

Stratégies pour réduire les **stress thermiques** en production laitière

Véronique Ouellet Ph. D.
Professeure adjointe
Département des sciences animales

Sébastien Fournel ing., Ph. D.
Professeur agrégé,
Département des sols et de génie agroalimentaire



Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ



Drummondville, 8 novembre 2023

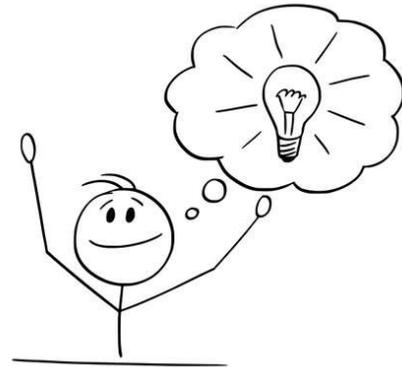


Pourquoi devons-nous nous adapter au stress thermique ?



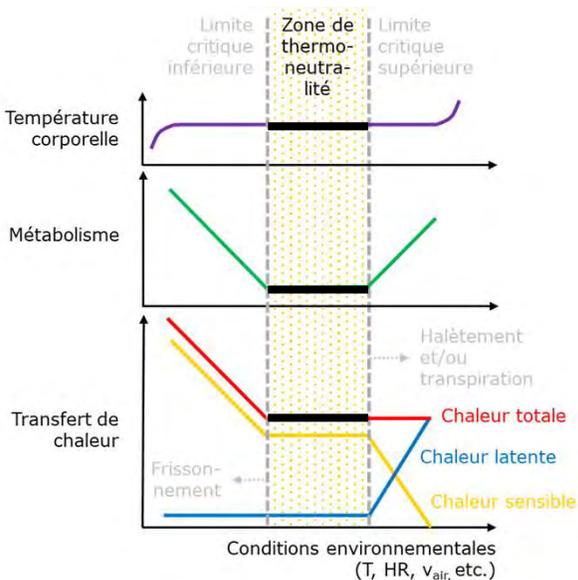
2

Et comment pouvons-nous le faire dès maintenant ?

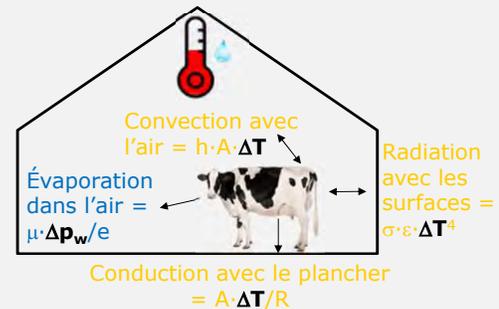


3

Confort thermique

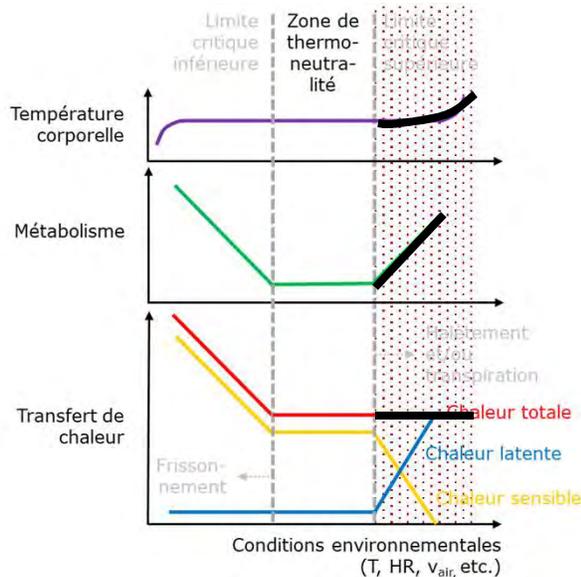


La vache maintient une **température corporelle constante** malgré des conditions environnementales variables (**homéothermie**) grâce à un **équilibre entre l'énergie du métabolisme et les gains/pertes de chaleur** (**homéostasie**).

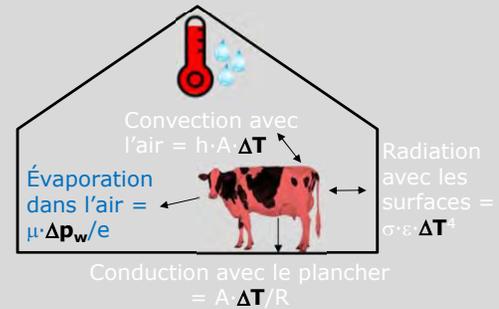


4

Stress thermique



La **température corporelle** augmente, car la vache ne peut dissiper efficacement dans l'environnement l'**excédent de chaleur** accumulée du métabolisme.



5

Pourquoi vouloir éviter le stress thermique ?

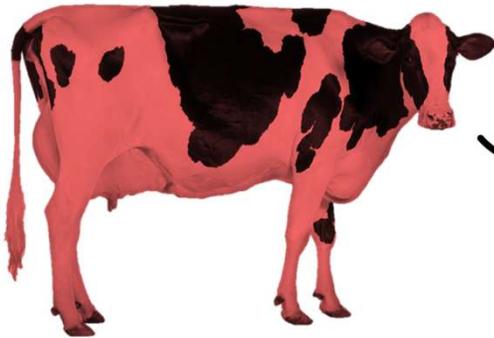


√ Déclenche une réponse comportementale, cellulaire, physiologique et hormonale

Ouellet et al. (2020), *Theriogenology* 1 (150):471-479.

6

Pourquoi vouloir éviter le stress thermique ?



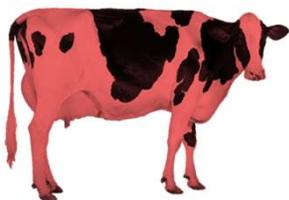
√ Déclenche une réponse comportementale, cellulaire, physiologique et hormonale



Ouellet et al. (2020), *Theriogenology* 1 (150):471-479.

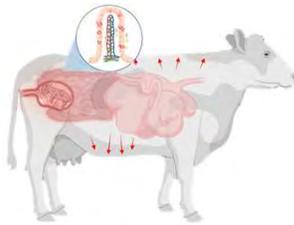
7

Les réponses au stress thermique



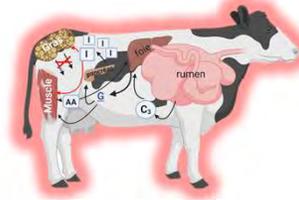
Réponses comportementales

+



Réponses physiologiques

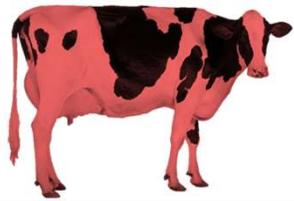
+



Réponses hormonales

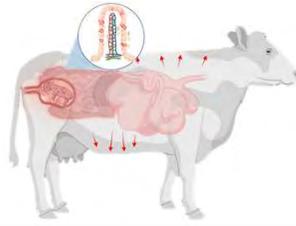
8

Les réponses au stress thermique



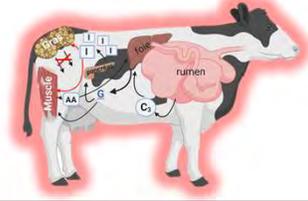
Réponses
comportementales

+



Réponses
physiologiques

+



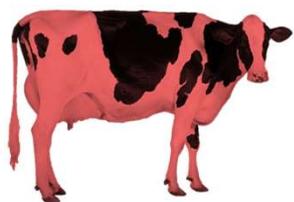
Réponses
hormonales

=

↓ Énergie disponible /
↑ Besoins énergétiques

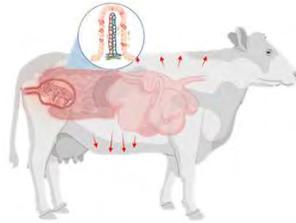
9

Les réponses au stress thermique



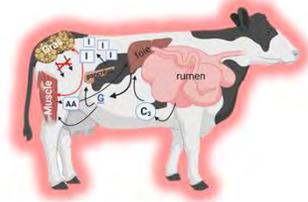
Réponses
comportementales

+



Réponses
physiologiques

+



Réponses
hormonales



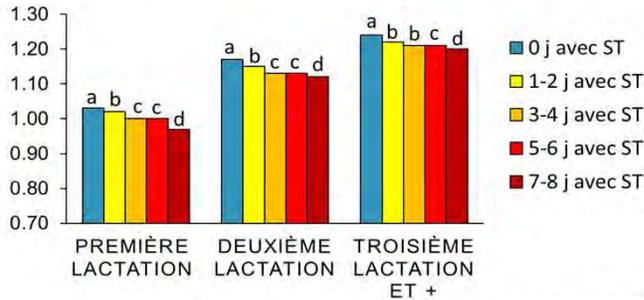
↓ Énergie pour les
performances

10

Les conséquences du stress thermique



Matières grasses, kg/j



Banque de données de Lactanet >440 000 données de contrôle laitier (2010-2015)

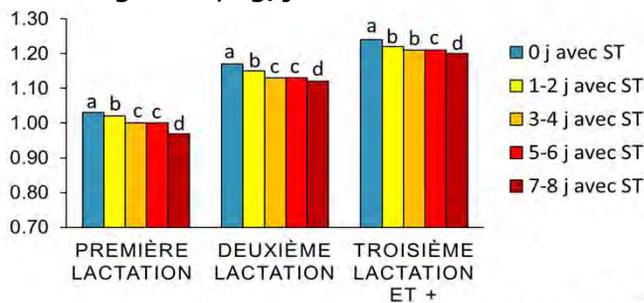
Ouellet et al. (2019), *Journal of dairy science* 102(9): 37-45.

11

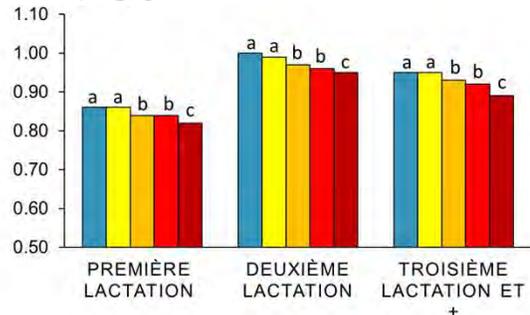
Les conséquences du stress thermique



Matières grasses, kg/j



Protéines, kg/j

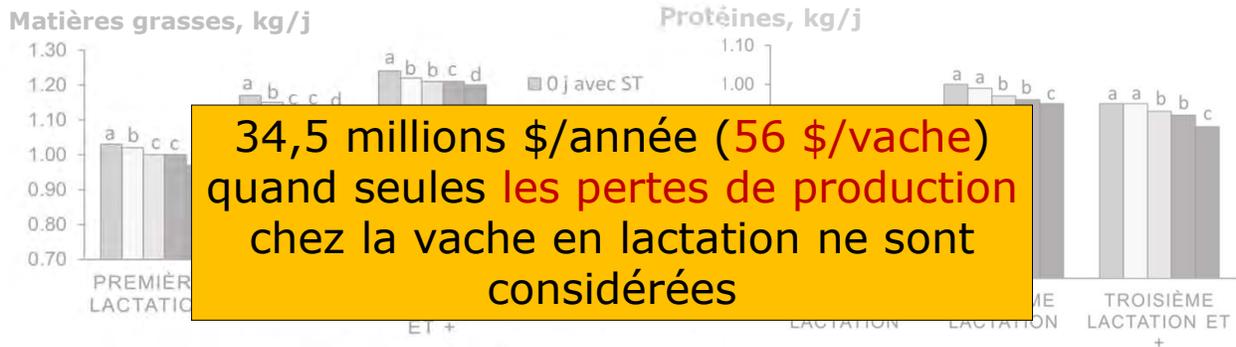


Banque de données de Lactanet >440 000 données de contrôle laitier (2010-2015)

Ouellet et al. (2019), *Journal of dairy science* 102(9): 37-45.

12

Les conséquences du stress thermique

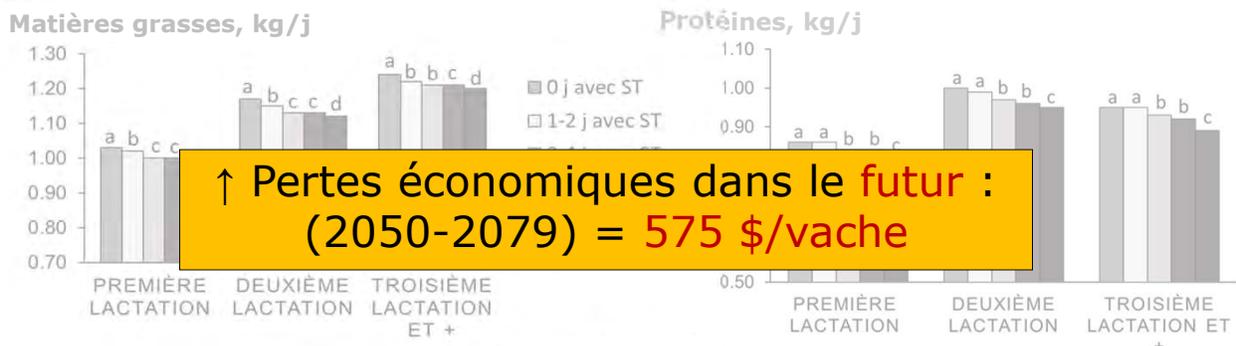


Banque de données de Valacta >440 000 données de contrôle laitier (2010-2015)

Campos et al. (2022), *Canadian Journal of dairy science* 102(2): 368-381.

13

Les conséquences du stress thermique

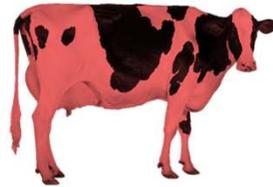


Banque de données de Valacta >440 000 données de contrôle laitier (2010-2015)

Ouellet et al. (2020), *Canadian Journal of dairy science* 101(2): 242-256.

14

Les conséquences du stress thermique



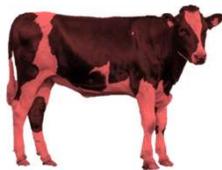
Vache en lactation

15

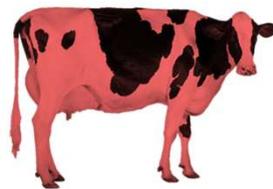
Les conséquences du stress thermique



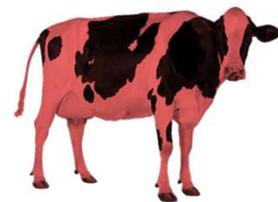
Veau



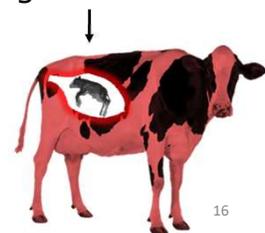
Taure



Vache en lactation



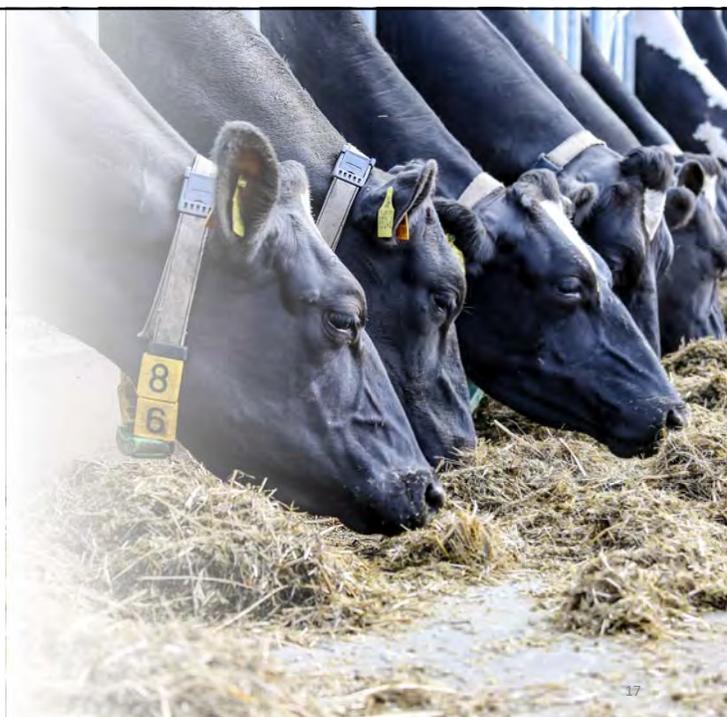
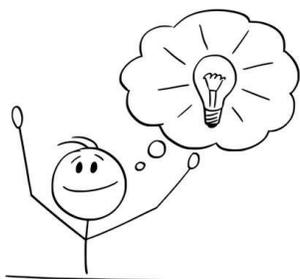
Tarie | Fin de gestation



Ouellet et al. (2020), *Theriogenology* 1 (150):471-479; Laporta et al. (2020), *Journal of dairy science* 103(8): 55-68.

16

Comment devons-nous intervenir pour limiter les conséquences ?



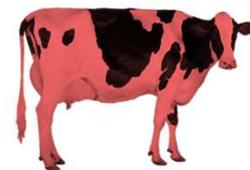
Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

18

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



↓ Consommation
volontaire de matière
sèche (CVMS)



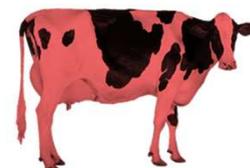
Conte et al. (2018), *Italian journal of animal science* 17(3): 604-620.

19

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

- Servir plusieurs repas (évite chauffage)
- Humidité de la ration (40-55%)
- Minéraux (S, K et NaCl)
- Ration digestible (Fourrages jeunes; ↓ Fibres)



↓ Consommation
volontaire de matière
sèche (CVMS)

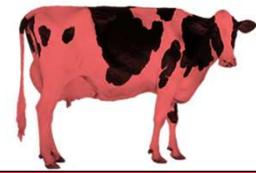
Conte et al. (2018), *Italian journal of animal science* 17(3): 604-620.

20

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

- Servir plusieurs repas (évite chauffage)
- Humidité de la ration (40-55%)
- Minéraux (S, K et NaCl)
- Ration digestible (Fourrages jeunes; ↓ Fibres)



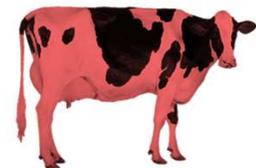
Minimum de fibres
NDF (28% ration;
25% NDF fourrages)

Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

21

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



↑ Besoins
énergétiques

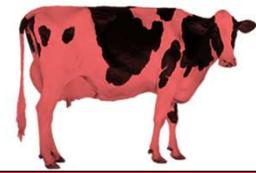
Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

22

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

- ↓ Ratio fourrages/concentrés
- ↑ Gras



↑ Besoins
énergétiques

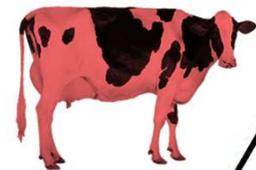
Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

23

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

- ↓ Ratio fourrages/concentrés
- ↑ Gras



Risque d'acidose
Maximum gras (5-7%)

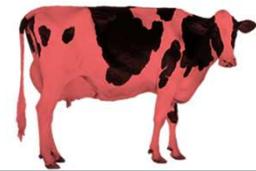


Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

24

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



↑ Nombre de repas
par jour
↑ Temps
d'alimentation
pendant les périodes
fraîches

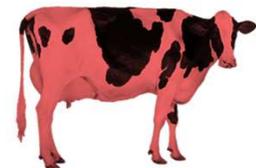
Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

25

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

– Repousser la ration plusieurs fois par jour



Surtout pendant les
périodes les plus
fraîches de la journée

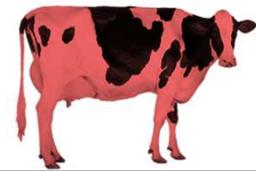


Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

26

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



↑ Besoins en eau

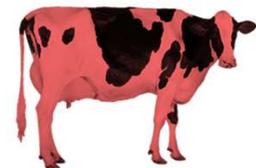
Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

27

Gestion de l'alimentation

(Pour compenser les réponses au stress thermique)

- Débit de vos abreuvoirs
 - à tubes: 18 L/min; collectifs: 40 L/min
- Propreté
- Qualité



↑ Besoins en eau

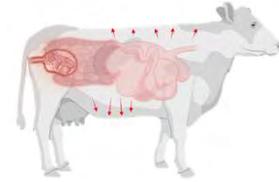


Conte et al. (2018), Italian journal of animal science 17(3): 604-620.

28

Les vitamines, minéraux et additifs alimentaires

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



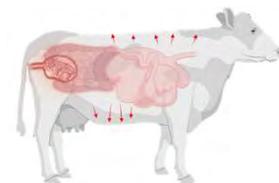
Inflammation
Réaction immunitaire
Stress oxydatif
↑ Excrétion Na⁺, K⁺

Conte et al. (2018) *Italian journal of animal science* 17(3): 604-620; Negron-Perez et al. (2019) *Journal of dairy science* 102(1): 695-710; Ruiz-Gonzalez et al. (2023) *Journal of dairy science* 106 (6): 3984-4001.

29

Les vitamines, minéraux et additifs alimentaires

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



Inflammation
Réaction immunitaire
Stress oxydatif
↑ Excrétion Na⁺, K⁺

Inflammation :

- Vitamine D₃ et Ca
- Chrome

Régulation immunité :

- Immunomodulateurs

Anti-oxydants :

- Vitamine E et Sélénium organique
- Mélatonine

Supplémentation en Na⁺, K⁺ :

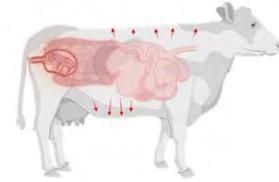
- Bicarbonate de sodium (NaHCO₃)
- Bicarbonate (KHCO₃) ou carbonate (K₂CO₃) de potassium (KHCO₃)

Conte et al. (2018) *Italian journal of animal science* 17(3): 604-620; Negron-Perez et al. (2019) *Journal of dairy science* 102(1): 695-710; Ruiz-Gonzalez et al. (2023) *Journal of dairy science* 106 (6): 3984-4001.

30

Les vitamines, minéraux et additifs alimentaires

(Pour compenser les réponses au stress thermique)



Inflammation :

- Vitamine D₃ et Ca
- Chrome

Régulation immunité :

- Immunomodulateurs

Anti-oxydants :

- Vitamine E et Sélénium organique
- Mélatonine

Supplémentation en Na⁺, K⁺ :

- Bicarbonate de sodium (NaHCO₃)
- Bicarbonate (KHCO₃) ou carbonate (K₂CO₃) de potassium (KHCO₃)



Manque de recherche dans notre climat

Aucun additif ne peut compenser pour toutes les pertes (production et reproduction)

Conte et al. (2018) *Italian journal of animal science* 17(3): 604-620; Negron-Perez et al. (2019) *Journal of dairy science* 102(1): 695-710; Ruiz-Gonzalez et al. (2023) *Journal of dairy science* 106 (6): 3984-4001.

31

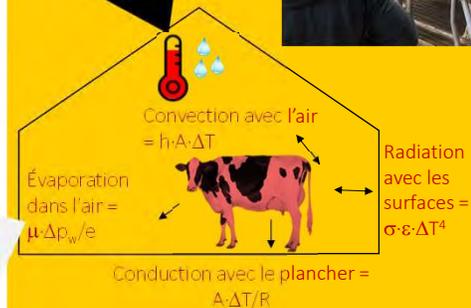
Options de refroidissement

1. Modifier l'environnement pour limiter le niveau de stress thermique :

- ✓ Ombrage
- ✓ Isolation du plafond
- ✓ Panneaux d'évaporation
- ✓ Brumisation

2. Accroître l'échange de chaleur entre les vaches et leur environnement :

- ✓ Aspersion
- ✓ Refroidissement par conduction
- ✓ Ventilation tunnel
- ✓ Recirculation



32

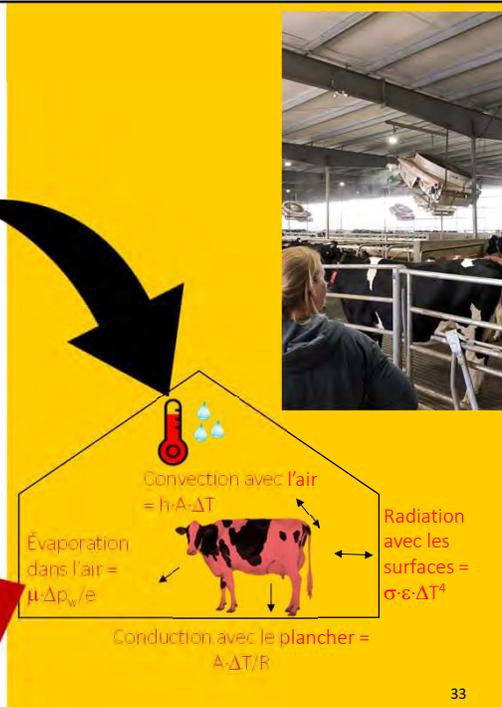
Options de refroidissement

1. Modifier l'environnement pour limiter le niveau de stress thermique :

- ✓ Ombrage
- ✓ Isolation du plafond
- ✓ Panneaux d'évaporation
- ✓ Brumisation

2. Accroître l'échange de chaleur entre les vaches et leur environnement :

- ✓ Aspersion
- ✓ Refroidissement par conduction
- ✓ Ventilation tunnel
- ✓ Recirculation



Ombrage

Protection contre la **radiation solaire** :

- Animaux à l'extérieur (pâturage) :
 - Barrière naturelle (arbres)
 - Barrière artificielle (structure avec toit)

Zone d'ombre de **9,6 m²/vache** :

- ↓ 12-20 respirations/min
- ↓ T_{rectale} de 0,6 °C
- ↑ temps passé couché de 36 %
- ↑ production de lait de 10 %

Ombrage

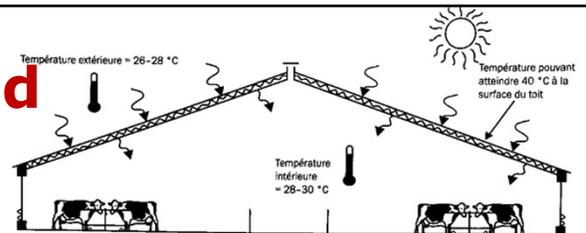
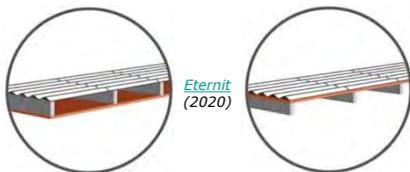
Protection contre la **radiation solaire** :

- Animaux à l'extérieur (pâturage) :
 - Barrière naturelle (arbres)
 - Barrière artificielle (structure avec toit)
- Animaux à l'intérieur (étable) :
 - Orientation du bâtiment (est-ouest)
 - Barrière naturelle (arbres feuillus)
 - Barrière artificielle (porche, corniches)

35

Isolation du plafond

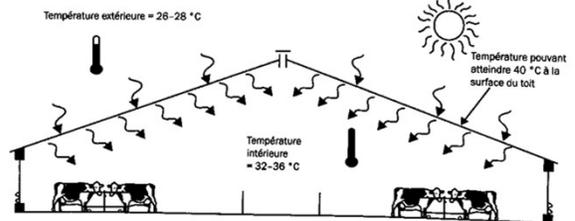
Une couche d'isolant en panneaux de RSI 0,9-1,8 (**R 5-10**) permet de maintenir l'intérieur de l'étable plus frais en réduisant le transfert de chaleur provenant de l'extérieur :



- isolant sous le toit
- très peu de chaleur rayonnante
- température plus fraîche
- confort accru
- animaux protégés de la chaleur rayonnante se dégageant du toit métallique chaud

La température à l'intérieur du bâtiment reste proche de la température extérieure
MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.

Figure 2.12 Avantages de l'isolation par temps chaud



- absence d'isolant sous le toit
- beaucoup de chaleur rayonnante
- chaleur dégagee par le toit de métal
- élévation de la température à l'intérieur
- inconfort

La température à l'intérieur du bâtiment s'élève

Figure 2.13 Répercussions de l'absence d'isolation sur le confort et la température interne des animaux

36

Panneaux d'évaporation

Circulation d'eau au travers de **tapis humides** faits de matériaux en fibres tissées comportant de grands écarts entre les cannelures :

- Permet l'évaporation de l'eau dans l'air pour le rafraîchir
- Exige une surface suffisante pour maintenir la vitesse d'air
- Requiert un entretien rigoureux :
 - Purge/remplissage chaque printemps/automne
 - Nettoyage régulier des tapis pour limiter la prolifération d'algues et le dépôt de minéraux



Panneaux d'évaporation

Circulation d'eau au travers de **tapis humides** faits de matériaux en fibres tissées comportant de grands écarts entre les cannelures :

- Permet l'évaporation de l'eau dans l'air pour le rafraîchir
- Exige une surface suffisante pour maintenir la vitesse d'air
- Requiert un entretien rigoureux :
 - Purge/remplissage chaque printemps/automne
 - Nettoyage régulier des tapis pour limiter la prolifération d'algues et le dépôt de minéraux



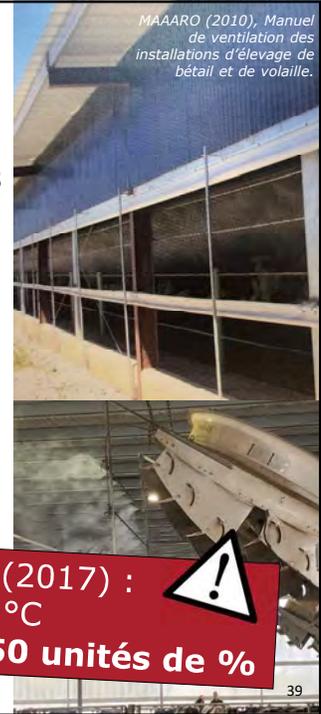
Brumisation

- Pulvérisation d'eau à **haute pression** (1000 psi) sous la forme de fines gouttelettes (diamètre $\approx 5 \mu\text{m}$) :
 - Permet l'évaporation de l'eau dans l'air pour le rafraîchir
 - Consiste en une série de buses (0,1 L/min) espacées de 0,8-1,0 m le long de l'entrée d'air ou jumelées aux ventilateurs de recirculation
 - Nécessite tuyaux, raccords, soupapes d'arrêt, pompe et système de filtration pour une eau douce exempte de dépôts minéraux (obstruction)
 - Fonctionne par cycles, tels que :
 - 15 s toutes les 30 min (stress modéré)
 - 2 min toutes les 10 min (stress intense)

Fournel et al. (2017) :

- $\downarrow T_{\text{air}}$ de 2-9 °C
- \uparrow HR de 8-50 unités de %

MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.



39

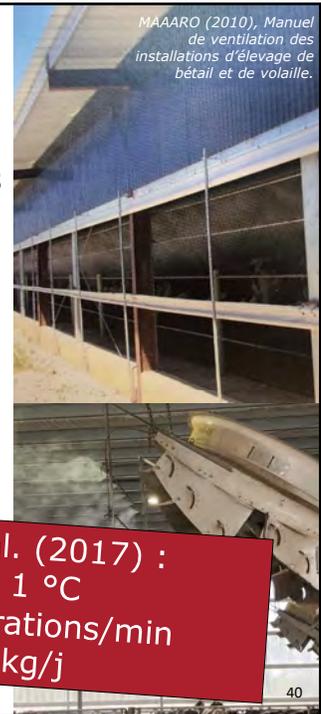
Brumisation

- Pulvérisation d'eau à **haute pression** (1000 psi) sous la forme de fines gouttelettes (diamètre $\approx 5 \mu\text{m}$) :
 - Permet l'évaporation de l'eau dans l'air pour le rafraîchir
 - Consiste en une série de buses (0,1 L/min) espacées de 0,8-1,0 m le long de l'entrée d'air ou jumelées aux ventilateurs de recirculation
 - Nécessite tuyaux, raccords, soupapes d'arrêt, pompe et système de filtration pour une eau douce exempte de dépôts minéraux (obstruction)
 - Fonctionne par cycles, tels que :
 - 15 s toutes les 30 min (stress modéré)
 - 2 min toutes les 10 min (stress intense)

Fournel et al. (2017) :

- $\downarrow T_{\text{rectale}}$ de 1 °C
- \downarrow 20 respirations/min
- \uparrow lait de 2 kg/j

MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.



40

Aspersion

Projection d'eau à **basse pression** (50 psi) sous la forme d'une pluie fine :

- Permet de rafraîchir l'animal par l'évaporation de l'eau aspergée sur lui grâce à la chaleur qu'il dégage et aux mouvements d'air créés par la ventilation/recirculation
- Nécessite une tête d'asperseur rotative avec système antigoutte (débit de 1-2 L/min) pour un diamètre mouillé de 1,8-6,0 m
- Requiert moins d'entretien
- Fonctionne par cycles, tels que :
 - 1-3 min toutes les 15-30 min (stress modéré)
 - 2 min toutes les 5-10 min (stress intense)

MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.



Fournel et al. (2017) :
• ↓ T_{air} de 0-5 °C
• ↑ HR de 0-24 unités de %

41

Aspersion

Projection d'eau à **basse pression** (50 psi) sous la forme d'une pluie fine :

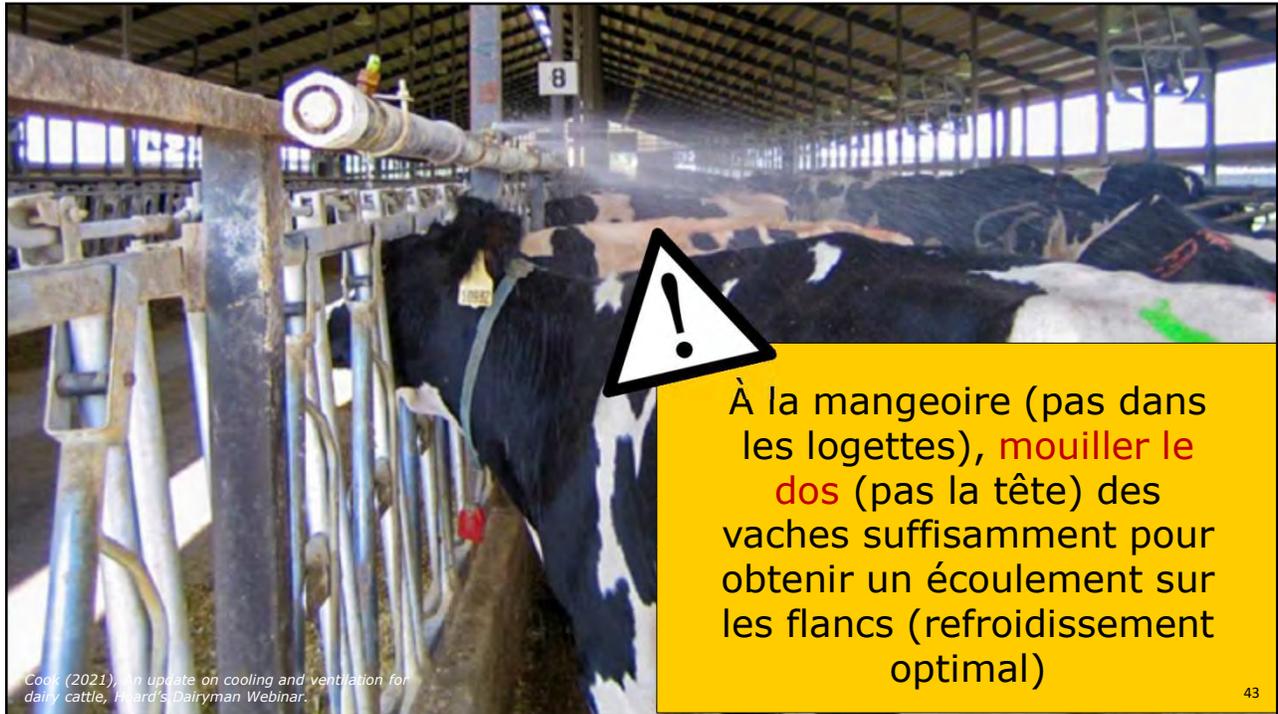
- Permet de rafraîchir l'animal par l'évaporation de l'eau aspergée sur lui grâce à la chaleur qu'il dégage et aux mouvements d'air créés par la ventilation/recirculation
- Nécessite une tête d'asperseur rotative avec système antigoutte (débit de 1-2 L/min) pour un diamètre mouillé de 1,8-6,0 m
- Requiert moins d'entretien
- Fonctionne par cycles, tels que :
 - 1-3 min toutes les 15-30 min (stress modéré)
 - 2 min toutes les 5-10 min (stress intense)

MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.



Fournel et al. (2017) :
• ↓ T_{rectale} de 0-1 °C
• ↓ 7-55 respirations/min
• ↑ DMI de 1-3 kg/j
• ↑ lait de 1-4 kg/j

42



Refroidissement par conduction

Types de litière :

- Sable (26,9 °C) vs copeaux de bois (28,6 °C)

Matelas d'eau

Temps passé couché dans la stalle = 8 à 13 h/j

44

Ventilation adéquate

Tous les systèmes fonctionnent **si conçus** et opérés **correctement** :

- Changements d'air suffisants pour évacuer l'air vicié (chaleur, humidité, gaz, bioaérosols) et le remplacer par de l'air frais (réparti le plus uniformément possible) :
- Hiver = 4-8 changements/h
- Été = 40-60 changements/h

≈ 2550 m³/h/vache
(1500 pcm/vache) avec
une vitesse d'air à
l'entrée de 2,5-4,0 m/s
(500-800 pi/min)

45

Ventilation adéquate

Québec – hiver (Bergeron, 2023)

Bâtiment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ch. d'air horaires	2,33	4,78	2,57	4,80	4,83	2,97	0,78	3,21	1,44	1,81
Débit (m ³ /h/vache)	56,6	111,3	44,9	87,2	98,7	78,8	40,4	104,3	40,3	53,4

États-Unis – été (Cook, 2021)

Bâtiment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ch. d'air horaires	71	45	51	31	35	52	62	57	59	100
Débit (pcm/vache)	1275	1891	1567	1137	1680	2878	3438	2372	1279	3090



46

Ventilation adéquate

Tous les systèmes fonctionnent si conçus et opérés correctement :

- Éviter les obstructions :



Cook & Mondaca (2018). Adult cow barn ventilation.



47

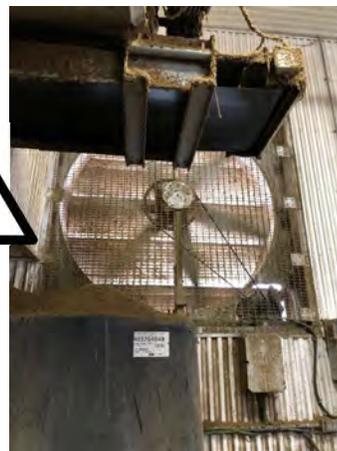
Ventilation adéquate

Tous les systèmes fonctionnent si conçus et opérés correctement :

- Éviter les obstructions
- Nettoyer les ventilateurs



Encrassement réduit
l'efficacité par 24 %
(Simmons & Lott, 1997)



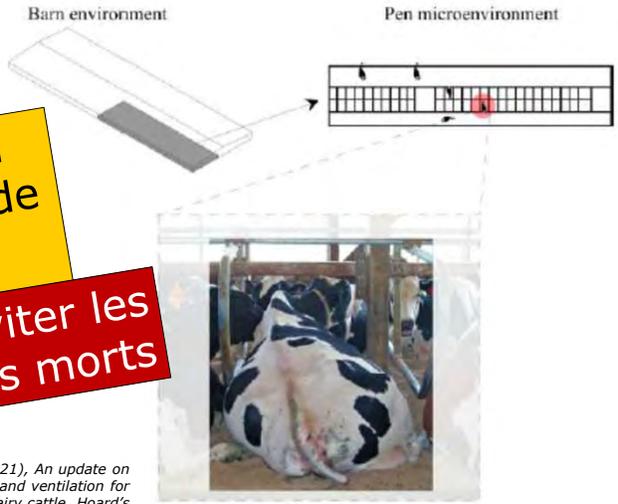
48

Ventilation adéquate



Ventiler l'étable, mais aussi le **microenvironnement** de la vache (**1 à 2,5 m/s** ou 200-500 pi/min) !

Éviter les points morts



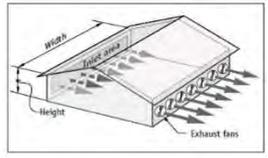
Cook (2021), An update on cooling and ventilation for dairy cattle, Hoard's Dairyman Webinar.

Stall microenvironment

Ventilation tunnel

- Circulation d'air à vitesse élevée (≈ 2 m/s) **dans le sens de la longueur** grâce à des ventilateurs d'extraction de forte puissance (diamètre = 1,2-1,8 m) installés sur le mur d'extrémité opposé aux entrées d'air :
 - Substitue généralement par temps chaud une ventilation transversale (naturelle ou mécanique) insuffisante

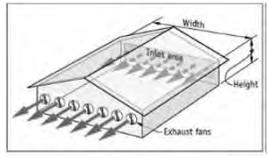
Transversale



Holmes et al. (2013), Dairy freestall: Housing and equipment.

$$Q = v \cdot A$$

Longitudinale

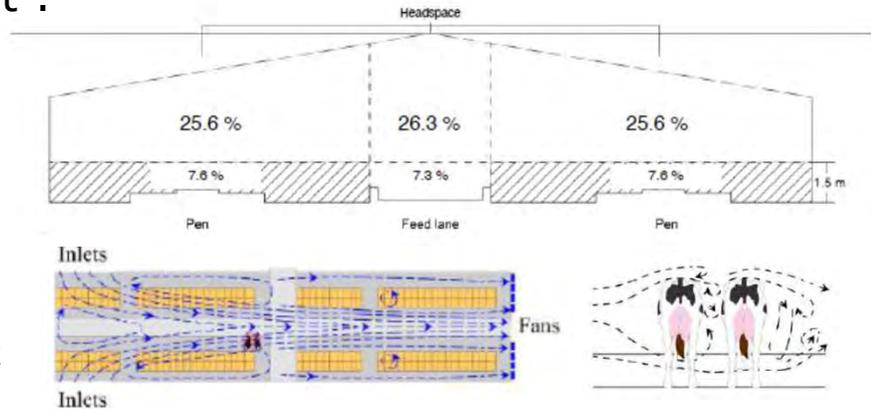


MAAARO (2010), Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.



Ventilation tunnel

L'aire d'élevage compte pour 22 % de la section transversale, mais ne reçoit que 13 % du débit :



Dairyland Initiative (2023), Adult Cow Ventilation System Troubleshooting.

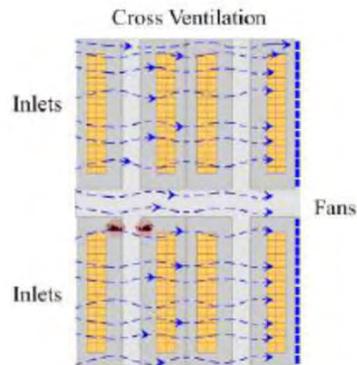
51

Étable basse à ventilation transversale

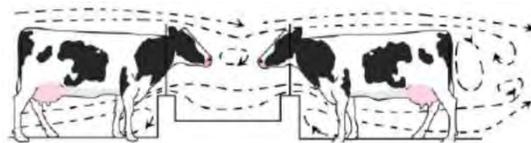
House (2010), Granges basses à ventilation transversale. MAAARO.



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



Dairyland Initiative (2023), Adult Cow Ventilation System Troubleshooting.



52

Recirculation

Utilisation de brasseurs d'air pour assurer un déplacement d'air suffisant sur les animaux :

- Ventilateurs à faible volume et à vitesse élevée :
 - Diamètre = 0,6-1,4 m
 - Espacement = 10 × diamètre
 - Volume = 235-470 L/s
 - Vitesse = 1,0-2,5 m/s
 - Bruyants
- Ventilateurs à fort volume et à faible vitesse :
 - Diamètre = 2,4-7,3 m
 - Espacement = 12-18 m
 - Volume = 50 000-200 000 L/s
 - Vitesse = 0,5-1,5 m/s
 - Peu bruyants



Fournel et al. (2017) :

- ↓ $T_{rectale}$ de 0-1 °C
- ↓ 11 respirations/min
- ↑ DMI de 1 kg/j
- ↑ lait de 1 kg/j

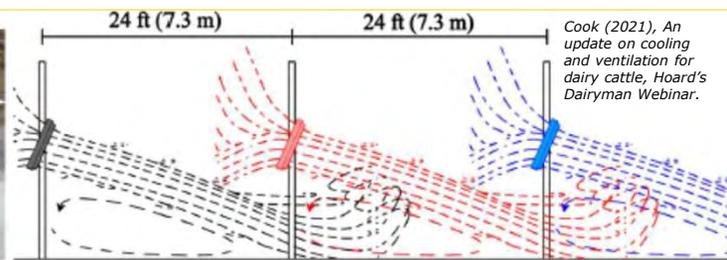
53

Recirculation



~20 ft (6 m)
before the air reaches the floor

~50 ft (15 m)
before the jet loses momentum



Cook (2021), An update on cooling and ventilation for dairy cattle, Hoard's Dairyman Webinar.

Low Speed (Fans @ 60% Max)
(Aim to exceed 200 ft/min in all stalls)

285	25	35	45	382	65	75	280
203	2N	3N	4N	355	6N	7N	214

High Speed (Fans @ 100% Max)
(Aim to exceed 400 ft/min in all stalls)

495	25	35	45	663	65	75	485
270	2N	3N	4N	586	6N	7N	400

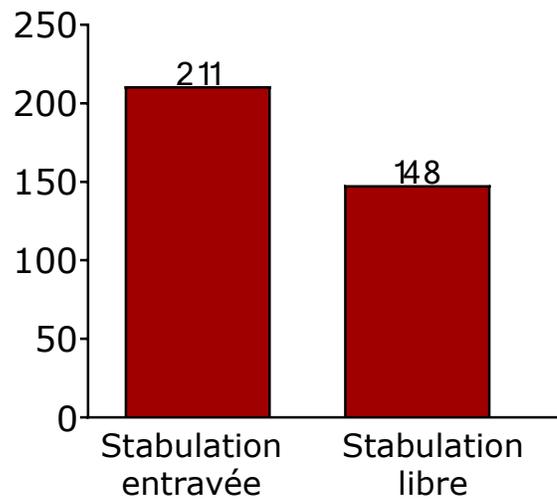


1.5 m
0.5 m

Control (no fans): 76 ± 38 ft/min, 0.4 m/s
Low airspeed: 336 ± 106 ft/min, 1.7 m/s
High airspeed: 475 ± 166 ft/min, 2.4 m/s

54

Le refroidissement au Québec

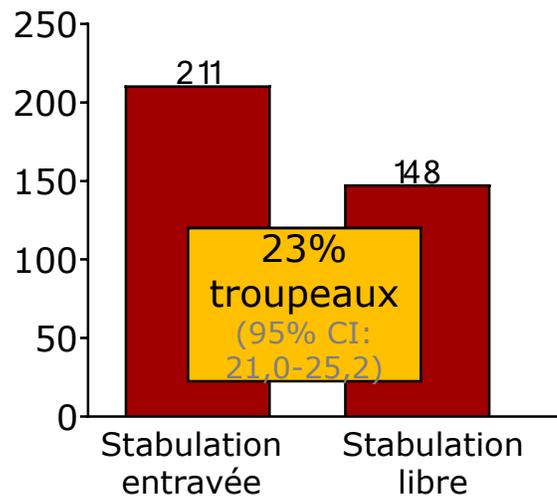


Enquête provinciale Lactanet
2130 troupeaux
(44% troupeaux Qc)

Khelif et al. (2023), en préparation

55

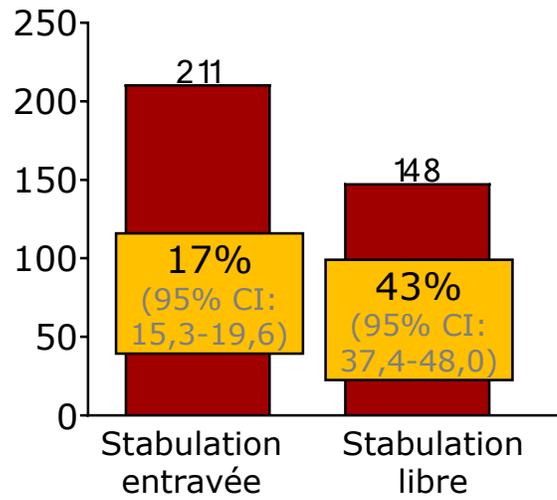
Le refroidissement au Québec



Khelif et al. (2023), en préparation

56

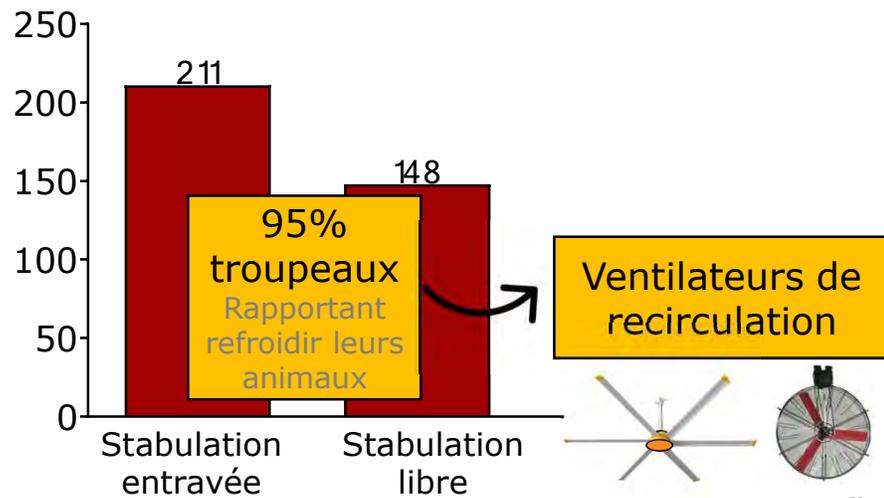
Le refroidissement au Québec



Khelif et al. (2023), en préparation

57

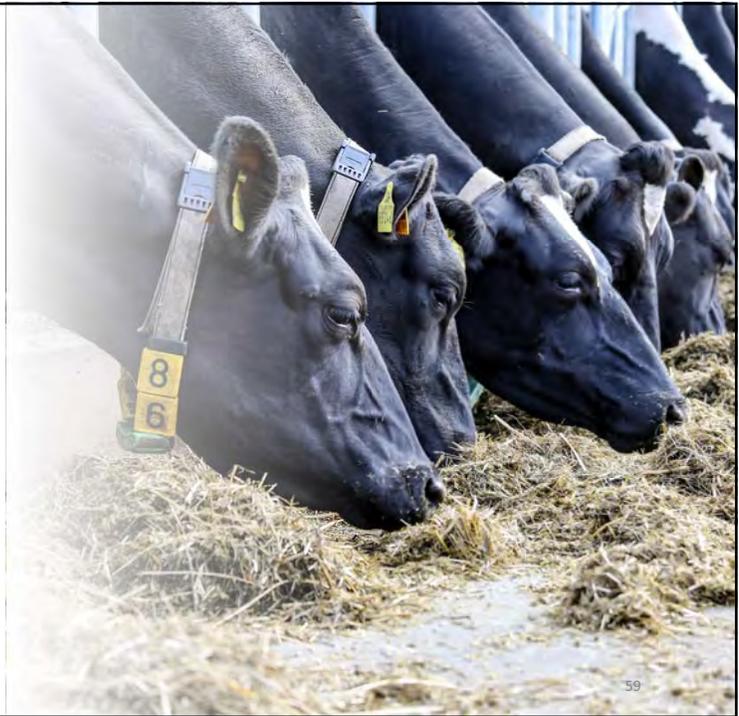
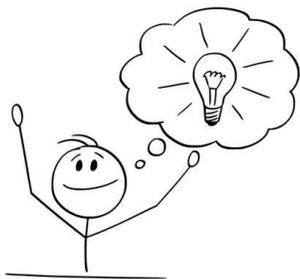
Le refroidissement au Québec



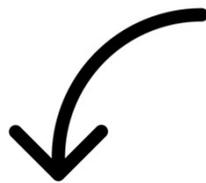
Khelif et al. (2023), en préparation

58

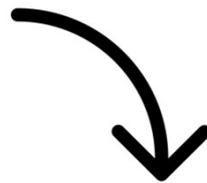
Quand devons-nous intervenir ?



Les indicateurs du stress thermique



Les indicateurs
animaux



Les indicateurs
environnementaux

60

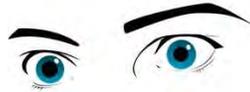
Les indicateurs du stress thermique



Les indicateurs
animaux

Les indicateurs
environnementaux

Tout changement
observable au niveau
de l'animal associé au
stress thermique



61

Les indicateurs du stress thermique



Les indicateurs
animaux

Les indicateurs
environnementaux

Taux de respiration
Mesure non-invasive
60 respirations/min
120 respirations/min

Toledo et al. (2021), *JDS communications* 1(1): 21-24

62

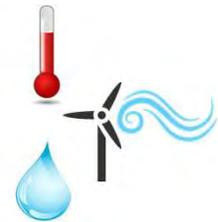
Les indicateurs du stress thermique



Les indicateurs
animaux

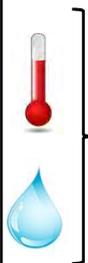
Les indicateurs
environnementaux

Conditions
environnementales
susceptibles de
provoquer un stress
thermique



63

Les conditions environnementales pouvant provoquer un stress thermique



Indice de température-humidité

THI

$$(1.8 \times T^{\circ}\text{C} + 32) - ((0.55 - 0.0055 \times H\%) \times (1.8 \times T^{\circ}\text{C} - 26))$$

21°C et 50% = THI 67

22°C et 70% = THI 69

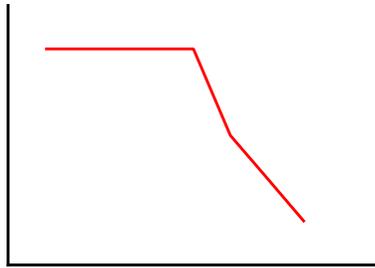
23°C et 90% = THI 73

NRC (1971), *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC

64

Les seuils de THI associés au stress thermique

Production laitière, kg

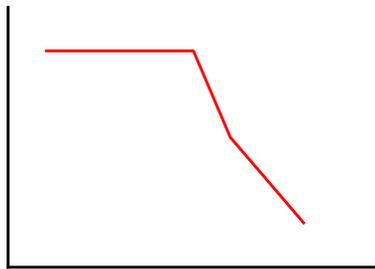


THI

65

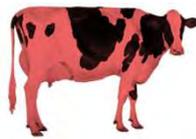
Les seuils de THI associés au stress thermique

Production laitière, kg



THI

THI = 68 - 72



Ravagnolo et al. (2000), *Journal of dairy science* 83(8): 20-25; Zimelman et al. (2009) *Proc. Southwest Nutr. Man. Conf.* : 158-168.

66

Les seuils de THI associés au stress thermique

Composants, kg ou %



THI = 65, 60, 58



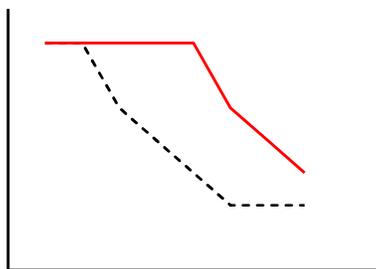
THI

Ouellet et al. (2019), *Journal of dairy science* 102(9): 37-45; Campos et al. (2022) *Canadian Journal of dairy science* 102(2): 368-381.

67

Les seuils de THI associés au stress thermique

Composants, kg ou %



THI = 65, 60, 58



THI

La tolérance à la chaleur varie en fonction de la réponse étudiée, du climat, de la génétique, du niveau de production, de la race, du moment de l'année (...)



Ouellet et al. (2019), *Journal of dairy science* 102(9): 37-45; Campos et al. (2022) *Canadian Journal of dairy science* 102(2): 368-381.

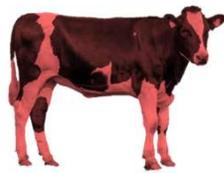
68



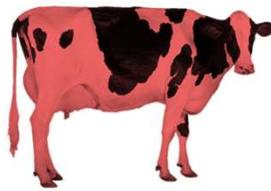
La tolérance à la chaleur varie aussi en fonction du statut physiologique



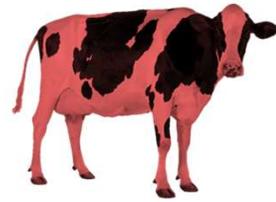
Veau



Taure



Vache en lactation



Tarie | Fin de gestation

Dado-Senn et Ouellet (2020), Journal of dairy science 103(9): 8587-8600; Ouellet et al. (2021) Frontiers 2(706636)

69



Et concrètement cet été dans nos étables ?

11 fermes



29 capteurs



Température
Humidité
THI



©Marie-Michel Déry



70

Août 2023

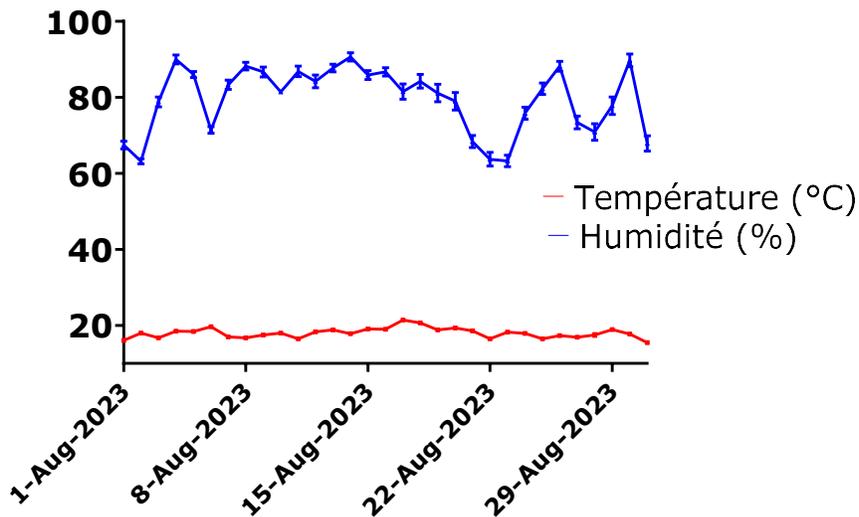


- Bas-Saint-Laurent
- 2 capteurs
- Environnement thermique vaches en lactation
- Stabulation libre
- Ventilation tunnel
- Absence de stratégies de refroidissement



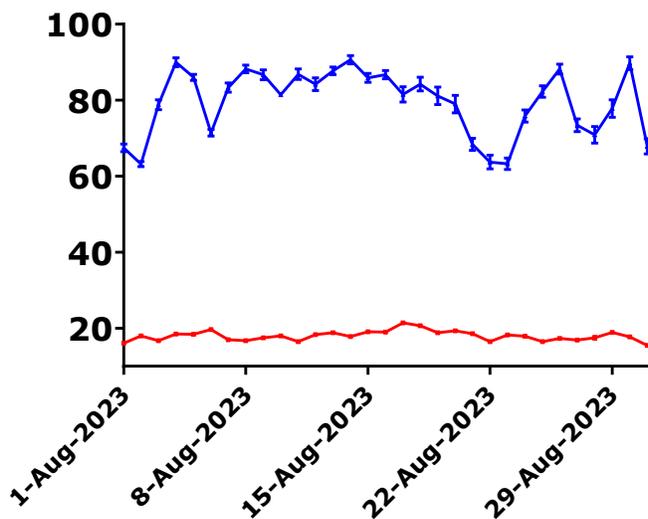
71

Août 2023



72

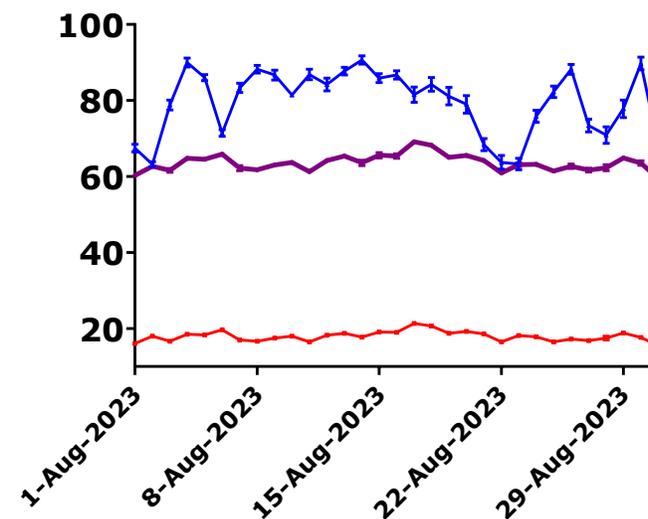
Août 2023



- T moyenne = 18,0°C
- T varie de 15,5 à 21,4°C
- HR moyenne = 79,5 %
- HR varie de 63,2 à 90,6%

73

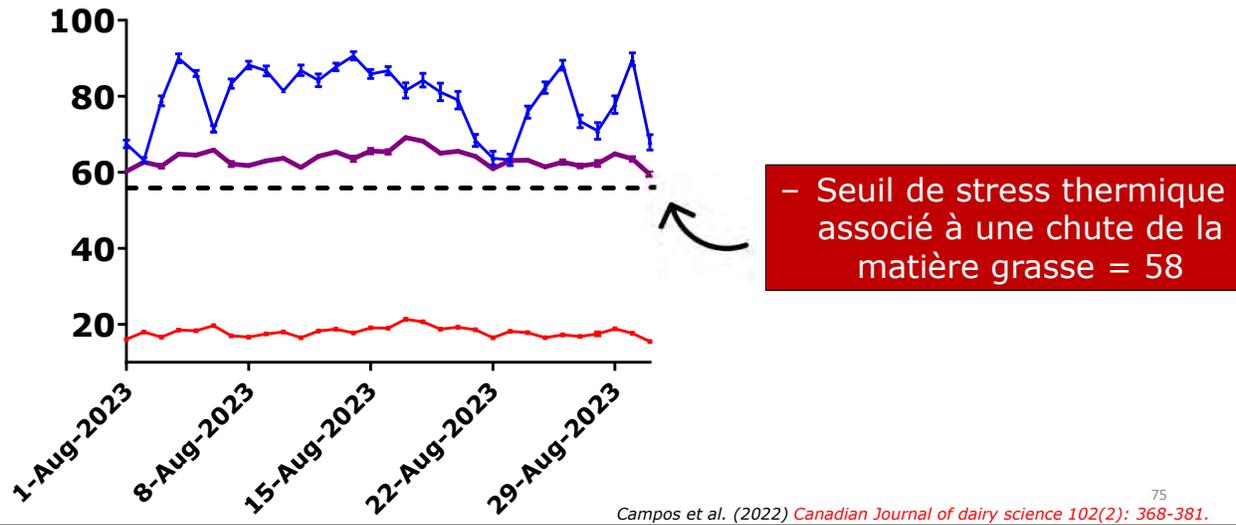
Août 2023



- THI moyen = 63,6
- THI varie de 59,4 à 69,1

74

Août 2023



Messages à retenir

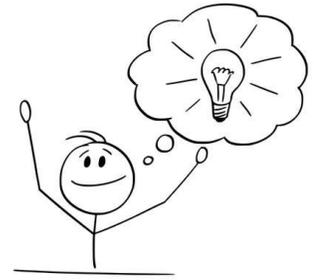
- ✓ Maintenir les performances des animaux pendant les journées chaudes et/ou humides est un défi !
- ✓ Le stress thermique impacte négativement les performances de production et de reproduction, la santé et le bien-être des vaches, et ce, à **toutes les étapes de leur vie**
- ✓ Les pertes économiques liées au stress thermique augmenteront dans le futur si aucune stratégie d'adaptation ou de mitigation n'est utilisée



76

Messages à retenir

- ✓ La gestion de l'alimentation et les additifs alimentaires sont un allié, mais ne peuvent pas être la seule solution.
- ✓ La majorité des **étables québécoises ont ce qu'il faut** pour contrer les stress thermiques moyennant quelques ajustements :
 - Isoler le plafond (nouvelles constructions);
 - 40-60 changements d'air à l'heure en été;
 - Vitesse d'air de 1,0-2,5 m/s sur chaque vache;
 - Éviter les obstacles et les points morts;
 - Fournir de l'ombrage (lorsque nécessaire).
- ✓ Au Québec, le refroidissement à l'eau (potable!) ne devrait être **utilisé qu'en cas d'absolue nécessité** (hausse HR et conflits d'usage).



77

Merci !

✉ Veronique.ouellet@fsaa.ulaval.ca
Sebastien.fournel@fsaa.ulaval.ca

