l'air évacué	-67 kW
	Total	37 kW

La capacité des équipements de chauffage installés est présentée dans le Tableau 2 ci-dessous. La puissance de chauffage requise des thermopompes eau-eau a pu être réduite grâce à l'utilisation des réservoirs de stockage thermique pour l'écrêtage de pointe.

Tableau 2: Capacité des équipements de chauffage

		Capacité
	Réservoirs de stockage thermique	2x60 kWh
	Thermopompes eau-eau	3x11 kW

3.4 D3030 Système de production de froid

3.4.1 Refroidissement mécanique

Durant l'été, le refroidissement et la déshumidification de l'air extérieur ainsi que le refroidissement d'une partie des charges internes est effectué par le biais d'une boucle de propylène-glycol froid (GLF) qui opère à une température de 10°C. Trois (3) thermopompes eau-eau d'une puissance de refroidissement de 16,3 kW[†] chacune sont utilisées pour maintenir deux (2) réservoirs contenant 5 000 L de propylène-glycol à la température minimale de 1°C (voir section 3.6.1). Lorsque nécessaire, deux (2) pompes à débit variable permettent d'acheminer le fluide caloporteur des réservoirs vers les serpentins de refroidissement des unités de ventilation.

La Figure 4 illustre le concept. Certains éléments (valves, réservoirs de dilatation, surpresseur de glycol) ne sont pas affichés afin de simplifier la figure.

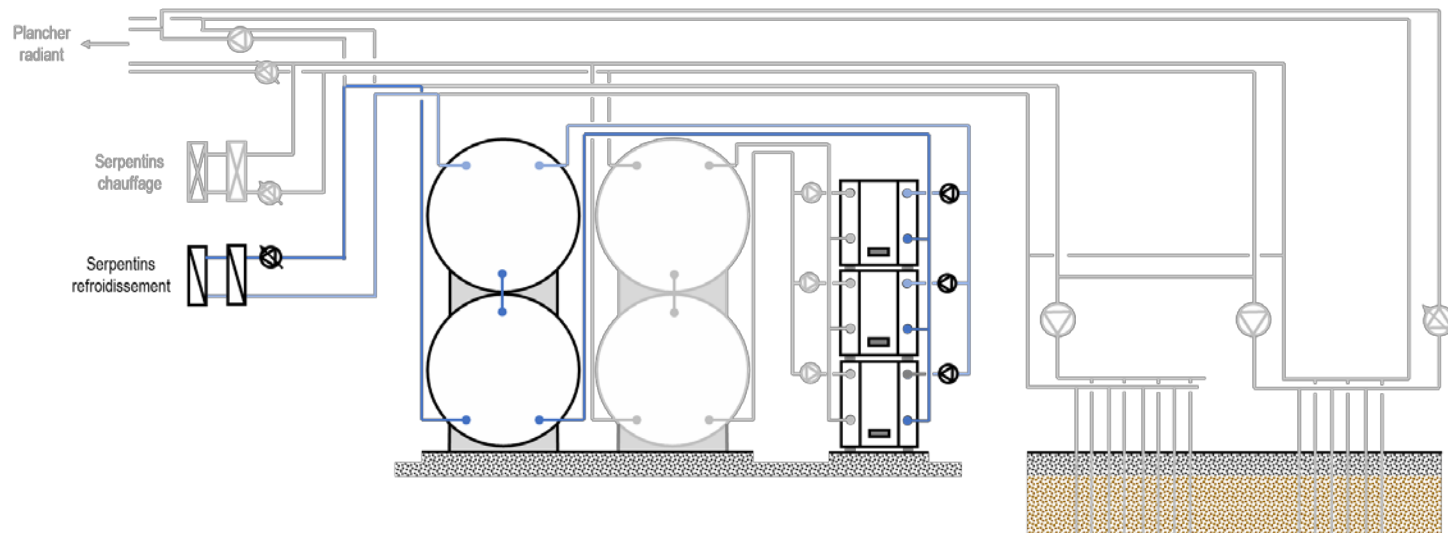


Figure 4: Systèmes mécaniques. charge de refroidissement mécanique du bâtiment

† En conditions ISO/AHRI 13256-2

L'énergie rejetée par les thermopompes eau-eau pour refroidir la boucle de propylène-glycol froid (GLF) est d'abord envoyée vers deux (2) réservoirs de propylène-glycol maintenus à une température maximale de 30°C. par la suite, une pompe à débit constant permet d'acheminer le fluide caloporteur contenu dans les réservoirs vers quatre (4) puits de géothermie afin de rejeter la chaleur dans le sol.

La Figure 5 illustre le concept. Certains éléments (valves, réservoirs de dilatation, surpresseur de glycol) ne sont pas affichés afin de simplifier la figure.

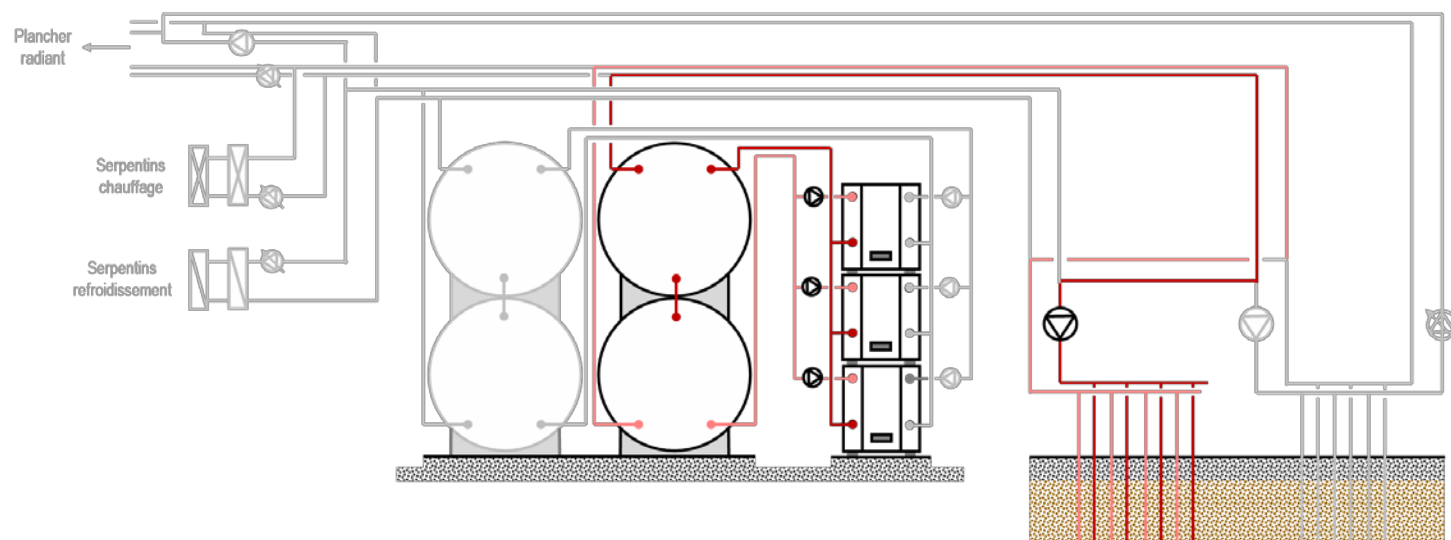


Figure 5: Systèmes mécaniques, rejet de chaleur du bâtiment

3.4.2 Refroidissement passif

Durant l'été, le refroidissement des gains solaires, des charge d'enveloppe et d'une partie des charges internes est effectué par le biais d'une boucle de propylène-glycol sans thermopompes. Cela permet d'effectuer du refroidissement par le biais des pompes et des puits géothermiques sans avoir à utiliser de système mécanique, ce qui réduit la consommation d'énergie. Lorsque nécessaire, une pompe à débit variable permet d'acheminer le fluide caloporteur de trois (3) puits de géothermie vers le plancher radiant.

La Figure 5 illustre le concept. Certains éléments (valves, réservoirs de dilatation, surpresseur de glycol) ne sont pas affichés afin de simplifier la figure.

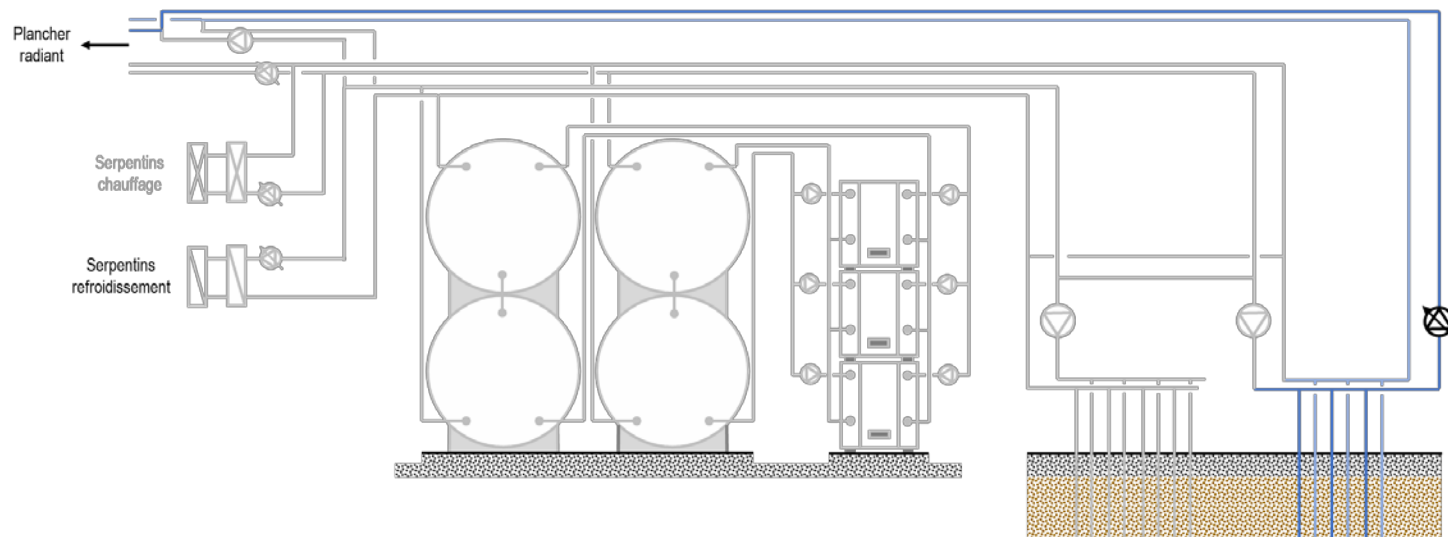
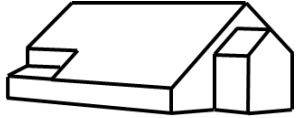



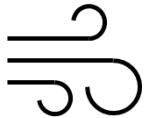


Figure 6: Systèmes mécaniques, charge de refroidissement mécanique du bâtiment

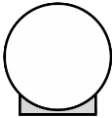
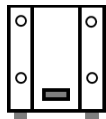

Le Tableau 3 ci-dessous montre les charges de refroidissement calculées pour le bâtiment.

Tableau 3: Bilan des charges de refroidissement du bâtiment

		Charge
	Refroidissement de l'enveloppe (incl. gains solaires)	22 kW
	Occupants	9 kW
	Éclairage	4 kW
	Équipements	4 kW
	Refroidissement et déshum. de l'air frais (alimentation à 13°C)	30 kW
	Total	69 kW

La capacité des équipements de refroidissement installés est présentée dans le ci-dessous. La puissance de refroidissement requise des thermopompes eau-eau a pu être réduite grâce à l'utilisation des réservoirs de stockage thermique pour l'écrêtage de pointe.

Tableau 4: Capacité des équipements de chauffage

		Capacité
	Réservoirs de stockage thermique	2x55 kWh
	Thermopompes eau-eau	3x10 kW
	Refroidissement passif	22 kW

3.5 D3040 Distribution de CVCA

3.5.1 Ventilation

La ventilation du bâtiment sera effectuée par deux (2) unités de ventilation distinctes.

- L'unité de ventilation du secteur général (voir section 3.5.1.1) alimente et évacue l'air de tout le bâtiment à l'exception du secteur des oiseaux (voir Figure 6). Cette unité est conçue pour alimenter le débit minimum requis par l'ASHRAE 62.1 et évacuer le débit minimum requis par le RSST (voir Tableau 5).
- L'unité de ventilation du secteur des oiseaux (voir section 3.5.1.2) alimente et évacue l'air du secteur des oiseaux. Cette unité est conçue pour alimenter 6 CAH dont 2 CAH d'air extérieur (ce qui est supérieur à ce qui est requis selon ASHRAE 62.1, voir Tableau 5). Cette unité est éteinte durant la période estivale puisque les oiseaux se trouveront à l'extérieur du bâtiment.

La construction des réseaux de conduits d'air sera conforme à la norme SMACNA. De façon générale, les conduits d'alimentation d'air seront munis d'un calorifuge externe de 25 mm en fibre de verre sauf pour les prises d'air frais et les évacuations en aval des unités de récupération où l'épaisseur sera de 50 mm.

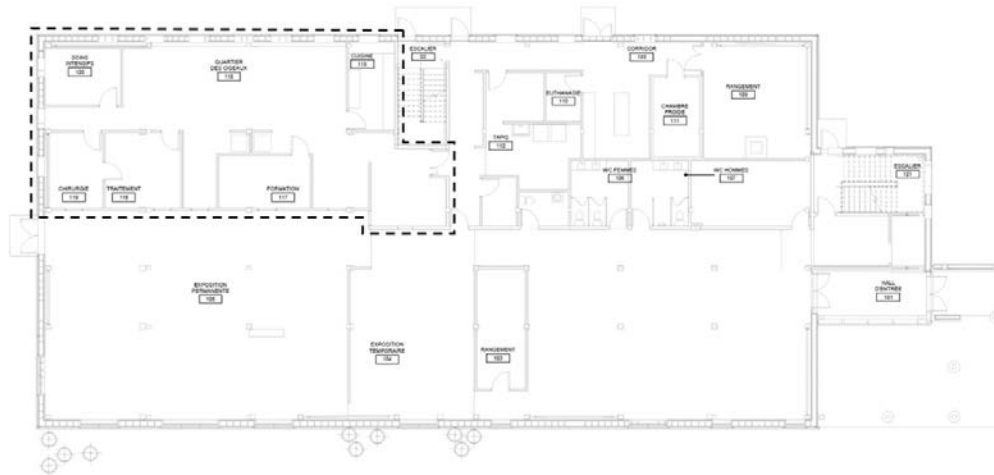


Figure 7: Secteur des oiseaux, niveau 1

Tableau 5: Débit d'air frais

Unité de ventilation	Débit d'air frais maximal (L/s)
Secteur général	1 070
Secteur des oiseaux	265
Total	1 335

3.5.1.1 Unité de ventilation du secteur général

L'unité de ventilation du secteur général alimente un débit constant de 1 070 L/s composé à 100% d'air extérieur à tout le bâtiment à l'exception du secteur des oiseaux. Dans l'unité, l'air passe au travers des éléments suivants, dans l'ordre.

À l'alimentation

- Préfiltre lavable MERV 8
- Récupérateur de chaleur à cassette
- Filtre MERV 13
- Ventilateur d'alimentation à entraînement direct
- Serpentins de refroidissement et de chauffage

À l'évacuation

- Filtre MERV 13
- Ventilateur de retour à entraînement direct
- Récupérateur de chaleur à cassette

L'apport d'air frais alimenté est filtré et, au besoin, refroidi, déshumidifié ou chauffé afin de répondre à une partie des charges de refroidissement et de chauffage de la pièce ayant la plus faible demande de refroidissement ou de chauffage. Le reste de la charge est prise en charge par le plancher radiant (voir section 3.5.2). Ce système n'inclus pas d'humidificateur.

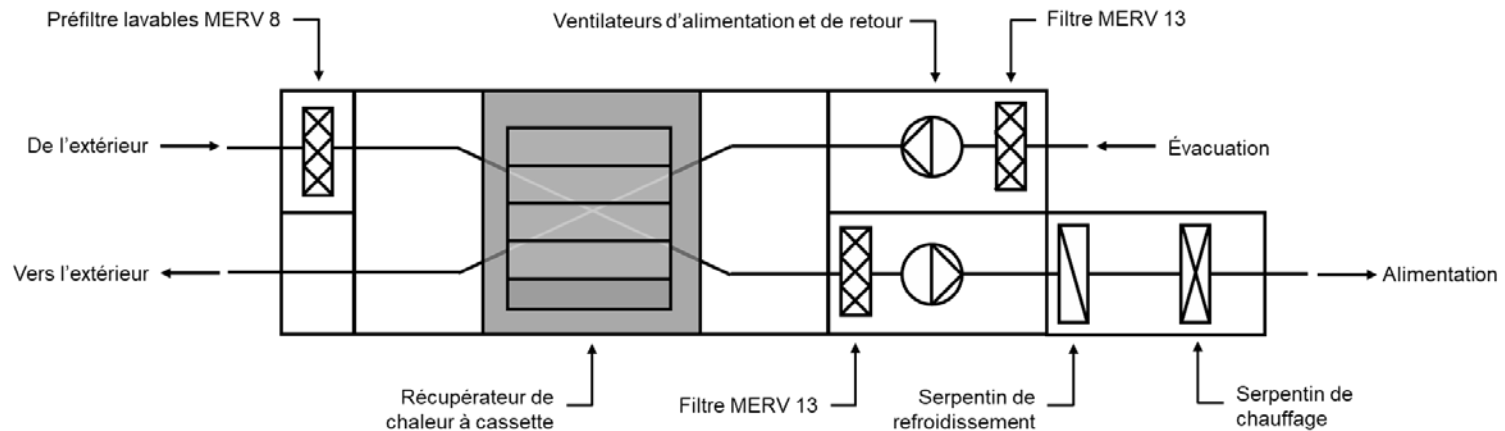


Figure 8: Système d'air frais, général

3.5.1.2 Unité de ventilation du secteur des oiseaux

L'unité de ventilation du secteur des oiseaux alimente un débit maximal de 810 L/s (6 CAH), dont 265 L/s (2 CAH) d'air extérieur dans toutes les pièces du secteur des oiseaux. Dans l'unité, l'air passe au travers des éléments suivants, dans l'ordre.

À l'alimentation

- Préfiltre lavable MERV 8
- Récupérateur de chaleur à cassette
- Volet de recirculation
- Filtre MERV 13
- Ventilateur d'alimentation à entraînement direct
- Serpentins de refroidissement et de chauffage
- Filtre MERV 16 (HEPA)

À l'évacuation

- Filtre MERV 13
- Ventilateur de retour à entraînement direct
- Volet de recirculation
- Récupérateur de chaleur à cassette

L'apport d'air sera filtré et, au besoin, chauffé, refroidi ou déshumidifié afin d'assurer des conditions adéquates pour les oiseaux. Chaque pièce sera équipée d'une sonde de température, pour contrôler un serpentin de chauffage terminal. Le système du secteur des oiseaux est indépendant du système général et sera arrêté l'été. Ce système n'inclus pas d'humidificateur.

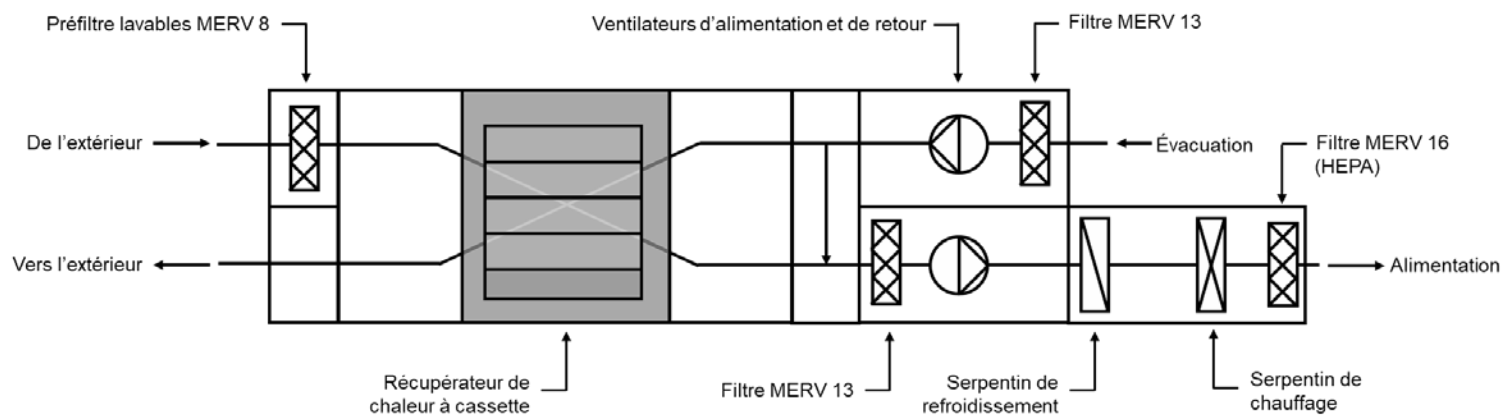


Figure 9: Unité de ventilation du secteur des oiseaux

Afin de répondre au reste de la charge de chauffage et de refroidissement du système général (une partie étant déjà prise en charge par l'unité de ventilation générale, voir section 3.5.1.1), on utilise le plancher radiant hydronique fonctionnant avec du polyène-glycol. Le système du plancher radiant est séparé en huit (8) sous-systèmes qui contrôlent dix (10) zones.

Les sous-systèmes sont indépendants les uns des autres, ils peuvent donc alterner entre le mode chauffage et le mode de refroidissement selon les besoins des zones qui leur sont associées. Les zones d'un même sous-système doivent être dans le même mode. Le Tableau 6 montre les différentes caractéristiques du plancher radiant.

Tableau 6: Caractéristiques du plancher radiant

Sous-système	Zone(s) desservie(s)	Puissance (kW)	
		Chauffage	Refroidissement
1	Espace multifonctionnel 206	4,0	2,0
2	Exposition permanente 105	8,0	4,0
3	Exposition temporaire 104	2,4	1,4
4	Espace découverte 205 Escalier 02	4,0	2,0
5	Administration 202 Bureau 203	4,0	2,5
6	Escalier 121	1,4	0,7
7	Rangement 109 Corridor 122	2,8	1,4
8	Réception/magasin 102	7,2	3,6
Total		33,8	17,6

3.5.3 Ventilo-convecteur

Le hall d'entrée (101) du bâtiment est chauffé par le biais d'un ventilo-convecteur d'une puissance de 5 kW alimenté par la boucle de propylène-glycol chaud (GLC).

3.6 D3090 Autres systèmes ou équipements de CVCA

3.6.1 Système de gestion de la pointe

Tel qu'expliqué dans la section 3.4 quatre (4) réservoirs d'un volume total de 20 000 L ont été installés afin de mieux gérer l'appel de puissance du bâtiment.

Cela permet entre autre de réduire

- La puissance électrique appelée du bâtiment et donc de réduire les coûts énergétiques.
- La capacité et le coût des équipements mécaniques

Le système fonctionne comme suit, les trois (3) thermopompes sont installées avec le côté condenseur relié aux deux (2) réservoirs de stockage chaud et le côté évaporateur relié au deux (2) réservoirs froid, tel que présenté à la [Figure 10](#).

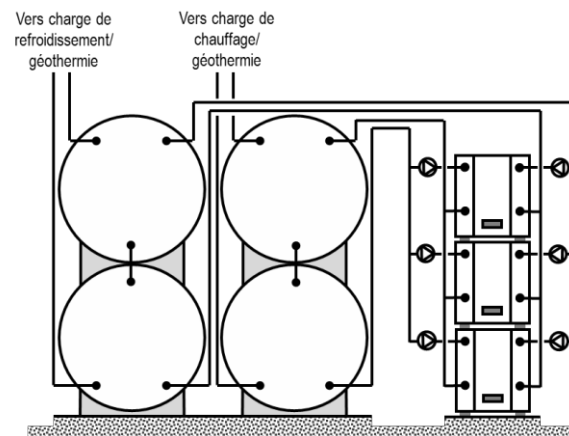


Figure 10: Réservoirs de stockage et thermopompes

En hiver :

- Les thermopompes sont contrôlées afin de maintenir la température dans les réservoirs chauds à 46°C.
- La température de la boucle de propylène-glycol chaud est de 35°C.
- La différence de température de 11°C permet d'emmagasiner 120 kWh.

En été :

- Les thermopompes sont contrôlées afin de maintenir la température dans les réservoirs froids à 1°C.
- La température de la boucle de propylène-glycol froid est de 10°C.
- La différence de température de 9°C permet d'emmagasiner 110 kWh.

Le stockage effectué dans les réservoirs permet ensuite d'écarter les charges de chauffage et de refroidissement du bâtiment. La Figure 11 illustre l'effet lors de la journée la plus froide de l'année de la simulation énergétique. La combinaison des thermopompes (puissance totale de 33 kW) et des réservoirs de stockage thermique permet de répondre temporairement à une charge de chauffage supérieure à 60 kW.

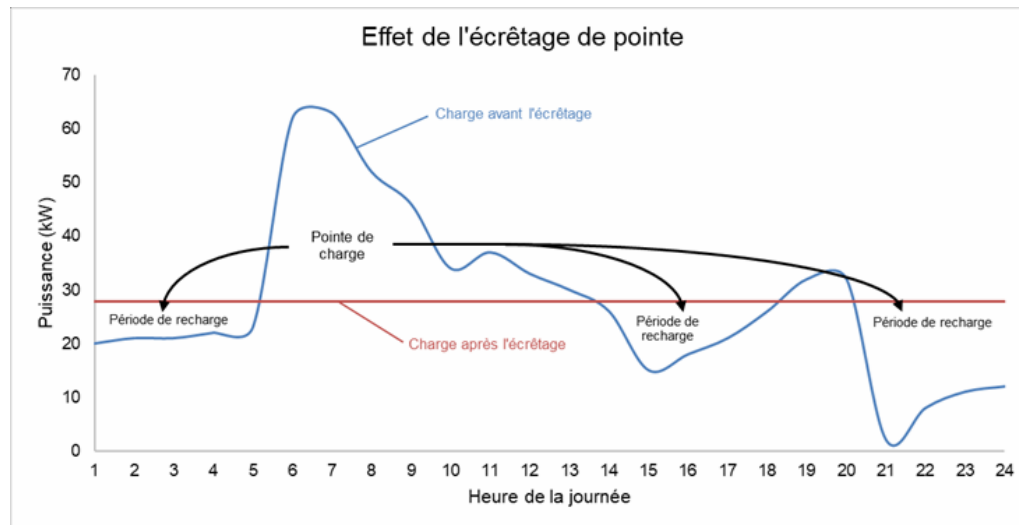


Figure 11: Effet de l'écarterage de pointe

3.6.2 Puits de géothermie

Tel qu'expliqué dans la section 3, sept (7) puits de géothermie seront nécessaires pour puiser la chaleur du sol pour chauffer le bâtiment en hiver et rejeter la chaleur du bâtiment dans le sol en été. Chaque puits aura une profondeur de 150 m et ils seront espacés de 6 m.

En hiver :

· Tous les puits seront utilisés pour puiser la chaleur du sol En

été :

- Quatre (4) puits seront utilisés pour le refroidissement mécanique du bâtiment (voir section 3.4.1)
- Les trois (3) puits restants seront utilisés pour le refroidissement passif du bâtiment (voir section 3.4.2)

La quantité exacte de puits requis devra être revue suite au forage d'un puits test qui permettra d'analyser les paramètres du sol.

3.7 D3060 Régulation automatique

3.7.1 Généralités

Au moyen de contrôleurs numériques distribués, le système de gestion du bâtiment assurera le contrôle des systèmes électromécaniques. Ce système supervisera tous les systèmes, y compris tous les éléments terminaux par le biais d'un accès Internet. Le système affichera les valeurs mesurées et les points de consigne de tous les éléments lus (entrées) et de tous les éléments de contrôle (sorties), soit la température, l'humidité relative et le niveau de CO₂. Les actionneurs seront électriques ou électroniques.

Un système de détection de présence sera utilisé pour contrôler l'éclairage.

Un système de contrôle prédictif, basé sur les prévisions de température, sera utilisé pour :

- Contrôler la température du plancher radiant, afin de répondre adéquatement aux charges du bâtiment malgré l'inertie thermique du béton.
- Ajuster la température de consigne en mode inoccupé afin de maximiser l'économie d'énergie sans surcharger les systèmes lors du passage au mode occupé.
- Optimiser le fonctionnement du système de gestion de la pointe.

Le système d'automatisation du bâtiment utilisera les plus récentes technologies Internet et les protocoles normalisés de l'industrie, tels que BACnet.

3.7.2 Mode occupé et inoccupé

L'alternance entre les modes d'utilisation du bâtiment sera contrôlée par des horaires dans le système d'automatisation du bâtiment.

4 D40 Protection incendie

4.1 Normes de référence

Sauf indication contraire, le système sera conçu et les travaux seront exécutés conformément aux éditions les plus récentes des normes suivantes en vigueur au Québec :

- NFPA 10
- Les exigences du Code national du bâtiment, dernière édition ;
- Les exigences du Service de sécurité incendie de Saint-Jude et de la MRC des Maskoutains ;
- Les exigences du Code de construction du Québec, chapitre 1, Bâtiment et Code national du bâtiment – Canada, dernière édition ;

4.2 Critères de conception

- L'analyse du code de construction du Québec 2010 effectuée en architecture montre que le bâtiment n'a pas besoin d'être giclé
- Des extincteurs portatifs seront installés selon NFPA 10;
- Prévoir les enseignes (en métal avec un lettrage en blanc sur un fond rouge) requises par le service des incendies;
- Les échantillons de chaque enseigne devront être approuvés.

5 D50 Électricité

5.1 D5010 Distribution électrique

L'entrée électrique d'Hydro-Québec sera souterraine après la rivière, à l'orée du bois, jusqu'au centre où un poteau aérosouterrain sera installé pour y accueillir les transformateurs d'Hydro-Québec. Le raccordement sera ensuite de type aérien jusqu'au garage dans lequel sera installé le sectionneur principal, le compteur Hydro-Québec et le panneau principal de distribution. Des panneaux de services seront installés dans le bâtiment principal et seront raccordés via des conduits souterrains en provenance du panneau principal.

5.2 D5020 Éclairage et contrôle d'éclairage

Les appareils seront tous aux diodes électroluminescentes avec une haute efficacité pour diminuer la consommation énergétique au maximum. L'éclairage des espaces de bureaux, de la salle multifonctionnelle et de la salle de découverte sera de type suspendu linéaire avec de l'éclairage direct et indirect. L'éclairage de l'espace vétérinaire ainsi que des aires de soins sera de type volumétrique encastré. L'éclairage des salles d'exposition et de l'espace d'accueil et boutique sera de type projecteur sur rail.

Le contrôle d'éclairage de l'ensemble des espaces sera sur détection de présence. Des gradateurs seront installés dans les aires de soins et dans la salle multifonctionnelle. Également, les luminaires périphériques seront contrôlés sur détection de luminosité.

L'éclairage extérieur sera aux diodes électroluminescentes de couleur chaude, voire ambrée, pour limiter la pollution lumineuse. Aucun éclairage ne sera dirigé vers le haut dans la même ordre d'idée. Le contrôle de l'éclairage extérieur sera sur photocellule et sur interrupteur pour permettre la tenue d'activités de vue du ciel nocturne.

5.3 D5030 Alarme incendie

Le système d'alarme incendie sera à une étape et de type adressable. Le panneau de contrôle sera installé à l'entrée principale du bâtiment. La signalisation d'alarme incendie sera faite via des klaxons. Le système d'alarme incendie transmettra le signal d'alarme à distance aux services incendies. Tel que requis par la réglementation, des détecteurs d'incendie seront installés dans les rangements et salles techniques. Bien que non essentiel, d'autres détecteurs d'incendie seront ajoutés dans les salles multifonctionnelles, les salles d'exposition et le secteur des oiseaux, afin d'accélérer la détection des incendies et donc la communication de ceux-ci au service incendie.

5.4 D5030 Télécommunications, contrôle d'accès et sécurité

Un conduit souterrain sera prévu pour le passage de la fibre optique jusqu'au centre d'interprétation.

À l'intérieur du bâtiment, des canalisations vides seront prévues pour le passage du câblage de télécommunications, de contrôle d'accès et de sécurité.

5.5 D5090 Autres systèmes électriques

5.5.1 Panneaux photovoltaïques

La distribution électrique a été faite afin d'avoir la possibilité d'installer, dans le futur, des panneaux solaires photovoltaïques sur le toit du bâtiment principal. Cela permettra de minimiser davantage la consommation électrique du bâtiment provenant du réseau d'Hydro-Québec.

Pour ce faire, les équipements suivants devront être installés dans la salle mécanique (211) :

- Onduleur, pour transformer le réseau à courant continu (*DC* en anglais) provenant des panneaux photovoltaïques en réseau à courant alternatif (*AC* en anglais) à une tension 480 Vc.a.. L'onduleur devra répondre au standard de qualité de signal d'Hydro-Québec.
- Transformateur, pour augmenter la tension à celle du bâtiment, soit de 480 Vc.a. à 347/600 Vc.a..

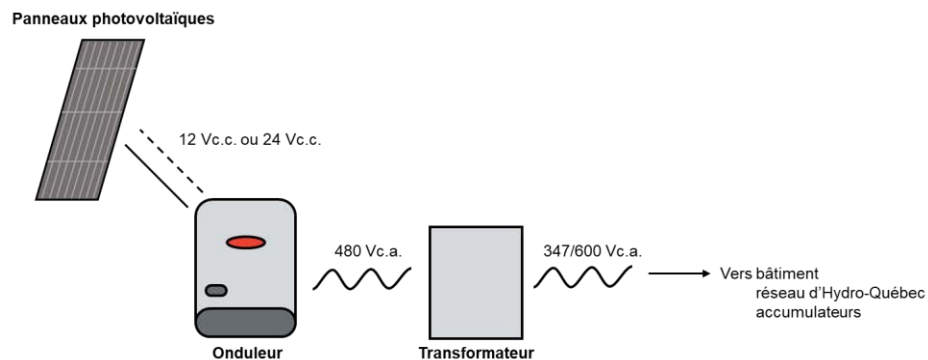


Figure 12: Distribution des panneaux photovoltaïques

Comme l'option net du mesurage net n'est pas disponible à notre facturation, le surplus produit par les panneaux photovoltaïques sera redonné au réseau d'Hydro-Québec directement. L'ajout d'accumulateurs permettrait de conserver ces surplus énergétiques afin de les consommer en dehors des périodes d'ensoleillement. Ceci réduirait notre consommation énergétique auprès d'Hydro-Québec.

5.5.2 Génératrice

Une génératrice au propane d'une capacité de 50kW/62.5kVA sera installée pour les charges essentielles de l'usager tel le chauffage minimal du bâtiment, les services électriques de l'accueil, le congélateur pour la nourriture des oiseaux et d'autres. La génératrice ne sera pas une génératrice pour les systèmes de sécurité des personnes.

L'entretien pour cette génératrice n'est pas règlementé par une norme, même s'il est recommandé de suivre les instructions du fabricant pour s'assurer de sa bonne condition.

6 Consommation annuelle

6.1 Consommation énergétique

La simulation énergétique effectuée pour le bâtiment permet d'estimer la consommation annuelle du bâtiment à partir duquel on calcule le coût énergétique annuel.

À noter que cette estimation est basée sur :

- Un fichier météo représentant une année typique.
- Les horaires fournis par l'UQROP.
- Une estimation des charges aux prises.
- Un contrôle optimal des systèmes mécaniques.
- D'autres hypothèses.

Plusieurs facteurs lors de l'opération réelle du bâtiment pourraient avoir un effet sur sa consommation énergétique annuelle. Pour cette raison, les résultats de la simulation ne devraient en aucun cas être utilisés pour prédire avec certitude la consommation énergétique réelle du bâtiment et doivent seulement être utilisés à titre indicatif.

Selon la simulation le bâtiment consommera **120 000 kWh** par année, soit **70 kWh/m²**, pour un coût annuel de **12 000 \$** avant taxes.

De plus, si on considérait que le secteur des oiseaux était remplacé par une section de bureaux typique, le bâtiment consommerait alors **104 500 kWh** par année, soit **61 kWh/m²**, pour un coût annuel de **10 500 \$** avant taxes.

Pour terminer, il serait éventuellement possible de calibrer le modèle énergétique afin qu'il représente adéquatement la consommation réelle du bâtiment. Ce modèle pourrait ensuite être utilisé à des fins de recherche ou pour identifier une dégradation des performances du bâtiment. L'*International Performance Measurement and Verification Protocol* volume III, option D, propose une procédure pour y arriver.

6.2 Réduction de GES

En se basant sur la simulation et sur les facteurs d'émission et de conversion[§] de Transition énergétique Québec, le bâtiment tel que conçu émettra **0,25 tonnes de CO₂ équivalent** par année.

À titre indicatif, s'il n'était pas possible de chauffer à l'électricité et puisque le bâtiment n'est pas desservi en gaz naturel, le gaz propane serait utilisé comme source de chauffage. Dans cette situation, le bâtiment émettrait alors **18,75 tonnes de CO₂ équivalent**, soit une augmentation de **18,5 tonnes de CO₂ équivalent**.

[§] transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/FacteursEmission.pdf

6.3 Comparaison énergétique

Le site *Energy Star Portfolio Manager* présente des valeurs de référence médianes canadiennes d'intensité énergétique (en GJ/m²) pour différents types de propriétés**.

Dans le Tableau 7, on présente l'intensité énergétique médiane des bâtiments qui représentent les différentes vocations du bâtiment de l'UQROP. On calcule également la consommation qu'aurait un bâtiment médian équivalent à celui de l'UQROP à partir de la superficie occupée pour chacune des vocations. On compare ensuite la valeur obtenue avec la consommation simulée pour le bâtiment tel que conçu.

Tableau 7: Comparaison de l'intensité énergétique

Type de bâtiment	Pourcentage	Intensité énergétique (GJ/m ²)
Musée	48 %	1,74
Clinique vétérinaire	18 %	1,02
Bureau	12 %	0,99
Salle de rencontres sociales	22 %	1,74
Valeur médiane		1,52
Valeur simulée		0,252
<i>Différence</i>		-84 %

On voit que le bâtiment tel que conçu a une intensité énergétique **84 % inférieure** à la médiane canadienne.

**<https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/Canadian%20National%20Median%20Tables-FR-Aug2018-2.pdf>

