Le bâtiment d'élevage du futur : à quoi s'attendre ?

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)

31 octobre 2018

UNIVERSITÉ LAVAL

CHAIRE DE LEADERSHIP EN ENSEIGNEMENT

des bâtiments agricoles durables

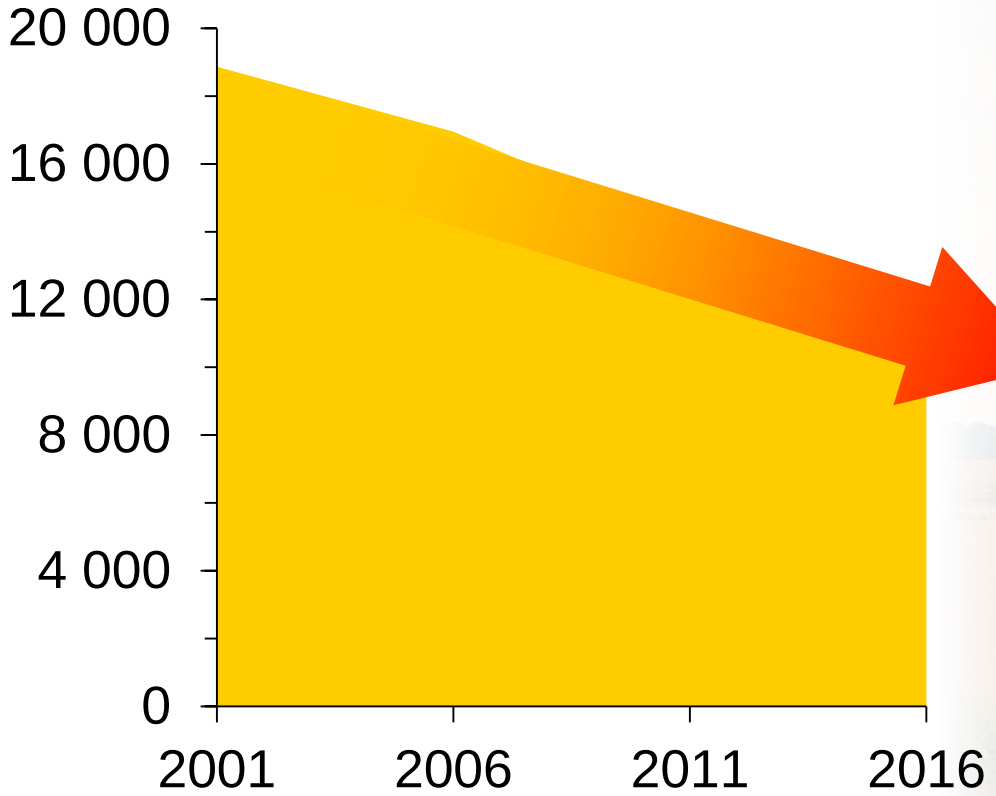
- Systèmes de production évolués
- Contrôle avancé de l'environnement
- Gestion optimale des ressources et des effluents
- Efficacité énergétique et énergies alternatives

Aider les producteurs à effectuer des **investissements éclairés** :

1. Formation de futurs ingénieurs et agronomes en constructions agricoles
2. Poursuite de projets de recherche novateurs
3. Transfert des nouvelles connaissances aux acteurs du milieu

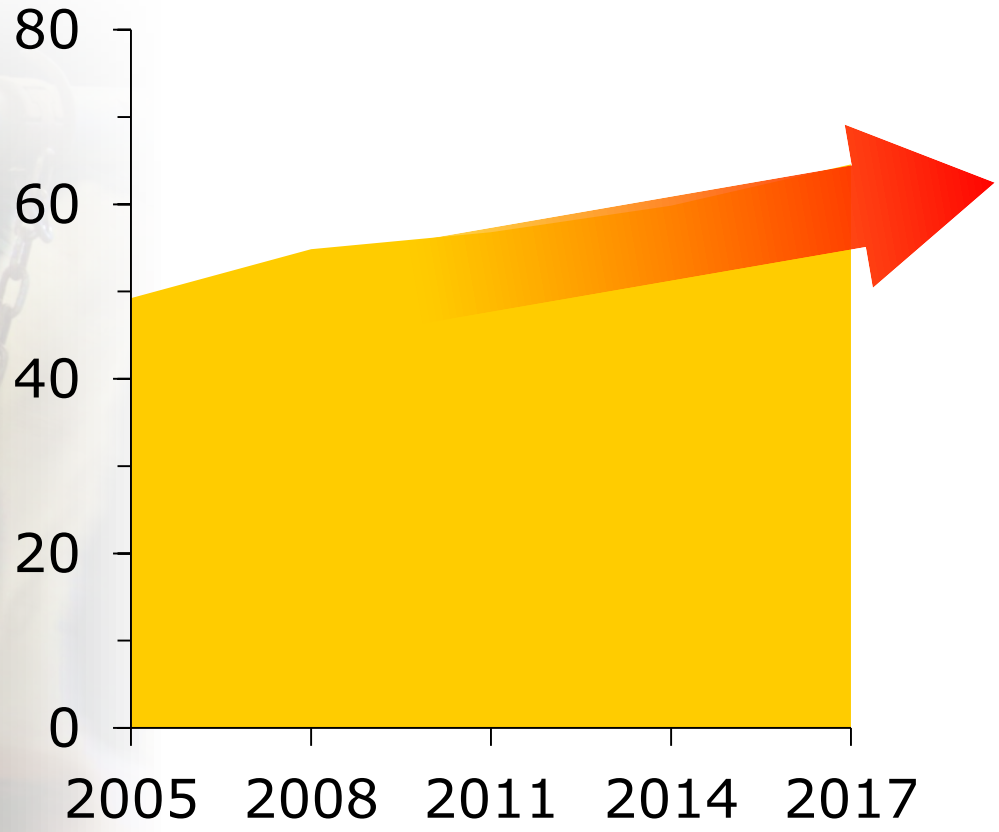
* Offre de partenariat présentement en évaluation

Nombre de fermes d’élevage au Québec



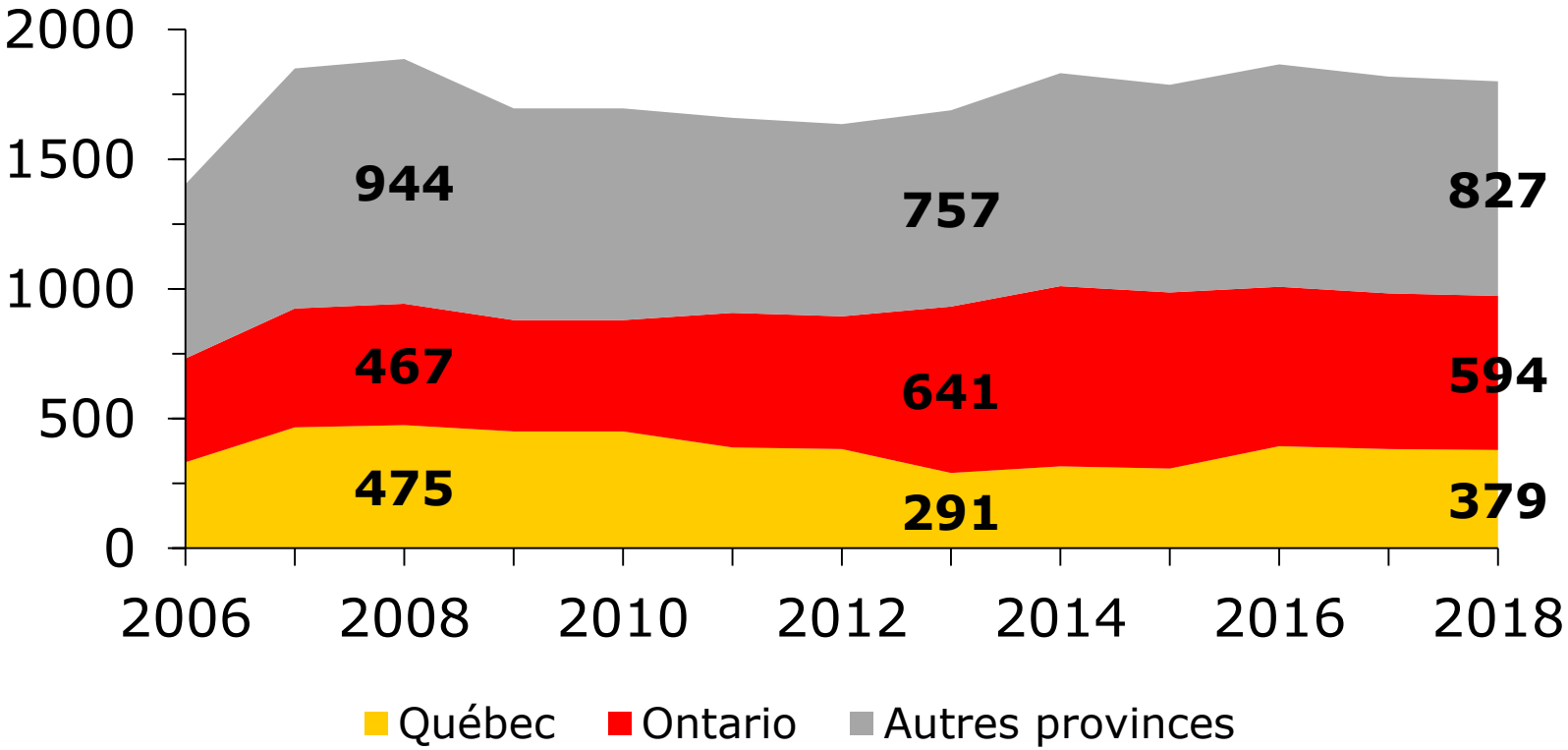
Statistique Canada (2018). Tableau 32-10-0166-01 : Fermes classées selon le type d’exploitation agricole, données chronologiques.

Cheptel laitier moyen au Québec



Groupe AGÉCO (2018). Faits saillants laitiers québécois.

Immobilisations en production animale (M$)



Statistique Canada (2018). Tableau 34-10-0035-01 : Dépenses en immobilisations et réparations, actifs corporels non résidentiels.

Âge moyen des porcheries au Québec

24

ans

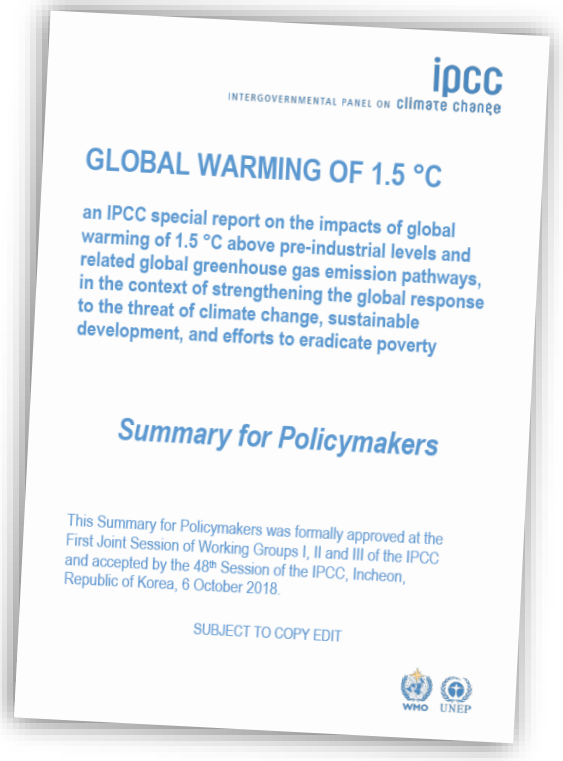
Turcotte (2017). Communication personnelle.

Demande mondiale en produits d'origine animale

FAO (2018). Livestock and the environment. http://www.fao.org/livestock-environment/en/

Rapport spécial du GIEC

« ***Mitigation options*** *limiting the demand for land include sustainable intensification of land use practices, ecosystem restoration and* ***changes towards less resource-intensive diets***. »



IPPC (2018). http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf

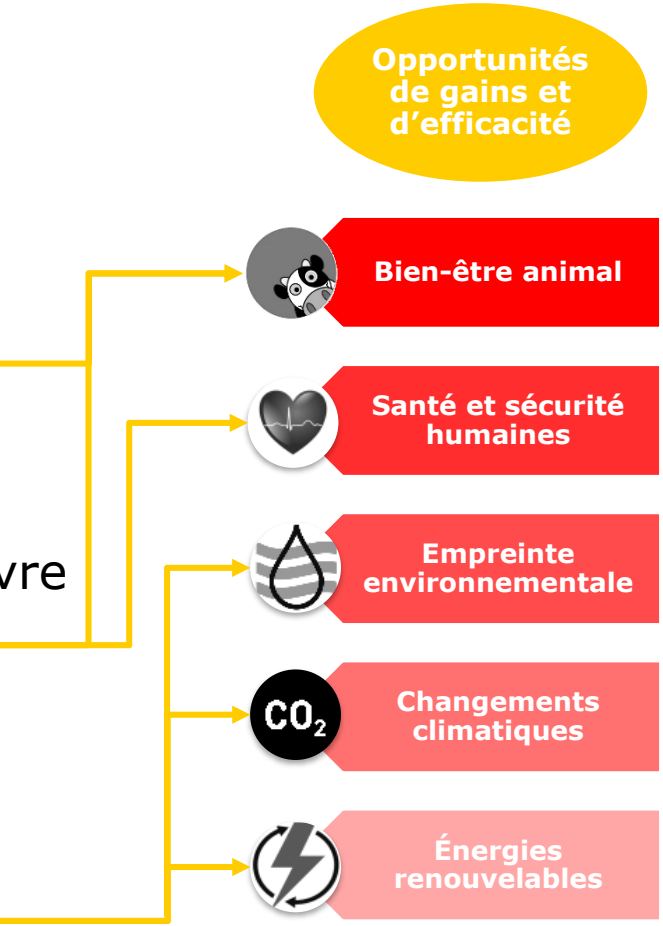
Réplique de la FAO

« *Livestock use large areas of pastures where nothing else could be produced. […] Because they rely on grazing and forages, cattle need only* ***0.6 kg of protein from edible feed to produce 1 kg of protein in milk and meat****, which is of higher nutritional quality. […]* Animal production, in its many forms, plays an integral role in the food system, **making use of marginal lands, turning co-products into edible goods, contributing to crop productivity and turning edible crops into highly nutritious, protein-rich food**. »

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018).
http://www.fao.org/ag/againfo/home/en/news_archive/2017_More_Fuel_for_the_Food_Feed.html

Constats

- Produire plus… :
  - Meilleure productivité des animaux
  - Mise à niveau des infrastructures
- Avec moins… :
  - Difficulté de recruter de la main-d'œuvre
  - Nouvelles technologies
- Et surtout, mieux :
  - Diminution des rejets
  - Utilisation raisonnée des ressources



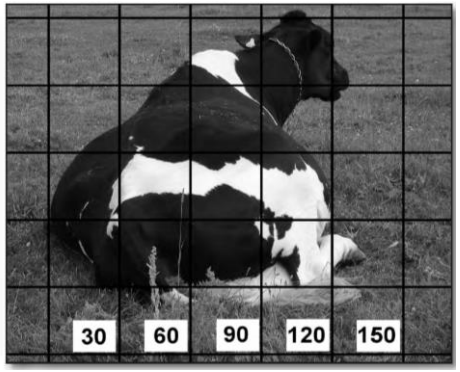
Bien-être animal

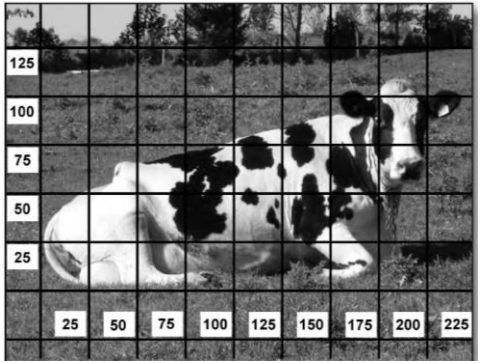
- Évolution de la génétique des animaux :
  - Augmentation de la surface par animal :
    - Exemple – vaches en stabulation entravée :

Yves Choinière dans *Ménard (2011). Le bien-être animal et les vaches laitières, La Terre de chez nous.*

	Service de plans Canada (2006)	
	Largeur cm (po)	Longueur cm (po)
600 kg (≈ 1400 lbs)	120 (48)	160 (64)
700 kg (≈ 1600 lbs)	130 (52)	170 (68)
800 kg (≈ 1800 lbs)	140 (56)	180 (72)

CRAAQ (2008). Guide des bovins laitiers.

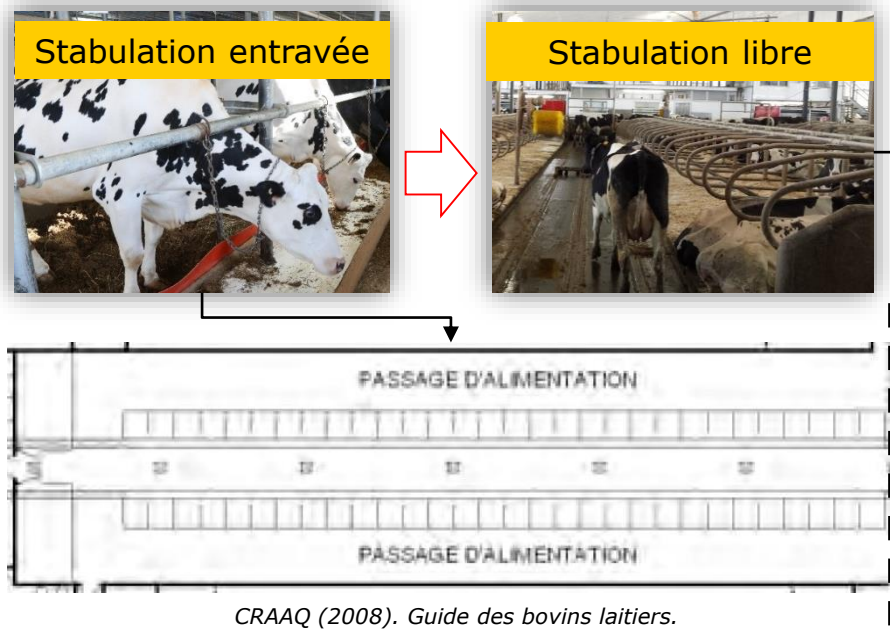


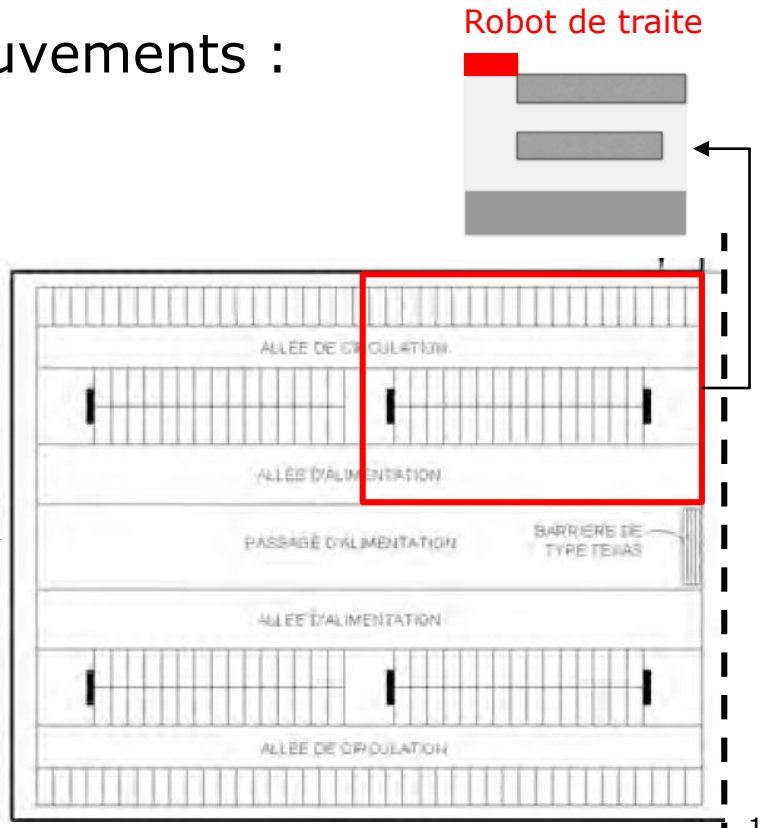


	Service de plans Canada (2006)	***Valacta (2014)***
	Largeur m (pi)	Largeur m (pi)
Allée de circulation	3,0 (10)	3,0-3,7 (10-12)
Allée d'alimentation	3,7 (12)	4.0-4,3 (13-14)

Bien-être animal

- Diminution de la restriction de mouvements :
  - Changement d'aménagement :
    - Exemple – vaches laitières :

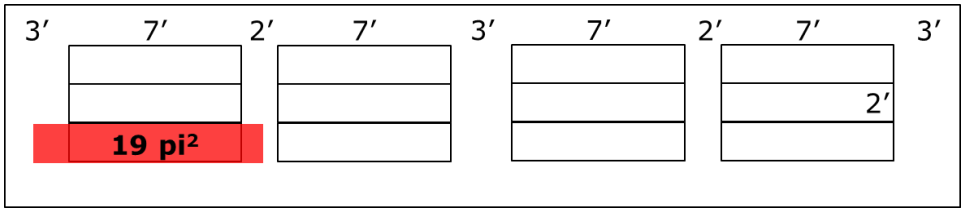




CRAAQ (2008). Guide des bovins laitiers.

Bien-être animal

- Diminution de la restriction de mouvements :
  - Changement d'aménagement :
    - Exemple – truies gestantes :



	Allocation d'espace recommandé (pi²)	
	Partiellement latté	Plancher plein
Truies	19 – 24	21 – 26

Brown (2018). Introduction au logement des truies en groupes. / Turcotte (2013). Truies en groupes : impact sur le bâtiment et la conduite d'élevage.

Bien-être animal

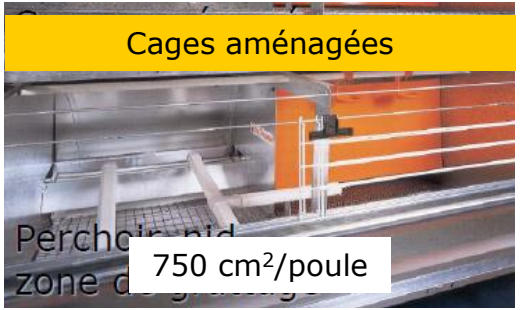
- Diminution de la restriction de mouvements :
  - Changement d'aménagement :
    - Exemple – poules pondeuses :

Harlander (2015). Systèmes de logements alternatifs pour les poules pondeuses : défis et solutions.

Cages conventionnelles

< 484 cm²/poule

Cages aménagées

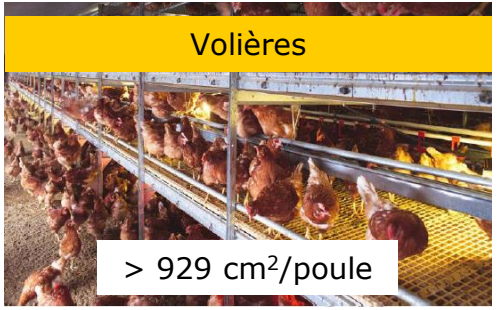


750 cm²/poule

Système en liberté à 1 niveau

> 929 cm²/poule

Volières



> 929 cm²/poule

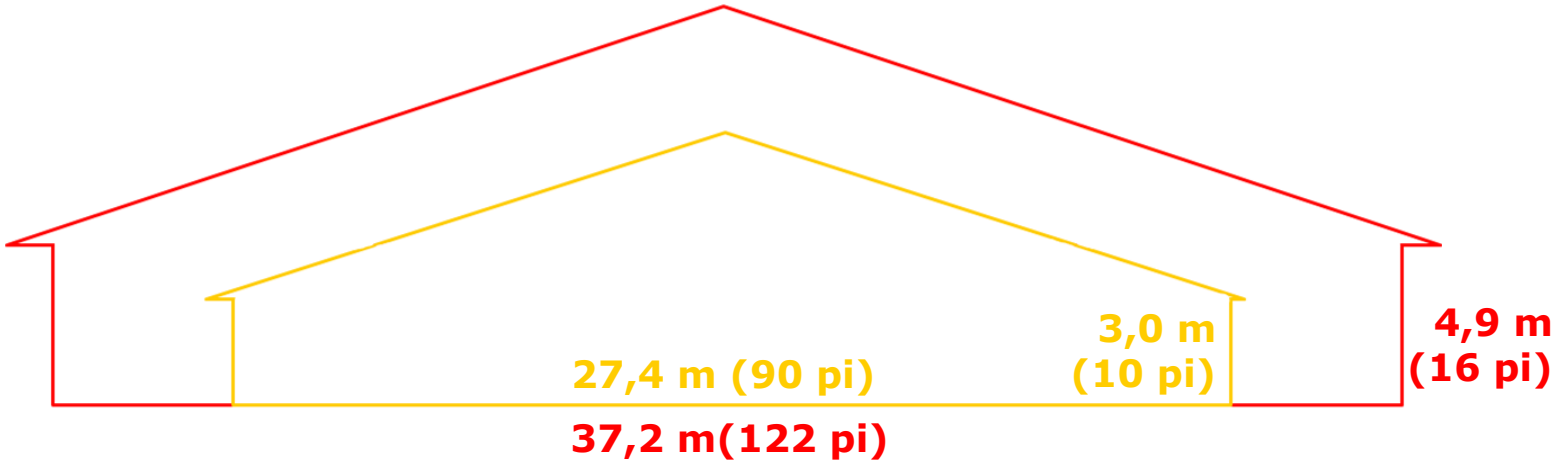
Bien-être animal

1ER CHANGEMENT

Taille et structure du bâtiment

Changement de taille

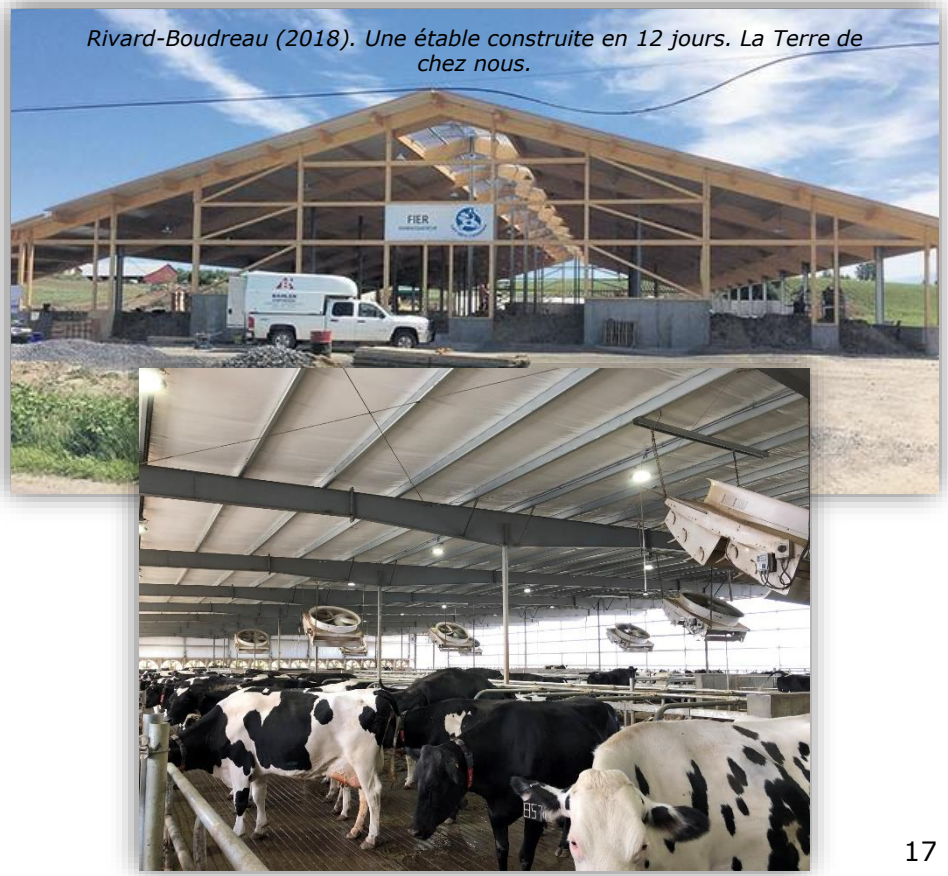
Étable en stabulation libre de 6 rangées avec alimentation centrale (1982 et 2005)



McFerland (2018). Out with the old, in with the new: Is it feasible? Penn State University Extension.

Changement de structure

- Structure traditionnelle en bois à ossature légère :
  - Économique, écologique, mais petite portée
- Structure pour mégaprojets :
  - Bois d'ingénierie :
    - 10-15 % + cher
  - Acier :
    - Devient rentable lorsque la largeur > 21 m (70 pi)
    - Incombustible (idéal pour bâtiment > 4800 m^2)



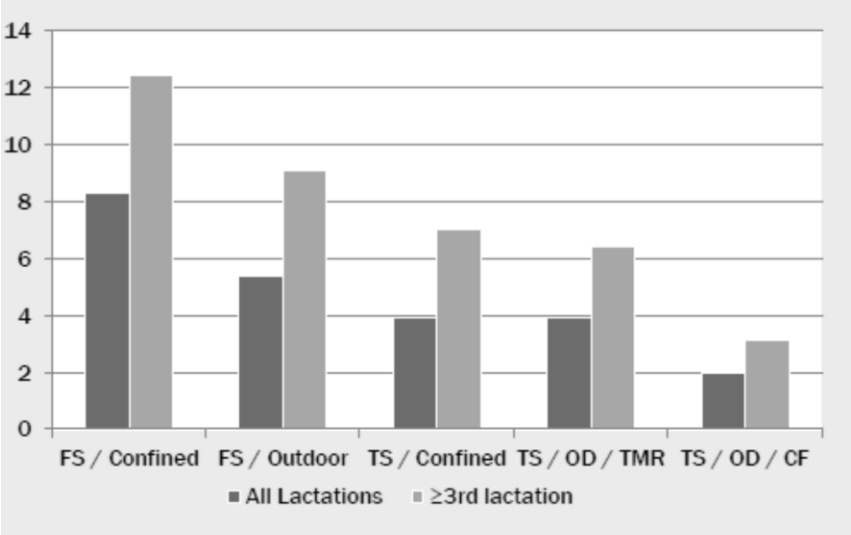
Rivard-Boudreau (2018). Une étable construite en 12 jours. La Terre de chez nous.

Roy (2018). À chaque bâtiment son matériau. La Terre de chez nous.

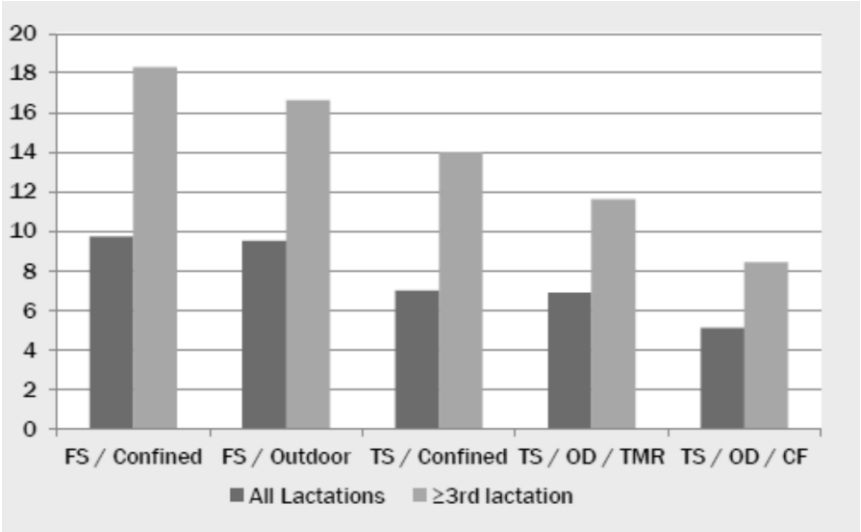
Bien-être animal

- Amélioration de la surface d'exercice :

Taux de mortalité (%)



Taux de réforme (%)



FS = stabulation libre TS = stabulation entravée OD = accès extérieur

TMR = ration totale mélangée CF = alimentation de concentrés

Dechow (2017). Mortality and welfare considerations for tie-stall herds. Penn State University.

Bien-être animal

- Amélioration de la surface d'exercice :

Les vaches en stabulation entravée avec accès à une aire d'exercice extérieure **souffrent moins de boiterie (20 %) et ont moins de blessures (16 %)** (Shepley et al., 2016a/b)

Valacta (2016). Solutions pratiques pour offrir de l'exercice aux bovins laitiers biologiques pendant l'hiver.

Les enclos d'hivernage avec bande végétative filtrante **ne permettent pas d'atteindre le zéro rejet requis par le REA** (70 à 95 % de capture) (Pelletier et al., 2016)

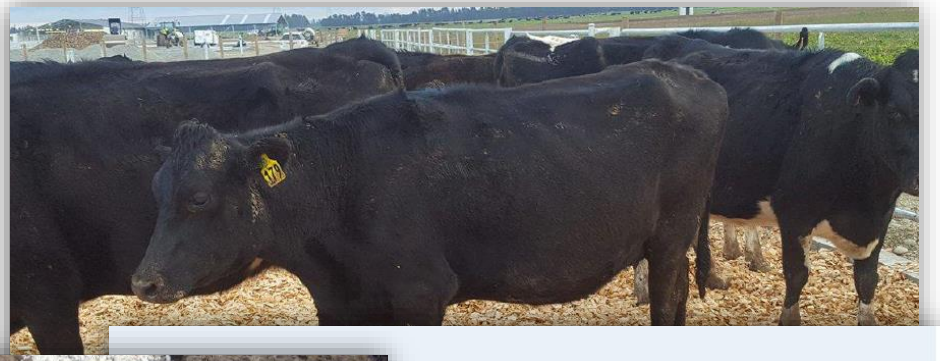
Bien-être animal

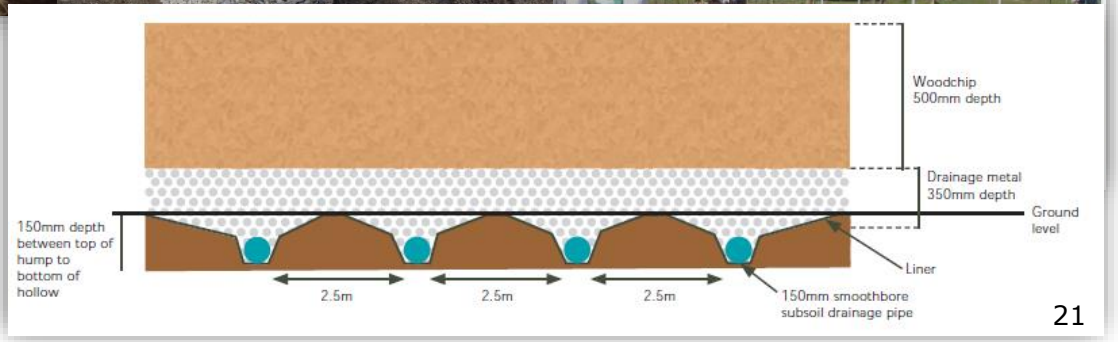
2E CHANGEMENT

Aires d’exercice vertes

Litière compostée ou terrasses surélevées

Ferme Dubois dans *Parent (2016). Garder ses vaches dans une étable-ser*
Bulletin des agriculteurs.

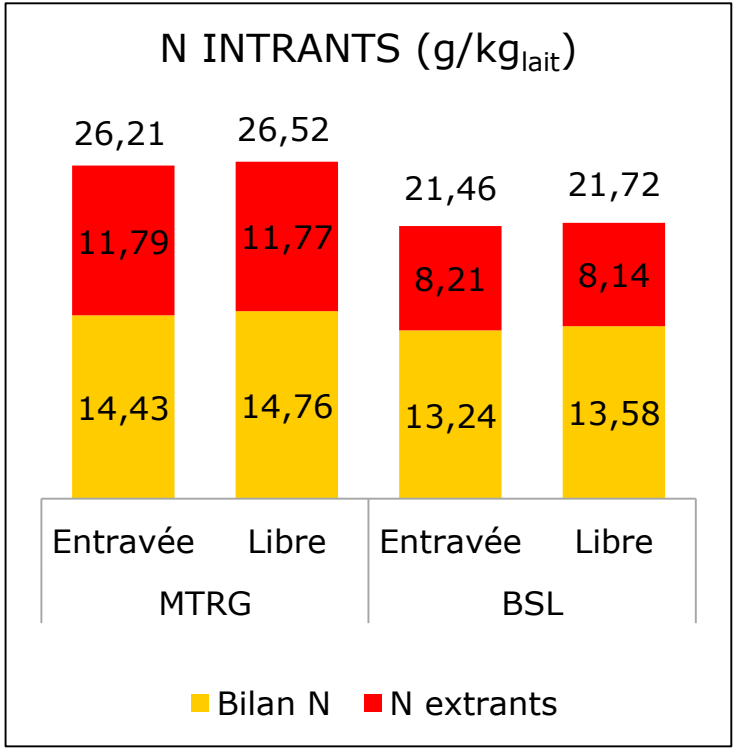




Dairy NZ (2014). Stand-off pads.

Empreinte environnementale

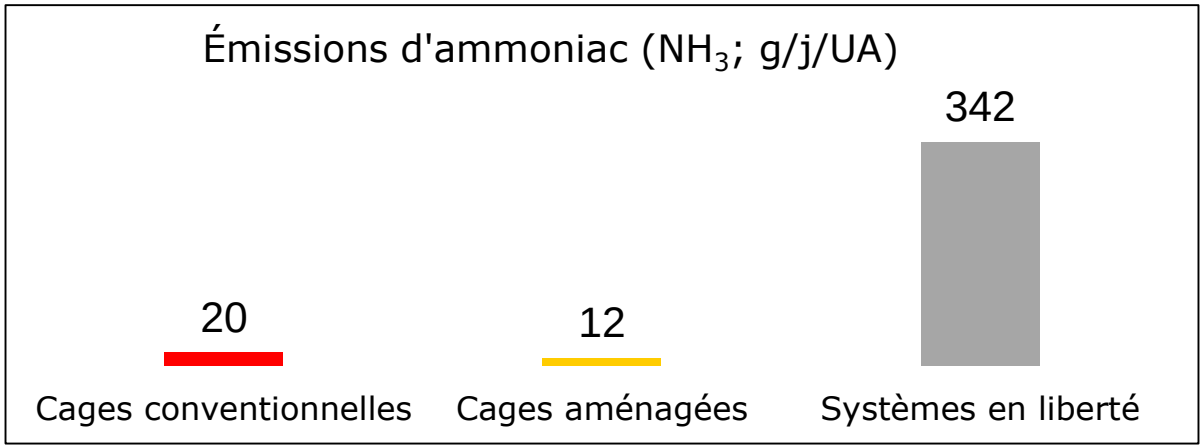
- Augmentation de la surface et du temps d'exposition du fumier à l'air :
  - Augmentation des émissions :
    - Exemple – vaches laitières :



Fournel et al. (2018). Stratégies optimales de gestion des déjections pour des fermes laitières québécoises productives et faibles émettrices de gaz à effet de serre (GES). Symposium bovins laitiers.

Empreinte environnementale

- Augmentation de la surface et du temps d'exposition du fumier à l'air :
  - Augmentation des émissions :
    - Exemple – poules pondeuses :



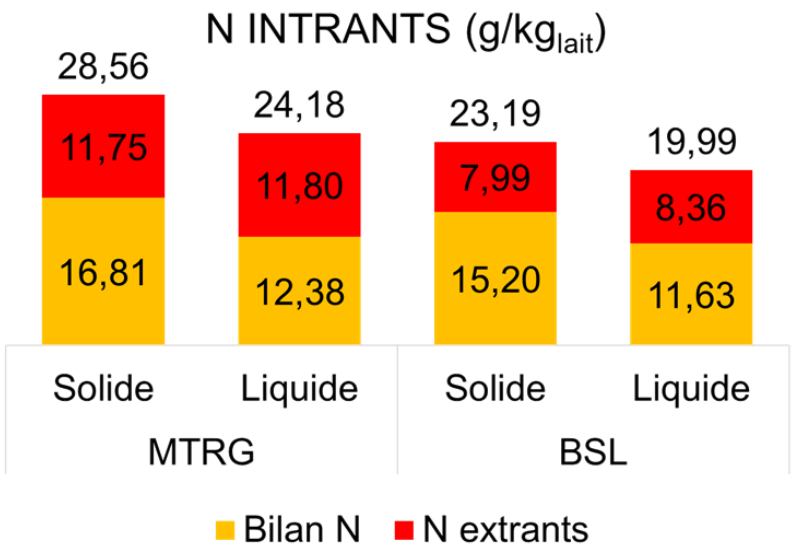
Godbout et al. (2017). Mieux comprendre l'impact des différents systèmes de production sur le bien-être et l'environnement. Rendez-vous avicole AQINAC.

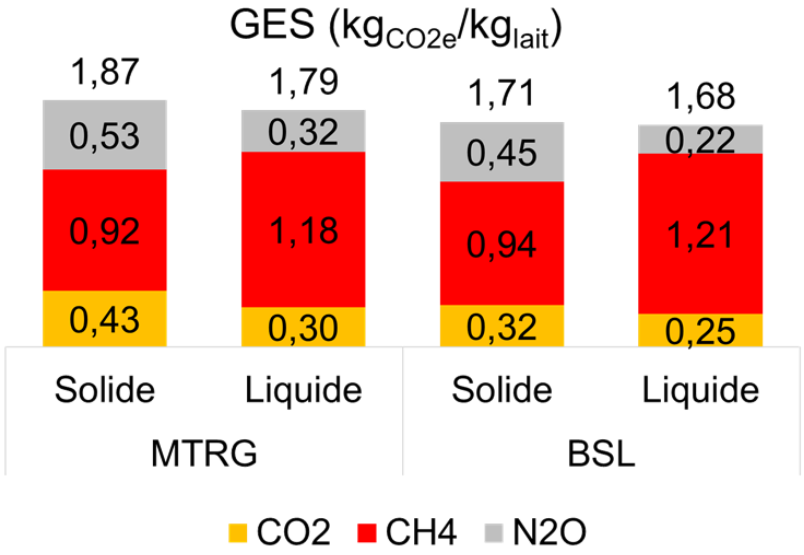
Empreinte environnementale

3E CHANGEMENT

Gestion et traitement des fumiers

Gestion liquide en production laitière





Fournel et al. (2018). Stratégies optimales de gestion des déjections pour des fermes laitières québécoises productives et faibles émettrices de gaz à effet de serre (GES). Symposium bovins laitiers.

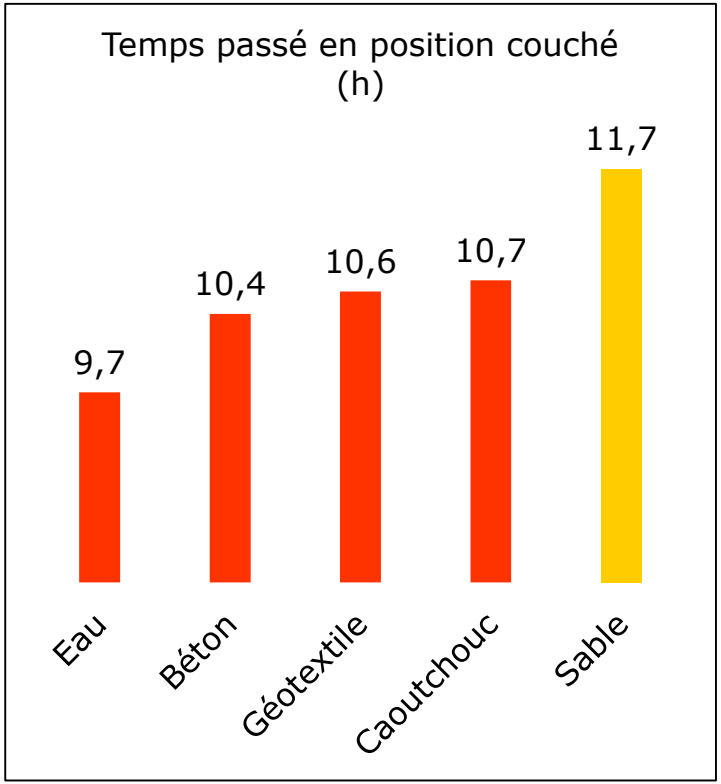
Stratégies d'atténuation en production laitière

Rapport **coût-efficacité** ($ t^{-1} CO_2e sauvée) de méthodes de mitigation des GES par rapport au scénario de base (litière de paille sans approches d'atténuation) :

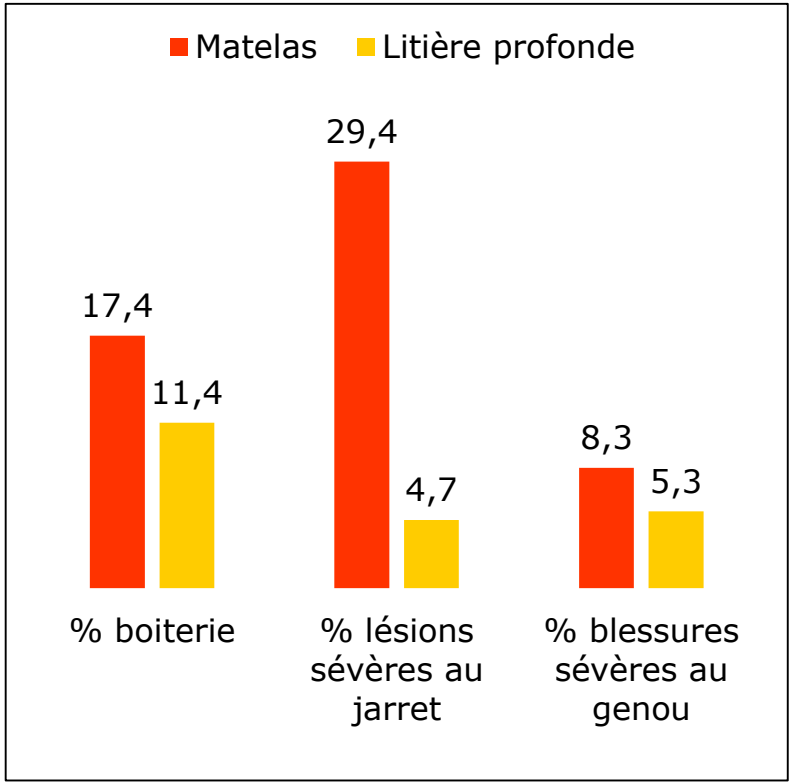
Option	MTRG		BSL	
	Entravée	Libre	Entravée	Libre
Litière de sable	72	122	59	57
Couverture de fosse	19	21	17	15
Séparation solide-liquide	–6	–8	–6	–10

Fournel et al. (2018). Stratégies optimales de gestion des déjections pour des fermes laitières québécoises productives et faibles émettrices de gaz à effet de serre (GES). Symposium bovins laitiers.

Litières alternatives en production laitière



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



Nouveaux équipements en production laitière

FPPQ (2007). Les couvertures sur les fosses à lisier.

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

Nouvelles pratiques en élevage ovocole

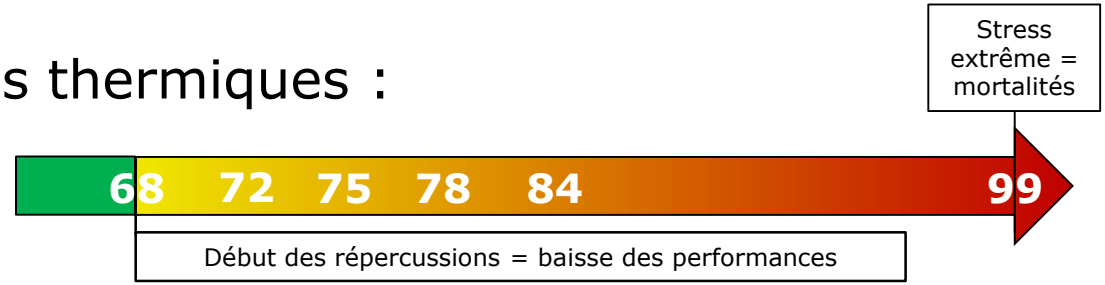
- Accès partiel à la litière (11h à 21h) :
  - – 22 % NH_3
- Chauffage de la litière :
  - – 21 à 52 % NH_3
- Utilisation d'un adsorbant :
  - – 30 à 44 % NH_3
- Litière d'ensilage de maïs ou de mousse de tourbe :
  - – 36 % NH_3

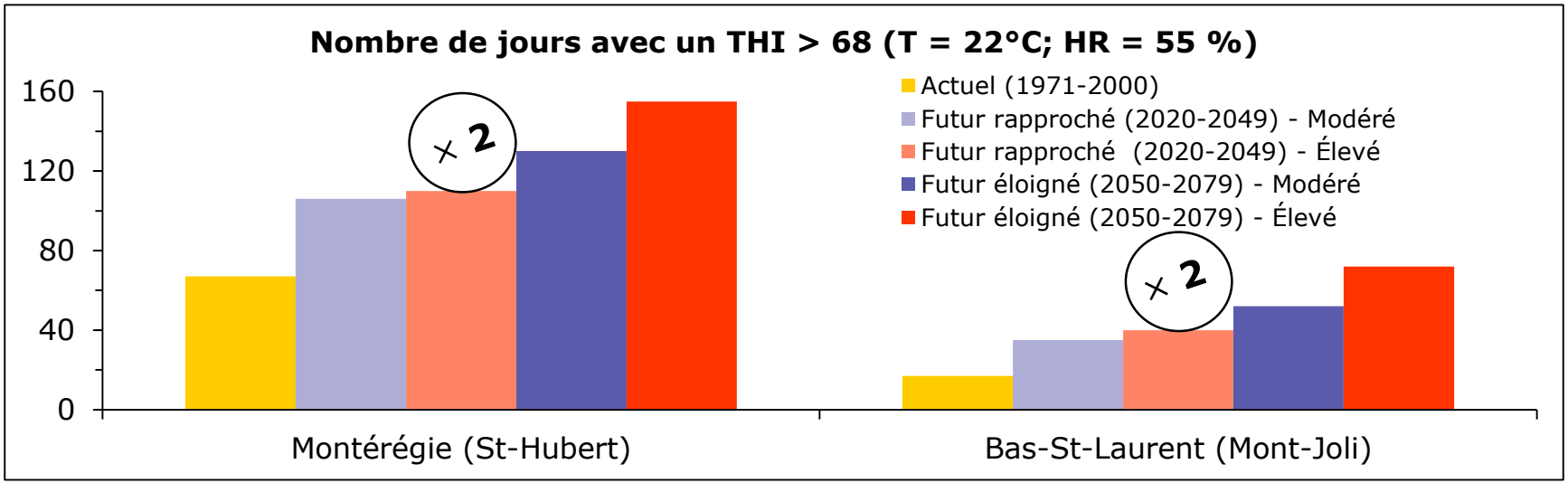
Godbout et al. (2018). Environnement, santé et bien-être en élevage avicole alternatif. / Oliveira & Xin (2018) Responses of laying hens to full vs. partial litter access in aviary housing. ILES X.

Changement climatiques

- Augmentation des stress thermiques :

Index de température et d'humidité (**THI**) =
(1,8×T+32)-[(0,55-0,0055×HR)×(1,8×T-26)]





Charbonneau et al. (2016). Les changements climatiques en productions animales : vaut mieux prévenir que subir. Congrès OAQ.

4E CHANGEMENT

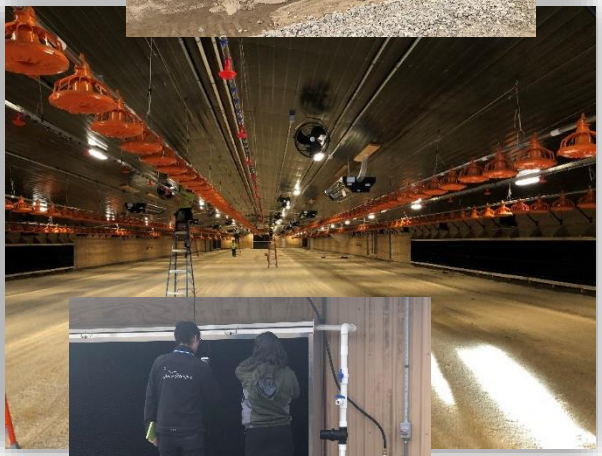
Systèmes de refroidissement et ventilation centralisée

Efficacité des mesures d'atténuation

Méthode	Système	T_{air} (°C)	HR (u. %)	THI	$T_{rectale}$ (°C)	Respiration (respirs/ min)	Prod. de lait (kg/j)	194 répondants (%)
Refroidir l'air	Isolation du sous-toit	−1,2		−1,3			+0,6	**11**
	Panneaux d'évaporation	−3,5	+23,7	−2,4	−0,6	−10	+1,9	**0,5**
	Brumisation	−4,6	+20,0	−2,5	−0,8	−20	+1,7	**3**
Augmenter les pertes de chaleur	Aspersion	−2,8	+11,1	−2,5	−0,5	−22	+2,5	**2**
	Ventilation tunnel (+pe)	−3,5	+23,8	−2,2	−0,7	−12	+2,9	**70**
	Ventilateurs de recirculation				−0,4	−11	+1,0	**47**
	Matelas d'eau froide				−0,9	−16	+2,4	**0,5**

Fournel et al. (2017). Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: A literature review.

Changement de la ventilation d’été

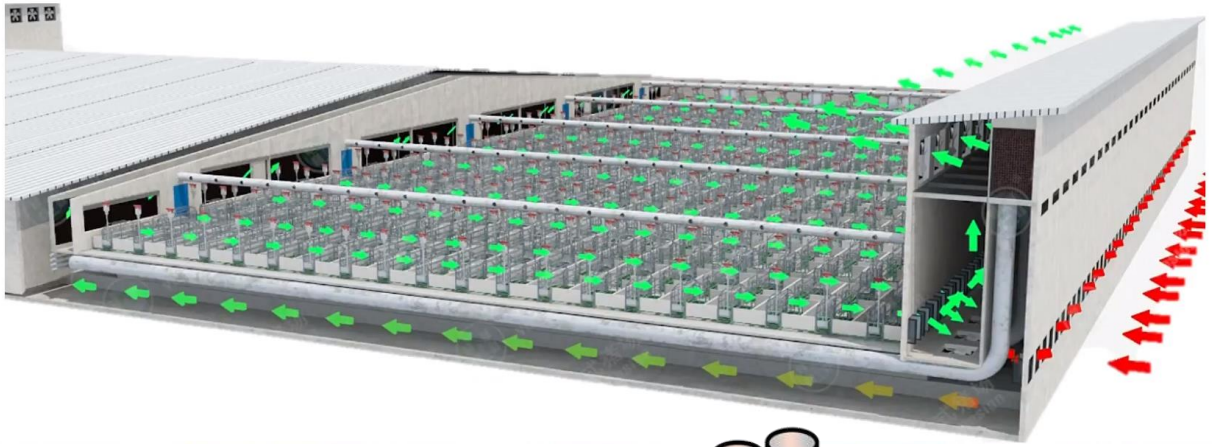


House (2010). Granges basses à ventilation transversale. MAAARO.

Parent (2018). Belvallée : une étable conçue pour l’agrandissement. Le Bulletin des agriculteurs.

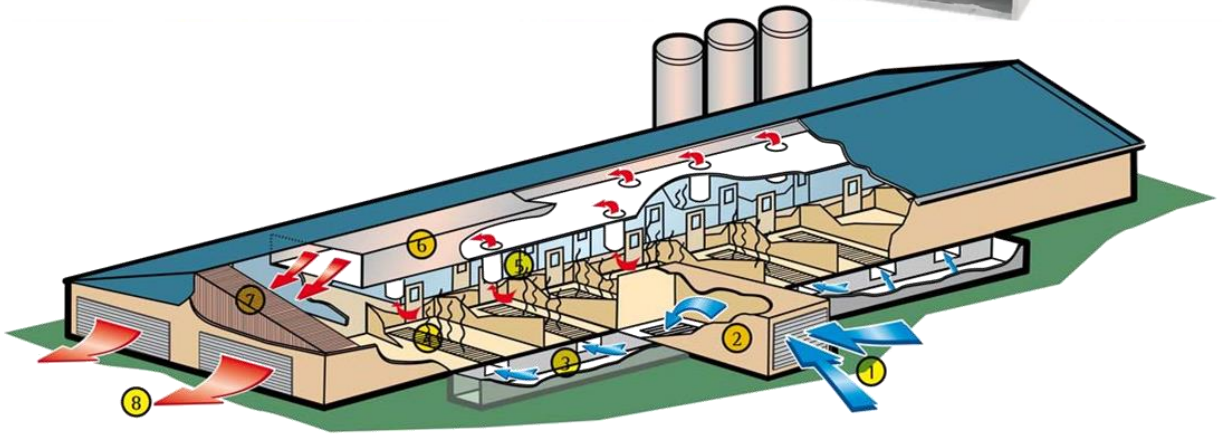
Ventilation centralisée

Chine



Ping (2017). La Chine : voyage au cœur du plus grand cheptel porcin mondial. Porc Show 4e édition, AQUINAC.

France



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

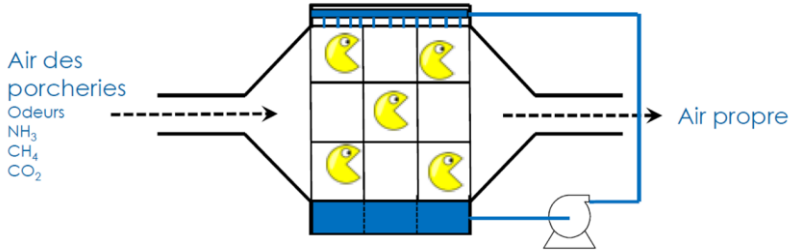
Santé et sécurité humaines

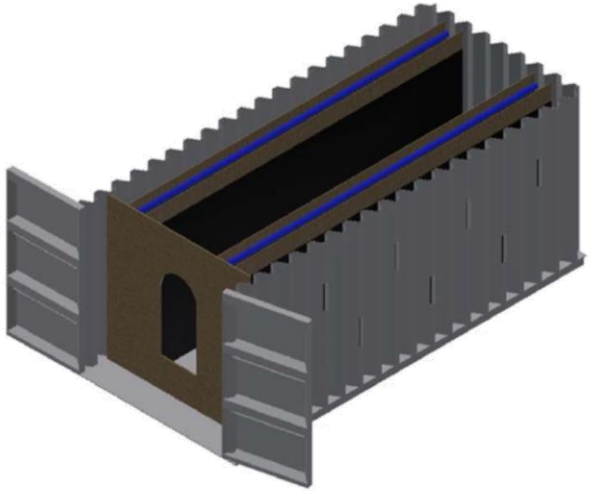
5E CHANGEMENT

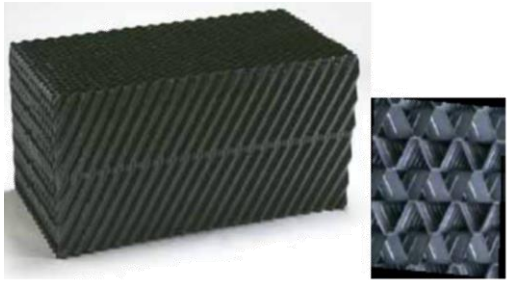
Traitement de l’air

Unités de traitement de l'air

- Amélioration de la cohabitation en milieu rural :
  - ↓ 77 % du NH_3
  - ↓ 92 % des poussières
  - ↓ 75 % des odeurs







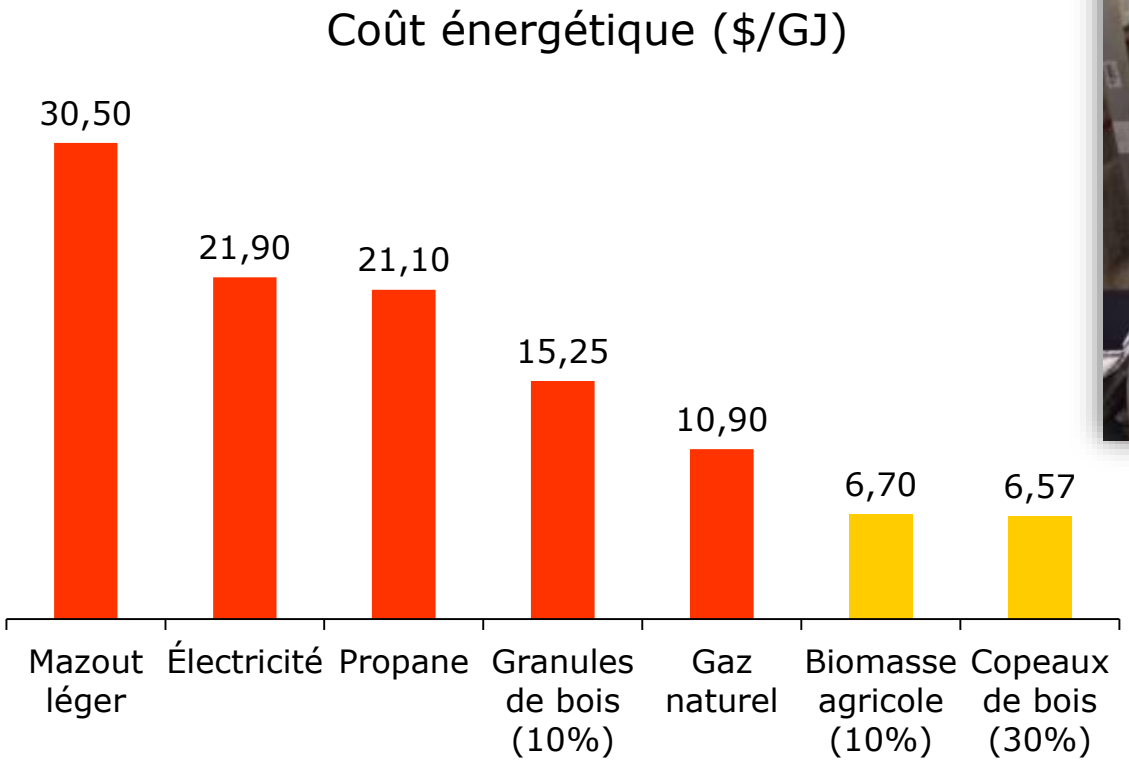
Belzile et al. (2014). Innovative air treatment unit for swine exhaust air.

Énergies renouvelables

6E CHANGEMENT

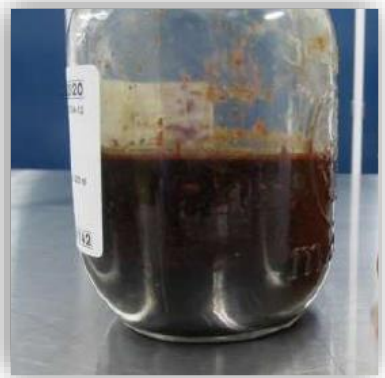
Production d’énergie verte à la ferme

Combustion de biomasses agro-forestières



Dupuis (2014). Biomasse : attiser la combustion.

Pyrolyse de biomasses agro-forestières



Godbout et al. (2017). Valorisation de résidus agricoles par conversion thermochimique afin de produire un combustible destiné aux systèmes de chauffage au mazout no 2 actuellement en place dans les entreprises serricoles.

Ensemble des enjeux

- 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

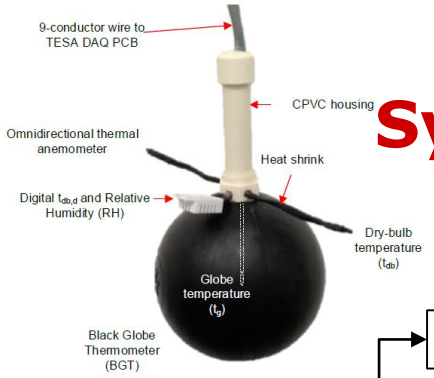
Koenders et al. (2015). Towards the development of a practical visualisation tool for farmers and other stakeholders. / Wathes et al. (2008). Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? / Groot Koerkamp et al. (2007). Precision livestock farming: Creating order beyond control.

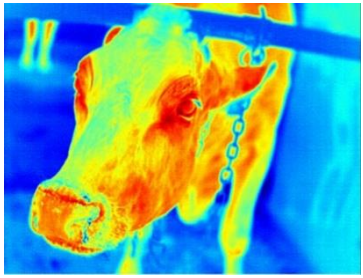
Ensemble des enjeux

7E CHANGEMENT

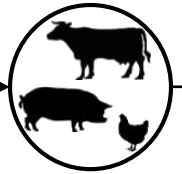
Élevage de précision

Système d'élevage de précision

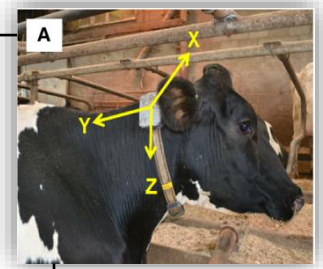




Microenvironnement

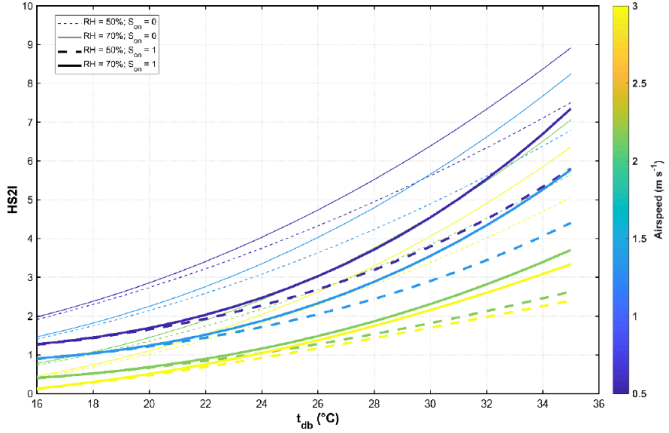


Réponses physiologiques



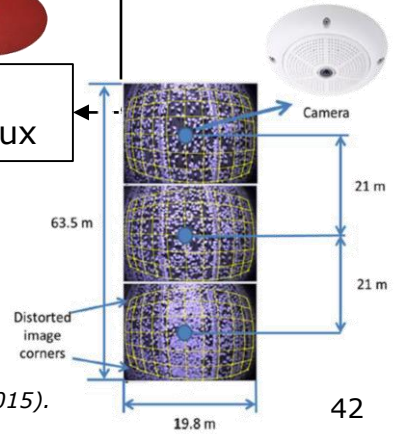
Acquisition de données

Modèles mathématiques



Contrôleur intelligent

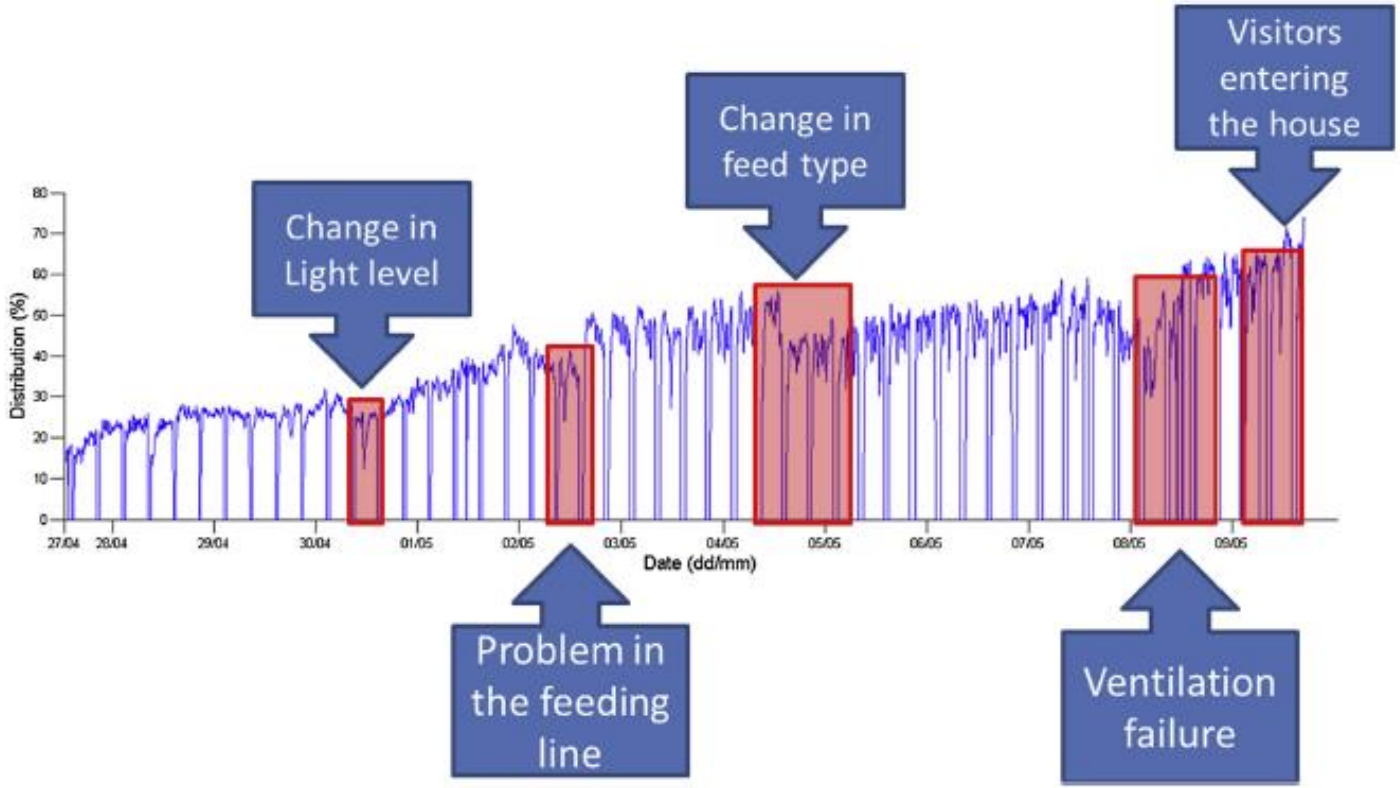
Senseurs comportementaux



Critères de production

Fournel et al. (2017). / Ramirez (2017). / Maldague (2016). / Kashiha et al. (2013). / Diosdado et al. (2015).

Détection des déviations

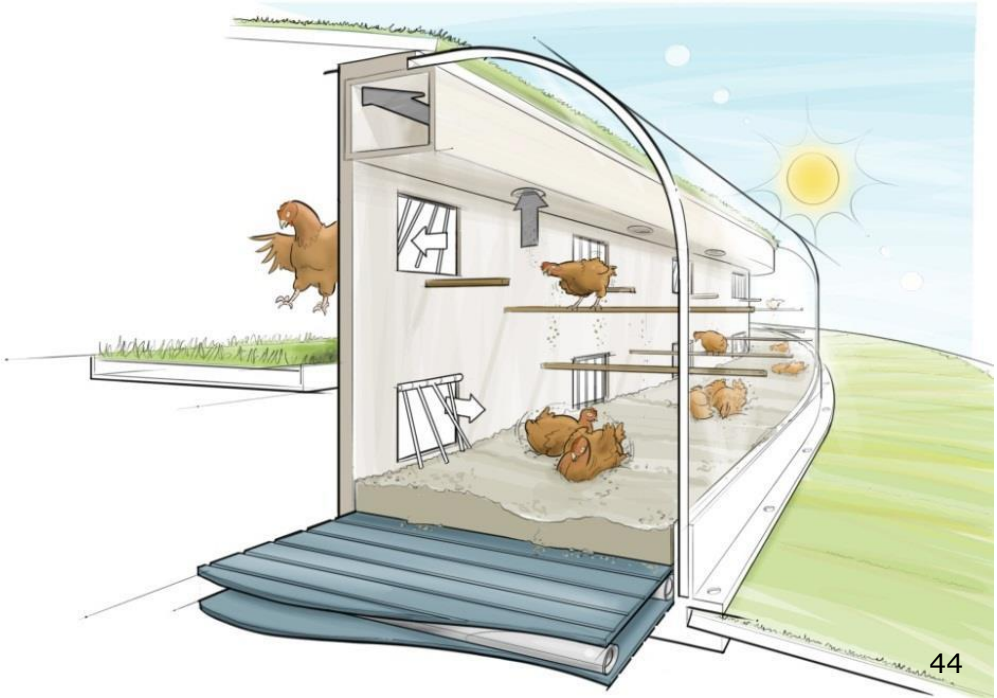


Kashiha et al. (2013). Development of an early warmning system for a broiler house using computer vision.

Bâtiment d'élevage du futur…

+ imposant / + confortable / + naturel / + vert / + intelligent

Wageningen UR Livestock Research (2011). Prospects for beeded pack barns for dairy cattle.



Remerciements et questions

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)

31 octobre 2018

UNIVERSITÉ LAVAL