

VISION D'UNE ÉTABLE DURABLE



Sébastien Fournel

Ingénieur, Ph. D.

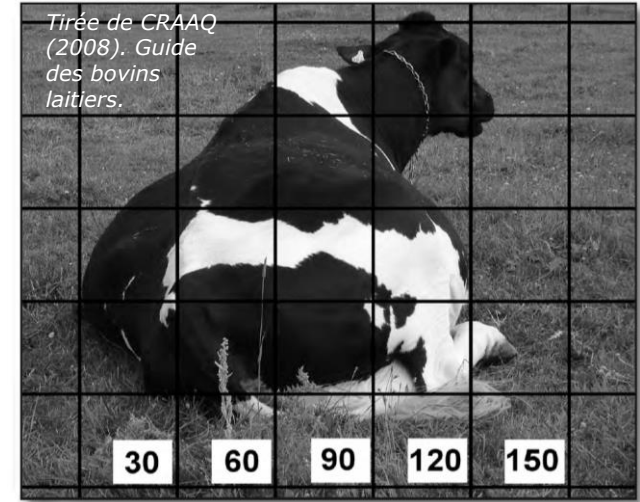
Professeur adjoint,
Département des sols
et de génie agroalimentaire
(SGA), Faculté des sciences
de l'agriculture et de
l'alimentation (FSAA)

13 mai 2021

Développement de la prod. laitière

❖ Motivé par des **innovations technologiques** devenues nécessaires en raison de :

- ❑ Évolution des besoins des vaches
- ❑ Demandes des éleveurs
- ❑ Impact environnemental et sociétal des pratiques



Poids d'une vache	Largeur de la stalle
600 kg (1400 lb)	120 cm (48 po)
700 kg (1600 lb)	130 cm (52 po)
800 kg (1800 lb)	140 cm (56 po)

Données du Service de plans du Canada (1986). Logement et équipement pour bovins laitiers.

Historique

1985



Stabulation entravée

- Aucune possibilité de mouvement
- Espace limité (2,5-3,0 m²/vache)
- Potentielles blessures au pis et aux jambes
- Gestion solide des fumiers
- Traite manuelle et lactoduc
- Faible efficacité du travail



2010



Stabulation libre

- Liberté de mouvement
- Plus d'espace par vache
- Problèmes de sabot
- Plafonds surélevés
- Gestion liquide des fumiers
- Traitement des fumiers
- Salle de traite et robot
- Amélioration de l'efficacité de travail



2020



Aire de couchage

- Expression de comportements naturels
- Encore plus d'espace par vache (10-30 m²/vache)
- Gestion de la litière
- Réduction NH₃ et GES
- Coût élevé de l'étable



Futur

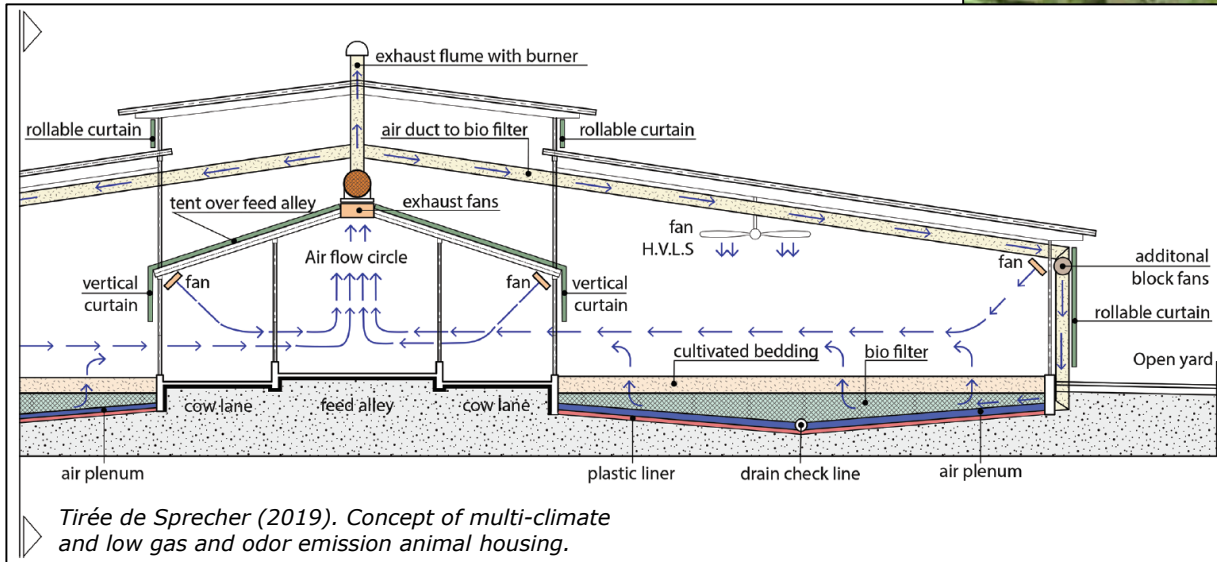


?

Adaptée de Galama et al. (2020). Future of housing for dairy cattle.

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »



Étable de demain + naturelle

❖ Toit transparent :

- ❑ Lumière naturelle

❖ Présence d'arbres :

- ❑ Plus attrayant visuellement
- ❑ Création d'ombre pour les vaches

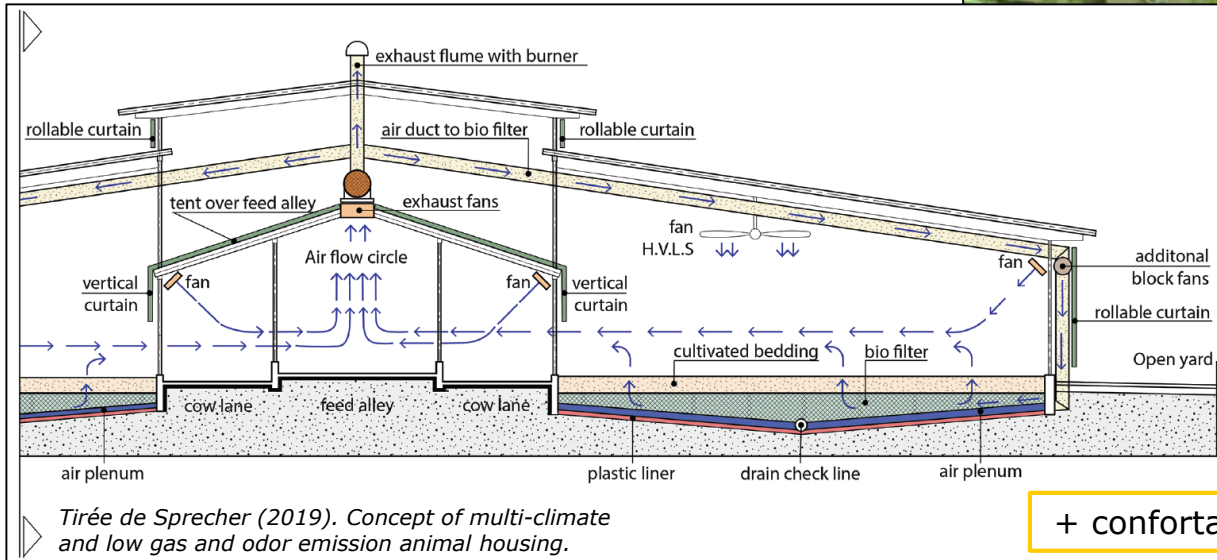


Pour une journée ensoleillée de février, la luminosité dans une serre-étable, dotée d'une toiture transparente, était 3 fois plus élevée que dans un bâtiment conventionnel (Blouin et al., 2020).

En période de canicule, Leso et al. (2017) ont constaté qu'une serre-étable, dotée d'une toiture transparente et d'une canopée végétale, avait la même température intérieure qu'un bâtiment conventionnel.

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »



+ confortable

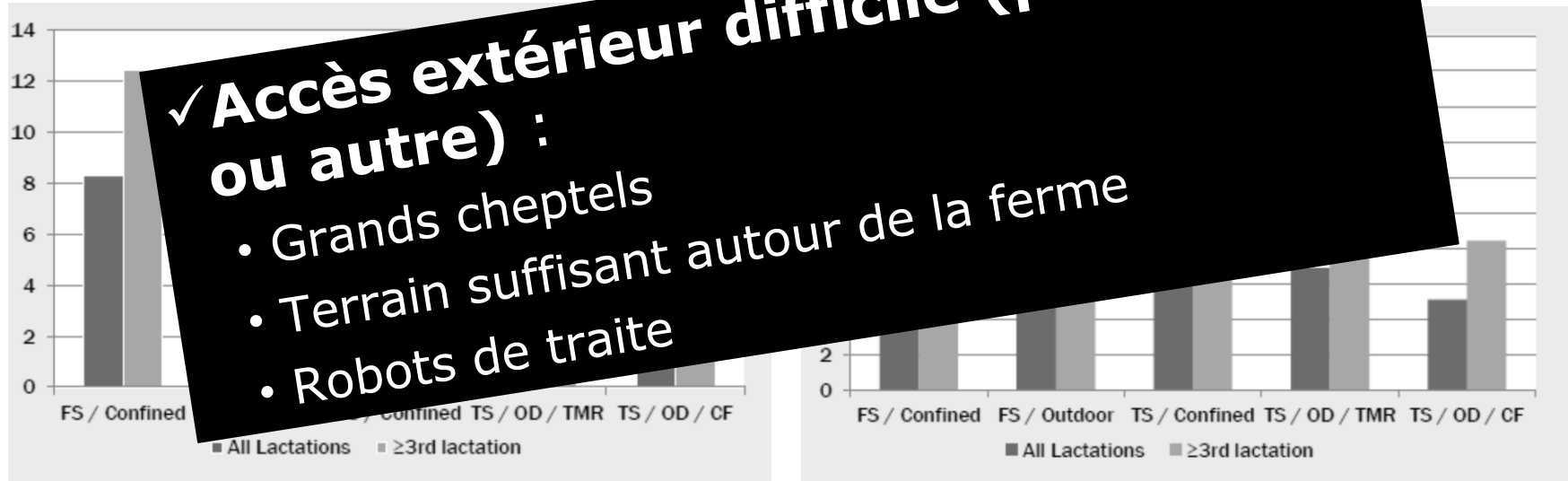
Étable de demain + confortable

❖ Amélioration de la surface d'exercice :

Taux de mortalité (%)

✓ Accès extérieur difficile (pâturage ou autre) :

- Grands cheptels
- Terrain suffisant autour de la ferme
- Robots de traite

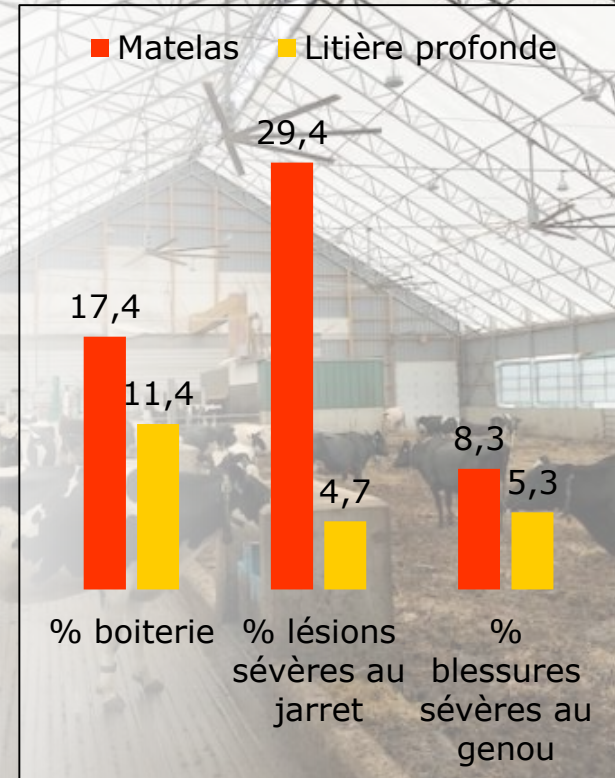


Étable de demain + confortable

- ❖ Aires de couchage sur copeaux de bois, fumier recyclé ou sable :
- ❑ Bien-être optimal pour des vaches gardées à l'intérieur à l'année

Aire de couchage vs stabulation libre
(Bewley et al., 2017; Blanco-Penedo et al., 2020; Leso et al., 2020):

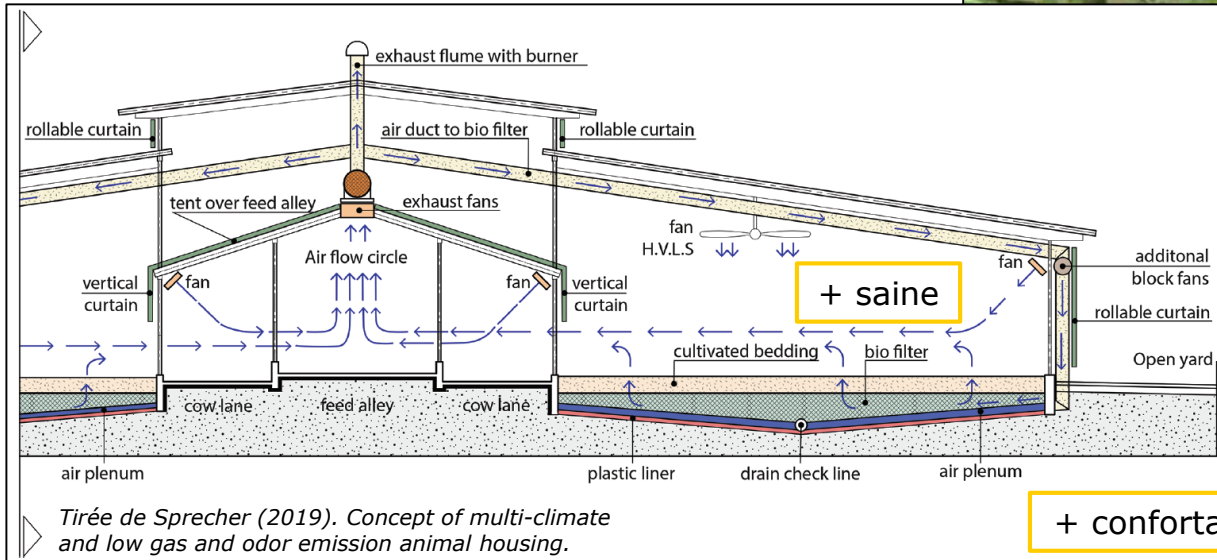
- Vaches prennent moins de temps pour se coucher ou se lever
- Moins de boiterie
- Moins de blessures



Adaptée de Cook, N. (2017). How to avoid mistakes in freestall design. Dairyland Initiative.

Étable de demain

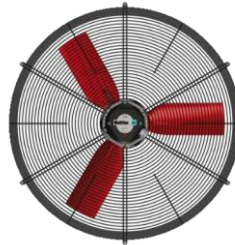
« Multi-climate cow garden »



+ confortable

Étable de demain + saine

- ❖ Ventilation hybride avec recirculateurs :
 - ❑ Ventilation naturelle en pression négative $< 20\text{ °C}$
 - ❑ Ventilation mécanique en pression positive $> 20\text{ °C}$
 - ❑ Ventilateurs de plafond ou à cadre/panier



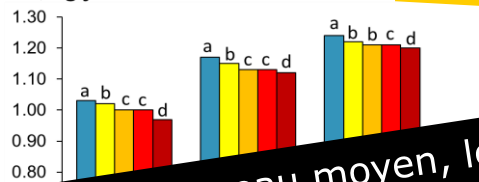
Jones (2019). Ventilation hybride toute saison.
<https://www.dairyherd.com/article/blow-air-not-out>.



Étable de demain + saine

❖ Brumisateurs ?

Gras, kg/j



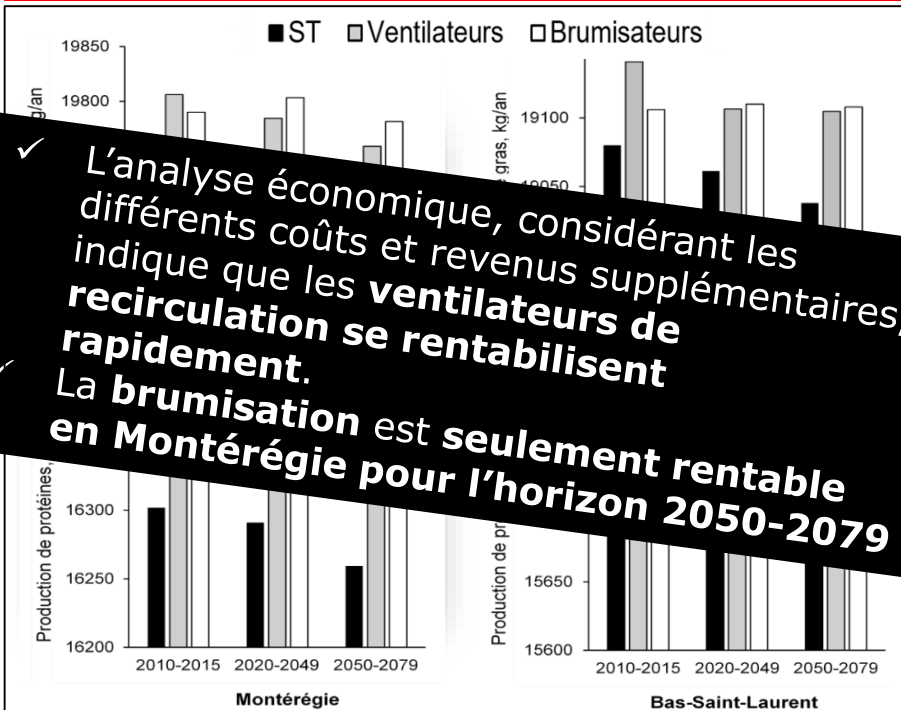
>440 000 données de contrôle laitier

✓ Pour un troupeau moyen, les pertes de revenus actuelles liées à la diminution des composantes sont de :

- 7923 \$/an en Montérégie
- 4729 \$/an au Bas-Saint-Laurent

Ouellet et al. (2018). Communication personnelle.

À partir d'informations de la littérature et d'équations existantes, les stratégies les plus prometteuses ont été évaluées sous le contexte des projections climatiques du Québec :



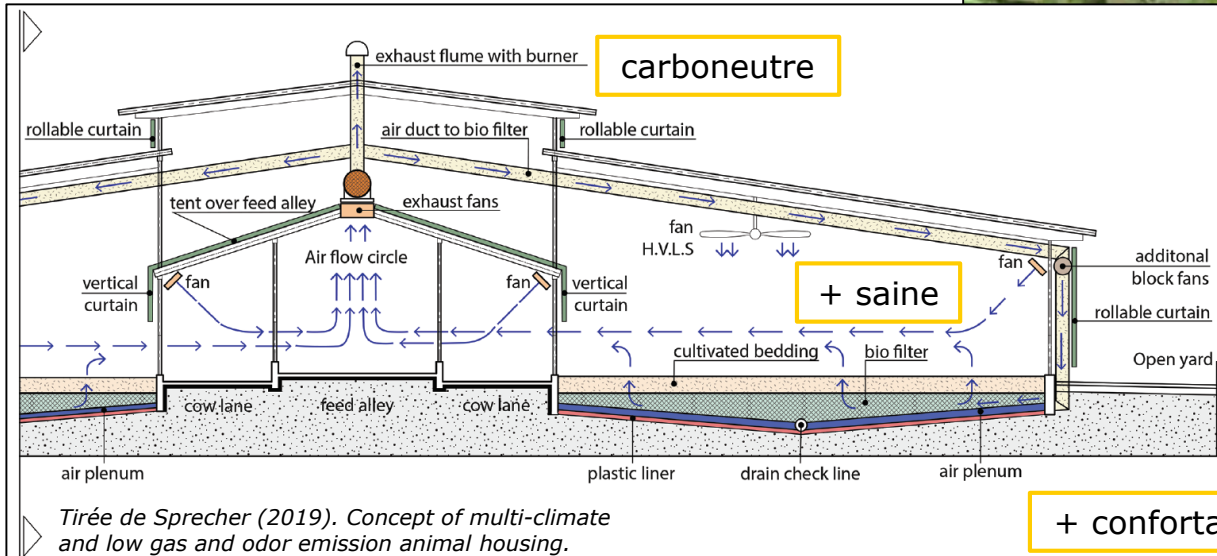
✓ L'analyse économique, considérant les différents coûts et revenus supplémentaires, indique que les **ventilateurs de recirculation se rentabilisent rapidement.**

✓ La **brumisation est seulement rentable en Montérégie pour l'horizon 2050-2079**

Charbonneau et al. (2020). Communication personnelle.

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »



+ confortable

Étable de demain carboneutre

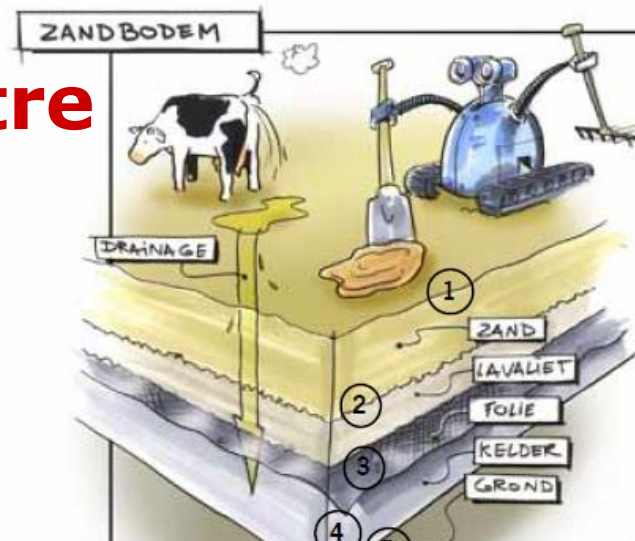
❖ Énergie solaire



Étable de demain carboneutre

❖ Plancher artificiel :

- ❑ Membrane laissant passer l'urine
- ❑ Matelas assez moelleux pour la marche, mais assez ferme pour le retrait des fèces par un robot
- ❑ Caniveaux de transport vers la fosse d'entreposage



↓ **NH₃** (séparation) & **CH₄**
(retrait rapide des fèces)

Tirée de Wageningen UR Livestock Research (2011). Prospects for bedded pack barns for dairy cattle.

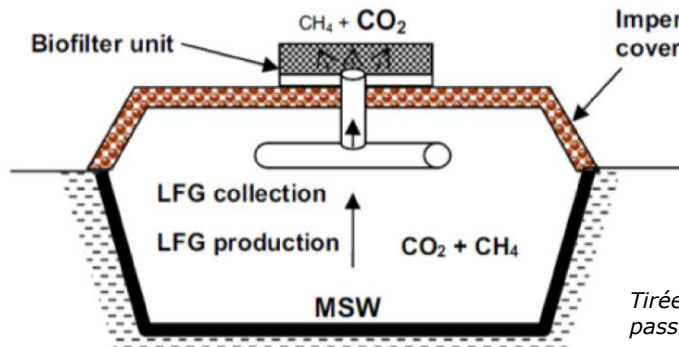
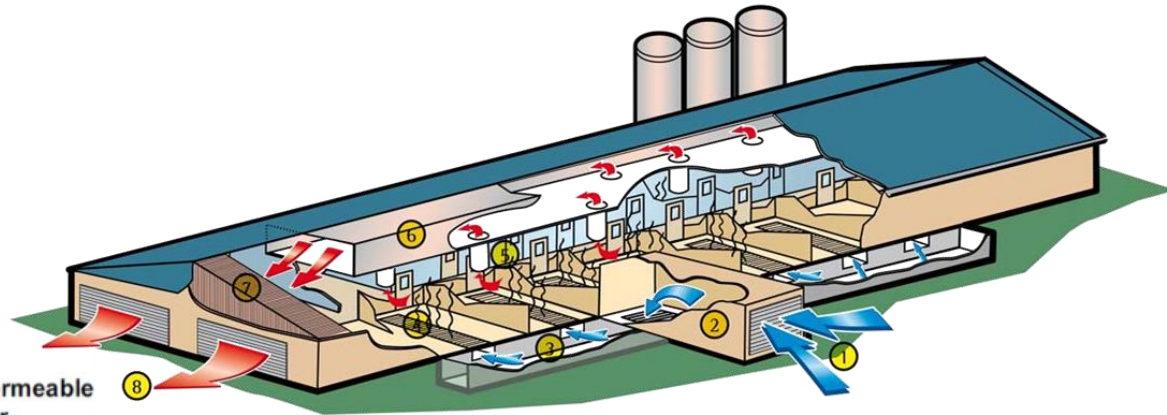
Méthode de réduction des GES (kg CO ₂ e/kg lait corrigé)	Montérégie				Bas-St-Laurent			
	Stabulation entravée		Stabulation libre		Stabulation entravée		Stabulation libre	
	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide
Aucune	1,87	1,80	1,86	1,78	1,71	1,69	1,70	1,67
Séparation solide-liquide		1,43 (-21 %)		1,43 (-20 %)		1,27 (-25 %)		1,27 (-24 %)
Compostage	1,79 (-4 %)		1,79 (-4 %)		1,64 (-4 %)		1,64 (-4 %)	

Fournel et al. (2019). Optimal housing and manure management strategies [...]: Part I/II.

Étable de demain carboneutre

❖ Ventilation centralisée et biofiltration du CH_4 à la sortie :

Des biofiltres à échelle laboratoire, lorsqu'opérés dans des conditions similaires à celles rencontrées dans les étables, obtiennent une efficacité d'abattement du CH_4 de près de 100 % (Fedrizzi et al., 2018).



Tirée de Sodalec (2018).
<http://www.sodalec.fr/catalogue/systeme-de-ventilation-centralisee-svc/>

Tirée de Ahoughalandari (2016). Conception des biosystèmes d'oxydation passive du méthane considérant leur réponse à l'effet de barrière capillaire.

Étable de demain carboneutre

❖ Couverture de fosse et biométhanisation :

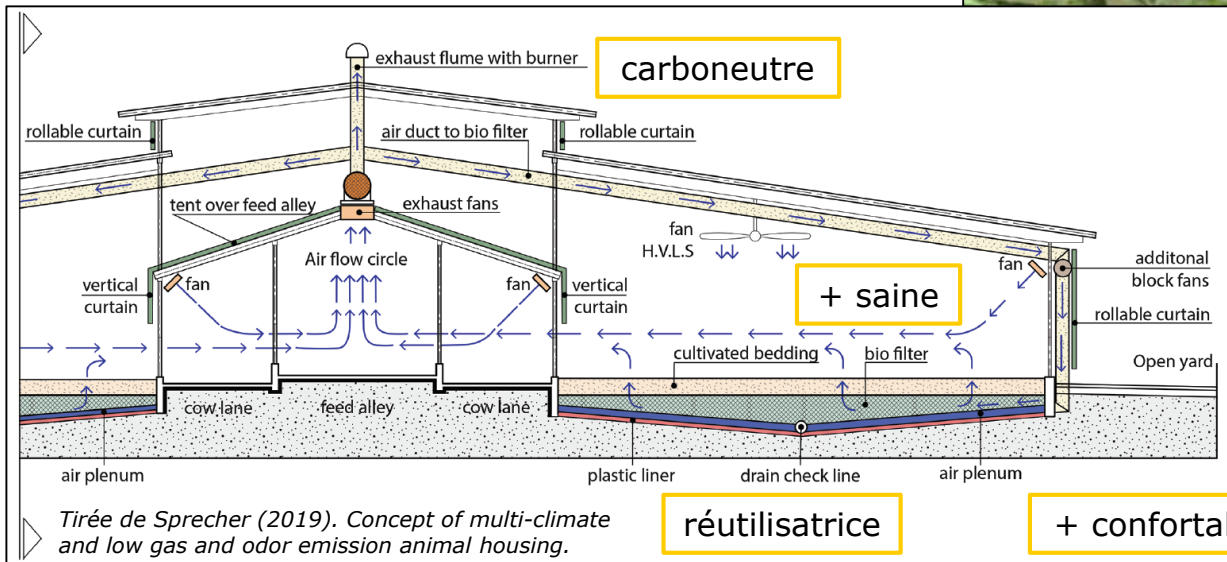


Méthode de réduction des GES (kg CO ₂ e/kg lait corrigé)	Montérégie				Bas-St-Laurent			
	Stabulation entravée		Stabulation libre		Stabulation entravée		Stabulation libre	
	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide	Gestion solide	Gestion liquide
Aucune	1,87	1,80	1,86	1,78	1,71	1,69	1,70	1,67
Couverture de fosse	1,56 (-17 %)	1,65 (-8 %)	1,57 (-16 %)	1,64 (-8 %)	1,38 (-19 %)	1,54 (-9 %)	1,39 (-18 %)	1,52 (-9 %)
Digestion anaérobie		1,51 (-16 %)		1,51 (-15 %)		1,36 (-20 %)		1,35 (-19 %)

Fournel et al. (2019). *Optimal housing and manure management strategies [...]: Part I/II.*

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »



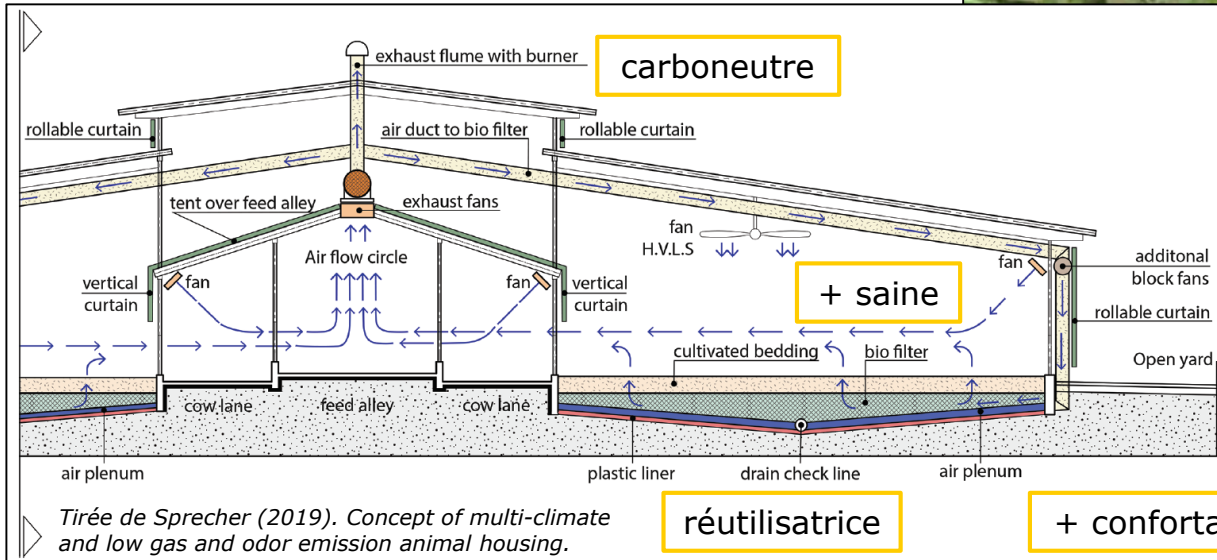
Étable de demain réutilisatrice

❖ Économie circulaire à la ferme :

- ❑ Digestat séparé → litière
- ❑ Eaux usées → litière (évaporation de l'eau et rétention des minéraux; Galama et al., 2020)

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »

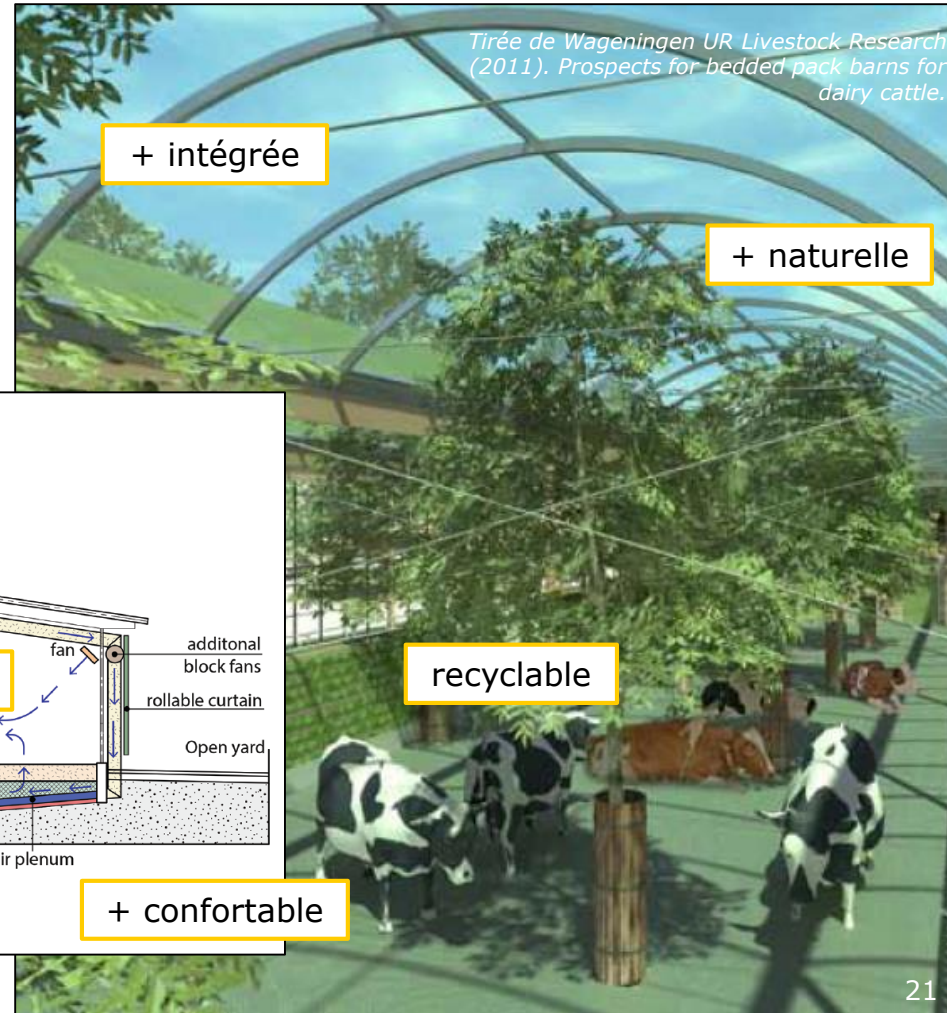
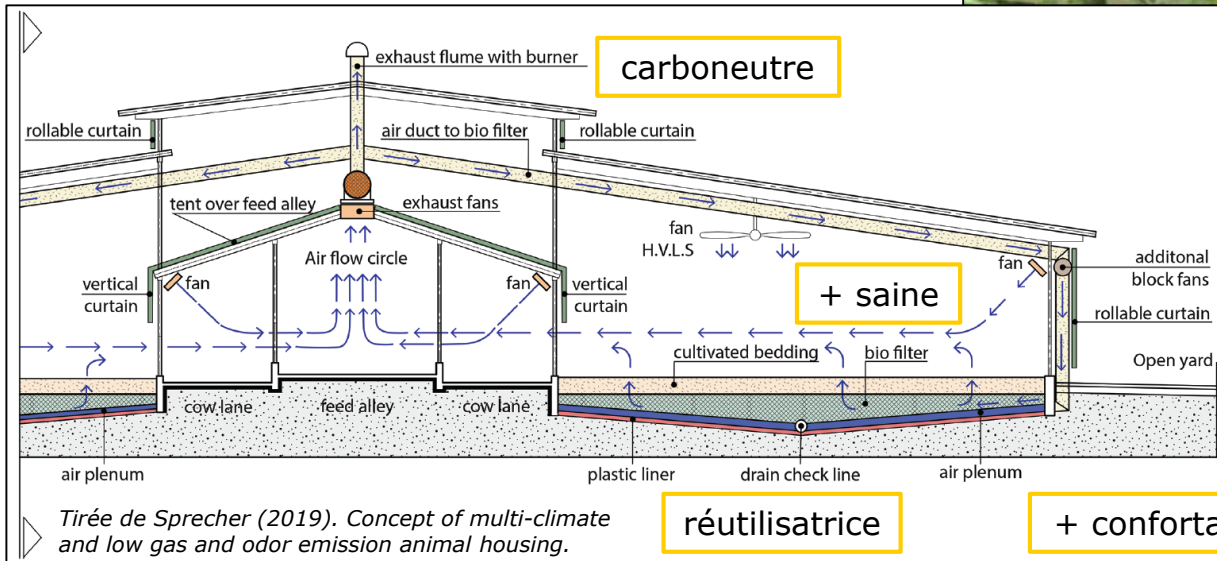


Étable de demain recyclable

- ❖ Désassemblage complet du bâtiment en fin de vie et réutilisation des matériaux de construction (Leso et al., 2018) :
 - ❑ Système structurel constitué de bois d'origine locale et de joints en acier
 - ❑ Pieux en bois enfoncés dans le sol utilisés comme fondation
 - ❑ Film plastique imperméable placé sous le lit pour limiter l'utilisation de béton coulé sur place

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »



Étable de demain + intégrée

- ❖ Architecture se fond dans le paysage



Tirée de Cecobois (2020). <https://cecobois.com/actualites/au-gre-des-champs-une-histoire-de-famille-et-du-bois/>

Étable de demain

« Multi-climate cow garden »

+ intelligente

carboneutre

+ saine

réutilisatrice

+ intégrée

+ naturelle

recyclable

+ confortable

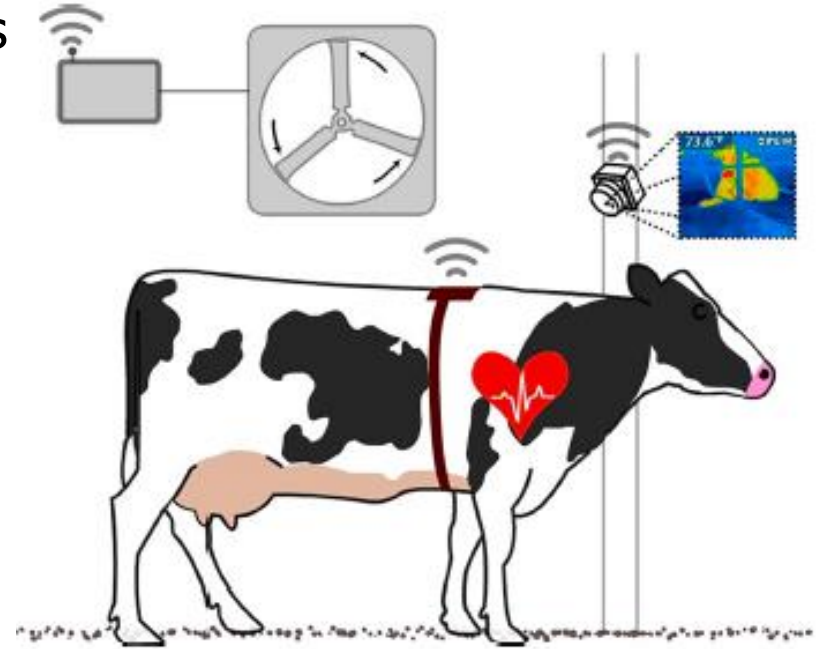
Tirée de Sprecher (2019). Concept of multi-climate and low gas and odor emission animal housing.

Tirée de Wageningen UR Livestock Research (2011). Prospects for bedded pack barns for dairy cattle.

Étable de demain + intelligente

❖ Développement des technologies (senseurs intelligents, caméras, microphones, etc.) et des systèmes de contrôle :

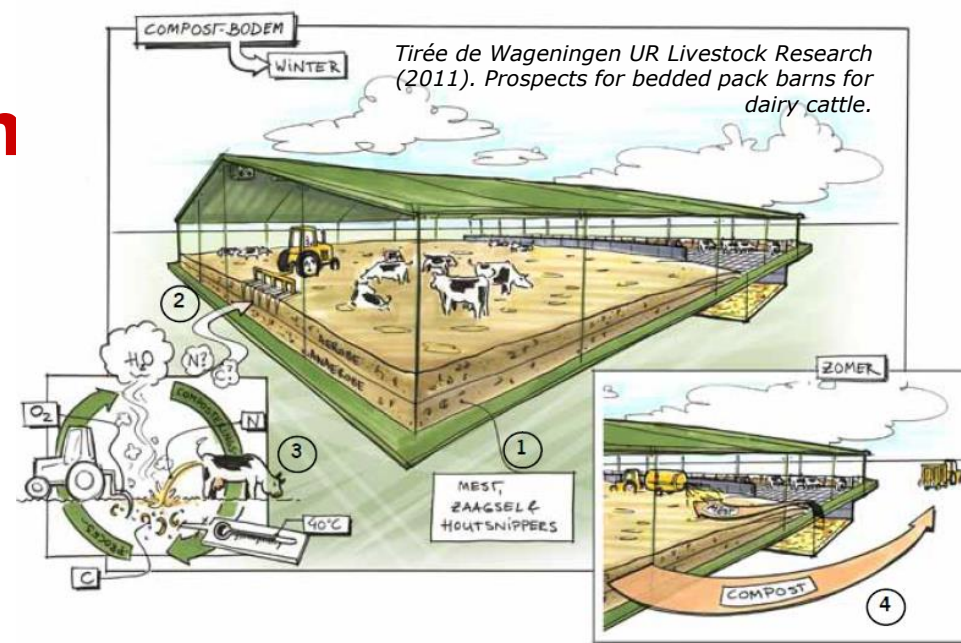
- ❑ Mesure, analyse et contrôle en continu, en temps réel et de façon automatique, des aspects physiques et biologiques d'une ferme :
 - Assurer une attention et des soins suffisants aux animaux, détecter des anomalies et prendre des actions immédiates



*Tirée de Cook & Mondaca
(2018). Adult cow barn
ventilation.*

Défis de cette vision

- ❖ Gestion de la température en hiver (étable froide)
- ❖ Gestion de la litière compostée
- ❖ Bois d'ingénierie produits localement
- ❖ Système de ventilation, biofiltration, plancher artificiel et élevage de précision en développement
- ❖ Économiquement viable ?



Merci !



CHAIRE DE LEADERSHIP
EN ENSEIGNEMENT
des bâtiments agricoles durables
de l'Université Laval



-  Systèmes de production évolués
-  Contrôle avancé de l'environnement
-  Gestion optimale des ressources et des effluents
-  Efficacité énergétique et énergies alternatives

Sébastien Fournel

Ingénieur, Ph. D.

Professeur adjoint,
Département des sols
et de génie agroalimentaire
(SGA), Faculté des sciences
de l'agriculture et de
l'alimentation (FSAA)

13 mai 2021

<https://clebad.fsaa.ulaval.ca/>