



CONGRÈS **2016** | 15-16 SEPTEMBRE



Édith Charbonneau, agr., Ph.D
Université Laval
Bloc D

**Les changements climatiques en productions
animales: vaut mieux prévenir que subir**

À quoi peut-on s'attendre des CC ... en bref

- Petit rappel de la présentation de ce matin. On s'attend à:
 - ↑ des températures hivernales de 1,0 à 8,2 °C (2020-2080);
 - ↑ des températures estivales de 1,0 à 7,2 °C (2020-2080);
 - ↑ des précipitations l'hiver de 0 à 36 % (2020-2080);
 - Changements variables des précipitations l'été.

(Ouranos, 2015)

- Indices agroclimatiques. On s'attend à:
 - ↑ de la durée de la saison de croissance de 11 à 32 jours (2041-2070)
 - ↑ du cumul d'UTM de 390 à 888 (2041-2070)
 - ↑ du cumul degrés-jours (base 5°C) de 195 à 584 (2041-2070)

(Atlas agroclimatique, 2012)

Indicateur pertinent en sciences animales

- Température (T, °C) et humidité relative (HR, %) affectent les animaux
- Un index a été développé : Temperature-humidity index (THI)
- Plusieurs équations ont été développées
- L'équation suivante a été validée pour la vache laitière en conditions tempérées:

$$THI = ((1,8 \times T) + 32) - ((0,55 - (0,0055 \times RH\%)) \times (1,8 \times T^{\circ C} - 26))$$

(Kendall et al., 2009)



À partir de quelle valeur de THI faut-il s'inquiéter?

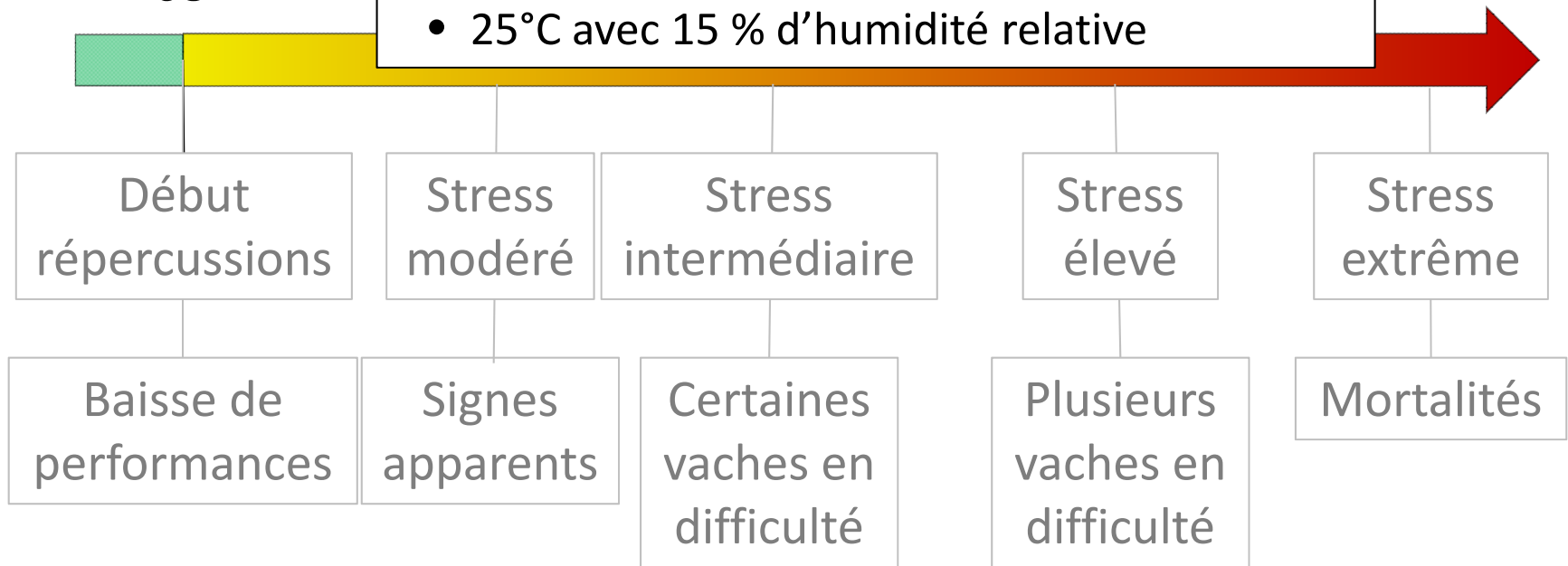
Vache laitière

68

Un THI de 68 représente :

- 22°C avec 55 % d'humidité relative
- 25°C avec 15 % d'humidité relative

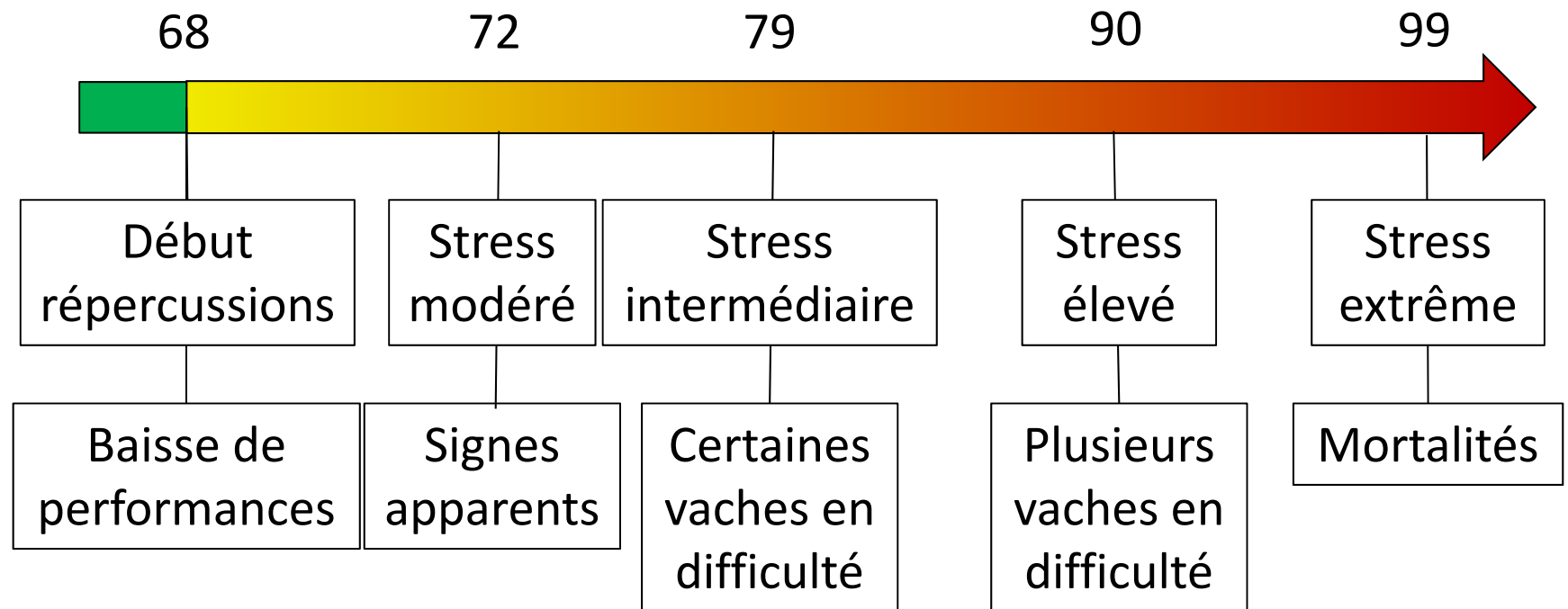
99





À partir de quelle valeur de THI faut-il s'inquiéter?

Vache laitière



À partir de quelle valeur de THI faut-il s'inquiéter?

- Bovin de boucherie:
 - Début des répercussions THI = 70
 - Mortalités THI \geq 91
- Porc et volaille : concept similaire mais méthode de calcul différente
 - Premiers signes plus tard
 - Mortalité plus rapide



Porc

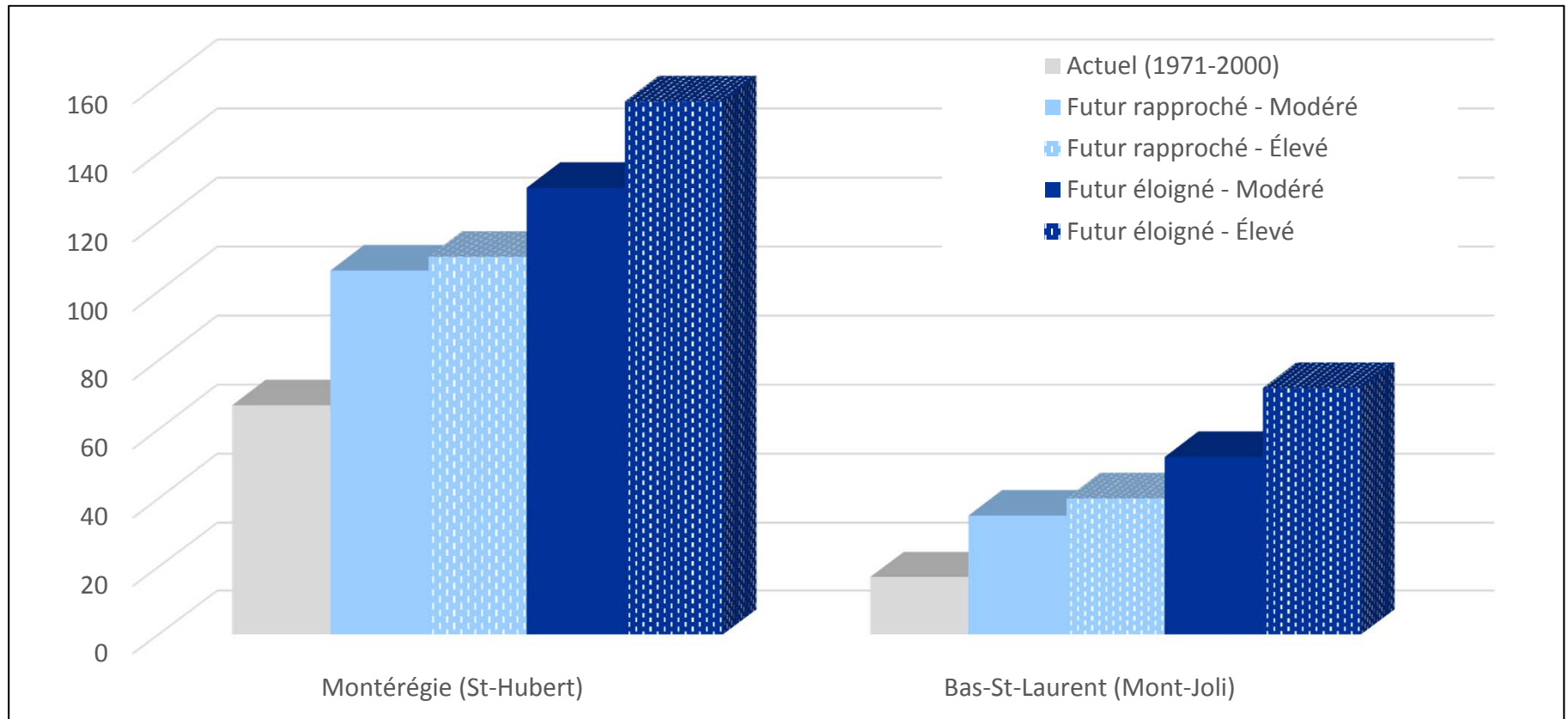
Room temp.	Relative humidity												
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
35°C	Heat stress emergency												
34°C	Heat stress emergency												
33°C	Heat stress emergency												
32°C	Heat stress emergency												
31°C	Heat stress emergency												
30°C	Heat stress emergency												
29°C	Heat stress emergency												
28°C	Heat stress danger												
27°C	Heat stress danger												
26°C	Heat stress danger												
25°C	Heat stress alert												
24°C	Heat stress alert												
23°C	Heat stress alert												
22°C	No heat stress												
21°C	No heat stress												

Poule pondeuse

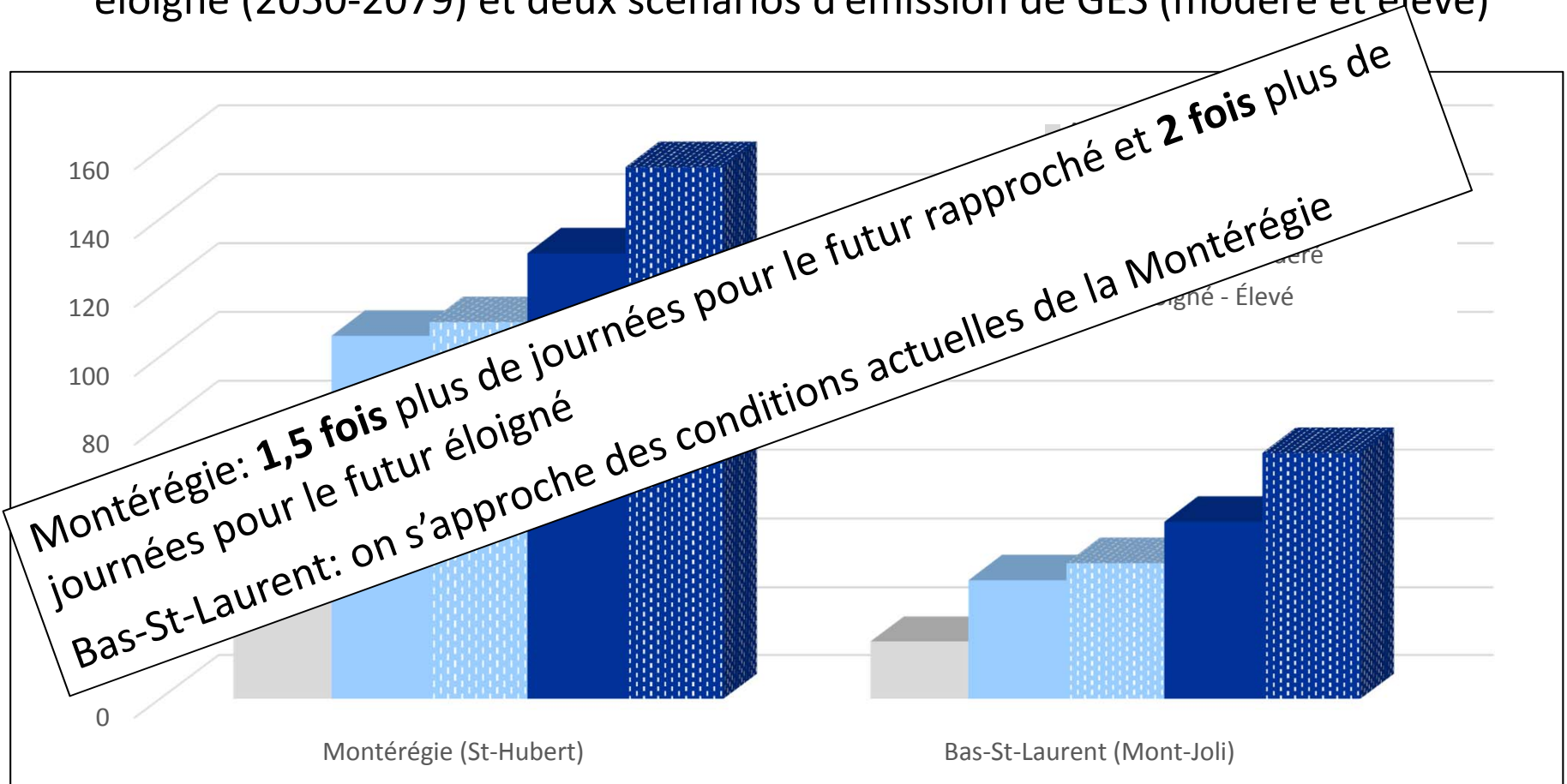
		Relative Humidity (%)																					
Temperature	°F	°C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
			68	20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	67
72	22	64	65	65	66	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
75	24	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	75
79	26	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79	79
82	28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	80	80	81	82	82	82
86	30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	85	86	86
90	32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92
93	34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	93	93
97	36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	97
100	38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	100	100

■ Bird Comfort Zone (heat index < 70): No action needed; a good time to prepare for future hot weather.
■ Alert (heat index 70-75): Begin taking heat stress reduction measures in the flock; increase ventilation rate; increase fan speed and use foggers (run foggers based on relative humidity). Monitor bird behavior for signs of heat stress; ensure drinker and ventilation systems are functioning properly.
■ Danger (heat index 76-81): Heat stress conditions exist; take immediate measures to reduce heat stress in the flock. Increase ventilation rate in open houses; run stir fans and misters. Adjust nutrient density of bird's diet to match any reduction in feed consumption. Move air over the birds at a minimum velocity of 1.8-2.0 meters/second. Periodically flush water lines with cooler water. Closely monitor flock behavior. Maximize nighttime cooling.
■ Emergency (heat index > 81): Extreme heat stress conditions exist; avoid handling birds for transfer or vaccination. Do not feed during the hottest part of the day. Decrease light intensity to reduce bird activity and body heat production.

Nombre de journées avec un THI > 68 pour les futurs rapproché (2020-2049) et éloigné (2050-2079) et deux scénarios d'émission de GES (modéré et élevé)



Nombre de journées avec un THI > 68 pour les futurs rapproché (2020-2049) et éloigné (2050-2079) et deux scénarios d'émission de GES (modéré et élevé)



Les productions animales...et plus!

- Ruminants:
 - Interactions sols-plantes-animaux
 - Il faut considérer l'ensemble des répercussions sur la ferme
 - 50 % des superficies cultivées = plantes fourragères



Plan de la présentation

1) Cultures sur les fermes en productions animales

- Stress hivernaux aux espèces fourragères pérennes
- Rendement et valeur nutritive

2) Animaux

- Stress thermique
- Performances animales

3) Ferme dans son ensemble

- Exemple de la production laitière

4) Que peut-on mettre en place?



Plan de la présentation

1) Cultures sur les fermes en productions animales

- Stress hivernaux aux espèces fourragères pérennes
- Rendement et valeur nutritive

2) Animaux

- Stress thermique
- Performances animales

3) Ferme dans son ensemble

- Exemple de la production laitière

4) Que peut-on mettre en place?



Augmentation des stress hivernaux

	1961-90	2040-69
Automne		
Endurcissement (CDD < 5°C)	86,4	68,8
Pluie (mm j ⁻¹)	2,97	2,75
Hiver		
Jours à risque (j)	12,1	27,8
Pluie (mm j ⁻¹)	0,86	0,98
Dégel (DD > 0°C d ⁻¹)	0,27	0,59



(Bélanger et al., 2002)

Augmentation des stress hivernaux

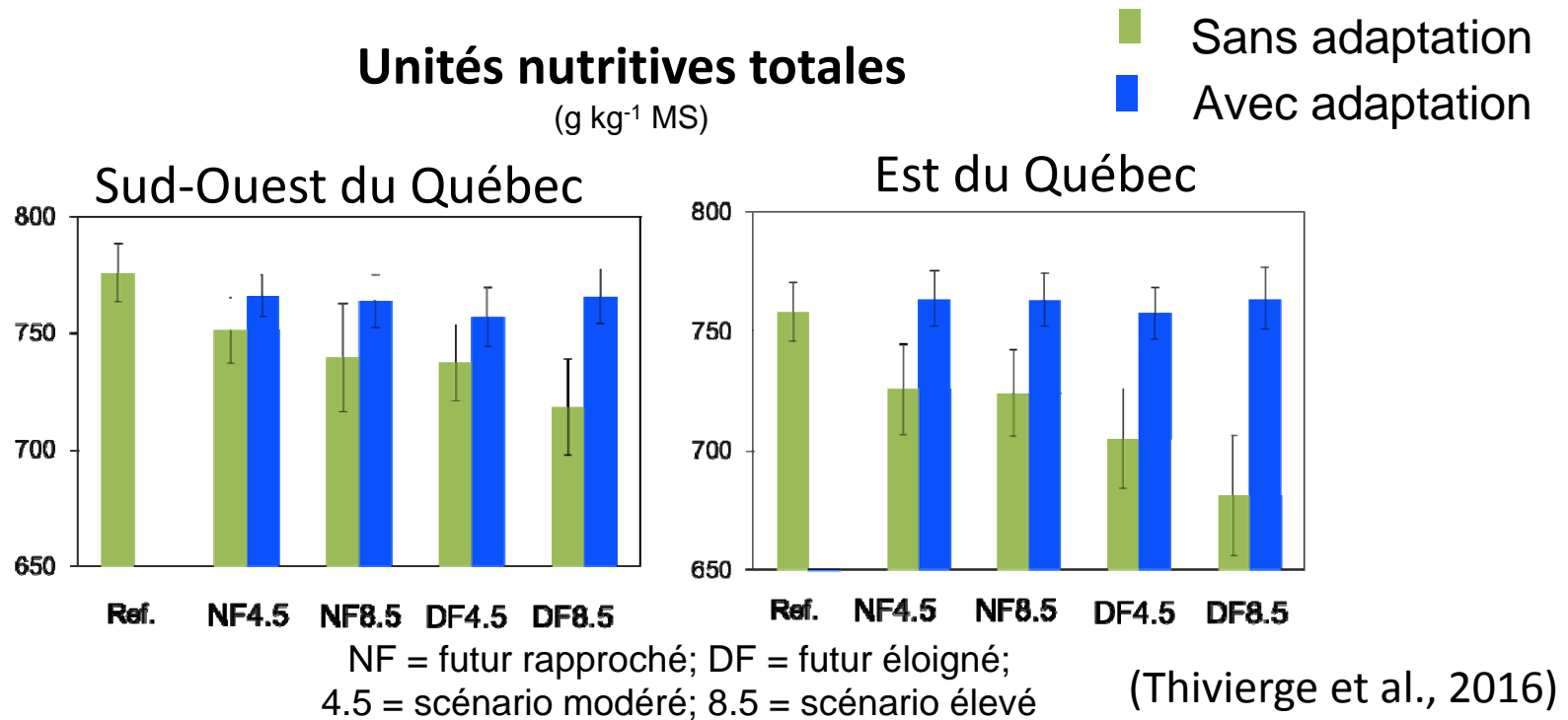
	1961-90	1991-20
Automne		
Endurcissement (CDD < 5°C)	74	68,8
Pluie (mm j ⁻¹)	2,97	2,75
Hiver		
Jours (DD > 0°C d ⁻¹)	12,1	27,8
	0,86	0,98
	0,27	0,59

Plus de risques de dommages hivernaux aux espèces sensibles à l'hiver (p. ex. luzerne)



(Bélanger et al., 2002)

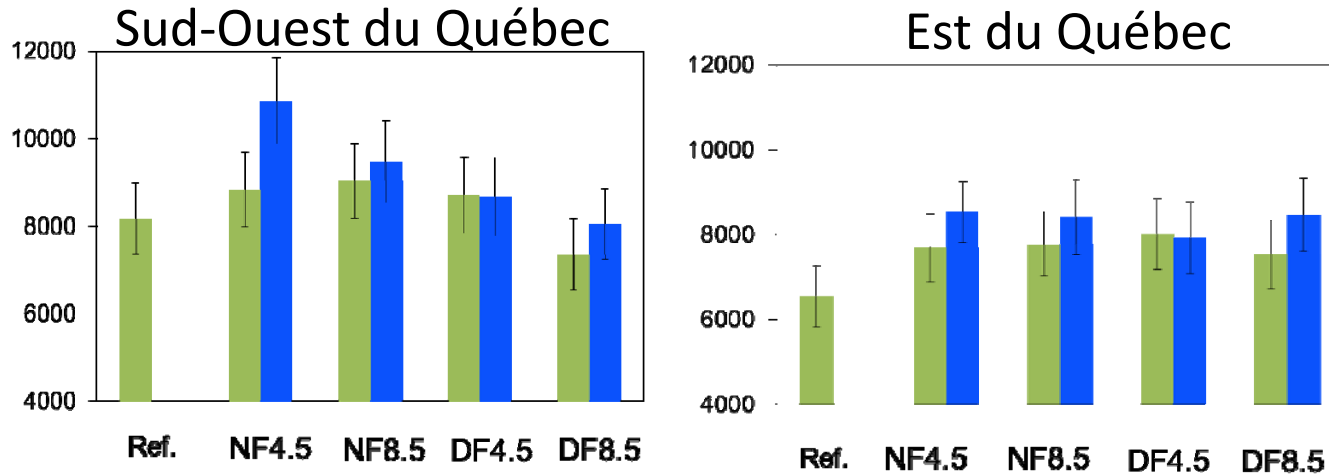
Valeur nutritive – Luzerne/Fléole des prés



Rendement – Luzerne/Fléole des prés

Rendement annuel
(kg MS ha⁻¹)

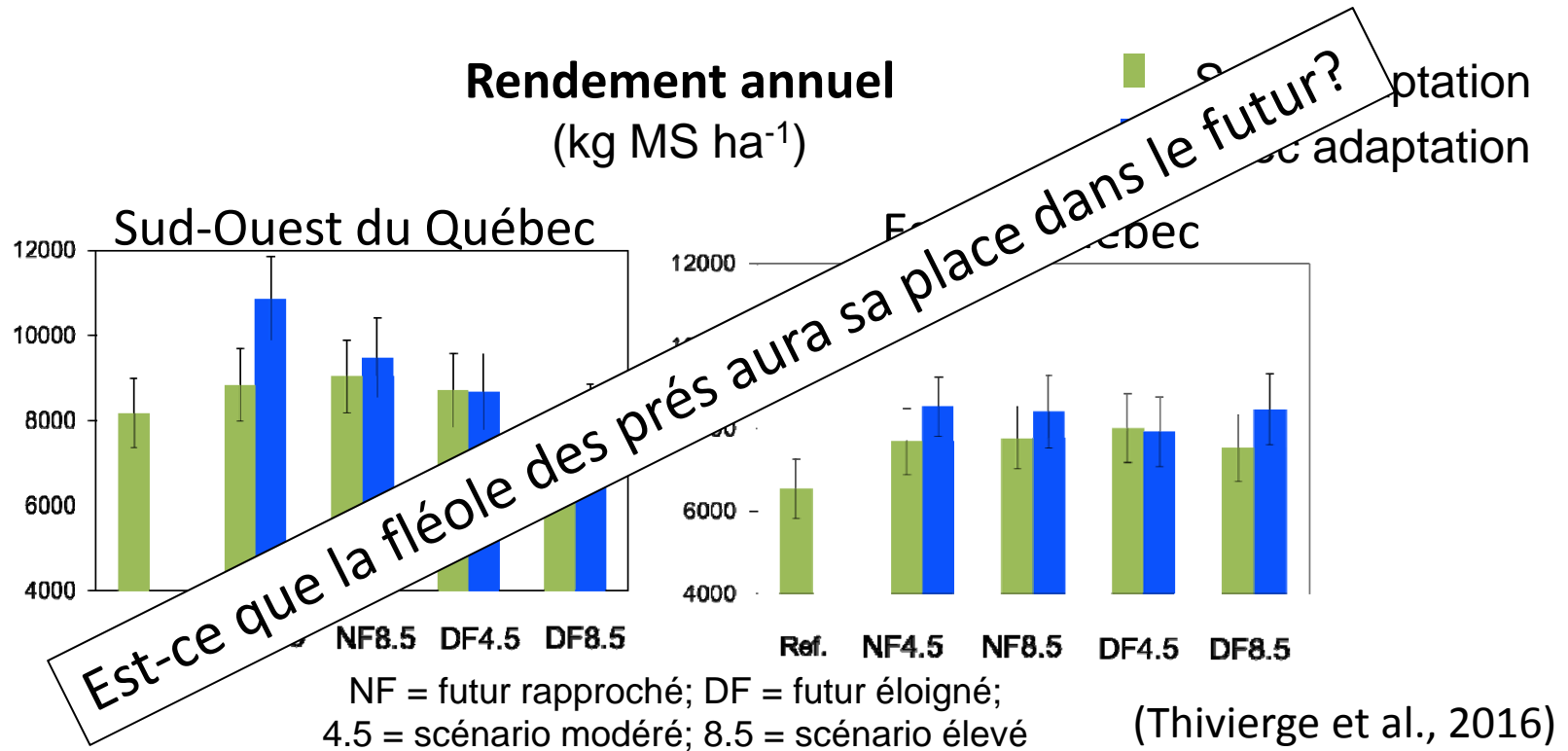
■ Sans adaptation
■ Avec adaptation



NF = futur rapproché; DF = futur éloigné;
4.5 = scénario modéré; 8.5 = scénario élevé

(Thivierge et al., 2016)

Rendement – Luzerne/Fléole des prés



Rendement – Cultures annuelles



Projection des rendements (TMS/ha) pour la période 2041-2070 pour deux scénarios d'émission de GES

Culture	Sud-Ouest du Québec			Est du Québec		
	Actuel	Scénario ↑ modérée en GES	Scénario ↑ élevée en GES	Actuel	Scénario ↑ modérée en GES	Scénario ↑ élevée en GES
Maïs grain¹	6,1	9,9	10,4	-	6,0	6,1
Soya¹	1,9	2,5	2,5	-	2,1	2,1
Céréales à paille	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
Ensilage de maïs¹	13,8	15,8	16,3	11,1	13,6	14,0

¹Les rendements pour le Est du Québec sont estimés à partir de ceux du Sud-Ouest du Québec d'aujourd'hui

(Charbonneau et al., 2013)

Adaptation – Que peut-on mettre en place?

- 1) Faire un choix réfléchi des rotations sur les fermes
- 2) S'assurer de mettre en place des pratiques permettant une meilleure survie des plantes fourragères

Gestion des coupes automnales:

Moins grand risque

1. Pas de coupe automnale
2. Tôt après un gel meurtrier (-3°C)
3. Luzerne au moins au stade début floraison + \geq 50 jours depuis la dernière coupe
4. Sans égard au stade ou au nombre de jours depuis la dernière coupe

Plus grand risque

(Bélanger et al., 2013)

Adaptation – Que peut-on mettre en place?

3) Sélection de graminées fourragères mieux adaptée au climat

Projet actuellement en cours

- Évaluer les graminées alternatives à la fléole des prés cultivée en association avec la luzerne
 - Fléole des prés/ Fétuque élevée/ Fétuque des prés/ Festulolium/ Ray-grass anglais/ Brome des prés
- Évaluer l'impact du remplacement de la fléole des prés par la fétuque élevée dans les rations de vache en lactation
- Développer une méthode de sélection et produire du germoplasme pouvant être utilisé pour développer des cultivars de fléole des prés à regain élevé
- Évaluer l'impact du choix des graminées fourragères dans les rotations sur la rentabilité des fermes dans un climat **actuel** et **futur**

Financement FRQNT-Novalait-MAPAQ et PACC 2013-2020 – Ouranos

Plan de la présentation

1) Cultures sur les fermes en productions animales

- Stress hivernaux aux espèces fourragères pérennes
- Rendement et valeur nutritive

2) Animaux

- Stress thermique
- Performances animales

3) Ferme dans son ensemble

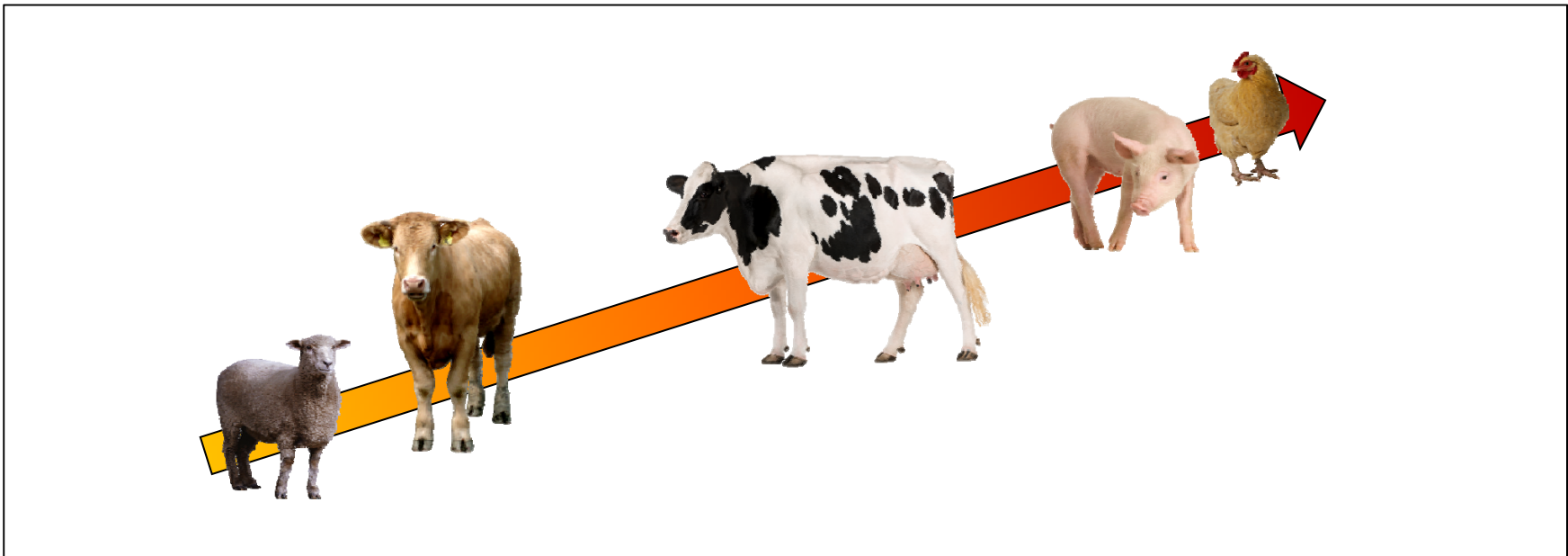
- Exemple de la production laitière

4) Que peut-on mettre en place?

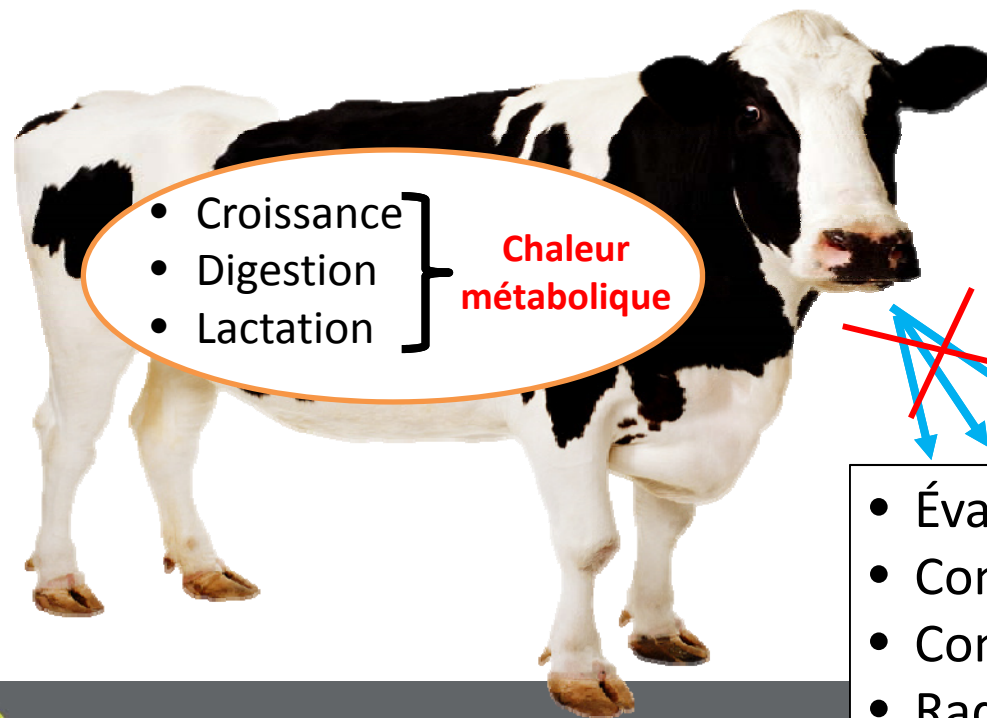


Impact de la température sur les productions animales

La susceptibilité des animaux à la température varie avec leur mécanisme d'évacuation de chaleur et l'intensification de la production

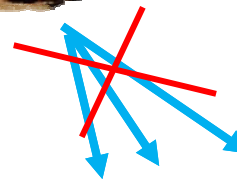


C'est quoi un stress thermique?

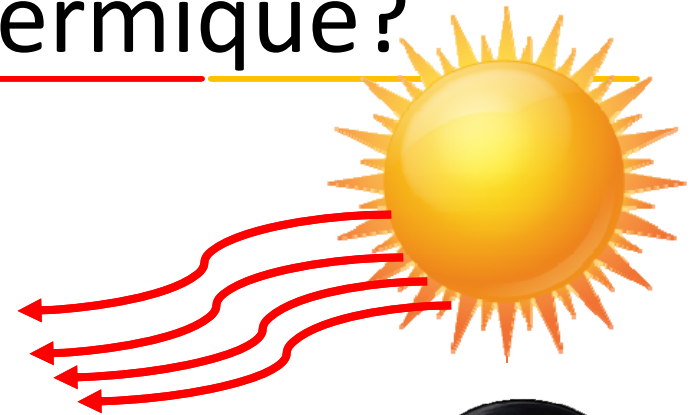


- Croissance
- Digestion
- Lactation

**Chaleur
métabolique**

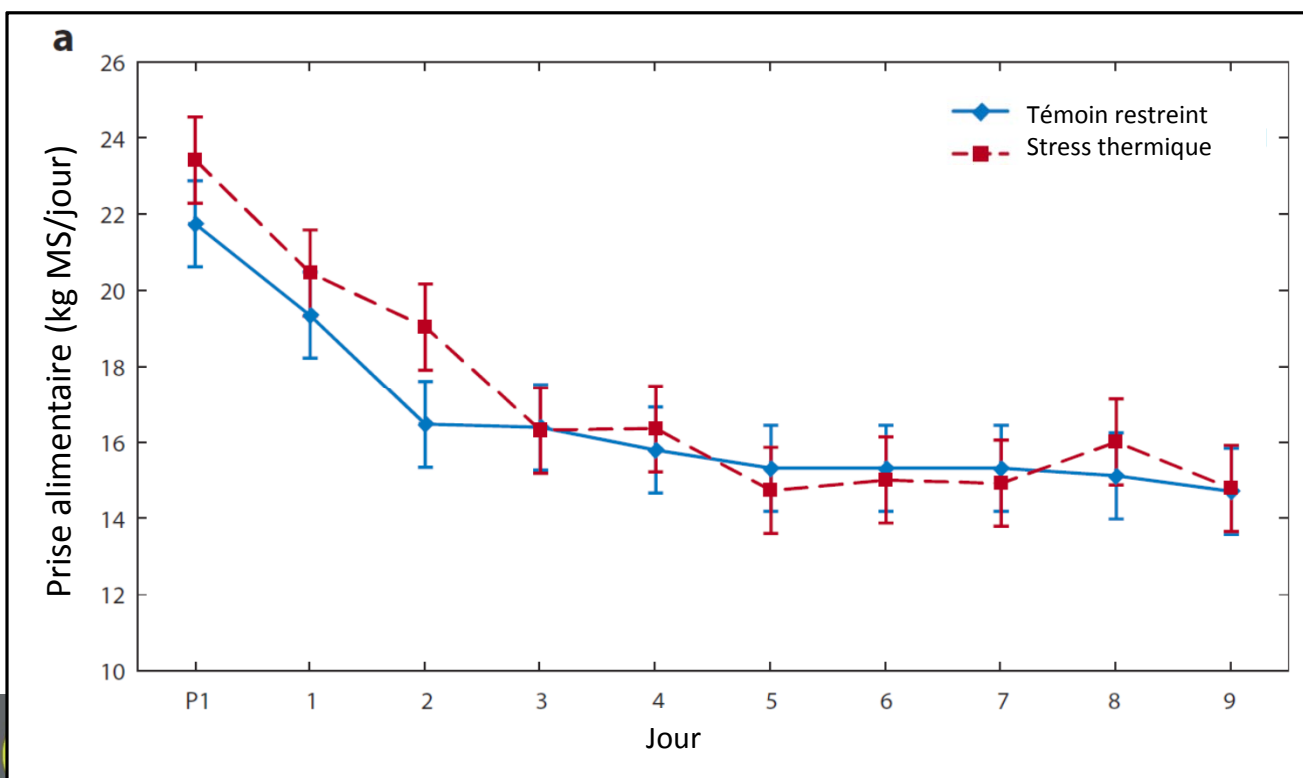


- Évaporation
- Conduction
- Convection
- Radiation



Impact du stress thermique sur les animaux

Lien entre ↓ de prise alimentaire et ↓ des performances

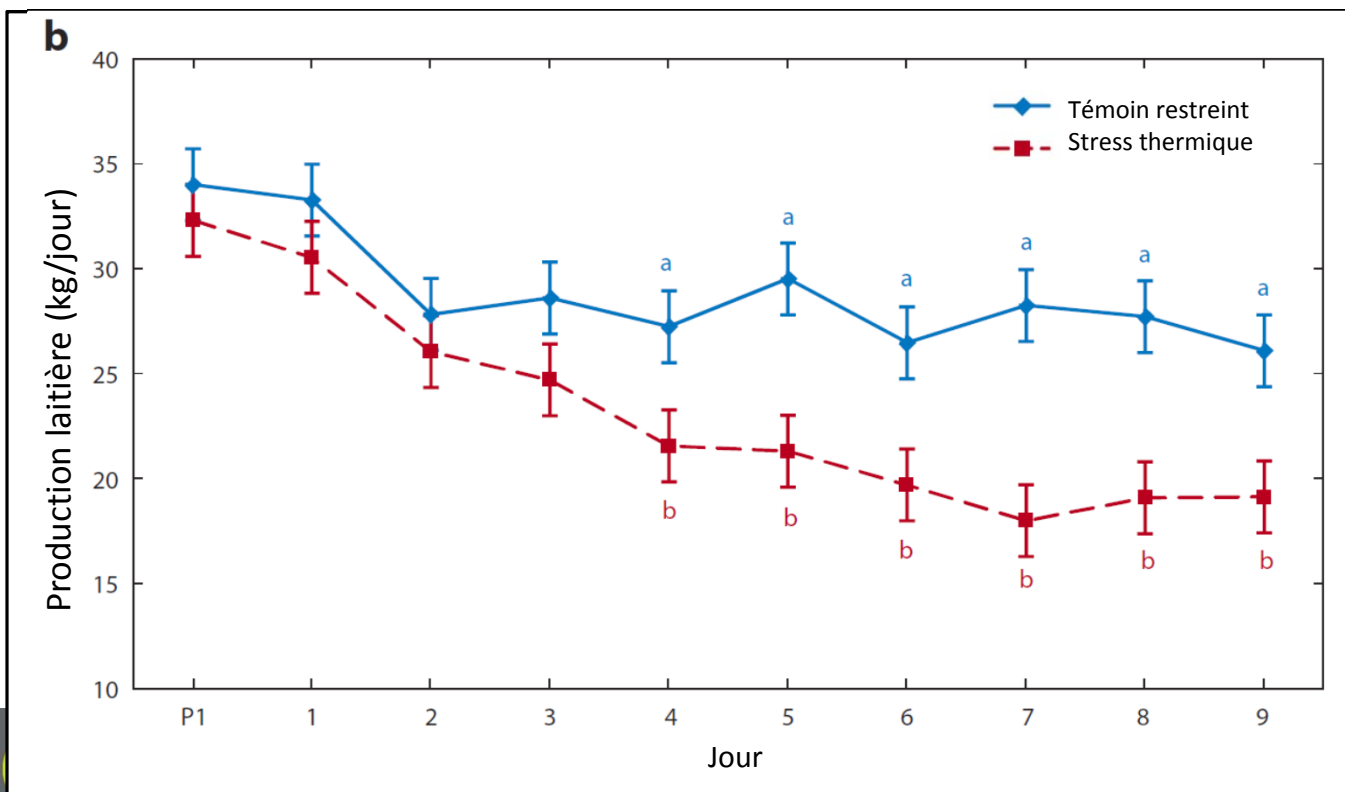


(Traduit de Baumgard et Rhoads, 2013)

2016 | 15-16 SEPTEMBRE

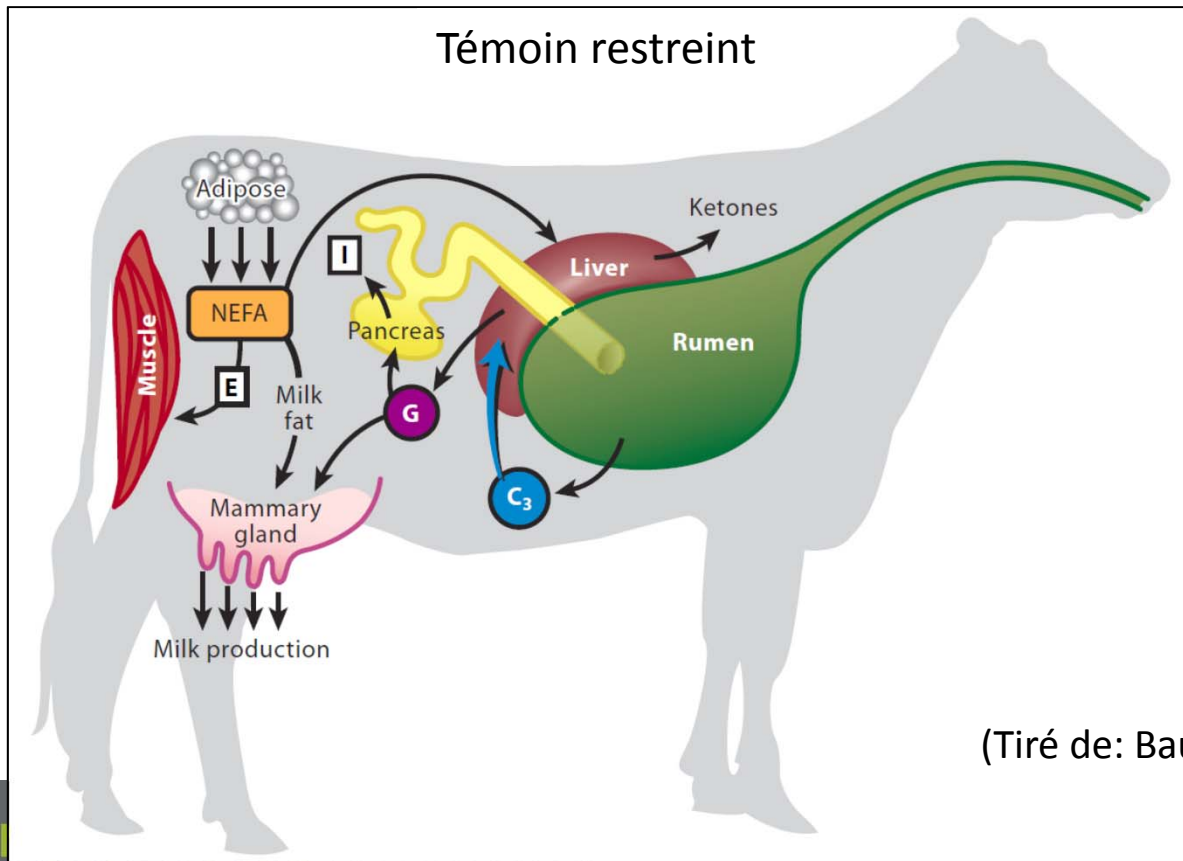
Impact du stress thermique sur les animaux

Lien entre ↓ de prise alimentaire et ↓ des performances



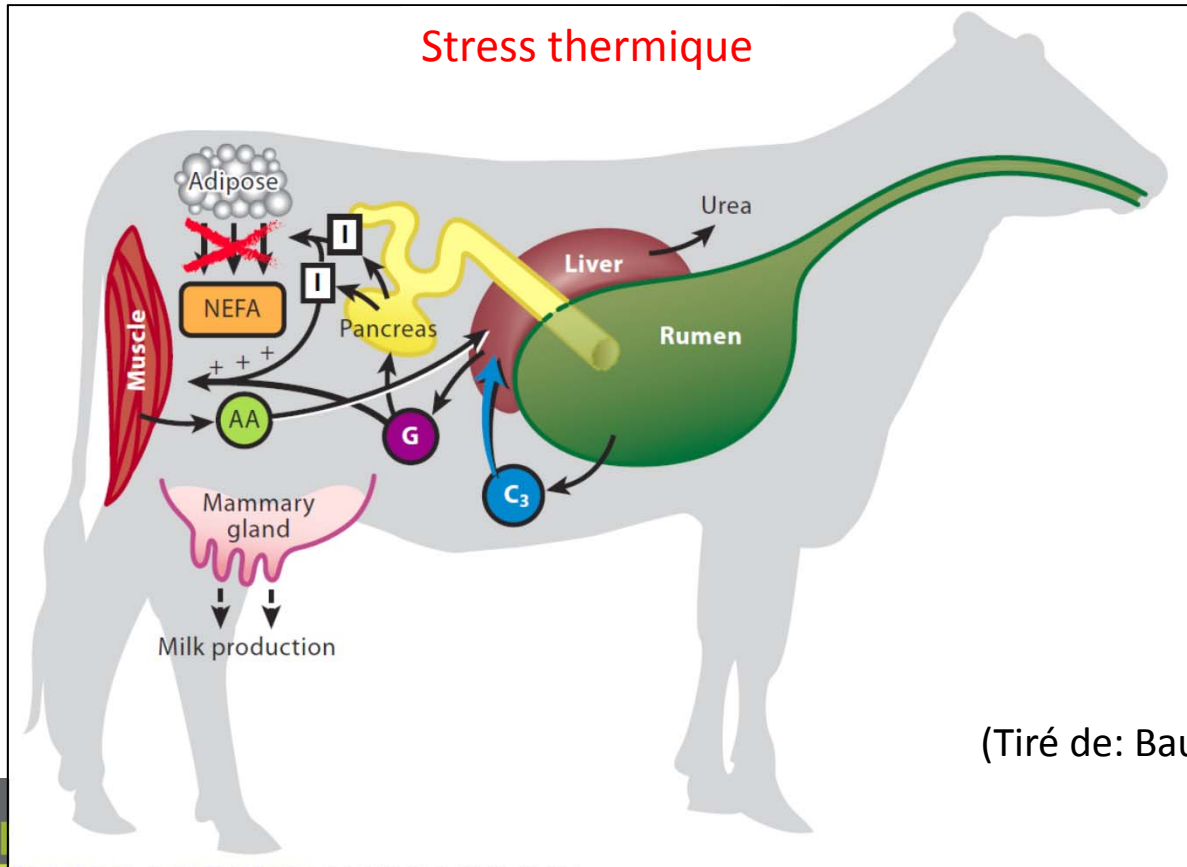
(Traduit de Baumgard et Rhoads, 2013)

Changement au métabolisme de l'animal



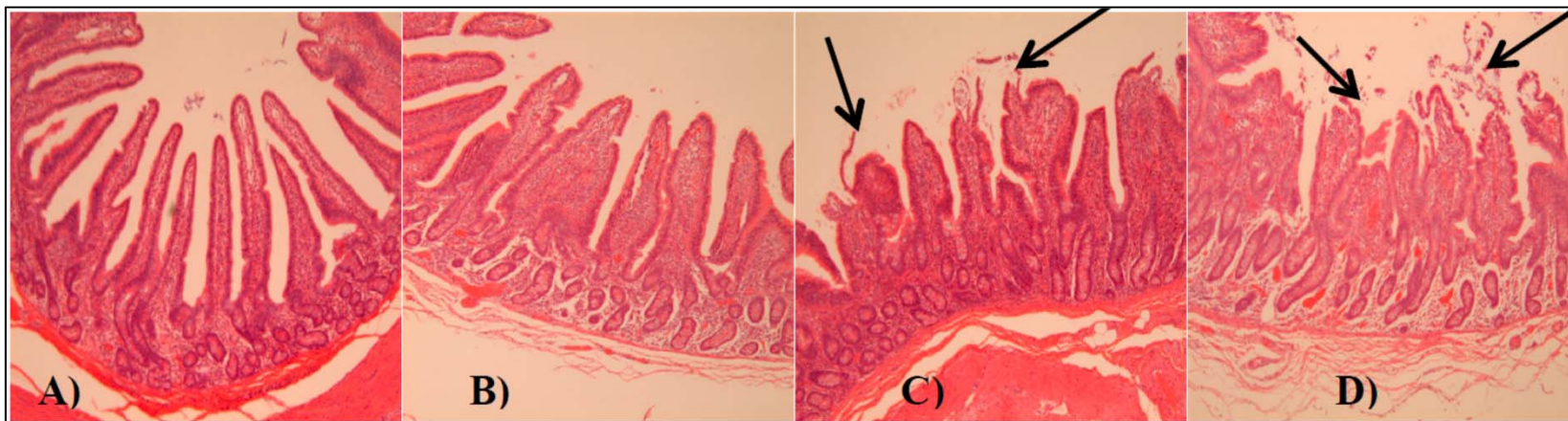
(Tiré de: Baumgard et Rhoads, 2013)

Changement au métabolisme de l'animal



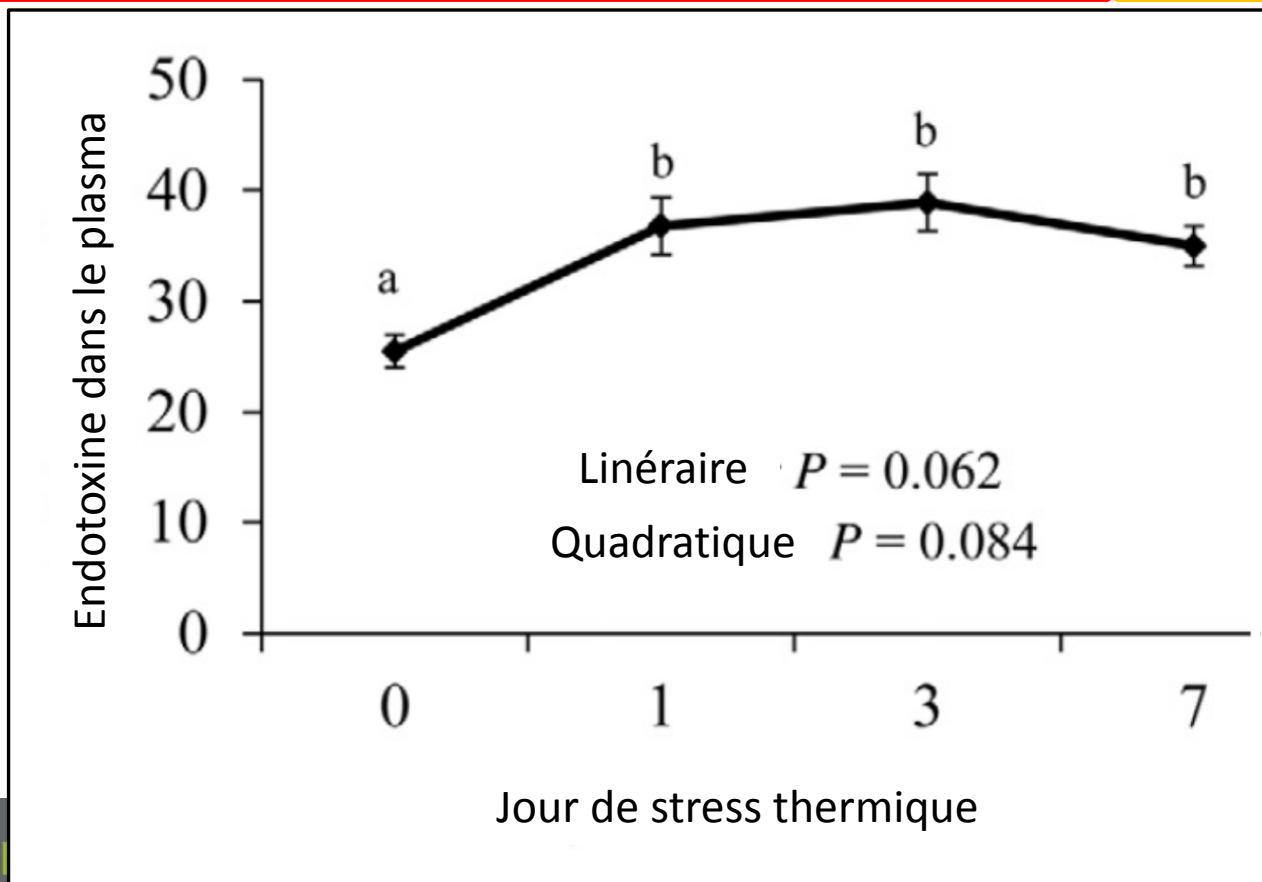
Perte d'étanchéité de l'intestin

Changement à la morphologie de l'intestin d'un porc lors d'une exposition de 6 h à un stress thermique



(Tiré de Pearce, 2014)

Perte d'étanchéité de l'intestin



(Traduit de
Pearce et al., 2013a)

Impact du stress thermique sur les performances

Vache laitière

- Perte de lait de 0,2 à 2,2 kg/jour/vache avec des THI de 68 à 73
- Varie avec le niveau de production des vaches

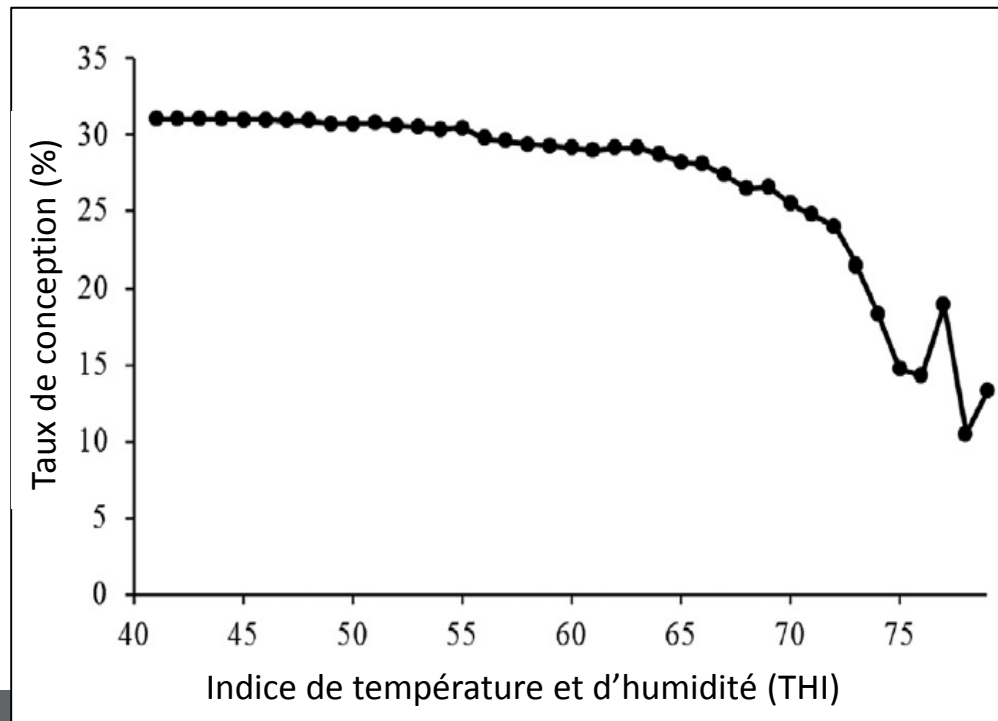
(Zimbelman et al., 2009; Moallem et al., 2010; Bernabucci et al. 2014)

- Augmentation des risques d'acidose
 - Augmentation de la respiration
 - Diminution des tampons dans la salive
 - Diminution de la rumination

(Baumgard et Rhoads, 2013)

Impact du stress thermique sur les performances

Vache laitière



(Traduit de Schüller et al., 2014)

Impact du stress thermique sur les performances

Truie

- Diminution de la consommation alimentaire
- Perte de lait: de 25 % suite à une exposition de 4 jour à 28°C

(Black et al., 1993)

- Difficulté reproductive:

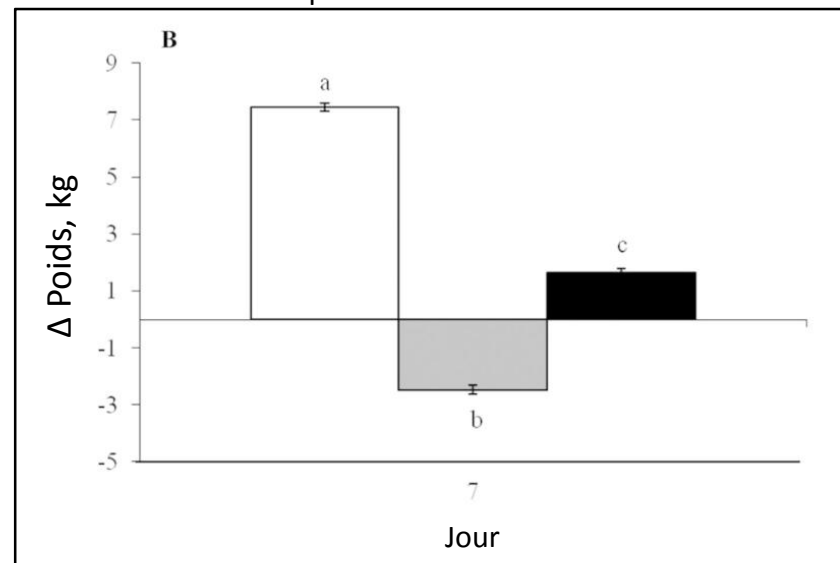
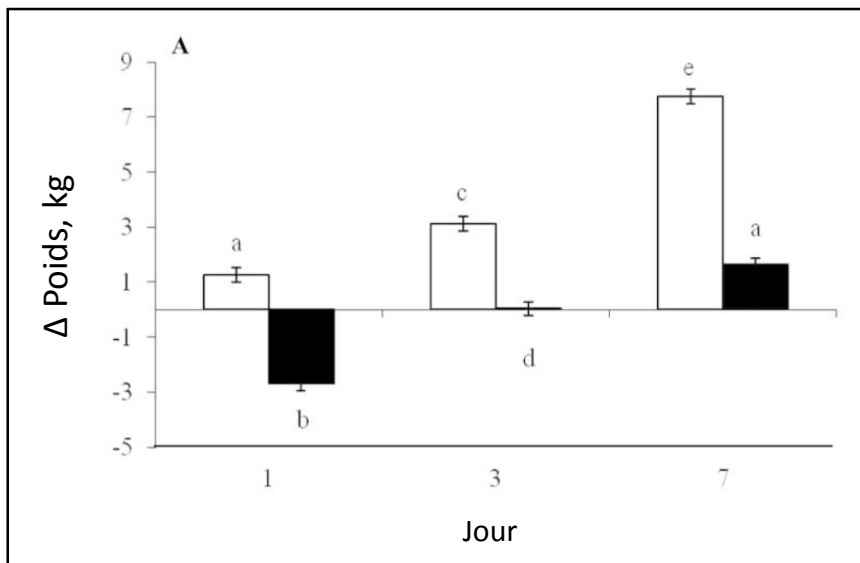
- Jusqu'à 5 semaines après un événement de stress thermique
- Mortalité embryonnaire
- Retour en chaleur plus long

(Wettmann et Bazer, 1985; Kojima et al., 1996; St-Pierre et al., 2003)

Impact du stress thermique sur les performances

Porc – Gain de poids moins rapide

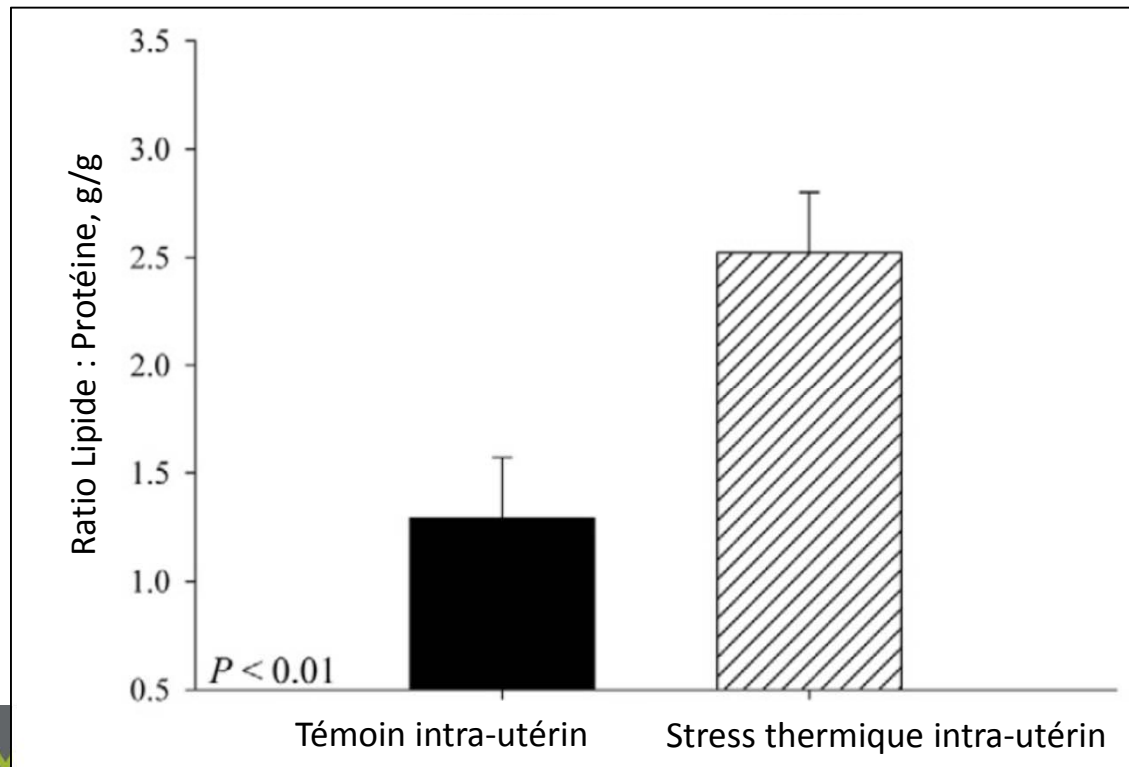
- Témoin
- Témoin restreint
- Stress thermique



(Traduit de Pearce et al., 2013b)

Impact du stress thermique sur les performances

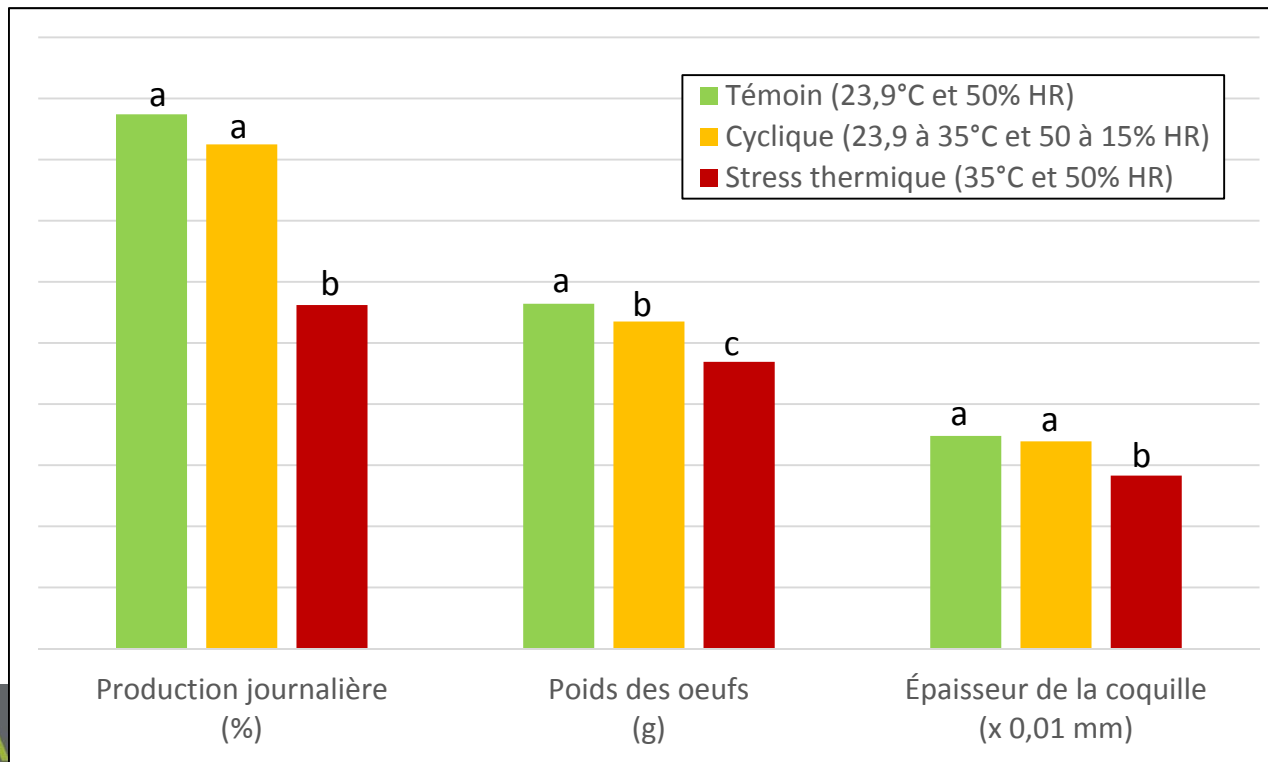
Porc – Modification des carcasses lors d'exposition pendant la gestation



(Traduit de
Johnson et al., 2015)

Impact du stress thermique sur les performances

Poule pondeuse



(Marshaly et al., 2001)

Impact du stress thermique sur les performances

- Les animaux en climats tempérés peuvent être plus affectés par un épisode de stress thermique
 - Température et THI plus variant

(Schüller et al., 2014)

- Pour un même THI les vaches en climats tempérés démontrent:
 - ↑ de la production de chaleur
 - ↑ du taux de respiration

(Robinson et al., 1986)

Impact du stress thermique sur les performances

- Les animaux en climats tempérés peuvent être plus affectés par un épisode de stress thermique
 - Température et THI plus variant

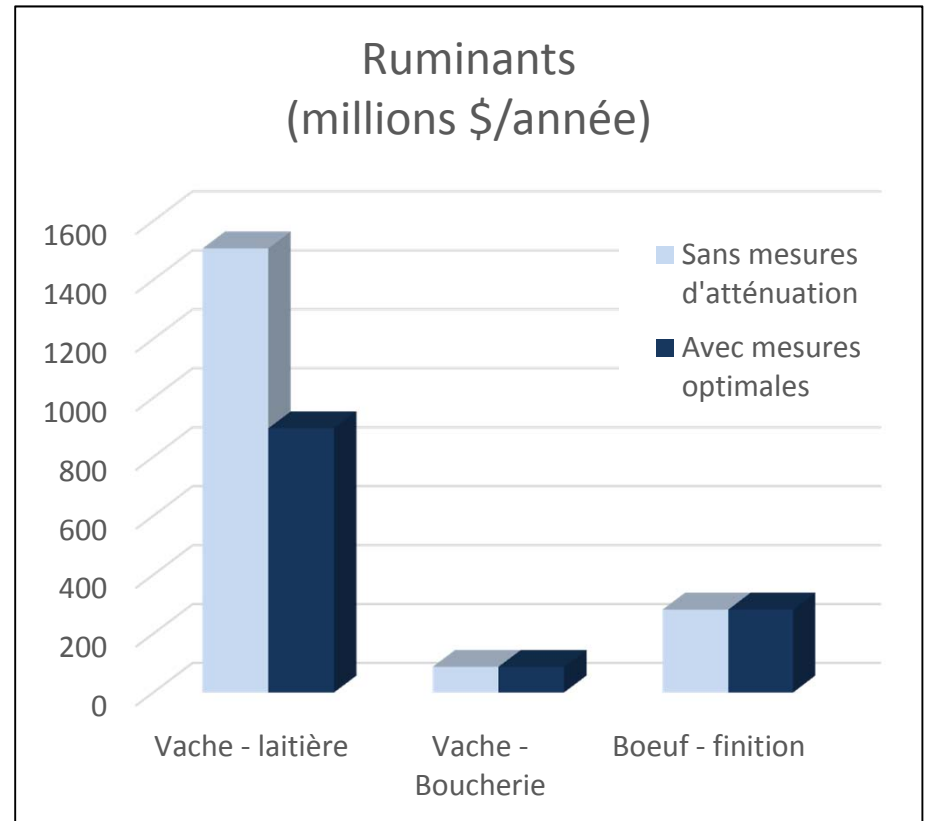
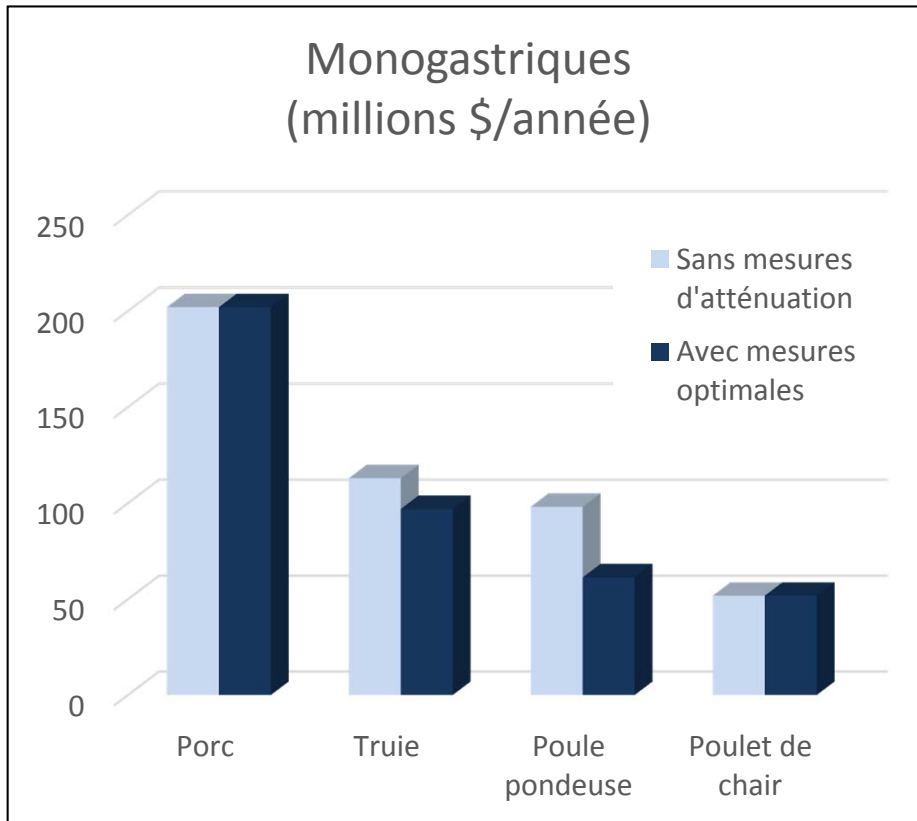
(Schüller et al., 2014)

- Pour un même THI les impacts sur les performances en climats tempérés démontrent:
 - ↑ de la production
 - ↑ de la consommation

(Robinson et al., 1986)

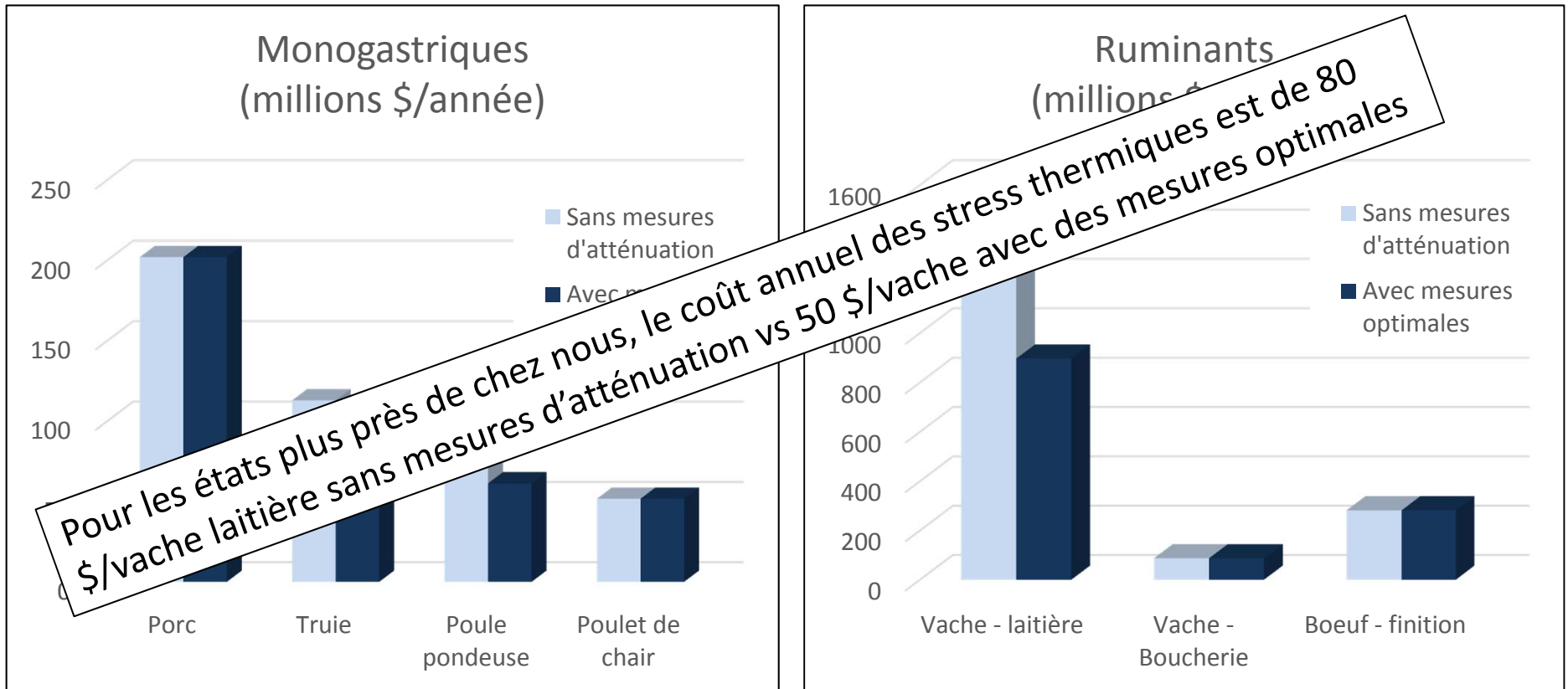
Les répercussions sont claires, doit-on agir dès maintenant?

Coût des stress thermiques en productions animales aux États-Unis avec ou sans mesures d'atténuation



(St-Pierre et al., 2003)

Coût des stress thermiques en productions animales aux États-Unis avec ou sans mesures d'atténuation



(St-Pierre et al., 2003)

Adaptation – Que peut-on mettre en place?

Trois types de stratégies identifiées:

- 1) Modifications physiques
- 2) Stratégies nutritionnelles
- 3) Sélection génétique



1) Modifications physique

Au pâturage:

- L'ombre permet de réduire de plus de 30 % la charge thermique
 - Arbre
 - Abri temporaire

(Blackshaw et Blackshaw, 1986)
- L'eau est une alliée

Atténuation – Que peut-on mettre en place?

Modifications physiques

- 1) Système favorisant la perte de chaleur par l'animal
 - Ventilateur à panier : ↑ de la production laitière et du taux de conception
 - Gros ventilateur de plafond : plus uniforme, mais vitesse du vent moindre
 - Ventilation tunnel : ↓ jusqu'à 4,9 unités de THI
 - Gicleur : région plus chaude, augmente l'humidité relative dans le bâtiment
- 2) Système favorisant la conduction
 - Choix de litière : sable et matelas d'eau reste plus frais que la sciure ou la paille
- 3) Système de rafraîchissement de l'air
 - Brumisation : efficace, mais augmente l'humidité relative dans le bâtiment
 - Air climatisé : difficile à rentabiliser

(Fournel et al. article en rédaction)

Atténuation – Que peut-on mettre en place?

Stratégies nutritionnelles

1) ↑ des besoins en potassium: 12 % pour la vache laitière

(Collier et al., 2006)

2) ↑ des besoins en énergie

– Favoriser l'utilisation de gras ou d'aliments concentrés

(Baumgard et al., 2014)

3) ↑ des besoins en eau

– Vache laitière : 1,2 à 1,5 kg par °C

– Favoriser l'eau froide

(Collier et al., 2006)

Adaptation – Que peut-on mettre en place?

Projet actuellement en cours:

- Évaluer l'augmentation des risques de stress thermiques et leurs effets sur les performances des vaches laitières au Québec dans un contexte de changements climatiques;
- Identifier les principales mesures d'adaptation aux changements climatiques
- Évaluer l'impact potentiel de l'évolution future des performances des vaches laitières en lien avec les stress thermiques avec ou sans la mise en place de mesures d'atténuation sur les résultats technico-économiques et agroenvironnementaux (bilan N et P, production de GES) des fermes laitières québécoises.

Financement PACC 2013-2020 – Ouranos

Plan de la présentation

1) Cultures sur les fermes en productions animales

- Stress hivernaux aux espèces fourragères pérennes
- Rendement et valeur nutritive

2) Animaux

- Stress thermique
- Performances animales

3) Ferme dans son ensemble

- Exemple de la production laitière

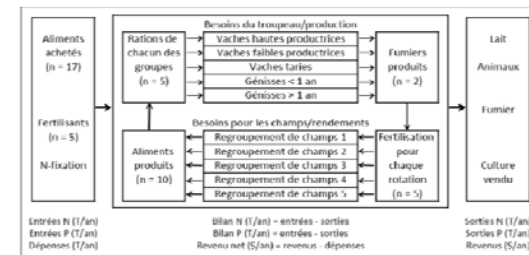
4) Que peut-on mettre en place?



Impact sur la ferme dans son ensemble

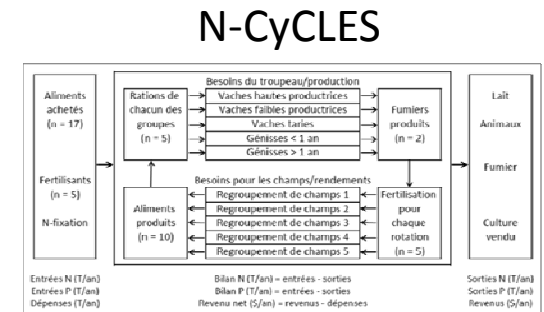
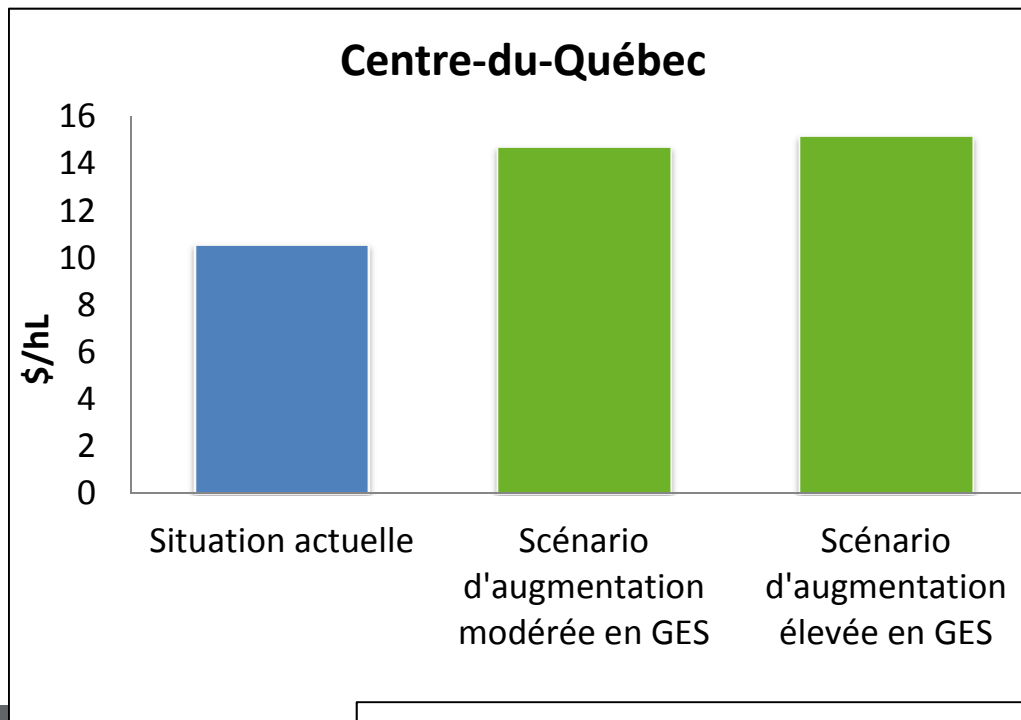
- Optimisation des rotations pour maximiser le bénéfice net
- Prise en compte de toutes les cultures
- Fourrages
 - Augmentation de rendement
 - Légère diminution de la valeur nutritive
 - Moins bonne persistance de la luzerne
- Deux régions du Québec

N-CYCLES



(Charbonneau et al., 2013)

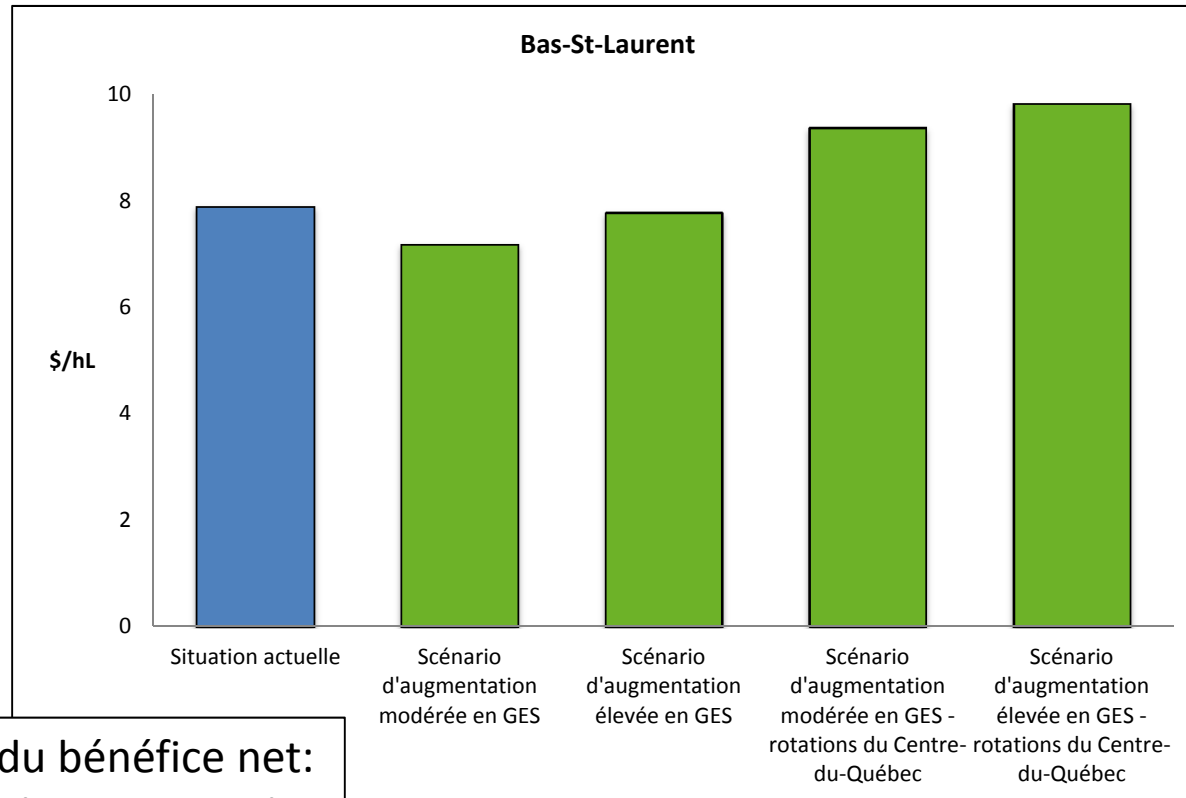
Impact sur la ferme dans son ensemble – bénéfice net



(Charbonneau et al., 2013)

Augmentation du bénéfice: vente de maïs et soya

Impact sur la ferme dans son ensemble – bénéfice net



Augmentation du bénéfice net:
possibilité de cultiver et vendre
du maïs et du soya

(Charbonneau et al., 2013)

Impact sur la ferme dans son ensemble – Environnement

- Une augmentation importante des émissions d'ammoniac liées à l'entreposage et à l'application au champ des engrais organiques
- Une augmentation importante des émissions de méthane liées à l'entreposage des engrais organiques
- De légères diminutions des émissions provenant des animaux (fermentation entérique), de la combustion de carburant fossile et de la production d'aliments pour le bétail
- Une augmentation des empreinte C et N pour la ferme du Sud-Ouest, principalement due à l'augmentation des émissions venant des engrais organiques
- Des empreintes C et N qui varient peu pour la ferme de l'Est, avec un équilibre entre les émissions en hausse et celles en baisse

Globalement, l'empreinte N pourrait augmenter (+16%) davantage que l'empreinte C (+9%). Une bonne gestion de l'azote sera primordiale.

(Thivierge et al., article soumis)

Adaptation – Que peut-on mettre en place?

1) Intégrer les connaissances sur chacun des aspects d'une ferme de manière à prendre des décisions considérant la ferme comme une seule unité de décision

Projet actuellement en cours:

- Évaluer l'intérêt de la mise en commun de mesures d'adaptation aux changements climatiques sur les résultats technico-économiques et agroenvironnementaux (bilan N et P, production de GES) des fermes laitières québécoises

Financement PACC 2013-2020 – Ouranos

Conclusions

- Les changements climatiques auront un impact réel sur les fermes en productions animales au Québec
 - Modifications aux plantes fourragères pérennes
 - Nouvelles opportunités pour les cultures annuelles
 - Augmentation des risques de stress thermique
 - Modifications des répercussions environnementales

Conclusions

- Des mesures pourront être prises pour profiter des nouvelles opportunités et réduire les risques
 - Choix des plantes fourragères et gestion des coupes
 - Modification des rotations
 - Pensez aujourd'hui aux risques de demain lors de nouvelles constructions
 - Ajouter de l'ombre aux pâturages
 - Ajuster les rations des animaux

Toujours bénéfique de considérer la ferme comme une seule unité de décision!

Mes collaborateurs

Université Laval:

- Véronique Ouellet, M. Sc.
- Sébastien Fournel, ing., Ph. D.
- Frédéric Guay, agr., Ph. D.



MERCI!

Agriculture et Agroalimentaire Canada:

- Gilles Bélanger, D. Sc.
- Guillaume Jégo, D. Sc.
- Marie-Noëlle Thivierge, agr., Ph. D.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada