

# CONCEPTION DE PLAN TYPE POUR LA BERGERIE DU FUTUR

## Rapport final

---

Rapport présenté à :

Jacques Gallichand (responsable)

Sébastien Fournel (superviseur)

Projet d'ingénierie II : GAE-3003



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Par :

Équipe # 2

Étienne Carrier

Andrée Champagne

Félix Keurentjes

24 avril 2018

---

**Le rapport peut être cité comme suit :**

Carrier, E. Champagne A, & F. (2018). *Conception de plan type pour la bergerie du futur*. Rapport final. Québec, QC, Canada : Université Laval. 64 pages.

# CONCEPTION DE PLAN TYPE POUR LA BERGERIE DU FUTUR

## Rapport final

Présenté à :

Jacques Gallichand, Ph. D., Université Laval

Sébastien Fournel, Ph. D., Université Laval

Préparé par :

---

Étienne Carrier

Université Laval

---

Andrée Champagne

Université Laval

---

Félix Feurentjes

Université Laval

---

## **Équipe de réalisation du projet :**

Superviseur :	Sébastien Fournel (Université Laval) Étienne Carrier (Université Laval)
Réalisation du projet :	Andrée Champagne (Université Laval) Félix Keurentjes (Université Laval)
Personnes ressources :	François Castonguay (Université Laval) Léda Villeneuve (CEPOQ) Raphaël Chevalier (Éleveurs d'ovins du Québec) Stéphanie Landry (MAPAQ)
Producteurs visités:	Alexandre Anctil (Ferme l'Abitibienne) André Blais (DéliMAX) Éric Lamontagne (Bergerie des Appalaches) Johanne Cameron (Ferme Marovine) Keven Groleau (Ferme Bercy et Fils) Marc-André Côté (Les Bergeries du Village) Martin Brodeur Choquette (Ferme Marovine) Pierre-Luc Faucher (Bergerie InnOvin) René Gagné (Bergerie Ovigène)

## **Les lecteurs qui souhaitent commenter ce rapport peuvent s'adresser à :**

Sébastien Fournel, ing., Ph. D.  
Chercheur postdoctoral  
Département des sciences animales  
2425, rue de l'Agriculture  
Local 4305  
Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6  
T (418) 656-2131 poste 8757  
F (418) 656-3766  
[sebastien.fournel.1@ulaval.ca](mailto:sebastien.fournel.1@ulaval.ca)

---

---

## Résumé

Le secteur ovin est un milieu en consolidation au Québec. Les producteurs de ce milieu sont à la croisée des chemins où ils souhaitent agrandir leur installation d'élevage, mais les informations disponibles en ce domaine n'ont pas été revues depuis bon nombre d'années. Stéphanie Landry, agronome au MAPAQ, est spécialiste dans le milieu ovin et a repéré cette lacune. Elle nous donne comme mandat de produire un feuillet technique pour mettre à jour les valeurs théoriques de construction. À l'aide de ce feuillet technique, il faudra produire des plans types pour une bergerie de 600 brebis prolifiques.

Au final, la bergerie du futur doit être efficace, productive, économique et assurer le bien-être animal. Ainsi, une bergerie du type se doit d'être constituée d'espace spécialisé de parc pour les brebis gestantes, de parc d'agnelage individuel, d'une salle d'allaitement artificiel, de parc pour les agneaux d'engraissement, d'un corral, d'un quai de chargement et d'une zone de quarantaine. Le bâtiment sera isolé et aura une ventilation mécanique à pression négative, de type tunnel en été et transversal pour les 3 autres saisons. La photopériode et le mélangeur RTM sont des outils de production conseillée pour atteindre des résultats zootechniques supérieurs. Les plans types de cette bergerie sont présentés dans ce présent rapport.

---

## Table des matières

Résumé.....	v
Table des matières.....	vi
Liste des tableaux.....	viii
Liste des figures.....	ix
Liste des abréviations et des symboles.....	x
1 Introduction.....	1
2 Synthèse des connaissances.....	2
2.1 Aspects socio-économiques.....	2
<b>2.1.1 Balance commerciale.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.2 Entreprises ovines du Québec.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.3 Mise en marché.....</b>	<b>3</b>
2.2 Aspects agronomiques.....	4
<b>2.2.1 Races ovines.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2 Cycle de production avec la photopériode.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3 Composition du troupeau.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4 Aménagement intérieur du bâtiment.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.5 Alimentation.....</b>	<b>11</b>
2.3 Aspects d'ingénierie.....	12
<b>2.3.1 Outil de dimensionnement.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.2 Contrôle d'ambiance.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.3 Ventilation.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.4 Entreposage des fumiers.....</b>	<b>14</b>
3 Conception de la bergerie du futur.....	15
3.1 Feuillet technique.....	15
<b>3.1.1 Problème.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 Méthodologie.....</b>	<b>15</b>

---

<b>3.1.3 Résultats et discussion</b> .....	17
<b>3.1.4 Conclusion partielle (feuillet technique)</b> .....	24
3.2 Aménagement intérieur de la bergerie .....	24
<b>3.2.1 Problème</b> .....	24
<b>3.2.2 Méthodologie</b> .....	25
<b>3.2.3 Résultats et discussion</b> .....	26
<b>3.2.4 Conclusion partielle (plan)</b> .....	35
3.3 Ventilation et chauffage .....	35
<b>3.3.1 Problème</b> .....	35
<b>3.3.2 Méthodologie</b> .....	36
<b>3.3.3 Résultats et discussion</b> .....	36
<b>3.3.4 Conclusion partielle (ventilation)</b> .....	47
4 Conclusion.....	47
5 Références .....	49
ANNEXE A. Diagramme des activités .....	51
ANNEXE B. Questionnaire pour les visites de bergerie .....	52
ANNEXE C. Feuillet technique .....	54
ANNEXE D. Tableau de décision pour les sources théoriques du feuillet technique .....	58
ANNEXE E. Fichier Excel pour le dimensionnement.....	59
ANNEXE F. Plan type de la bergerie du futur.....	60
ANNEXE G. Calcul du nombre de cases d’agnelage .....	61
ANNEXE H. Calcul du nombre d’agneaux dans les parcs d’engraissement.....	62
ANNEXE I. Ventilation .....	63
ANNEXE J. Éléments structuraux .....	64

---

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Données technico-économiques sur la grosseur du cheptel .....	8
Tableau 2 : Entreprises ovines visitées .....	16
Tableau 3 : Valeurs théorique et recommandée de densité animale dans un bâtiment ovin pour chaque type d'animaux .....	18
Tableau 4 : Comparaison entre l'alimentation à volonté et la RTM.....	22
Tableau 5 : Espacement à la mangeoire et le nombre d'abreuvoirs choisis et théoriques .....	23
Tableau 6 : Valeurs pour composer le cheptel requis avec les 600 brebis.....	27
Tableau 7 : Grosseur du cheptel.....	28
Tableau 8 : Division du troupeau en 6 groupes.....	29
Tableau 9 : Répartitions des agneaux nés vivants pour un groupe de 100 brebis.....	30
Tableau 10 : Synthèse de l'information sur le dimensionnement des parcs et des cases.....	31
Tableau 11 : Espace mangeoire requis pour l'alimentation .....	33
Tableau 12: Conditions d'ambiance visées .....	37
Tableau 13 : Compilation des paramètres de ventilation / jours longs .....	43
Tableau 14 : Ventilateurs nécessaires en jours longs.....	43
Tableau 15 : Compilation des paramètres de ventilation / jours-courts .....	46
Tableau 16 : Ventilateurs nécessaires en jours courts.....	46
Tableau 17 : Tableau de décision pour les sources théoriques .....	58

## Liste des figures

Figure 1 : Évolution du nombre d'adhérents et d'agneaux assuré au programme d'ASRA (FAQ, 2017) .....	3
Figure 2 : Schématisation d'un croisement de retour.....	5
Figure 3 : Cycle photopériode C4C6 (CEPOQ, 2008).....	6
Figure 4 : Ventilateur avec cache-lumière .....	7
Figure 5 : Mur de bâtiment sans aucune fenêtre .....	7
Figure 6 : Plan d'aménagement type biosécuritaire (CEPOQ, 2017).....	9
Figure 7 : Zone d'allaitement artificiel avec chaudière et tétines .....	10
Figure 8 : Cage de contention dans un corral.....	10
Figure 9 : Mélangeur à RTM ( <i>Valmétal</i> , 2018) .....	11
Figure 10 : Parc avec barrières en acier et mur en plastique.....	19
Figure 11 : Zone d'allaitement artificiel .....	21
Figure 12 : Production chaleur totale, sensible et latente.....	41
Figure 13 : Courbe de ventilation.....	42
Figure 14 : Production chaleur totale, sensible et latente.....	44
Figure 15 : Courbe de ventilation.....	45
Figure 16 : Diagramme des activités.....	51
Figure 17 : Dimensionnement final de la bergerie .....	59
Figure 18 : Plan type de la bergerie du futur.....	60
Figure 19 : Calcul du nombre de cases d'agnelage.....	61
Figure 20 : Calcul du nombre d'agneaux dans les parcs d'engraissement.....	62
Figure 21 : Dimensionnement du système de ventilation .....	63

---

## Liste des abréviations et des symboles

ASRA	Assurance stabilisation des revenus agricoles
CECPA	Centre d'études sur les coûts de production en agriculture
CEPOQ	Centre d'expertise en production ovine du Québec
CRAAQ	Centre de références en agriculture du Québec
CSF/FCM	Fédération canadienne du mouton
CVMS	Consommation volontaire de matière sèche
F	Facteur de correction de la chaleur total
F <sub>s</sub>	Facteur de correction de la chaleur sensible
F <sub>t</sub>	Facteur périphérique
FAQ	Financière agricole du Québec
GMQ	Gain moyen quotidien
LÉOQ	Les Éleveurs d'ovins du Québec
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Q <sub>B</sub>	Perte de chaleur
Q <sub>L</sub>	Chaleur latente
Q <sub>S</sub>	Chaleur sensible
Q <sub>SR</sub>	Chaleur produite par les installations de chauffage
Q <sub>T</sub>	Chaleur totale une fois les corrections appliquées
Q <sub>t</sub>	Chaleur totale
REA	Règlement sur les exploitations agricoles
RTM	Ration totale mélangée
$\Delta T$	Différence entre la température extérieure et intérieure

## 1 Introduction

La consolidation de l'élevage ovin au Québec et l'augmentation des cheptels poussent les producteurs à construire des bergeries neuves plutôt qu'à rénover d'anciens bâtiments afin d'effectuer des gains en termes de productivité et de confort. Or, le manque de données techniques concernant les bâtiments neufs ovins fait en sorte que les producteurs doivent improviser et prendre des informations de plusieurs ouvrages désuets, sans connaître ce qui est le plus efficace. L'agronome Stéphanie Landry du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), ayant constaté ce problème, nous a contactés afin de pallier cette problématique.

La présente étude a pour mandat de mettre à jour les données techniques utilisées pour la conception de bergeries neuves. Le projet se divise en deux grandes étapes : (1) production d'un feuillet technique relatant les bonnes pratiques en aménagement d'infrastructures ovines ; et (2) conception d'un plan type pour une bergerie de 600 brebis prolifiques. Le guide technique et le plan traiteront de plusieurs éléments comme l'aménagement des cases, la gestion des animaux, la gestion de l'alimentation, la manipulation des fumiers, la biosécurité, les paramètres d'ambiance et l'automatisation des tâches routinières. Ce projet n'inclut toutefois pas l'entreposage des aliments, l'entreposage des déjections, la ration alimentaire, la mise en marché, l'analyse économique et la valeur légale des plans.

Ce rapport final présente l'accomplissement de notre projet en entier, incluant l'ensemble des étapes de développement. Il comprend la synthèse des connaissances et l'ensemble des sections sur la conception de la bergerie. Ces derniers sont les sections sur le feuillet technique, la conception du plan type et le dimensionnement du système de ventilation.

---

## **2 Synthèse des connaissances**

Afin de mener à bien le mandat, il est important de définir les particularités reliées à la production ovine au Québec. D'abord, il sera question de décrire le contexte économique dans lequel œuvrent les éleveurs de moutons de la province. Ensuite, plusieurs notions agronomiques seront exposées afin de bien comprendre les besoins de l'animal et la régie d'élevage. Finalement, certains éléments d'ingénierie touchant la conception d'une bergerie seront présentés.

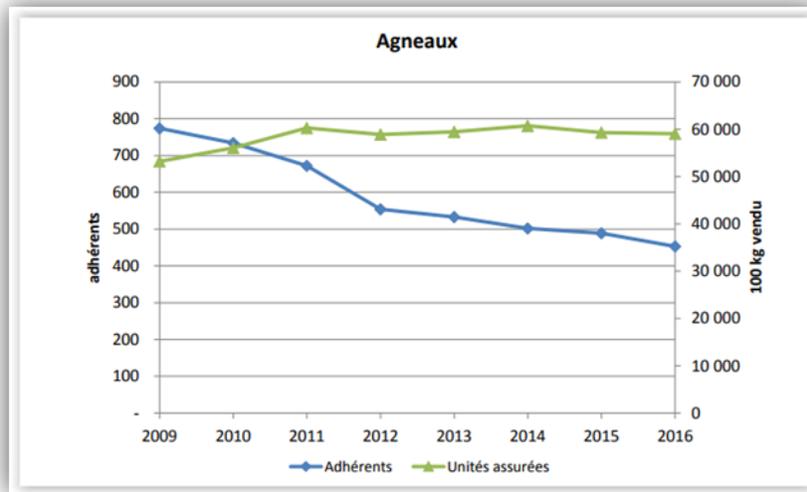
### **2.1 Aspects socio-économiques**

#### **2.1.1 Balance commerciale**

Pour commencer, il faut comprendre le contexte socio-économique de la production ovine alors que la balance commerciale du Québec est négative. Ainsi, en 2014, 53% de la viande ovine consommée était importée (MAPAQ, 2014). En effet, l'agneau sur les tablettes des épiceries provient en bonne partie de pays tels que la Nouvelle-Zélande et l'Australie. Les températures clémentes de ces régions permettent un élevage extensif et des coûts de production très compétitifs. L'éleveur québécois se doit donc d'optimiser ses installations pour réduire ses coûts de production et assurer la pérennité de son entreprise.

#### **2.1.2 Entreprises ovines du Québec**

En 2011, le Québec comptait 670 entreprises ovines ayant un troupeau supérieur à 50 brebis. Plus récemment, la moyenne de brebis par entreprise était de 517 (MAPAQ, 2014). Le nombre de producteurs assuré par l'ASRA a diminué de 23 % selon la Financière agricole du Québec (FAQ, 2017), et ce même si la taille du cheptel est demeurée stable entre 2007 et 2011. La Figure 1 présente le graphique de la situation.



**Figure 1 : Évolution du nombre d'adhérents et d'agneaux assuré au programme d'ASRA (FAQ, 2017)**

De moins en moins de producteurs demeurent en production. Seuls les plus efficaces survivent et investissent pour agrandir leur troupeau. Ainsi, un bâtiment dimensionné et aménagé de manière efficace permettra d'améliorer l'efficacité et de dégager un plus grand bénéfice. Les entreprises ayant la meilleure rentabilité financière sont celles qui possèdent un actif en bâtiment élevé, soit de plus de 311 \$/brebis. En comparaison, la moyenne des actifs en bâtiment pour les producteurs ovins du Québec se situe à 235 \$/brebis (MAPAQ, 2014).

### **2.1.3 Mise en marché**

Une mise en marché commune est organisée pour la vente d'agneau lourd. L'âge au moment de la vente de ces derniers est d'environ 5 ½ mois. La conformation visée est un agneau de 20 à 24 kg avec une épaisseur de gras dorsal de 7 mm. Il est aussi possible de vendre des agneaux de lait et des agneaux légers, mais ils devront être mis en vente par le producteur lui-même ou par l'entremise d'encans (Les éleveurs d'ovins du Québec, 2017).

---

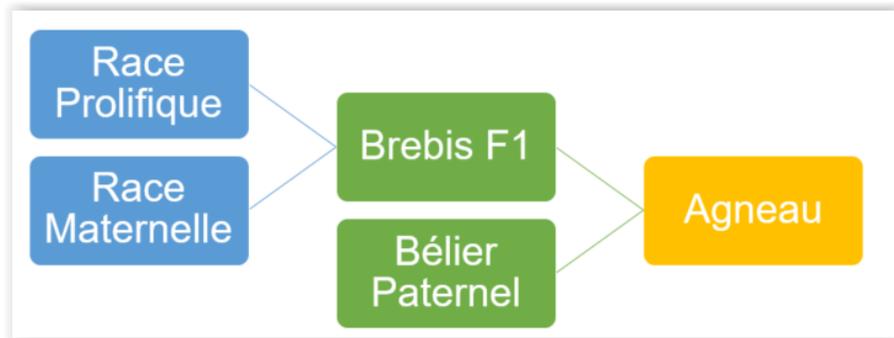
## 2.2 Aspects agronomiques

### 2.2.1 Races ovines

Les races ovines se classent en trois grandes catégories : maternelles, prolifiques et paternelles. Les races maternelles sont des espèces avec de bonnes aptitudes laitières, une facilité à l'agnelage et une bonne fertilité. Les races prolifiques ont des aptitudes semblables aux races maternelles, mais ils possèdent avant tout un taux de prolificité élevé, soit de 2 agneaux nés/agnelage et plus. Finalement, les races paternelles se distinguent par leur qualité de viande, leur bonne conversion alimentaire et leur taux de gras inférieur. Ce sont des critères recherchés pour les agneaux (CRAAQ, 2010).

Pour produire le maximum de viande par brebis, les producteurs ont avantage à utiliser des brebis prolifiques (2 agneaux et plus/portée). Malgré qu'un taux de prolificité plus élevé entraîne un nombre plus important de mortalités, ce choix demeure toujours plus rentable en raison de la vente d'agneaux supplémentaires qui couvrira et excédera les pertes financières des agneaux perdus (Caron, 2010). Plus d'espace pour les agneaux est donc à prévoir. Il faut aussi s'assurer que la densité animale et que les dimensions des mangeoires et des corridors sont adaptées à une race prolifique.

Pour profiter de l'hétérosis des espèces, des croisements de races pures sont pratiqués. L'hétérosis permet alors d'atteindre des caractéristiques zootechniques supérieures à celles des parents. Ce qui sera expliqué dans ce paragraphe est résumé à la Figure 2. Les brebis seront alors le croisement d'une race maternelle et d'une race prolifique. Ces femelles croisées seront appelées F1 et auront des caractères de prolificité, de fertilité et d'aptitude maternelle supérieures. Ces dernières seront accouplées avec des béliers de race pure paternelle, reconnue pour leur qualité de viande et leur taux de croissance élevé. Les agneaux résultants de cette hybridation auront alors une croissance élevée, une qualité de viande supérieure et un meilleur rendement à l'abattage (CRAAQ, 2010). Avec cette pratique d'élevage, les agnelles de remplacement et les béliers devront provenir de producteurs spécialisés.



**Figure 2 : Schématisation d'un croisement de retour**

### **2.2.2 Cycle de production avec la photopériode**

Une particularité de la production ovine est que les moutons sont saisonniers. Naturellement, la brebis sera en œstrus lors des saisons de jours courts. Les naissances auront donc lieu au printemps et au début de l'été afin d'améliorer la survie des nouveau-nés. Toutefois, cette régie de production n'est pas adaptée pour les éleveurs souhaitant une production intensive. Avec un rythme continu d'agnelage, il est possible d'atteindre 1,5 agnelage par année (Cameron, 2008). Plusieurs méthodes sont possibles pour obtenir cette régie, dont la photopériode. Elle consiste à modifier la durée de l'éclairage de l'animal pour lui faire croire qu'il est en pleine saison de jours courts et ainsi provoquer ses chaleurs. La brebis suit ensuite un cycle de 240 jours pour la gestation (saillie, 145 jours de gestation, agnelage, allaitement des agneaux et tarissement) (CRAAQ, 2010).

La régie du troupeau est effectuée en groupe. Le modèle classique est le CC4, soit 4 groupes sur un cycle de 8 mois. Lorsqu'un troupeau comporte plus de 400 brebis, il faut augmenter le nombre de groupes à 6 ou 8 (CEPOQ, 2008). Un cycle de production de 9 mois existe également, mais il y a 2.7 agnelages (au lieu de 3) aux 2 ans. Ceci facilite les manipulations entre les jours courts et les jours longs, mais diminue la productivité.

Voici un exemple à la Figure 3 qui résume l'ensemble des informations sur le cycle photopériodique C4C6 (6 groupes sur un cycle de 8 mois). L'unique point qui n'est pas mentionné est le nombre d'heures d'ensoleillement (artificiel). Peu importe le choix en JC et en JL, il faut que l'écart entre les deux soit d'au moins 8 heures (CEPOQ, 2008).

<b>Calendrier AAC type C4C6 : 4 MOIS ET 6 GROUPES</b>	
▪	Durée des jours courts (brebis) : 120 jours
▪	Durée des jours longs (brebis) : 120 jours
▪	Durée des jours courts (béliers) : 35 jours
▪	Durée des jours longs (béliers) : 45 jours
▪	Durée de la période d'accouplements : 35 jours
▪	Échographies : 75 jours après la mise aux béliers (40 jours après le retrait)
▪	Durée moyenne de la lactation : 57 jours (de 40 à 75)
▪	Intervalle agnelage – remise en reproduction (moyenne) : 80 jours (de 60 à 95)
▪	Intervalle début des jours courts – mise aux béliers (brebis) : 55 jours
▪	Ratio bélier:brebis (photopériode) : 1 : 15 – 20
▪	Ratio bélier : brebis (éponges) : 1 : 6 – 8
▪	Intervalle entre chaque mise au bélier : 40 jours
▪	Intervalle entre chaque retrait de bélier et chaque nouvelle mise au bélier : 5 jours
▪	Durée de la période de mise bas théorique : 35 jours
▪	Intervalle entre chaque fin de période de mise bas et le début des prochaines mise bas : 5 jours

**Figure 3 : Cycle photopériode C4C6 (CEPOQ, 2008)**

La photopériode apporte beaucoup de contraintes aux infrastructures. Une partie de la bergerie doit être isolée complètement de la lumière extérieure pour que l'application du principe soit efficace. Par conséquent, il ne doit y avoir aucune fenêtre et les entrées et sorties pour la ventilation doivent être installées de sorte qu'aucune lumière ne puisse atteindre le troupeau. Les figures suivantes présentent quelques exemples.



**Figure 4 : Ventilateur avec cache-lumière**



**Figure 5 : Mur de bâtiment sans aucune fenêtre**

### **2.2.3 Composition du troupeau**

Le Tableau 1 présente les valeurs moyennes de composition d'un cheptel en 2016 (CECPA, 2017). En fonction du nombre de brebis, il y a un ratio à respecter pour avoir le bon nombre de béliers, d'agnelles de remplacement et d'agneaux.

Tableau 1 : Données technico-économiques sur la grosseur du cheptel

	CECPA (2017)
Taux de remplacement (agnelles)	20.70
Nés vivants par brebis (agneaux)	2.02
Vendus par brebis (agneaux)	1.57
Bélier	2.06

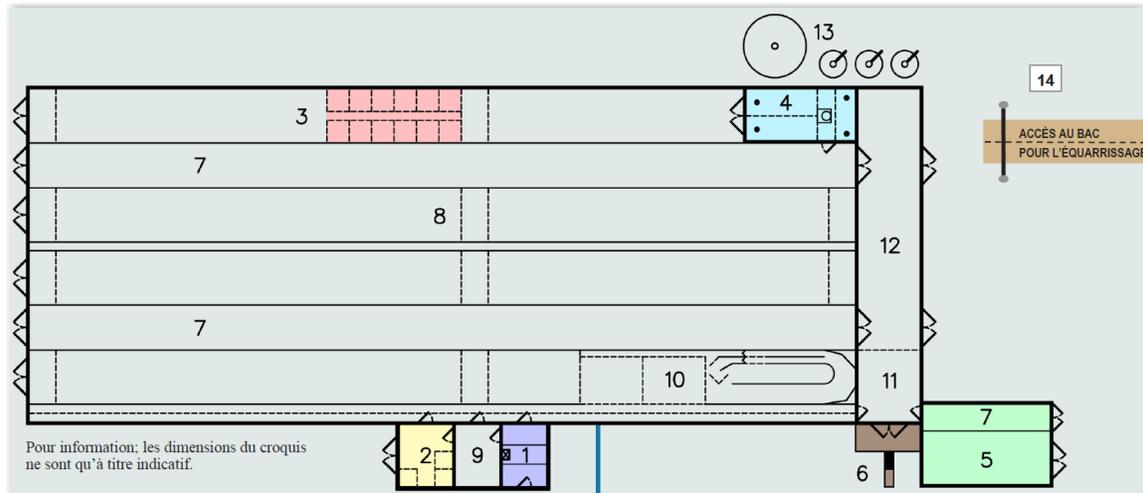
Le nombre d'agnelles est de 20.70% le nombre de brebis, tandis que le nombre de béliers est fixé à 2.06%. La prolificité est de 2.02 agneaux nés vivants/brebis. Ce n'est pas une valeur pour des brebis prolifiques. En 2016, les brebis Romanov pures races (prolifiques), on eut des portées de 2.93 agneaux nés par agnelage (GenOvis, 2017). Le taux de mortalité (15%) pour les agneaux de leur naissance à leur vente est pris en compte.

### **2.2.4 Aménagement intérieur du bâtiment**

La bergerie du futur doit offrir suffisamment d'espace pour les animaux et prévoir des endroits spécialisés pour chaque stade de production. Il faut alors retrouver des espaces distincts afin de gérer de manière efficace les différents groupes d'animaux à différents stades de production. Il va y avoir des aires pour les brebis en gestation/tarissement, pour les agneaux à l'engraissement, en plus des aires individuelles pour l'agnelage des brebis. Une zone d'allaitement artificiel accueillera également les agneaux surnuméraires et ceux délaissés par leurs mères (CEPOQ, 2017).

Sur la figure suivante, il est également possible de voir l'ensemble des éléments biosécuritaires de la bergerie (en couleurs). Une attention particulière doit être portée à cet aspect, car la santé des différents animaux est favorisée. En plus du corral, il est recommandé d'inclure dans la bergerie

les pièces biosécuritaires suivantes : quai de chargement, zone de quarantaine, infirmerie, corral et corridor danois (CEPOQ, 2017).



**Figure 6 : Plan d'aménagement type biosécuritaire (CEPOQ, 2017)**

La tonte, les saillies, la pesée et l'échographie sont des actions qui sont posées à un lot de mouton en même temps (CRAAQ, 2010). L'utilisation du corral est un incontournable pour un berger afin d'effectuer les opérations de soins de santé sur une bête à la fois. Le corral comprend en amont une salle d'attente, un couloir ajustable pour les agneaux et une cage de contention. Les couloirs dans une bergerie doivent assurer le déplacement des animaux de n'importe où dans le bâtiment vers le corral. Ce dernier a donc avantage à être centralisé (Blanchette, 2011). Les figures suivantes sont des exemples de bonnes pratiques.



**Figure 7 : Zone d'allaitement artificiel avec chaudière et tétines**



**Figure 8 : Cage de contention dans un corral**

### **2.2.5 Alimentation**

Le mouton est un animal polygastrique, c'est-à-dire qu'il possède plusieurs estomacs, le rumen, le réticulum, l'omasum et l'abomasum. Il est capable de digérer la fibre végétale et d'en retirer des nutriments. Cependant, quand les fibres consommées par le mouton sont trop longues, le transit intestinal est ralenti et l'animal devra mastiquer davantage la fibre pour l'absorber. Au final, la consommation volontaire de matière sèche (CVMS) s'en trouve réduite et l'apport alimentaire aux animaux est diminué.

Une des solutions possibles est alors d'utiliser un système de ration totale mélangée (RTM) afin de hacher le foin (Villeneuve, 2009). Un projet de recherche du Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ) a justement évalué ces équipements et leurs incidences sur l'élevage. Les résultats de l'expérience démontrent que le foin haché était davantage consommé et a permis une réduction de 10 % des rejets. En plus, la conversion alimentaire du foin haché était supérieure (Villeneuve, 2009). La Figure 9 présente un exemple de mélangeur à RTM.



**Figure 9 : Mélangeur à RTM (Valmétal, 2018)**

L'utilisation d'un mélangeur à RTM apporte d'autres avantages tels que la réduction du triage de la ration et la diminution de la charge de travail par la distribution de plusieurs aliments (Wand, 2014). Par contre, les coûts de cet équipement sont élevés et sont viables économiquement uniquement si le cheptel est assez important. L'installation d'une RTM se planifie donc dès le départ de l'aménagement de la bergerie. Une aire de préparation de l'alimentation doit être organisée, en plus de prévoir la distribution de la ration.

## **2.3 Aspects d'ingénierie**

### **2.3.1 Outil de dimensionnement**

Le CEPOQ a réalisé un fichier Excel permettant de simuler le dimensionnement d'une bergerie fonctionnant selon le principe de la photopériode. L'utilisateur se servant de cet outil insère les informations demandées sur son cheptel (nombre de brebis, nombre d'agneaux sevrés par agnelage, taux de remplacement des brebis, etc.). Une fois complétées, les superficies requises pour chaque catégorie de parcs sont données. Il est ensuite à la discrétion de l'utilisateur de déterminer le nombre de brebis désiré par parcs.

### **2.3.2 Contrôle d'ambiance**

La conception optimale de la bergerie du futur dépend également du contrôle des conditions d'ambiance. Le mouton est très sensible aux variations de température et d'humidité (CSF/FCM, 2017). Un dimensionnement adéquat du système de ventilation est donc primordial. Lors des saisons froides, un système de chauffage peut être nécessaire pour conserver des paramètres d'ambiance satisfaisants et éviter tout bris de la plomberie en raison du gel. Les animaux à risque tels que les brebis à l'agnelage et les jeunes agneaux doivent demeurer dans un environnement tempéré.

Toutefois, une étude a été réalisée pour évaluer le gain moyen quotidien (GMQ) des agneaux élevés dans des conditions d'ambiance inférieures à leur zone de confort. L'étude réalisée a démontré que les agneaux élevés dans un bâtiment non isolé, avec une température moyenne de  $-2^{\circ}\text{C}$ , maximale de  $9,3^{\circ}\text{C}$  et minimal de  $-10,9^{\circ}\text{C}$ , ont conservé un GMQ équivalent au groupe témoin en maintenant une consommation similaire. Les conclusions sont toutefois remises en doute vu les conditions tout de même favorables de température. Les différences observées ne sont pas significatives avec le groupe témoin (Pouliot, 2007). Ainsi, un bâtiment non isolé est possible et permettrait de réduire les coûts de construction. Par contre, les coûts en alimentation seraient plus élevés pour combler l'utilisation d'énergie métabolique de l'animal. Une recherche plus rigoureuse devrait être faite pour mieux documenter l'utilisation de bâtiment non isolé.

### **2.3.3 Ventilation**

Le climat nordique rencontré au Québec exige des bâtiments bien construits pour assurer un niveau de confort maximisé aux animaux. Divers systèmes de ventilation existent afin d'assurer un bon contrôle de l'ambiance. Tout d'abord, il y a la ventilation mécanique à pression négative qui est le système le plus répandu. Son efficacité pour toutes les saisons est son principal avantage. Des ventilateurs sont positionnés stratégiquement sur un des murs du bâtiment et ils produisent une différence de pression en évacuant l'air usé à l'extérieur. Des entrées d'air positionnées à l'opposé ou en continu tout au long du bâtiment permet l'admission de l'air frais extérieur. La différence de pression produit ainsi un déplacement de l'air. Plus la différence sera grande, plus la vitesse de l'air sera élevée (Ladurantaye, 2015).

Il est commun de rencontrer un système de ventilation transversal en hiver dans les bergeries. Des ventilateurs sont disposés tout le long du mur longitudinal. Les entrées d'air sont disposées sur le mur opposé. Les débits d'air sont souvent moindres et ce système assure une ventilation trois saisons (automne, hiver et printemps). Par contre, lors de la saison estivale, l'air est admis dans le bâtiment à une température supérieure à celle souhaitée. Les animaux sont alors inconfortables, même lorsque les ventilateurs sont à leur régime maximal. La solution est de refroidir les animaux en créant un refroidissement éolien. Avec des vitesses élevées, il est possible de réduire la chaleur

latente des animaux. Pour y arriver, il est nécessaire de créer une importante différence de pression tout en atteignant des débits d'air important. Pour réduire les coûts en ventilateur, il sera alors plus avantageux de positionner les ventilateurs sur un mur transversal. La ventilation sera alors longitudinale (ventilation tunnel), simplement pour réduire la section du bâtiment à ventiler et réduire le nombre de ventilateurs nécessaire (Naud, Leblanc, & Dubreuil, 2006).

Il existe d'autres systèmes qui permettent de ventiler les bâtiments agricoles. La ventilation naturelle est un système qui vise à créer une cellule de convection naturelle dans le bâtiment. Par contre, il n'y a pas de tel système connu pour les bergeries. La faible production de chaleur par les animaux en est possiblement la cause pour les saisons froides (Chambers, House, & Ward, 2010). Il existe, également, des systèmes de brumisation afin de réduire la température de l'air. En injectant de l'eau dans l'air, l'eau passe d'un état liquide à un état solide. Ce changement de phase absorbe beaucoup d'énergie et permet de réduire sensiblement la température de l'air (Albright, 1990). Cette mesure augmente cependant l'humidité relative de l'air. C'est une conséquence qui est indésirable dans une bergerie, car l'humidité est déjà un paramètre à gérer avec attention.

En somme, c'est le système de ventilation transversal trois saisons, avec une ventilation tunnel, qui a été retenu pour la bergerie du futur. Ces systèmes sont efficaces s'ils sont bien dimensionnés, en plus de permettre d'obtenir des conditions d'ambiance optimales.

#### **2.3.4 Entreposage des fumiers**

Bien que l'entreposage des fumiers ne fasse pas partie du mandat, il est tout de même important que le producteur se soumette à la réglementation en vigueur. Ainsi, pour un troupeau de 600 brebis, la production annuelle de phosphore serait de 3924 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Beaulieu, Corriveau, Bérubé, & Blais, 2017). Avec cette production, le fumier ne peut plus être entreposé comme un amas contigu au bâtiment puisque la production de phosphore est supérieure à 1800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Il est d'usage dans le milieu que l'entreposage des fumiers soit effectué en amas au champ sous la supervision d'un agronome.

---

## 3 Conception de la bergerie du futur

### 3.1 Feuille technique

#### 3.1.1 Problème

Dans l'optique d'aménager la bergerie du futur pour 600 brebis prolifiques, il faut se baser sur les normes de conception les plus à jour. Puisque la production ovine a beaucoup évolué au cours des dernières années, ceci fait en sorte que l'information technique existante, parue au début des années 2000, est désuète. C'est pour cette raison qu'il faut produire un feuille technique avec l'information mise à jour. Par la suite, il sera possible de réaliser le plan type de la bergerie du futur.

#### 3.1.2 Méthodologie

En se référant au diagramme actualisé des activités (Annexe A), on observe que l'automne 2017 est davantage consacrée à la recherche et à la compilation des données techniques. Cette première tâche ('*Paramètres de design*') va permettre de produire un feuille technique résumant l'ensemble et des paramètres à respecter dans une bergerie moderne. Ces informations seront utilisées pour le design complet et la réalisation de plans types pour la bergerie du futur à l'hiver 2018.

La majeure partie du temps de la session d'automne 2017 a été consacré à effectuer les '*Recherches bibliographiques et rencontres*' pour l'acquisition de connaissances en lien avec le logement du mouton. Des livres sur la production ovine et des publications sur différents sujets reliés au domaine ont été consultés. Nous avons également assisté le 16 octobre 2017 à La Pocatière à une rencontre avec le CEPOQ et différents intervenants du milieu ovin. Le CEPOQ a actuellement en cours un projet similaire au nôtre qui porte sur l'aménagement des bâtiments d'élevage pour les moutons et les chèvres. Cette rencontre nous a permis de nous guider quant aux choix des sujets à inclure dans notre feuille technique et des éléments qu'ils étaient primordiaux de prendre en compte.

Avec l'aide de Stéphanie Landry (MAPAQ) et de Raphaël Chevalier (LÉOQ), des producteurs ovins ont été ciblés dans les régions du Bas-Saint-Laurent, de Chaudière-Appalaches et de la Montérégie afin de planifier des '*Visites de bergerie*' (Tableau 2).

**Tableau 2 : Entreprises ovines visitées**

Région	Nom de l'entreprise	Coordonnées du producteur
Bas-St-Laurent	Ferme L'Abitibienne	Alexandre Anctil et Mélanie Duquette Saint-Mathieu-de-Rieux
	Les bergeries du Village	Marc-André et Yannick Côté Les Hauteurs
Chaudières Appalaches	Bergerie des Appalaches	Geneviève Roy et Éric Lamontagne Saint-Charles-de-Bellechasse
	Bergerie Innovin	Pascale Maheu et Pierre-Luc Faucher Saint-Joseph-de-Beauce
	Bergerie Ovigène	René Gagné Sainte-Hénédine
	Ferme Bercy et Fils	Kéven Groleau Vallée-Jonction
Montérégie	Les Bergeries Marovine	Martin Brodeur Choquette et Johanne Cameron Saint-Charles-sur-Richelieu
	Bergeries de l'entreprise DéliMAX	André Blais, directeur production ovine

Afin de recueillir des informations uniformes d'une entreprise à l'autre, un questionnaire a été préparé. Il se trouve à l'Annexe B. Tant la discussion avec les producteurs que la visite de bergerie nous ont permis de mettre en perspective l'ensemble des informations théoriques accumulées précédemment.

À la suite de la cueillette d'informations (recherche, rencontre et visites), nous nous sommes rencontrés pour effectuer l'*Analyse des informations*'. Par la suite, la '*Rédaction du feuillet technique*' a pu être réalisée et complétée. Les valeurs fixées dans ce feuillet sont principalement basées sur la littérature consultée, mais ont été soit validées, soit ajustées en fonction des commentaires recueillis. Ainsi, certaines valeurs théoriques ont été pondérées afin de mieux cadrer avec les réalités de l'élevage actuel.

### **3.1.3 Résultats et discussion**

Les résultats du projet sont présentés sous la forme d'un feuillet technique (Annexe C). Il comprend l'ensemble des dimensions suggérées et des paramètres importants à prendre en compte lors de la conception d'une bergerie neuve. Le contenu de la première partie du feuillet a été divisé selon différentes catégories.

- Dimensionnement des espaces de la bergerie ;
- Zone des cases d'agnelage ;
- Zone de la case d'allaitement artificiel ;
- Alimentation ;
- Écurage des bâtiments ;
- Ventilation, chauffage et isolation ;
- Biosécurité.

En plus des valeurs numériques associées à différents aspects de design, le feuillet contient une seconde section d'informations qui relate les éléments à ne pas oublier lors de la construction d'une bergerie. Bien qu'il s'agisse de données non quantifiables, il a été jugé important d'inclure ces aspects au feuillet.

Les sections suivantes vont permettre de justifier l'ensemble des valeurs qui sont présentées dans le feuillet technique. Il est également à savoir qu'un tableau Excel a été construit afin de résumer l'ensemble des informations pertinentes tirées de nos recherches et rencontres. Ce tableau y est présenté au Tableau 12 (Annexe D)

#### ***Densité animale***

La première partie du feuillet technique concerne le dimensionnement des différents espaces dans la bergerie. Pour déterminer une grandeur de parc, il faut d'abord connaître la densité animale pour chaque stade animal de la production (Tableau 3). Les valeurs théoriques se basent sur les données de l'Annexe D.

**Tableau 3 : Valeurs théorique et recommandée de densité animale dans un bâtiment ovin pour chaque type d'animaux**

Densité animale dans les cases	Valeur théorique [m <sup>2</sup> /tête]	Valeur recommandée [m <sup>2</sup> /tête]
Brebis allaitantes	1.5-2.0	2.3
Brebis à l'accouplement ou à l'entretien	1.0-1.5	1.6
Agneaux sous allaitement artificiel	0.20	0.25
Agneaux dans les dérochées	0.20	0.25
Agneaux à l'engraissement	0.25-0.75	0.85
Agnelles de remplacement	1.12	1.3
Béliers adultes	1.0-2.0	2.3

Lors des rencontres avec les producteurs, ceux-ci nous ont mentionné trouver les normes théoriques légèrement trop basses pour les animaux. Les densités animales devraient être augmentées, tout particulièrement dans le cas de la brebis prolifique. Nous avons majoré les espaces théoriques de 15 % pour établir nos valeurs recommandées.

### ***Profondeur des parcs***

Pour la profondeur des parcs par rapport à l'allée de circulation, la littérature et les intervenants du CEPOQ stipulent que cette dimension varie entre 16 et 24 pouces selon la fréquence de nettoyage. Une profondeur moindre permet de déplacer plus aisément les animaux des parcs vers l'allée, alors qu'une plus grande profondeur permet d'écurer moins fréquemment. Une allée d'alimentation ne devrait pas servir pour le transfert des animaux, ce qui exclut la profondeur de 16 pouces. Il y aura des allées de circulation spécifiquement pour cela. En effet, si les animaux circulent par les mangeoires, elles doivent être plus basses pour pouvoir monter dessus. De plus, comme un écurage entre chaque lot permet de réduire les risques de transmission de maladies, les animaux ne demeurent jamais assez longtemps dans leur enclos pour que la hauteur de fumier atteigne 24 po. Le choix final est donc de 20 pouces.

### ***Matériaux à privilégier***

Pour les revêtements et les barrières, plusieurs matériaux sont utilisés comme du plastique, du bois ou encore de l'acier (Figure 10). Le bois est le plus utilisé, car il est peu dispendieux et facile à travailler. Cependant, ce matériau a plusieurs inconvénients, ce qui fait que dans une construction

neuve, il n'est pas recommandé. En effet, le bois possède une durée de vie plus courte que le métal. Il est aussi difficilement lavable et désinfectable. Donc, étant donné que le but de la bergerie est d'être biosécuritaire et durable, nous avons opté pour des matériaux plus résistants. Le revêtement des murs de la bergerie devrait être en plastique et les barrières sont de préférence en acier. Il est à noter que l'aluminium serait un bon choix également, mais son coût plus élevé le rend moins attrayant. Par ailleurs, le plancher pourrait être construit en béton étanche, dans le respect des normes environnementales du Règlement sur les exploitations agricoles (REA), pour faciliter l'écurage.



**Figure 10 : Parc avec barrières en acier et mur en plastique**

### ***Allée de circulation***

Le dimensionnement des allées de circulation est un élément crucial pour assurer une bonne fluidité lors du déplacement des animaux entre les parcs et le corral, sans avoir à circuler à l'intérieur des aires d'alimentation. En théorie, la largeur des couloirs de circulation varie entre 0.4 et 1.0 m. Les allées étroites sont faites pour éviter que les moutons et brebis se retournent en cours de route. Cependant, comme les animaux dans un parc ont rarement la même taille, certains vont réussir à se retourner malgré tout. Il devient ensuite très difficile de les refaire tourner du bon côté.

---

Nous avons donc opté pour une largeur de 0.9 m. Chaque parc devrait avoir accès au corridor de circulation et celui-ci devrait se rendre jusqu'au corral.

### ***Cases d'agnelage - Zone d'allaitement artificiel***

La deuxième section du guide concerne les zones d'agnelage et d'allaitement artificiel. Théoriquement, ces deux zones ne sont pas obligatoires. Elles sont simplement recommandées pour permettre un agnelage plus calme, faciliter l'administration du colostrum et diminuer la mortalité. Puisque l'objectif est un taux d'agneau réchappé élevé, il est essentiel de les inclure dans la bergerie du futur.

Les cases d'agnelage doivent avoir une densité animale entre 1.5 à 2.5 m<sup>2</sup>/tête. La plus faible valeur correspondant aux cases amovibles et la grande, aux cases fixes. En pratique, la plupart des producteurs visités rajoutent des cases temporaires d'environ 2 m<sup>2</sup>/tête en bois dans les parcs d'agnelage. Cela demande beaucoup de temps pour les installer et pour nourrir les brebis y logeant. Pour diminuer le temps d'opération et la manipulation de barrières, nous avons opté pour des cases d'agnelage permanentes de 2.5 m<sup>2</sup>/tête. Ces cases devront être alimentées de la même manière que les autres parcs de la bergerie, en plus de se nettoyer mécaniquement par souci d'efficacité. La grandeur des cases a été fixée d'après les normes théoriques pour les cases fixes. Le nombre idéal de cases d'agnelage dans un bâtiment est établi en calculant 20 % du cheptel afin de prendre en compte le pic d'agnelage (CEPOQ, 2008).

Pour ce qui est du logement des agneaux, deux choix sont possibles : ils sont laissés avec la mère ou ils sont dans une zone spécifique alimentée manuellement ou automatiquement. Puisque le troupeau le plus prolifique possible est visé, les brebis donneront naissance à plus de 2 agneaux par portée. Laisser les agneaux surnuméraires dans le parc n'est donc pas une solution efficace. Une brebis doit idéalement s'occuper au maximum de deux agneaux. Le choix se porte donc sur la seconde avenue, soit de prévoir un emplacement spécifique pour les agneaux. Cette section d'allaitement artificiel devrait être « lattée » (Figure 11). Cela permet de conserver le plancher sec et de réduire le nombre de mouches comparativement à un plancher plein sur lequel de la paille est épanchée. L'air ambiant pourra plus facilement être contrôlé et chauffé au besoin. Ce choix

permet aussi de nourrir les agneaux automatiquement à l'aide d'une louve et de pouvoir donner plus de soins aux agneaux malades afin de les réchapper.



**Figure 11 : Zone d'allaitement artificiel**

### ***Système d'alimentation – Allée d'alimentation***

La troisième partie du feuillet technique concerne l'alimentation. Nous avons le choix de sélectionner une alimentation fourragère à volonté avec ajout de concentrés ou une RTM. Le Tableau 4 montre les avantages et les inconvénients des deux systèmes.

**Tableau 4 : Comparaison entre l'alimentation à volonté et la RTM**

Alimentation à volonté avec ajout de concentrés		RTM	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Permet un apport de fourrages pour plusieurs jours	Contrôle restreint de la consommation	Empêche le tri des aliments	Coût plus élevé
Système économique	Fibres longues et moins bonne consommation	Augmentation de la consommation de matière sèche	Nécessite un emplacement pour la préparation des aliments
	Permet le tri des aliments	Automatisation	
	Nécessite plusieurs distributions différentes (concentrés et fourrages)	Diminution de l'acidose	
		Un seul passage par groupe	
		Permet le contrôle des refus et de surveiller la consommation alimentaire	

Le choix pour une bergerie moderne devrait se porter sur la RTM afin d'être le plus productif possible. En effet, comme le tableau précédent le démontre, la RTM permet un plus grand contrôle de l'alimentation et des meilleurs gains par unité de concentré. Ce système permet aussi d'automatiser le processus d'alimentation, ce qui diminue la charge de travail. Cependant, comme ce système est coûteux, les plans types seront conçus sans qu'il ne soit inclus dès le départ, mais dégageront tout l'espace nécessaire à son installation ultérieure par les producteurs. C'est ce qui a entraîné une largeur recommandée de l'allée d'alimentation de 2,43 m. Cette largeur permet autant l'alimentation automatisée par RTM que l'alimentation par chariot. Si l'implantation d'un système RTM ajoute trop de pieds linéaires au bâtiment, il se peut qu'une diminution de la largeur de l'allée d'alimentation soit envisagée pour diminuer les coûts de construction. Afin d'optimiser le design, on évaluera le coût du bâtiment en fonction d'un coût de 25 \$ du pied linéaire (UW-Extension, 2015).

### ***Espace mangeoire et abreuvoirs***

En ce qui a trait aux espaces à la mangeoire et aux abreuvoirs, le Tableau 5 dresse un résumé des valeurs théorique et recommandée. Ces dernières se situent à l'intérieur des plages de valeurs théoriques puisque nos visites ont montré que les producteurs étaient satisfaits des normes actuelles.

**Tableau 5 : Espacement à la mangeoire et le nombre d'abreuvoirs choisis et théoriques**

Type	Espacement à la mangeoire		Nombre d'abreuvoirs	
	Valeur théorique [m <sup>2</sup> /tête]	Valeur recommandée [m <sup>2</sup> /tête]	Valeur recommandée [Tête par abreuvoir]	Valeur théorique [Tête par abreuvoir]
Brebis	0.3-0.6	0.5	15	10-50
Béliers	0.3-0.6	0.5	10	10
Agneaux à l'engraissement	0.25-0.3	0.3	50	40-75
Agneaux dans les dérobes	0.05	0.05	1 par parc	1 par parc

### ***Ventilation, chauffage et isolation***

La quatrième section du feuillet se concentre sur la ventilation, le chauffage et l'isolation. La littérature offre deux choix pour cette section : un bâtiment non isolé ou un bâtiment isolé. Le premier système permet une diminution des coûts de construction, mais il est à proscrire pour les agnelages et les agneaux en raison de la température trop basse l'hiver. Comme on conçoit une bergerie pour la totalité du cycle de production, il faut nécessairement un espace isolé. Nous avons choisi de faire le bâtiment entièrement isolé avec une ventilation mécanique afin d'avoir une construction uniforme. De plus, ce système permet le contrôle de la température et de l'humidité optimal, ce qui apporte des gains de consommation. L'isolation permet de conserver la chaleur à l'intérieur du bâtiment durant les hivers froids québécois et la ventilation permet de sortir l'humidité et la chaleur excessive. De plus, comme la photopériode est appliquée, il faut réduire au maximum l'entrée de la lumière extérieure en utilisant des murs fermés, ce que permet la ventilation tunnel en limitant les entrées et sorties d'air à chaque bout de la bergerie. Les débits et les vitesses de vents recommandés sont présentés à l'Annexe D.

### ***Biosécurité***

La dernière partie du feuillet porte sur la biosécurité. Cet aspect est primordial pour garder le troupeau en santé. Pour cette section, nous nous sommes appuyés sur le dossier monté par le CEPOQ qui a été mis à jour dernièrement (2017). Il n'a donc pas été nécessaire de le modifier. La bergerie du futur devra comprendre différentes pièces dédiées à la biosécurité. Par exemple, il y

---

aura un corridor danois pour permettre la désinfection des bottes des visiteurs afin d'éviter la propagation avec les autres troupeaux. L'infirmierie est également justifiée dans une bergerie moderne, car elle permet d'isoler les animaux les plus faibles.

### **3.1.4 Conclusion partielle (feuilleton technique)**

Pour conclure, cette étape a servi à produire un feuilleton technique contenant les différents paramètres de conception pour un bâtiment ovin. Un tri des informations amassées a été réalisé pour ne conserver que les plus pertinentes. Le tout a été analysé afin de fixer des valeurs recommandées pour différents aspects reliés à l'aménagement d'une bergerie. Les visites réalisées chez les producteurs ont permis d'ajuster ces valeurs au besoin. Enfin, le feuilleton technique a été validé par des intervenants du milieu. Les personnes ayant approuvé le feuilleton sont Stéphanie Landry, notre cliente, et François Castonguay, professeur en production ovine à l'Université Laval.

## **3.2 Aménagement intérieur de la bergerie**

### **3.2.1 Problème**

Après avoir mis à jour l'information technique pour l'aménagement de la bergerie du futur, il est maintenant possible de mettre ces notions en application afin de produire le plan type.

Il est également à savoir que l'information disponible sur la production ovine n'est pas complète. Entre autres, il y a un manque d'information sur la manière de constituer le cheptel et la séparation de ce dernier en fonction de la photopériode. Nous avons dû consulter notre cliente pour comprendre certains principes et certaines équations de base s'appliquant à la constitution du troupeau. Les équations ne sont pas écrites, ce sont des principes de logique qu'il faut comprendre par soi-même. Une fois intégrés, ils sont faciles à appliquer. Notre rapport souhaite donc vulgariser le plus possible les fondements que notre cliente nous a partagés.

### **3.2.2 Méthodologie**

Lors de l'automne 2017, nous avons produit un feuillet technique (Annexe A) qui constitue la base de la conception de notre bergerie. Ce fut la première étape de ce projet. Par la suite, la première tâche pour la seconde partie est la '*Création fichier dimensionnement*'. Il est inspiré de celui réalisé par le CEPOQ, mais avec des différences notables. Tout le dimensionnement et la conception de la bergerie ont été réalisés dans un fichier Excel que nous avons préparé. Les principes de photopériode sont appliqués. Ce fichier est présenté à l'Annexe E. Il est possible d'y modifier certaines valeurs afin d'être capable de planifier plusieurs scénarios et de choisir le meilleur. Celui qui y est présenté est celui qui a été sélectionné. L'ensemble de la justification de ce dimensionnement sera fait dans la section suivante de ce rapport.

La seconde tâche est le '*Dimensionnement et séparation du cheptel*'. C'est Andrée qui en est responsable. Tout d'abord, il faut décider du nombre de têtes dans notre cheptel. En plus de 600 brebis prolifiques, il y a également des agnelles, des béliers et des agneaux. Des statistiques du CECPA (2017) et de GenOvis (2017) ont été utilisées. Par la suite, il a été nécessaire de séparer le troupeau selon le principe de la photopériode. Le concept des jours courts et des jours longs a été appliqué selon le Guide de référence sur la photopériode du CEPOQ (2008). Certaines manipulations (ex. : tarissement et mise au bélier) se font en jours courts et d'autres (ex. : agnelage, allaitement, engraissement des agneaux) se font en jours longs. L'aide de notre cliente, Stéphanie Landry, a été nécessaire afin de valider que les animaux étaient casés à la bonne place. Félix et Étienne ont participé lors des rencontres de groupes.

Félix est ensuite responsable du '*Dimensionnement des parcs / cases*' et de la '*Production du plan type (AutoCAD)*'. Avec la densité connue pour chacun des groupes d'animaux, de même que les informations du feuillet technique, il a été possible de dimensionner les parcs et les cases. Différents manuels ont été consultés afin de déterminer le nombre de brebis à mettre dans chacune des cases, de même que le nombre pour les agnelles, les béliers et les agneaux (Blanchin ; CRAAQ ; Doucet). Il faut aussi déterminer le positionnement des allées de circulation, des allées d'alimentation, du corral, de la zone d'infirmierie, du quai de chargement et d'autres. Le plan type

a été en premier lieu réalisé à la main. Une fois approuvée par notre cliente, la réalisation du plan a été commencée sur AutoCAD. La version manuscrite du plan n'est pas incluse dans ce rapport.

Il est à noter que le feuillet technique a été mis à jour en cours de route. Andrée a donc consacré quelques heures à sa révision lorsqu'elle travaillait à différents stades de la conception avec Félix et Étienne (*'Révision du feuillet technique'*).

### **3.2.3 Résultats et discussion**

Le livrable de l'aménagement intérieur de la bergerie est le plan type produit sur AutoCAD. Ce dernier est présenté à l'Annexe F de ce rapport. Dans les prochaines sous-sections, la justification et la présentation de ce plan type sont réalisées. Des extraits du fichier de dimensionnement (Annexe E) sont également inclus pour présenter les valeurs importantes.

#### ***Réflexions préliminaires***

Avant d'entamer le dimensionnement et la conception de notre bergerie du futur, il faut se poser quelques questions afin de cerner les paramètres exacts de l'élevage. Tout d'abord, nous avons dû décider si notre troupeau allait être constitué uniquement de brebis de race pure (Romanov, Arcott Rideau) ou de brebis hybrides. Les brebis de race pure ont une prolificité plus élevée. Le nombre d'agneaux à l'engraissement est donc plus grand. De même, que le nombre d'agneaux dans les dérochés (non sevrés). Le choix s'est arrêté sur des brebis de race hybride. Ainsi, le nombre d'agneaux à caser est donc moindre.

Un autre choix préliminaire a été celui de choisir entre l'élevage d'agneaux lourds, légers ou des deux. La décision influence encore une fois le nombre et la disposition des cases pour les agneaux. Nous avons décidé de ne faire que l'élevage d'agneaux lourds uniquement. Ainsi, l'ensemble des parcs post-sevrages seront pour des agneaux en engraissement jusqu'à l'âge de 5 ½ mois. Ils sont par la suite vendus. Il est donc nécessaire de prévoir des parcs pour des agneaux de plus d'un groupe de brebis.

La dernière décision à prendre a été au niveau des agnelles de remplacement. Nous avons le choix de produire nos agnelles de remplacement (et même d'en vendre) à partir des agneaux produits. Cependant, ceci nécessitait de prévoir les parcs nécessaires, en plus de les intégrer au reste de la bergerie. Nous avons décidé de sélectionner la seconde option qui est d'acheter nos agnelles de remplacement d'autres producteurs, plutôt que de les produire nous-mêmes. Ainsi, un ratio de notre cheptel sera consacré selon un certain pourcentage à un groupe d'agnelles de remplacement en élevage. Il y aura seulement la vente d'agneau lourd (excepté quelques agneaux légers) dans la bergerie à concevoir.

### ***Composition du cheptel***

Le Tableau 6 présente les valeurs que nous avons sélectionnées pour composer notre troupeau. En plus des 600 brebis, il y a également un certain nombre de béliers, d'agnelles de remplacement et d'agneaux à inclure dans la bergerie. Afin de connaître ses nombres, nous nous sommes basés sur des statistiques du CECPA (2017), pour ensuite les adapter selon nos préférences.

**Tableau 6 : Valeurs pour composer le cheptel requis avec les 600 brebis**

	Notre choix	CECPA (2017)
Taux de remplacement (agnelles)	20.00	20.70
Nés vivants par brebis (agneaux)	2.5	2.02
Vendus par brebis (agneaux)	2.13	1.57
Béliers	3.30	2.06

Les valeurs en lien avec le CECPA ont été justifiées précédemment dans la section « Synthèse des connaissances ». Notre choix s'est basé sur ces données, mais nous avons effectué quelques modifications. Le nombre d'agnelles de remplacement est de 20% la grosseur du cheptel de brebis (600). Notre choix est similaire. Quant à eux, le nombre de béliers est de 3.30%. Puisque nous avons des brebis prolifiques de race hybride, la prolificité choisie est supérieure. Pour choisir les valeurs de 2.5 et de 2.13, nous avons également consulté les statistiques fournies dans GenOvis (2016). En 2016, les brebis Romanov pures races (prolifique), on eut des portées de 2.93 agneaux nés par agnelage. De même, une valeur de 1.59 pour des brebis Dorper pures races (non prolifique). En faisant la moyenne de ces deux valeurs, ceci nous donne une bonne idée de la prolificité d'une

brebis hybride. Dans ce cas-ci, la valeur est de 2.26 agneaux nés par agnelage. La valeur de 2.5 agneaux nés par brebis se rapproche de cette valeur. Notre valeur est tout de même supérieure afin de prendre en compte la prolificité (et le taux de mortalité) de notre troupeau.

Le taux de mortalité pour les agneaux de leur naissance à leur vente sont pris en compte dans ce projet. Il y a tout d'abord un 15% de mortalité entre le ratio de 2.5 agneaux nés/agnelage à un taux de 2.13 agneaux vendus/agnelage. Tout au long de notre design, la valeur de 2.13 va être utilisée. Un taux de mortalité de 15% est assumé à la naissance. Par la suite, les seuls agneaux qui vont être vendus en léger (et non en lourd) seront les agneaux surnuméraires qui seront nourris à la louve. Ces derniers ne se rendront jamais dans les parcs d'agneaux en engraissement.

Le Tableau 7 présente le nombre de tête pour les agnelles, les béliers et les agneaux. Ils sont tous à inclure dans la bergerie.

**Tableau 7 : Grosseur du cheptel**

	Nombre
Brebis hybrides prolifiques	600
Béliers	20
Agnelles de remplacement	120
Agneaux nés par agnelage	1500
Agneaux vendus par agnelage	1275

Le nombre de béliers, d'agnelles de remplacement et d'agneaux est conforme en fonction des explications précédentes. Ce seront ces animaux qui seront à répartir dans les différents parcs de la bergerie. Tout au long de notre design, la valeur de 1275 agneaux pour 600 brebis va être utilisée.

### ***Division du cheptel en groupes en fonction de la photopériode***

Le 'modèle' de base (ou classique) est le CC4, soit 4 groupes sur un cycle de 8 mois. Puisque notre troupeau comporte plus de 400 brebis, nous allons travailler avec 6 groupes de 100 brebis, sur 8 mois (CEPOQ, 2008). Avec un tel cycle photopériodique, il est possible d'atteindre 3 agnelages au 2 ans. Nous aurions également pu choisir un cycle de production de 9 mois, mais nous aurions eu 2.7 agnelages au 2 ans (au lieu de trois). Il est à savoir qu'un cycle de 9 mois évite cependant

d'avoir à transférer les agneaux en jours courts avec leur mère, car le tarissement se fait en jours longs. Nous avons choisi malgré tout un cycle de 8 mois, car notre bergerie est un bâtiment neuf qui prend en compte cette contrainte. Il va y avoir des dérobes dans les parcs en jours courts des brebis. De plus, le bâtiment sera isolé. D'un point de vue économique, il est donc plus rentable dans le cas de notre bergerie neuve de favoriser le plus grand nombre d'agnelage.

Les 600 brebis sont divisées en 6 groupes afin de respecter les principes de la photopériode expliqués précédemment. Pour en arriver aux 6 groupes, nous avons appliqué un principe de gestion (CEPOQ, 2008). Tout d'abord, il faut voir les 600 brebis divisées en deux groupes : jours longs (JL) et jours courts (JC). Il y a au total 300 brebis en JC et 300 en JL. Chacun de ces groupes est ensuite sous-divisé en trois groupes à différents stades : allaitantes (début et fin de l'allaitement), à l'accouplement (début et fin de la gestation), à l'entretien. Chaque groupe est de 100 brebis. Le déplacement de chacun des groupes se fait selon les spécifications de leur cycle photopériode. Le Tableau 8 résume le tout.

**Tableau 8 : Division du troupeau en 6 groupes**

	Nb. Brebis/catégorie	JL ou JC
Brebis début-allaitement	100	JL
Brebis fin-allaitement	100	JC
Brebis fin-gestation	100	JL
Brebis à l'accouplement/début-gestation	100	JC
Brebis à l'entretien	200	JL et JC
Brebis totales	<b>600</b>	

Une fois que chacun des groupes est constitué, il est maintenant possible de calculer le nombre d'agneaux nés à chaque groupe d'agnelage. Il est à se rappeler que nous travaillons avec la valeur de 2.13 agneaux nés vendus par agnelage. Nous assumons donc un taux de mortalité de 15% ( $2.13 - 0.15 \times 2.13 = 1.81$  agneaux vivants). Le Tableau 9 présente la répartition des agneaux nés vivants dans la bergerie.

**Tableau 9 : Répartitions des agneaux nés vivants pour un groupe de 100 brebis**

	Règle appliquée	Nombre
Agneaux nés vivants	2.13 agneaux nés vivants/brebis	<b>213</b>
Agneaux sous la mère	2 agneaux non sevrés/brebis	200
Agneaux surnuméraires	Les plus faibles	13

En moyenne, une brebis est capable de conserver deux agneaux avec elle pour les allaiter jusqu'au moment du sevrage. Une brebis peut, en réalité, ne pas être capable de nourrir convenablement deux agneaux pour diverses raisons. Cependant, une brebis peut être capable d'en nourrir plus de deux. La valeur de deux agneaux est ainsi une moyenne acceptable. Ce seront donc 200 agneaux qui seront dans les parcs et les dérochés lors de la période d'allaitement. Ils seront ensuite déplacés dans les parcs et les dérochés en JC avant le sevrage avec les brebis. Ils seront ensuite mis dans les parcs d'engraissement avec les agneaux des groupes précédents (5 ½ mois et moins).

Les agneaux surnuméraires sont ceux qui sont retirés de sous leur mère. Ils sont placés dans un parc d'allaitement artificiel avec d'autres agneaux. Ils sont nourris par des biberons, des chaudières de lait ou autres principes. Ces agneaux sont les plus faibles de la portée et sont donc les plus petits. Ils ne se rendront jamais dans les parcs d'engraissement et seront vendus comme agneaux légers. Il est à rappeler que se seront les seuls agneaux légers vendus, car la production est axée sur les agneaux lourds.

### ***Nombre de parcs et de cases dans la bergerie***

Après avoir réussi à effectuer la division du troupeau en 6 groupes, la prochaine étape est de déterminer le nombre d'animaux par parc. Nous avons déterminé un nombre de tête maximum dans chaque parc/case pour diverses raisons et en se basant sur les visites et la littérature. En effet, les groupes d'agneaux ne doivent pas être nombreux, car il y aurait trop de compétition sinon. Cela cause un stress aux animaux. Il faut préférablement avoir des parcs autour de 20 têtes. Nous avons fait ce choix, excepté pour les agnelles à l'allaitement et les brebis aux dérochés. Ce chiffre permet de séparer en cinq parcs chacun des six groupes de 100 têtes. L'uniformité des groupes permet une gestion plus facile. En effet, comme les parcs sont conçus pour ce nombre, le producteur n'a pas à remodifier les groupes quand ils changent d'emplacement dans la bergerie. Les seuls groupes qui

ne sont pas aux nombres de 20 sont les agnelles à l'allaitement et leurs agneaux. En effet, les agnelles ont été réduites à 15 têtes par parc, car elles sont plus nerveuses. Il faut réduire la compétition au maximum. De plus, comme chaque brebis a deux agneaux avec elle, les dérochés ont une capacité de 30 têtes.

Une fois le nombre d'animaux par groupe posé, le nombre de parcs est déterminé en fonction du nombre total divisé par le nombre par parc. Le Tableau 10 synthétise les informations importantes qui sont à tirer du fichier Excel de dimensionnement. Il est à noter que le nombre de groupes a été arrondi à la hausse.

**Tableau 10 : Synthèse de l'information sur le dimensionnement des parcs et des cases**

	Cases/groupes	Nb.tête/case	Profondeur case (m)	Largeur case (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Brebis allaitante	7	15	3.96	8.53	225.3
Brebis accouplement	5	20	3.35	9.14	153.3
Brebis entretien	5	20	3.35	9.14	153.3
Agneaux allait. Art.	2	10	1.22	1.52	2.3
Agneaux dérochés	7	30	3.96	1.52	40.2
Agneaux en engraissement	30	20	3.05	6.10	557.4
Agnelles de remplacement	6	20	3.05	8.53	156.1
Béliers	2	5	3.35	3.05	20.2

En plus du nombre de têtes maximum par case, nous avons dû décider de la profondeur et de la largeur des cases. Ces paramètres sont influencés par le nombre total de parcs désirés, de même que par les critères du « m linéaire d'alimentation » requis par brebis. La densité requise par animal a été choisie lors de la création du feuillet technique. Les densités de la littérature ont été majorées pour offrir plus d'espace aux animaux. Cela permet l'augmentation du bien-être animal et de diminuer la compétition dans les parcs. Les densités des parcs représentent le nombre d'animaux multiplié par la densité individuelle. La largeur des parcs a été fixée par rapport à l'espace mangeoire. La profondeur a été trouvée en divisant la densité des parcs par cette largeur.

Une fois la largeur et la profondeur déterminées, le nombre de cases pour chaque groupe et leur superficie est facilement calculable. Le nombre de cases varie en fonction du nombre de tête dans la bergerie. Le Tableau 6 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les valeurs utilisées pour former notre troupeau. La seule valeur inconnue est le nombre d'agneaux en engraissement

dans les parcs. La Figure 20 (Annexe H) présente en détail le calcul pour y arriver. L'équation est basée d'après le CEPOQ et de l'aide de notre cliente, Mme Landry. Pour résumer, il faut prendre en compte que dans les parcs d'engraissement, il y a des agneaux d'âge différent issu de quatre groupes différents et successifs. Puisque les agnelages se font en continu, ces parcs sont ainsi toujours remplis. On dénombre donc 586 agneaux en engraissement dans la bergerie. Il faut donc prévoir le nombre de cases en conséquence. Il s'agit d'un des défis avec la photopériode en continu. Il faut être capable d'avoir l'espace nécessaire en bergerie chauffée pour les mener à l'âge requis avant de les vendre.

### ***Case d'agnelage***

Nous avons préalablement pris la décision d'avoir des cases d'agnelage fixes (jours longs) dans la bergerie. Il est donc nécessaire de prendre en compte que la brebis qui agnellera va résider pendant 2-3 jours dans une case d'agnelage. C'est pour cette raison que le nombre de cases a été révisé à au moins 20% du nombre de brebis gestantes. La Figure 15 (Annexe G) présente le calcul permettant d'en arriver à cette conclusion. Il faut également comprendre qu'il y aura un pic d'agnelage puisqu'il y a eu un pic de gestation lors de mise au bélier (CEPOQ, 2008). Mme Landry nous a, encore une fois, aidées dans l'établissement de cette démarche. Nous avons finalement opté pour 25 cases. Il s'agit de 5% de plus que le 20% mentionné plus tôt dans le rapport. En effet, comme il n'y a pas de cases amovibles, il vaut mieux en avoir plus que pas assez. De plus, les cases n'ont pas une grosse dimension et l'ajout de 5 cases ne représente beaucoup dans la superficie totale du bâtiment.

### ***Espace mangeoire dans les parcs***

En plus de devoir dimensionner la profondeur et la largeur des parcs, il est nécessaire de s'assurer que la longueur du parc est suffisante pour alimenter le nombre d'animaux présent. Puisque nous avons fait le choix de nourrir à même l'allée d'alimentation, il faut donc prévoir la longueur nécessaire pour que chaque animal puisse manger convenablement. Le Tableau 11 présente le cheminement qui a été fait pour s'assurer que tous les animaux dans les parcs ne manquent pas d'espace à la mangeoire.

**Tableau 11 : Espace mangeoire requis pour l'alimentation**

	m/tête	Largeur case (m)	Nb.tête possible/case	Nb.tête actuel/case
Brebis allaitante	0.55	8.53	16	15
Brebis accouplement	0.45	9.14	20	20
Brebis entretien	0.45	9.14	20	20
Agneaux dérochés	0.05	1.52	30	30
Agneaux en engraissement	0.30	6.10	20	20
Agnelles de remplacement	0.45	8.53	20	20
Béliers	0.50	3.05	6	5

Quant au choix du système d'alimentation, ce dernier est laissé au choix du producteur. Un emplacement théorique a été placé dans le plan. Il s'agit d'un espace séparé ce qui permet beaucoup de versatilité aux producteurs. Il est central pour être le plus proche de chacun des parcs et optimiser le temps d'alimentation. Les différents types d'entreposage peuvent être utilisés. Par exemple, il y a les silos-tours, des silos boudins que des silos-couloirs. Les allées d'alimentations aussi ont été fixées pour laisser du choix. Il est à noter qu'une fois le système d'alimentation choisi, le plan est facilement modifiable pour rapetisser les allées d'alimentation. En effet, présentement avec 3.05 mètres, le producteur peut alimenter avec un tracteur, avec un chariot ou encore avec un soigneur (DEC). S'il opte pour des convoyeurs, il peut le rétrécir de moitié.

### ***Biosécurité***

En plus de calculer la superficie nécessaire par les cases et les parcs, il faut également prévoir l'espace et l'emplacement nécessaire pour les différentes pièces assurant la biosécurité de la bergerie (CEPOQ, 2017).

- Quai de chargement
- Zone de quarantaine
- Infirmerie
- Corridor danois
- Corral

La description et l'utilité de ces différentes pièces ont été expliquées précédemment. Pour ce qui est du positionnement de chacun de ces éléments biosécuritaires, ils ont été placés de façon stratégique pour être le plus efficaces. L'entrée du bâtiment comporte un couloir danois pour

permettre de désinfecter les équipements individuels des intervenants qui rentrent dans la bergerie. Deux quais de chargements ont été placés. Un à-côté de la zone de quarantaine pour que les animaux achetés ne circulent pas dans la bergerie afin d'éviter les contaminations et un à la fin des parcs d'agneaux à l'engraissement, car ce sont ces groupes d'animaux qui doivent le plus souvent être envoyé à l'abattoir. Une zone de quarantaine a été planifiée avec une ventilation à part encore une fois pour éviter les contaminations. La zone s'alimente comme le reste de la bergerie et est nettoyable au tracteur. Une infirmerie a aussi été conçue. Il s'agit de 5 cases dans un emplacement isolé pour ne pas répandre leur problème de santé avec les groupes d'animaux. C'est à côté de l'entrée, car il s'agit des animaux qui nécessitent le plus de soin et d'attention.

Enfin le dernier élément, mais non le moindre, le corral. Celui-ci a été placé au milieu des deux bâtiments, soit entre les jours courts et longs. Cette place est centrale et permet facilement la manutention de tous les groupes d'animaux. Les couloirs de circulations permettent d'acheminer ceux-ci vers le corral et de les ramener une fois les tests réalisés. Comme il est situé entre les deux bâtiments, il est facilement modifiable aux choix du producteur.

### ***Organisation de l'espace intérieur***

Les parcs ont été séparés et placés dans le bâtiment de façon d'être le plus efficace dans les déplacements. Le bâtiment est séparé en deux pour avoir deux éclairages différents, soit en jour court et en jour long. Dans ces deux sections, selon le nombre de parcs qu'on a calculé et pour rentabiliser l'espace, les parcs du même groupe d'animaux sont placés au même endroit. Cela permet de faciliter l'alimentation et les traitements dans ces groupes. Les groupes ayant la même profondeur sont alignés pour permettre l'écurage. L'annexe F permet de voir les différents parcs avec les emplacements.

Après avoir conçu le plan, nous l'avons envoyé à Stéphanie pour le faire valider. Elle a constaté que nos profondeurs des parcs sont plus petites que ce qu'on trouve présentement dans le marché. Les parcs d'engraissement sont habituellement de 3.66 mètres et les agnelles à l'allaitement sont de 4.27 mètres. Dans notre cas, l'engraissement est de 3.05 mètres et 3.96 mètres. Or, comme nous avons majoré les espaces mangeoires, la profondeur rapetisse. Nous avons également contacté

---

Léda Villeneuve du CEPOQ afin d'avoir un second avis. Ce dernier a été le même que Mme Landry. Nous avons finalement choisi de rester avec une profondeur plus faible, car les densités sont respectées et nos dimensions se basent sur des calculs et non sur ce qui se fait normalement présentement.

### **3.2.4 Conclusion partielle (plan)**

Cette étape a permis de dimensionner la bergerie du futur, pour ensuite produire le plan type. Nous nous sommes basés sur le feuillet technique produit, en plus d'effectuer les recherches nécessaires afin de combler l'information manquante. L'aide de notre cliente, Mme Landry, a également été nécessaire à un certain point pour être en mesure d'appliquer efficacement certains principes de production ovine.

Il est à noter que nous avons en premier lieu créé un fichier Excel afin de faciliter le dimensionnement. Par la suite, le plan type de la bergerie du futur a été produit avec AutoCAD.

## **3.3 Ventilation et chauffage**

### **3.3.1 Problème**

Pour assurer des résultats zootechniques, le système de ventilation et de chauffage se doit d'être bien dimensionné. Ce domaine d'activité est souvent assuré par des distributeurs d'équipements. Toutefois, puisque le secteur ovin est plus marginal, les producteurs et les différents intervenants constatent de problème de sous ou surdimensionnement du système installé.

C'est donc pour ces raisons qu'il a été décidé de porter une attention particulière au dimensionnement du système de ventilation. Diverses notions théoriques provenant de la littérature seront utilisées pour parvenir à déterminer la quantité et la dimension des ventilateurs adaptés pour la production ovine.

### **3.3.2 Méthodologie**

Le volet sur la ventilation est la dernière tâche du diagramme des activités se trouvant à la Figure 1 (Annexe A). Il est à se rappeler que nous avons préalablement dimensionné la bergerie et produit le plan type associé sur AutoCAD. C'est Étienne qui a été responsable de dimensionner le système de ventilation de la bergerie, soit la tâche '*Design du système de ventilation*'. Tous ont assisté lors des rencontres de groupe tenu quotidiennement.

Les notions théoriques et la littérature seront utilisées pour faire un dimensionnement dans les règles de l'art. Par exemple, il faut prendre en compte la température intérieure et l'humidité relative. Il est également nécessaire de distinguer les sources de chaleur de ceux causant des pertes thermiques. Des équations de productions de chaleur permettent de réaliser les calculs nécessaires. Ultimement, le nombre de ventilateurs et leur dimension sont déterminés. Le nombre de paliers est également calculé.

### **3.3.3 Résultats et discussion**

Le dimensionnement du système de ventilation est basé sur un bilan de chaleur et un bilan de matière pour l'eau. Il est à noter que dans notre cas, la conception du système de ventilation sera pour deux bâtiments distincts l'un est en jours longs, l'autre en jours courts.

#### ***Sélection du type de système de ventilation***

Il a été mentionné précédemment qu'il existait différents systèmes de ventilations, présentant chacun des avantages et des inconvénients. Le système sélectionné sera un système a ventilation mécanique à pression négative conçue en 4 paliers. On retrouvera ainsi une ventilation transversale trois saisons et une ventilation tunnel pour la saison estivale. Dans le domaine de la production laitière, on retrouve parfois ces types de ventilation combinée. Ainsi, la ventilation pour toutes les saisons se fait latéralement ou longitudinalement. L'avantage était de pouvoir se servir des ventilateurs des premiers paliers tout au long de l'année et d'ainsi diminuer la dimension des ventilateurs du dernier palier. Cette option a été envisagée, mais elle n'a pas été retenue. En effet, une ventilation complètement transversale demanderait un nombre beaucoup plus important de

ventilateurs puisque la section à ventiler est plus grande. Toutefois, une ventilation complètement longitudinale serait envisageable. Ainsi, tous les ventilateurs se retrouveraient sur un mur court du bâtiment. Les entrées d'air seraient plusieurs entrées d'air ponctuelles dans le plafond réparti sur toute la longueur pour assurer un air frais partout dans le bâtiment pour la ventilation 3 saisons. L'été, la seule entrée d'air serait celle dans le mur opposé pour permettre des vitesses d'air élevé dans tout le bâtiment et assurer un refroidissement éolien. Par contre, le désavantage est de regrouper tous les ventilateurs sur le mur court. Une problématique de l'élevage ovin est le manque d'espace sur les murs courts. En effet, les portes de garage servant à l'écurage exigent beaucoup d'espace et créent un casse-tête pour installer les ventilateurs. Pour cette raison, cette option n'est pas retenue et la conception sera pour une ventilation transversale en hiver et une ventilation tunnel en été.

### ***Hypothèses***

Plusieurs hypothèses doivent être posées de prime abord pour le dimensionnement. Tout d'abord, des conditions d'ambiance doivent être visées selon les conditions extérieures. Le Tableau 12 en présente les résultats.

**Tableau 12: Conditions d'ambiance visées**

Température extérieure (°C)	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
Température intérieure (°C)	5	5	5	5	5	5	8	13	18	21	26
Humidité rel. extérieur (%)	70	70	70	70	65	65	60	60	55	50	50
Humidité rel. intérieur (%)	80	80	80	80	80	80	75	65	55	55	55

Il est bon de se rappeler que le bâtiment sera isolé. Ainsi, les températures intérieures seront toujours au-dessus du point de congélation pour éviter les bris de la plomberie par le gel. Le confort des animaux sera par le fait même assuré. Pour ce bâtiment, 5°C est le minimum visé pour conserver une marge de manœuvre au-dessus du point de congélation. Lors des saisons plus clémentes, le système de ventilation s'assurera de ventiler assez pour conserver la température intérieure à seulement quelques degrés au-dessus de la température extérieure. Pour la gestion de

l'humidité, on souhaite conserver un maximum de 80% d'humidité relative à l'intérieur. Un taux d'humidité plus bas exigerait plus de ventilation l'hiver et donc plus de chauffage. Un taux plus élevé occasionnerait de l'inconfort à l'animal (CNSAE, 2013). Pour les saisons plus clémentes, il est souhaité de conserver un taux d'humidité relativement supérieur à celui de l'extérieur.

### ***Bilan de chaleurs***

À partir de ces conditions d'ambiance visées, du cheptel pour chaque bâtiment, des caractéristiques physiologiques, il est maintenant possible de déterminer la production de chaleur totale à l'aide de l'équation 12 et 13 du *4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses* (Pederson & Sällvik, 2002). L'équation 12 servira pour les agneaux à l'engraissement et l'équation 13 pour la production de chaleurs des brebis.

#### **Équation 12 : Production de chaleur des agneaux**

$$Q_{\text{tot}} = 6.74m^{0.75} + 145Y_2$$

Où  $m$  est la masse de l'agneau  
 $Y_2$  est le gain moyen quotidien

#### **Équation 13 : Production de chaleur des brebis**

$$Q_{\text{tot}} = 6.4m^{0.75} + 33Y_1 + 2.4 \times 10^{-5}p^3$$

Où  $m$  est la masse de la brebis  
 $Y_1$  est la production laitière  
 $P$  est le nombre de jours en gestation

Suite à cela, il est possible de déterminer un coefficient  $F$ , qui sera fonction de la température intérieure. Ainsi, pour les différentes conditions de température, une production d'énergie totale est calculée et compilée. La chaleur totale produite se subdivise en chaleur latente et en chaleur sensible. La chaleur latente est l'énergie qui contribuera directement à l'élévation de la température dans le bâtiment. En opposition, la chaleur latente est l'énergie absorbée par l'eau pour changer

d'état, soit de passer de l'état liquide à l'état gazeux. Ainsi, pour des températures intérieures faibles, les animaux dégagent leur chaleur majoritairement par chaleur sensible. Plus la température ambiante augmente, plus difficile est le dégagement de chaleur et les pertes se feront par transpiration et respiration, soit par chaleur sensible. Ainsi, un coefficient  $F_s$  est déterminé selon la température intérieure et des courbes de production de chaleur peuvent être développées (Ladurantaye, 2015). Voir la figure 12 et la figure 14 pour visualiser les courbes de production de chaleur.

Pour compléter le bilan de chaleur, plusieurs autres sources de chaleur et de pertes sont possibles. La production de chaleur par les moteurs et les lumières sont négligeables pour une bergerie et sont donc négligées. Aussi, des fenêtres permettent de capturer de l'énergie solaire durant la journée, mais le bâtiment en jours courts n'en possède pas et pour celui en jours longs, cette décision sera laissée à la discrétion du producteur. Ainsi, l'apport d'énergie solaire est aussi négligé. La seule source d'énergie pour le bilan de chaleur sera donc la chaleur sensible des moutons et celui du système de chauffage pour assurer des conditions d'ambiance minimales. Pour les pertes de chaleur,  $Q_b$ . La composition de divers éléments structuraux est présentée à l'Annexe J.

Les résistances thermiques utilisées pour ces matériaux sont retrouvées et additionnées pour découvrir la résistance thermique du mur, du plafond et de la fondation (ASHRAE, 2009). En connaissant les superficies de ces derniers et le différentiel de température extérieur-intérieur, les pertes thermiques,  $Q_b$ , sont calculées.

En plus, les pertes thermiques par le plancher doivent être calculées. Elles peuvent être négligées pour des bâtiments de moins de 10 mètres, mais dans le cas présent, les bâtiments sont au-delà de cette dimension et exigent d'en tenir compte. Pour y arriver, il faut connaître le degré-jours de chauffage sur une base de 18°C (Ladurantaye, 2015). Ainsi, pour les besoins, il a été supposé que le site est situé à Rimouski. Cette supposition est faite puisque le Bas-St-Laurent est une région qui contient une part importante de la production ovine, en plus que les degrés-jour sont élevés

---

pour cette région, ce qui assure de ne pas sous-estimer les pertes thermiques par le plancher. À l'aide de la connaissance des degrés-jour, un facteur de conduction thermique,  $F_t$ , est déterminé et permet le calcul des pertes thermiques par le plancher. À l'aide des données psychométriques, le bilan de chaleur peut être complété et la courbe de ventilation complétée.

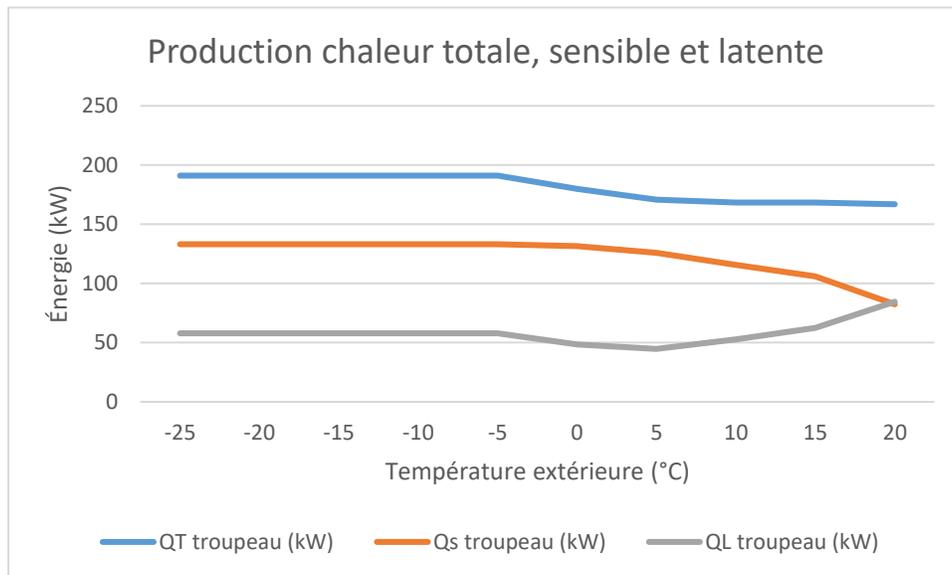
### ***Bilan de matières***

Pour le bilan de matière, les sources de production d'humidité sont la chaleur latente produite par les animaux. Puisque les animaux sont sur accumulation, il est considéré que les fumiers ne produiront pas d'humidité puisque l'apport de litière assurera d'absorber toute l'humidité excessive. De plus, il n'y aura pas de perte puisque le bâtiment se doit d'être étanche pour assurer la durabilité de celui-ci. Ainsi, avec les propriétés psychométriques, la courbe de ventilation pour le contrôle de l'humidité peut aussi être effectuée.

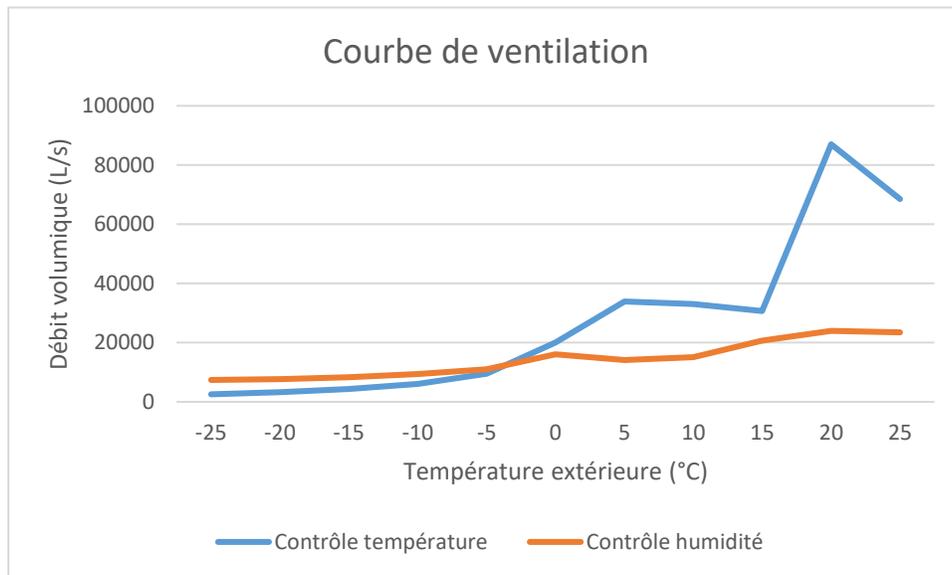
### ***Courbes de ventilation (Jours longs)***

À l'aide de la procédure décrite dans les paragraphes précédents, les courbes de ventilation peuvent être tracées. Les tableaux suivants présentent les conclusions pour la ventilation dans la section du bâtiment en jours longs.

**Figure 12 : Production chaleur totale, sensible et latente**



Comme expliqué précédemment, les courbes de production de chaleur des animaux varient selon la température ambiante. Ainsi, puisque les moutons sont des animaux homéothermes, leur corps produit et dégage de la chaleur pour viser une température corporelle stable. Ainsi, lorsque la température ambiante du bâtiment est basse, les animaux produisent davantage de chaleur et perdent davantage de chaleur le bâtiment. La production de chaleur sensible est élevée. En contrepartie, lorsque les températures ambiantes sont plus élevées, les animaux dégagent leur chaleur métabolique par sudation et respiration pour rester confortable, la production de chaleur sensible est plus élevée.

**Figure 13 : Courbe de ventilation**

La figure 13 présente les débits de ventilation pour le bilan de chaleur et le bilan d'humidité. Ainsi, jusqu'à  $-3^{\circ}\text{C}$  de température extérieure, c'est l'humidité qui doit davantage être évacuée. Un système de chauffage sera alors nécessaire pour conserver une température minimale dans le bâtiment. Au-dessus de cette température, la ventilation servira à évacuer la chaleur excédentaire. L'allure du graphique est intrigante puisque la pente ne devrait pas devenir négative. Ceci s'explique toutefois par un accroissement de la température extérieure, mais sans différence pour le  $\Delta T$ . Ainsi, les animaux produisent moins d'énergie, mais les paramètres psychométriques ne changent pas.

**Tableau 13 : Compilation des paramètres de ventilation / jours longs**

T. ext. (°C)	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
T. int. (°C)	5	5	5	5	5	5	8	13	18	21	26
ΔT	30	25	20	15	10	5	3	3	3	1	1
HR int. %	80	80	80	80	80	80	75	65	55	55	55
HR est %	70	70	70	70	65	65	60	60	55	50	50
Débit minimal [L/S]	7389.79	7717.65	8288.95	9345.42	1103.257	1999.100	3386.159	3298.623	3069.550	8700.680	6853.109
Q <sub>sr</sub> (chauffage) [KW]	177.24	154.25	132.54	112.07	88.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Le tableau 13 compile les données de ventilation. Les conditions de température et d’humidité sont présentées ainsi que le débit de ventilation requis et de chauffage pour assurer le confort des animaux. Ainsi, avec les débits connus, la sélection des ventilateurs peut être complétée.

**Tableau 14 : Ventilateurs nécessaires en jours longs**

	Composantes	Débit (m <sup>3</sup> /s) [PCM]	Cumulatif (m <sup>3</sup> /s) [PCM]
Palier 1 (variable)	10 ventilateurs 22’’	27.87 [59 050]	27.87 [59 050]
Palier 2	6 ventilateurs 25’’	20.42 [43 260]	48.28 [102 310]
Palier 3	4 ventilateurs 50’’	38.92 [82 468]	87.21 [184 778]
Palier 4 (tunnel)	5 ventilateurs 69’’	87.31 [185 000]	87.31 [185 000]

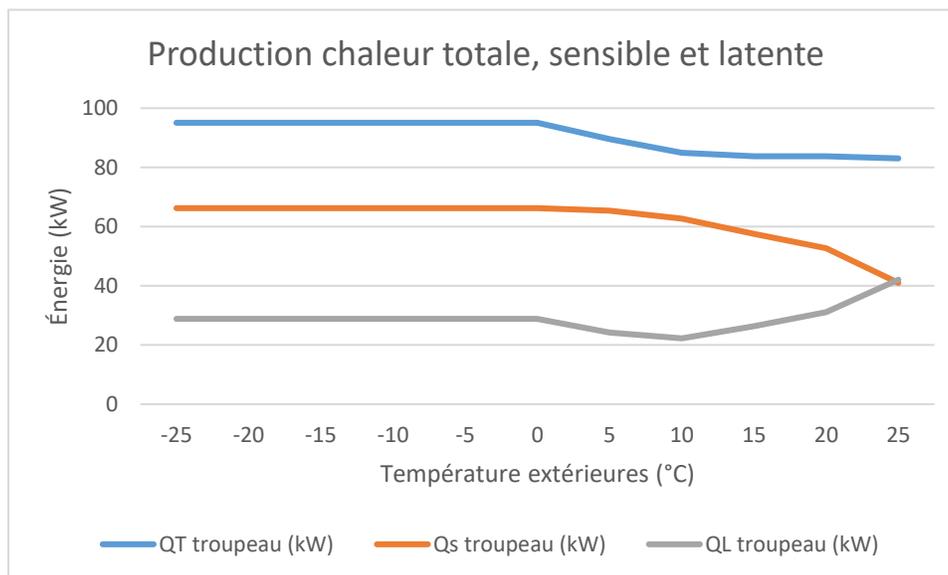
Ainsi, le Tableau 14 présente la quantité théorique de ventilateurs requise pour assurer les conditions d’ambiance. Ceux des trois premiers paliers seront répartis sur les murs longs du

bâtiment et on y retrouvera des entrées d'air ponctuelles dans le plafond. Ils devront être disposés en deux rangées, soit à environ le 1/3 et le 2/3 de la largeur du bâtiment pour assurer un bon mélange d'air (Ladurantaye, 2015). Les ventilateurs du palier 4 seront installés sur un mur court du bâtiment. Une entrée d'air pour la ventilation tunnel sera sur le mur court opposé. Un système de chauffage sera aussi nécessaire d'une capacité de 177 kW.

### ***Courbes de ventilation (Jours courts)***

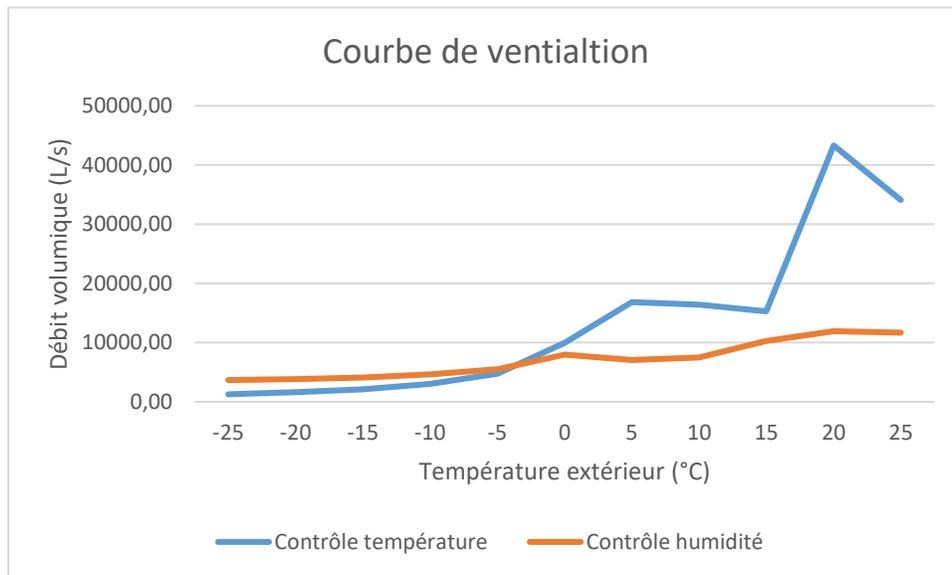
À l'aide de la procédure décrite dans les paragraphes précédents, les courbes de ventilation peuvent être tracées. Les tableaux suivants présentent les conclusions pour la ventilation dans la section du bâtiment en jours courts.

**Figure 14 : Production chaleur totale, sensible et latente**



La figure 14 est semblable à la figure 12. Elle présente les courbes de productions de chaleurs théoriques, mais cette fois-ci considérant le cheptel logeant dans le bâtiment jours-courts. Ainsi, le bâtiment en jours courts loge moins d'animaux et la production de chaleur totale est presque de moitié à celui en jours longs.

**Figure 15 : Courbe de ventilation**



Les courbes de ventilation sont très ressemblantes à celui du bâtiment en jours longs. Ainsi, le contrôle de l’humidité est plus important lors de température extérieure de -3°C encore une fois. L’allure de ce graphique est particulière une fois de plus puisqu’il présente de pente négative. La raison est la même. Un ajustement des hypothèses de température intérieure ajusterait le graphique. Toutefois cette pente ne change pas les résultats pour la sélection des ventilateurs et les valeurs sont ainsi conservées.

**Tableau 15 : Compilation des paramètres de ventilation / jours-courts**

T. ext. (°C)	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
T. int. (°C)	5	5	5	5	5	5	8	13	18	21	26
ΔT	30	25	20	15	10	5	3	3	3	1	1
H.R. Int	80	80	80	80	80	80	75	65	55	55	55
H.R. ext.	70	70	70	70	65	65	60	60	55	50	50
Débit minimal [L/S]	3677 .72	3840 .89	4125 .21	4650 .99	5490 .65	9953 .14	1685 6.24	1642 0.67	1528 0.70	4330 5.53	3411 0.68
Qsr (chauffage) [KW]	88.2 1	76.7 7	65.9 6	55.7 8	43.9 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Le tableau 15 compile les données de ventilation pour le bâtiment en jours courts. Les conditions de température et d’humidité sont présentées ainsi que le débit de ventilation requis et de chauffage pour assurer le confort des animaux. Ainsi, avec les débits connus, la sélection des ventilateurs peut être complétée.

**Tableau 16 : Ventilateurs nécessaires en jours courts**

	Composantes	Débit (m <sup>3</sup> /s) [PCM]	Cumulatif (m <sup>3</sup> /s) [PCM]
Palier 1 (variable)	8 ventilateurs 16’’	12.58 [26 656]	12.58 [26 656]
Palier 2	6 ventilateurs 18’’	11.90 [25 212]	24.48 [51 868]
Palier 3	6 ventilateurs 25’’	20.41 [43 260]	44.90 [95 128]
Palier 4 (tunnel)	5 ventilateurs 50’’	43.73 [92 645]	43.73 [92 645]

Ainsi, le Tableau 16 présente la quantité de ventilateurs théorique requise pour assurer les conditions d’ambiance. Ceux des trois premiers paliers seront répartis sur les murs longs du

bâtiment et on retrouvera des entrées d'air ponctuelles dans le plafond. Ils devront être disposés au centre de la largeur du bâtiment pour assurer un bon mélange d'air. Les ventilateurs du palier 4 seront installés sur un mur court du bâtiment. Une entrée d'air pour la ventilation tunnel sera sur le mur court opposé. Un système de chauffage sera aussi nécessaire d'une capacité de 88 kW.

### **3.3.4 Conclusion partielle (ventilation)**

Un bilan de chaleur et d'humidité a été produit pour chaque bâtiment. Ces valeurs s'appuient sur des calculs théoriques et des hypothèses. Ainsi, si le producteur ne paille pas suffisamment, il peut s'avérer nécessaire de ventiler davantage en hiver pour évacuer l'humidité excédentaire et devoir chauffer davantage. Pour cette raison, il est important de valider ces prescriptions avec d'autres professionnels pour assurer la fonctionnalité du bâtiment.

## **4 Conclusion**

Notre mandat a été de produire un plan type pour la bergerie du futur, capable de loger 600 brebis prolifiques (ou hybrides). Notre cliente, Stéphanie Landry, nous a mandatés afin de réviser et mettre à jour certaines données sur la construction de bergerie neuve.

Notre bâtiment se devait d'être efficace, productif, économique et assurer le bien-être des animaux. Ceci signifie qu'il doit y avoir suffisamment d'espace dédié à chacun des animaux. Nous avons ainsi aménagé l'endroit nécessaire pour les brebis gestantes et les différentes pièces connexes : parc d'agnelage individuel, salle d'allaitement artificiel, parc pour les agneaux d'engraissement, corral, quai de chargement et zone de quarantaine. Les normes de biosécurité ont été appliquées afin de favoriser le bien-être animal.

Cependant, avant d'être en mesure de concevoir le plan type de la bergerie, nous avons pris le temps nécessaire pour concevoir un feuillet technique. Ce document est un résumé de l'ensemble des données de base nécessaire pour concevoir une bergerie. Certaines données ont été mises à jour, car elles n'avaient pas été revues depuis quelques années (ou décennies). Par exemple,

l'ensemble des densités animales ont été pondérées afin de prendre en compte l'amélioration de la prolificité des brebis.

De même, nous avons dimensionné le système de ventilation nécessaire afin d'être en mesure de loger convenablement l'ensemble des moutons. La bergerie du futur est un bâtiment isolé ayant deux systèmes de ventilation distincte. Un pour les jours longs et un pour les jours courts, car le principe de la photopériode s'applique dans ce cas-ci.

En conclusion, ce projet nous a permis de mettre à jour certaines données sur la production ovine. Afin d'être davantage dans l'idée de la bergerie du futur, il aurait pu être intéressant d'aborder la question des énergies vertes à la ferme.

## 5 Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments. (2017, Octobre 14). *Norme nationale de biosécurité à la ferme pour les moutons*. Récupéré sur Gouvernement du Canada: <http://www.inspection.gc.ca/animaux/animaux-terrestres/biosecurite/normes-et-principes/ferme-pour-les-moutons/fra/1368456677456/1368456778304?chap=2>.
- Albright, L. D. (1990). *Environment control for animals and plants*. St.-Joseph: ASAE.
- aliments, A. d. (2017, Octobre 14). *The National Sheep On-Farm Biosecurity Standard*. Récupéré sur Gouvernement du Canada: [http://epe.lac-bac.gc.ca/100/201/301/weekly\\_checklist/2013/internet/w13-26-U-E.html/collections/collection\\_2013/acia-cfia/A104-111-2013-eng.pdf](http://epe.lac-bac.gc.ca/100/201/301/weekly_checklist/2013/internet/w13-26-U-E.html/collections/collection_2013/acia-cfia/A104-111-2013-eng.pdf)
- ASABE. (2008). *Design of ventilation systems for Poultry and Livestock Shelter*. St. Joseph: ASABE.
- ASHRAE. (2009). *Heat, air and moisture control in building assemblies - matererial properties*. ASHRAE.
- Beaulieu, R., Corriveau, S. B., Bérubé, M.-È., & Blais, M.-F. (2017). *Guide de référence du Règlement sur les exploitations agricoles*. Québec: MDDELCC.
- Blanchette, S. (2008). *Le corral, un essentiel pour améliorer votre travail en bergerie*. La Pocatière: CEPOQ.
- Blanchette, S. (2011). *Corral 1001: les petits détails qui font la différence*. La Pocatière: CEPOQ.
- Blanchin, J.-Y. (2005). Le logement du mouton - Élevage allaitant. Dans *1er Édition* (p. 223). Paris: Éditions France Agricole.
- Cameron, J. (2008). *Guide de référence sur la photopériode*. La Pocatière: CEPOQ.
- Caron, V. D. (2010). *Impact de la prolificité sur la rentabilité de l'entreprise ovine québécoise: approche par modélisation*. Québec: Département des sciences animales - Université Laval.
- Castonguay, F. (2017, Octobre 14). Communication personnelle.
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. (2012). *L'entreposage des fumiers, 3e édition*. Québec: CRAAQ.
- Centre d'études sur les coûts de production en agriculture. (2013). *Étude sur les coûts de production - Agneau en 2011 au Québec*. Lévis: CECPA.
- CEPOQ. (2017). *Aménagement biosécuritaire*. La Pocatière: Centre d'expertise en production ovine.
- CEPOQ. (2017, Octobre 16). Communication personnelle.
- Chambers, R., House, H., & Ward, D. (2010). *Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille*. Toronto: OMAFRA.
- CIGR. (1999). *CIGR Handbook of agricultural Engineering - Volume II Animal protection & Aquacultural Engineering*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers.
- CNSAE. (2013). *Code de pratiques - pour le soin et la manipulation des moutons*. Lacombe: Conseil National pour les soins aux animaux d'élevage.
- CRAAQ. (2010). *L'élevage du mouton*. Québec, Québec, CAbada: CRAAQ.
- CSF/FCM. (2017, Octobre 12). *Section 2 - Hébergement*. Récupéré sur Trousse d'outils virtuels: <http://www.cansheep.ca/User/Docs/VTBox/fr/Sec2.herbergement.pdf>
- Doucet, C. (2012). *La production du mouton - 3e Édition*. Paris: Édition France Agricole.
- FAQ. (2017). *Évolution depuis 2009 du nombre d'adhérents et des unités assurés au programme ASRA Agneaux*. Québec: FAQ.
- Godbout, S. (2012). *Révision de l'agdex 538/400.27 - Rapport Final*. Québec: IRDA.
- Hirning, H., Faller, T., Hoppe, K., Nudell, D., & Richetts, G. (1994). *Sheep Housing and Equipment Handbook*. Ames: MidWest Plan Service - Iowa State University.

- Ladurantaye, Y. D. (2015). *Note de cours - Environnement des bâtiments agricoles*. Québec: Département des sols et de génie agroalimentaire - Université Laval.
- Les éleveurs d'ovins du Québec. (2017). *Agence de vente des agneaux lourds - Guide des producteurs*. Longueuil: LEOQ.
- MAPAQ. (2014). *Monographie de l'industrie ovine*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Méthot, H., & Villeneuve, L. (2017, Octobre 3). Communication personnelle.
- Moreau, V. (1985). *Bergerie moderne - Réfléchir avant d'agir*. Paris: Institut technique de l'élevage ovin et caprin.
- Moreau, V. (1985). *Bergerie Moderne - Réfléchir avant d'agir*. Paris: Institut technique de l'élevage ovin et caprin.
- Naud, D., Leblanc, R., & Dubreuil, L. (2006). *La ventilation longitudinale dans les étables laitières*. Québec: MAPAQ.
- OMAFRA. (2017, Octobre 14). *Alimentation des ovins : matériel et méthodes*. Récupéré sur Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales: <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/sheep/facts/03-014.htm>
- OMAFRA. (2017, Octobre 14). *Alimentation des ovins: matériel et méthodes*. Récupéré sur Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales: <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/sheep/facts/03-014.htm>
- OMAFRA. (2017, Octobre 10). *Ration totale mélangée (RTM) pour l'alimentation de brebis*. Récupéré sur Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales: <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/sheep/facts/14-026.htm>
- Pedersen, S., & Sällvik, K. (2002). *Climatization of animal houses*. Horsens: International comission of agricultural engineering.
- Pederson, S., & Sällvik, K. (2002). *4th Report of Working Group on climatization of animal houses*. Horsens: CIGR.
- Potvin, R. (2015). *Aménagement des bergeries*. Rivière-du-Loup: MAPAQ.
- Pouliot, É. (2007, Juillet). *Agneaux lourds et bergerie froids: impact sur les performances de croissance et la qualité de la viande*. La Pocatière: CEPOQ.
- Service de plans du Canada - Section mouton. (2017, Octobre 14). *Banque de plans*. Récupéré sur Agri-réseau: <https://www.agrireseau.net/banqueplans/documents/95579/les-archives-du-service-de-plans-du-canada-section-moutons-sont-maintenant-disponibles-sur-le-site-banque-de-plans?s=3000&s=478>.
- Vandiest, P. (2017, Octobre 14). Conception d'une bergerie. *Wallonie Élevage*, pp. 55-57. Récupéré sur <http://www.ficow.be/ficow.site/wp-content/uploads/Conceptionfevrier2015.pdf>
- Villeneuve, L. (2009). *Et si on hachait nos fourrages? Effet sur la CVMS des brebis d'élevage!* La Pocatière: CEPOQ.
- Wand, C. (2014). *Ration totale mélangée (RTM) pour l'alimentation de brebis*. Guelph: OMAFRA.
- Wisconsin-Extension, U. o. (2017, Novembre). *Dairy Cost Estimates-Dairy Modernization*. Récupéré sur Dairy Extension Resources: <https://fyi.uwex.edu/dairy/dairy-costs-estimates-dairy-modernization/>



---

## ANNEXE B. Questionnaire pour les visites de bergerie

À ne pas oublier : appareil photo bonne qualité avec batterie, feuille de notes, luxmètre (cellulaire), bottes de plastique (biosécurité), ruban à mesurer et feuille de consentement du producteur

### 1. Informations générales

Propriétaire : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_ Courriel : \_\_\_\_\_

Nom de la ferme : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

### 2. Information sur le cheptel

Nb de têtes : \_\_\_\_\_

Nb brebis : \_\_\_\_\_

Nb béliers : \_\_\_\_\_

Nb agneaux : \_\_\_\_\_

Moyenne agneaux/agnelage : \_\_\_\_\_ Poids moyen agneaux vendus : \_\_\_\_\_

Race : \_\_\_\_\_ Photopériode : \_\_\_\_\_

Nb brebis/groupe : \_\_\_\_\_

### 3. Information bâtiment

Année de construction : \_\_\_\_\_

Luminosité (lux) : \_\_\_\_\_

Ventilation/Chauffage : \_\_\_\_\_

Manutention des fumiers (obstacles et intervalle): \_\_\_\_\_

Alimentation/Eau : \_\_\_\_\_

---

Manipulation des animaux : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mesures biosécurité : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Éléments que le producteur aime : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Éléments que le producteur n'aime pas : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Faire croquis d'une vue en plan des bâtiments et inclure :

- Dimensions extérieures (approximatives)
- Dimensions entrées ventilation
- Dimension d'un parc
- Schéma de circulation des moutons
- Emplacement et dimensions corral
- Dimension des portes de garage

Faire un croquis d'une coupe de plancher et coupe de mur :

- Hauteur plafond
- Largeur allée alimentation
- Largeur allée circulation
- Hauteur mangeoire p/r plancher parc

## ANNEXE C. Feuille technique

<b>Dimensionnement des espaces de la bergerie</b>	
Densité animale dans les cases :	
Brebis allaitantes	2,3 m <sup>2</sup> /tête
Brebis à l'accouplement ou à l'entretien	1,6 m <sup>2</sup> /tête
Agneaux sous allaitement artificiel	0,2 m <sup>2</sup> /tête
Agneaux dans les dérobes	0,2 m <sup>2</sup> /tête
Agneaux à l'engraissement	0,85 m <sup>2</sup> /tête
Agnelles de remplacement	1,2 m <sup>2</sup> /tête
Béliers adultes	2,3 m <sup>2</sup> /tête
Profondeur des cases par rapport à l'allée de circulation	0,5 m
Matériaux à utiliser pour :	
Plancher	Béton
Revêtement des murs intérieurs	Plastique
Matériaux à privilégier pour la biosécurité	Bois, acier, aluminium et plastique
Hauteur de plafond	2,7 à 4 m selon l'équipement de nettoyage
Type de paillage	Litière accumulée de paille
Largeur de l'allée de circulation	0,9 m
<b>Zone des cases d'agnelage</b>	
Type de case d'agnelage	Permanente
Dimension	2,5 m <sup>2</sup> /tête
Nombre de cases d'agnelage	20 % du troupeau
<b>Zone de la case d'allaitement artificiel</b>	
Mode d'alimentation des agneaux	Louve
Nombre d'agneaux alimentés par tétine	Maximum 10

<b>Alimentation</b>	
Largeur de l'allée d'alimentation	2,43 m
Type de mangeoire	Alimentation à même l'allée d'alimentation
Niveau de mécanisation/robotisation	Ration totale mélangée (RTM)
Espace mangeoire :	
Brebis et béliers	0,5 m
Agneaux à l'engraissement	0,3 m
Agneaux dans les dérobes	0,05 m
Nombre d'abreuvoirs :	
Brebis	1 abreuvoir pour 15
Béliers	1 abreuvoir pour 10
Agneaux à l'engraissement	1 abreuvoir pour 50
<b>Écurage des bâtiments</b>	
Fréquence d'écurage	À chaque cycle d'agnelage pour un nouveau groupe
Distance d'écurage possible en 1 passage :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 à 40 m avec un chargeur frontal</li> <li>• 45 à 60 m en tracteur</li> </ul>
<b>Ventilation, chauffage et isolation</b>	
Type de ventilation	Mécanique longitudinale (tunnel)
Vitesse de circulation de l'air	Maximum 1 m/s
Débit de ventilation	---
Humidité	75 % maximum
Température	10 °C
Intensité lumineuse :	
Agnelage	150 lux
Engraissement	50 lux
Corral	200 lux
Isolation	Oui

<b>Biosécurité</b>	
Éléments biosécuritaires à intégrer :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corridor danois</li> <li>• Infirmerie</li> <li>• Cases d'agnelage fixe</li> <li>• Case pour l'allaitement artificiel</li> <li>• Quai de chargement des animaux</li> </ul>

### **Éléments à prendre également en compte lors de la conception d'une bergerie :**

- La bergerie du futur est conçue en fonction de l'utilisation du principe de photopériode. Le bâtiment doit être aménagé en conséquence.
- Chacune des cases d'agnelage devrait être équipée d'une mangeoire et d'un abreuvoir. L'utilisation d'un abreuvoir fixe plutôt qu'une chaudière diminue les manipulations à faire par le producteur.
- Les cases d'agnelage doivent être installées près de l'infirmerie et de la zone d'entreposage des médicaments.
- Les dérobées pour les agneaux doivent être suffisamment lumineuses et avec un nombre d'accès suffisant. Les agneaux devraient également avoir accès leurs propres mangeoire et abreuvoir dans la dérobée.
- Le corral doit occuper une position stratégique dans la bergerie. Il est nécessaire de penser à son positionnement au tout début de l'aménagement. Il doit occuper un endroit central et stratégique afin d'optimiser le déplacement et les manipulations des animaux. Le corral est un équipement permettant d'accomplir plus d'une manipulation (échographie, tonte, pesée, etc.).
- La largeur des portes d'entrée dans les cases doit permettre le passage de la machinerie qui est utilisée lors de l'écurage.
- Les équipements dans les cases (bols d'eau) et les obstacles (poteau, barrière et recoin) ne doivent pas augmenter le temps d'écurage. Ils doivent être évités ou déplacés rapidement durant le curage.
- Mettre les cases au niveau du sol et surélever les allées d'alimentation et de circulation. Advenant un dégât d'eau, il sera plus facile d'évacuer rapidement l'eau accumulée.

- L'intérieur de la bergerie doit être lavable. Il faut donc être capable de déplacer une partie du troupeau dans la bergerie lors du lavage d'une section du bâtiment.

**Éléments non pris en compte dans ce feuillet technique :**

- Régime d'alimentation pour le troupeau
- Gestion et entreposage des déjections
- Analyse économique
- Génétique des animaux
- Mise en marché

## **ANNEXE D. Tableau de décision pour les sources théoriques du feuillet technique**

**Tableau 17 : Tableau de décision pour les sources théoriques**

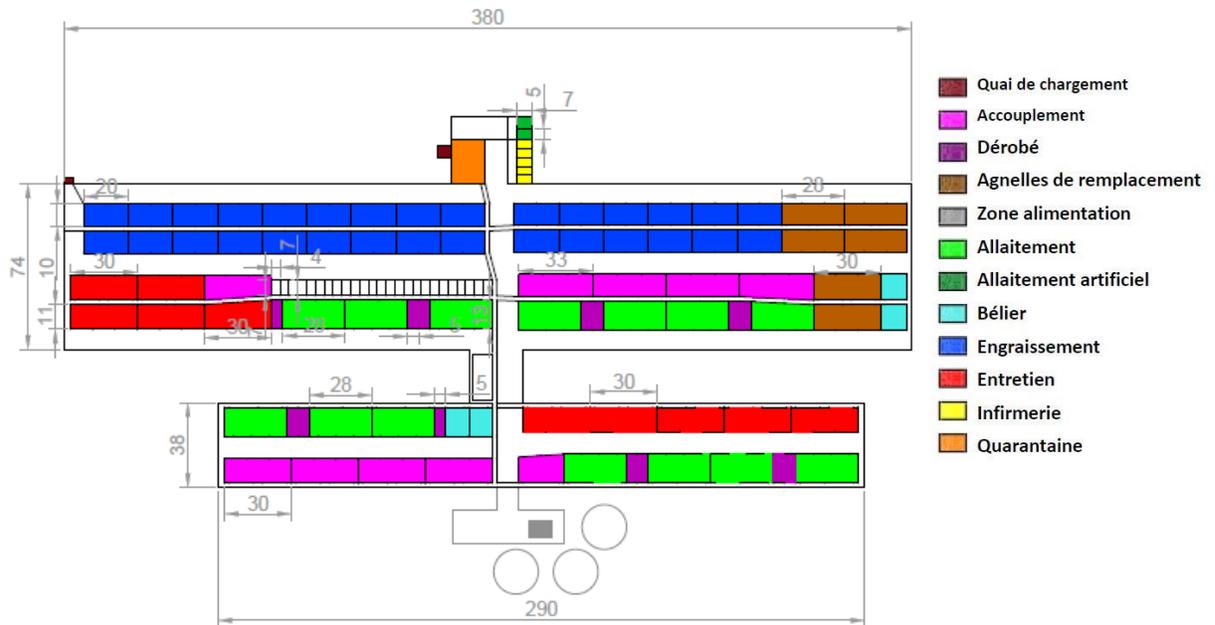
[Consulter le PDF en pièce jointe de ce rapport.]

## **ANNEXE E. Fichier Excel pour le dimensionnement**

[Consulter le PDF en pièce jointe de ce rapport.]

**Figure 17 : Dimensionnement final de la bergerie**

**ANNEXE F. Plan type de la bergerie du futur**



**Figure 18 : Plan type de la bergerie du futur**

### ANNEXE G. Calcul du nombre de cases d'agnelage

informations:

- la durée de l'agnelage pour un groupe est de 5 semaines.
- la durée d'une brebis dans une case d'agnelage est de 3 jours.

Résolution :

① préalablement, il faut calculer le nombre de brebis qui entre dans les cases d'agnelage, pour un groupe de 100 brebis agnelant sur 5 semaines :

$$\text{nb. brebis/jour} = 100 / (5 \times 7 \text{ jours}) = 2.86$$

on va augmenter la valeur à 4 brebis/jour afin de prendre en compte le pic d'agnelage.

② nombre de cases minimum:

#jour	#case
(1)	□□□□
(2)	□□□□ + 4
(3)	□□□□ + 4 + 4
(4)	□□□□ + 4 + 4 + 4 = 12 cases
(5)	□□□□ + 4 + 4 + 4 = 12 cases

(le groupe a quitté les cases)

on va augmenter le nombre à 20 cases afin de prévoir les pics. le nb. de cases est donc de 20% le nb. de brebis du groupe.

Figure 19 : Calcul du nombre de cases d'agnelage

## ANNEXE H. Calcul du nombre d'agneaux dans les parcs d'engraissement

informations:

- mis à 40 jours dans les parcs d'engraissement (JL)
- vendu à ~ 150 jours (5 1/2 mois)
- on a une rotation de 4 groupes d'agneaux dans les parcs d'engraissement (appel: on est en C4C6... 6 groupes de brebis sur un cycle de 8 mois).

Résolution:

- les 4 groupes d'agneaux dans les parcs d'engraissement n'ont pas le même âge, ils sont tous décaler de 40 jours, car la production est en continu en C4C6. on les nomme A, B, C, D
- pour ces 4 groupes, il faut déterminer le pourcentage de vente aux 40 jours (voir le dessin ci-bas).

naissance (0)      parc d'engraissement (sevré)

+ 40 jours	a } A
+ 40 jours	b } A + B
+ 40 jours	c } A + B + C
+ 40 jours	c } A + B + C + D
vente (~150)	

où  $\Rightarrow$   $a = 90\%$   
 $b = 70\%$   
 $c = 15\%$  } nb. agneaux  
 $cA + bB + aC + D$

ainsi, avec un cheptel de 600 brebis avec 6 groupes de 100 brebis. (A=B=C=D=100 brebis)

nb. agneaux =  $0.15(100) + 0.70(100) + 0.90(100) + 100$   
 $= 586$   
 mmm Hilroy

Figure 20 : Calcul du nombre d'agneaux dans les parcs d'engraissement

## **ANNEXE I. Ventilation**

[Consulter le fichier Excel en pièce jointe de ce rapport.]

**Figure 21 : Dimensionnement du système de ventilation**

---

## ANNEXE J. Éléments structuraux

La composition de divers éléments structuraux hypothétique appuyant les calculs de perte de chaleur :

Murs, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Revêtement intérieur lavable en PVC
- Contreplaqué de 19 mm
- Latte de 19 mm x 64 mm
- Pare-vapeur en polyéthylène transparent de transparent de 150  $\mu$ m
- Montants et laine minérale pleine épaisseur de 140mm
- Carton goudronné de 19mm
- Coupe-vent type Tyvek
- Latte de 19mm x 64mm @ 405mm
- Tôle

Plafond, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Contreplaqué de 12mm avec revêtement collé en pvc blanc
- Latte de 19mm x 64mm @ 405mm
- Pare-vapeur en polyéthylène transparent de 150 $\mu$ m
- Laine de cellulose en vrac soufflé de 200mm
- Ferme de toit légère en bois
- Latte perpendiculaire aux fermes de toit de 38mm x 89mm @ 405mm
- Tôle

Salage, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Béton armé de 200mm
- Isolation polystyrène de 38mm

