



L'adaptation des bovins laitiers au changement climatique

Elise Vanbergue

eBEST- 09 SEPT. 2024

Objectif :

Phénotyper l'adaptation des VL et des génisses laitières au stress thermique (impact direct + impact transgénérationnel)

Enjeux :

- Créer de la référence pour mieux évaluer les impacts du stress thermique, modéliser, et outiller le conseiller en élevage**
- Phénotyper au mieux pour la sélection génétique sur la thermotolérance**

Méthode :

- Expérimentation**
- Analyse de BDD météo et zootechniques (BDNZ)**

Projets	Espèces	Obj	Méthode	Avancée du projet
Rumigen (H2020)	VL (Ho) / Génisse (Ho)	-Impact du ST sur physio VL en fin de lactation/gestation Impact intergénérationnel du ST (volet épigénétique)	Expé FE (Trino)	Fin Données à analyser.
Rumigen (H2020) Caicalor (ApiGène)	VL (Ho, Mt, N)	-Impact du ST sur PL, MG, MP, IA -Impact intergénérationnel du ST	BDD	Fin
Fermadapt	VL (Ho)	Impact du ST sur prod/physio en début de lactation	Expé FE (Derval – Trino)	Phase expé
Fermadapt	Génisses (Ho)	Impact du ST sur prod/physio	Expé FE (Trino)	Phase expé
Life Adapt'	VL (Ho)	Impact ST sur PL, repro, santé, comportement	Expé en fermes commerciales (15-20)	Dépôt Sept. 2024

Impact du stress thermique sur les vaches laitières

Rumigen/Caicalor, volet BDD, travail Aurélie Vinet (INRAE)

Les performances de production laitière et de reproduction des vaches laitières sont dégradées en cas de stress thermique

VALLEE R., VINET A., AGUERRE S., PROMP J., CUBAYANO B.C.D., MATTALIA S.,
BOICHARD D.



INRAE



Description des données analysées

Analyses des performances

- **production** (Contrôle Laitier) : quantité de lait, quantités et taux de matières grasses et protéiques, score de cellules somatiques (comptage cellulaire), en 1^{ère} et 2^{ème} lactation
- **reproduction** (BDNI) : taux de réussite à la première IA, en 1^{ère} lactation

des 3 grandes races laitières françaises (Holstein, Montbéliarde, Normande)

au regard des données météorologiques

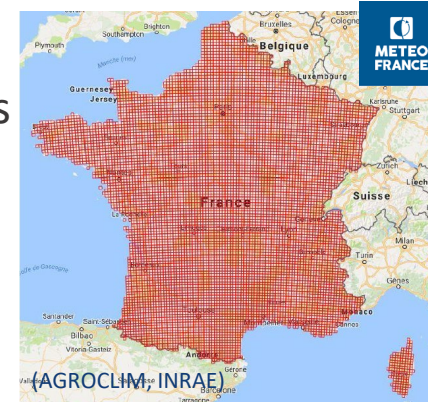
Base **SAFRAN** (Météo France) : grille régulière de 8 km, avec données journalières (notamment température et humidité relative)

➤ calcul de l'index température – humidité (THI) moyen sur une période

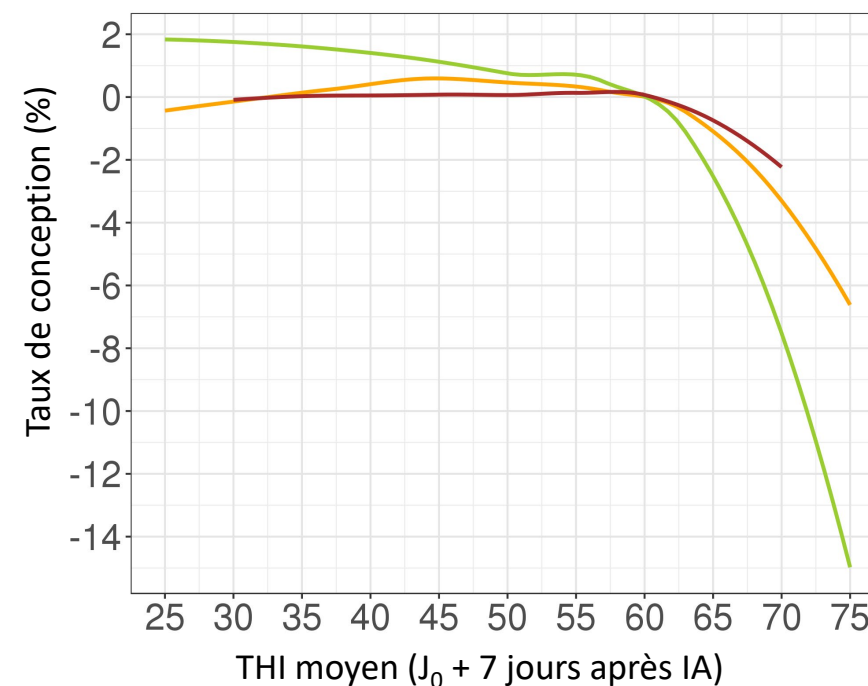
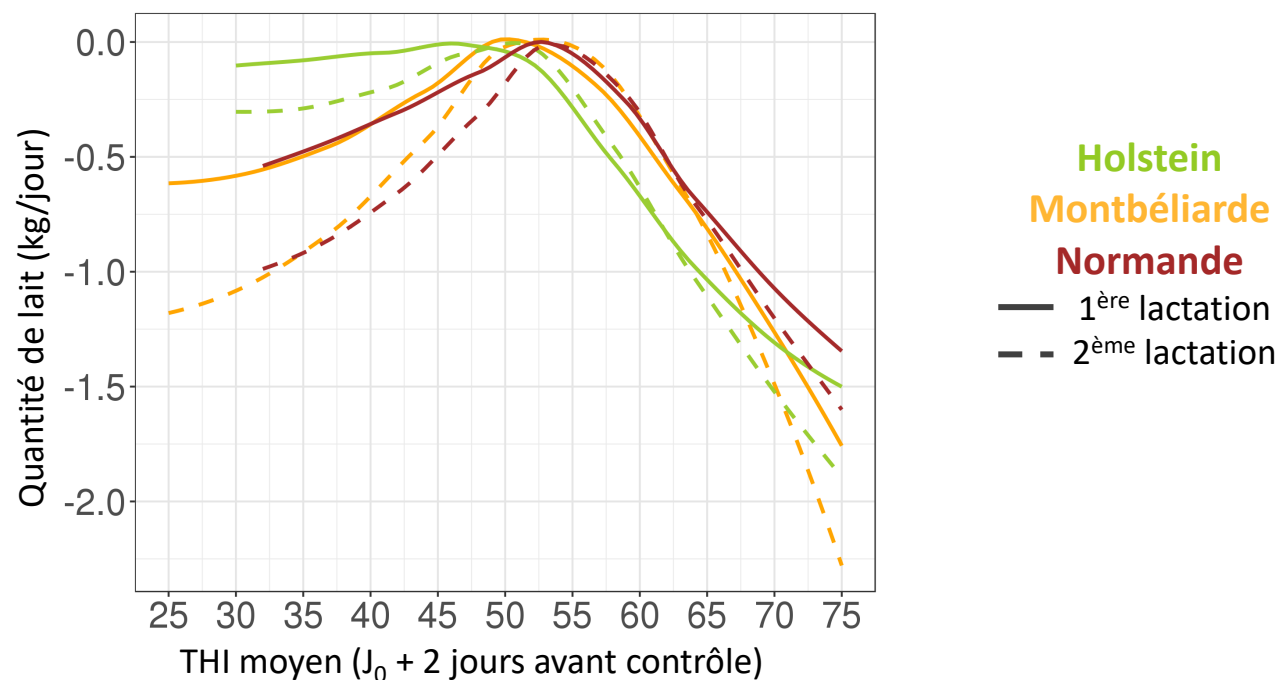
$$THI = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26)$$

avec T = température moyenne et RH = humidité relative moyenne

sur la période 2010 - 2020

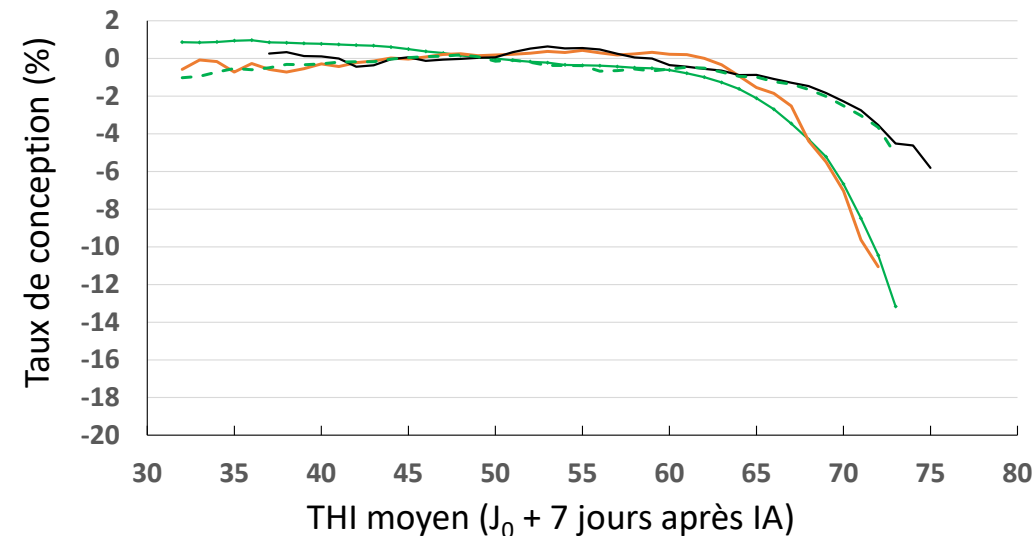
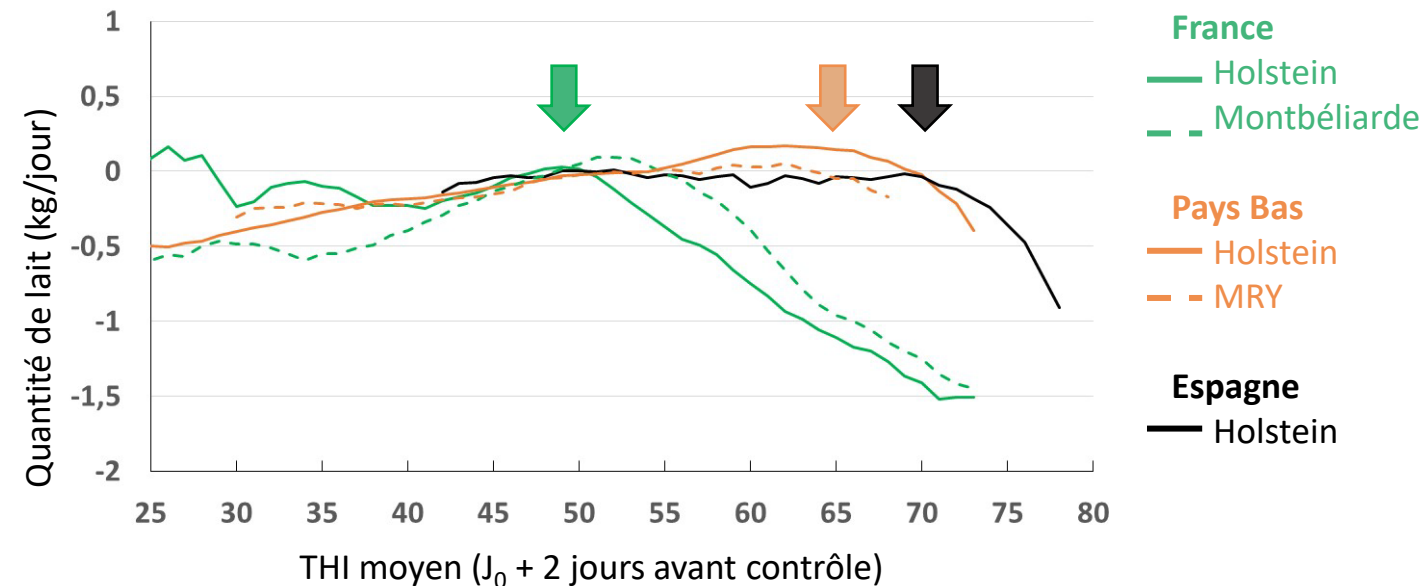


Effet moyen du climat (THI) sur les performances de production (à gauche) et de reproduction (à droite) des vaches laitières françaises



- Production maximale à des THI de 45 – 55 (suivant caractère et race)
- Même optimum en 1^{ère} et 2^{ème} lactation
- En cas de stress thermique modéré (THI 70), en moyenne **1 à 1,5 kg de lait/jour non produit**
- Baisse de 5 à 14% des performances entre l'optimum et un THI > 70
- Dégradation des performances à partir d'un THI = 60
- En cas de stress thermique modéré (THI 70), baisse du taux de conception d'en moyenne **2 à 8 points** (suivant la race)

A l'international, des tendances similaires (pour la race Holstein) avec des spécificités pour les élevages français



Plus de différences entre pays qu'entre races : température seuil plus basse en France qu'à l'étranger/dans la littérature

- Dégradation des performances à partir de THI plus proches que pour la production (~ 60)
- **Plus de différences entre races qu'entre pays :** baisses plus importantes pour les Holstein françaises et néerlandaises que pour la Holstein espagnole

➤ Hypothèse : Acclimatation en Espagne ?

Pistes d'explication des spécificités supposées des élevages français

- **Systèmes d'élevage contrastés**

- Pays Bas : gros élevages, 2/3 en robots de traite
- Espagne : bâtiments ouverts, vachent qui ne sortent pas
- France : plus d'exposition au stress de chaleur ? (pâturage, bâtiments vieillissants)

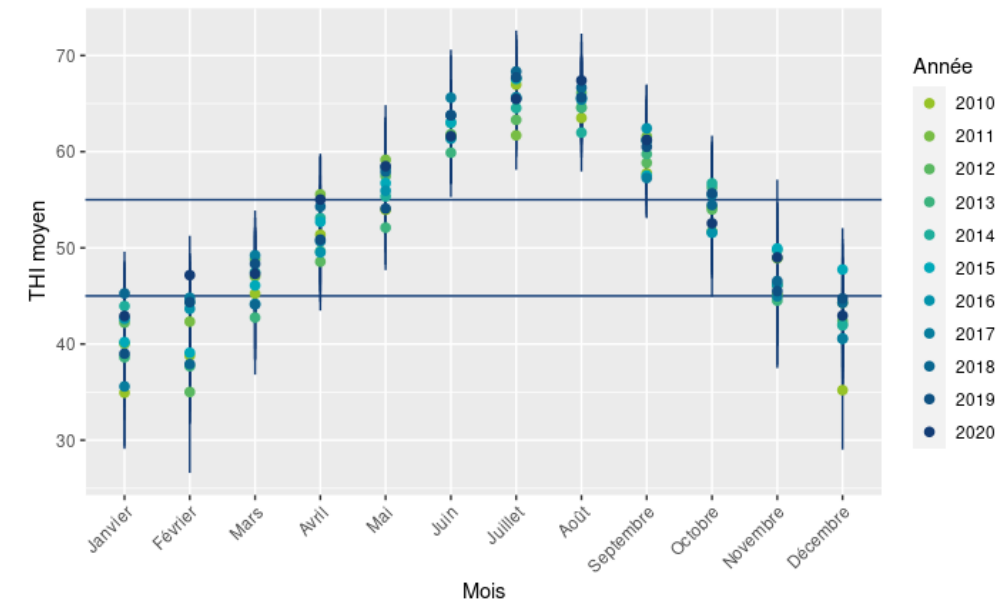
- **Une part de l'effet d'autres facteurs de variation attribuée au THI**

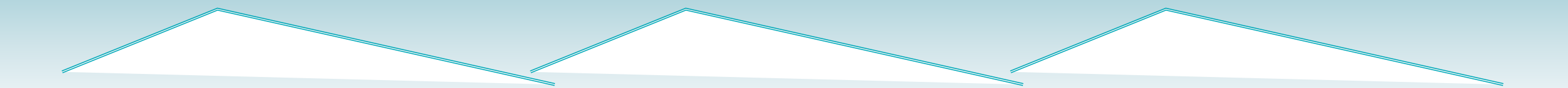
Performance = effets d'environnement identifiés
+ valeur génétique de l'animal
+ *résidu inexpliqué*

Production = (troupeau x année) + âge au vêlage + stade de lactation + stade de gestation + saison de vêlage + **THI**
+ animal
+ *résiduelle*

Les plages de THI 45 – 55 coïncident avec des périodes de **transition alimentaire** en France, dont une partie de l'effet sur la production pourrait être captée par le THI

➤ Importance de disposer de **descripteurs de l' "environnement"**
équipement bâtiment, pâturage, rations...





A retenir

- Les performances de production et de reproduction des vaches laitières sont **dégradées en cas de stress thermique** (THI > 70)
- L'effet du THI sur les performances est néanmoins difficilement dissociable d'autres effets (conduite alimentaire, bâtiment...) et peut donc être sur-estimé

Impact intergénérationnel du stress thermique sur les vaches laitières

Rumigen/Caicalor, volet BDD, travail IDELE



TOWARDS IMPROVEMENT OF **RUMINANT** BREEDING
THROUGH **GENOMIC** AND EPIGENOMIC APPROACHES

T3.3 - Impacts of heat stress *in utero* on cows' milk production



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101000226



- **Performances**

Holstein and Montbéliarde females born from 2010 to 2020

305 d MY

Selection of regions with loaland dairy areas (North, Normandy, Brittany, Pays de Loire, Poitou Charente and Lorraine)

- **Wheather data**

Heat stress indicator : Number of days with average THI values > 65

Calculated by trimester of gestation

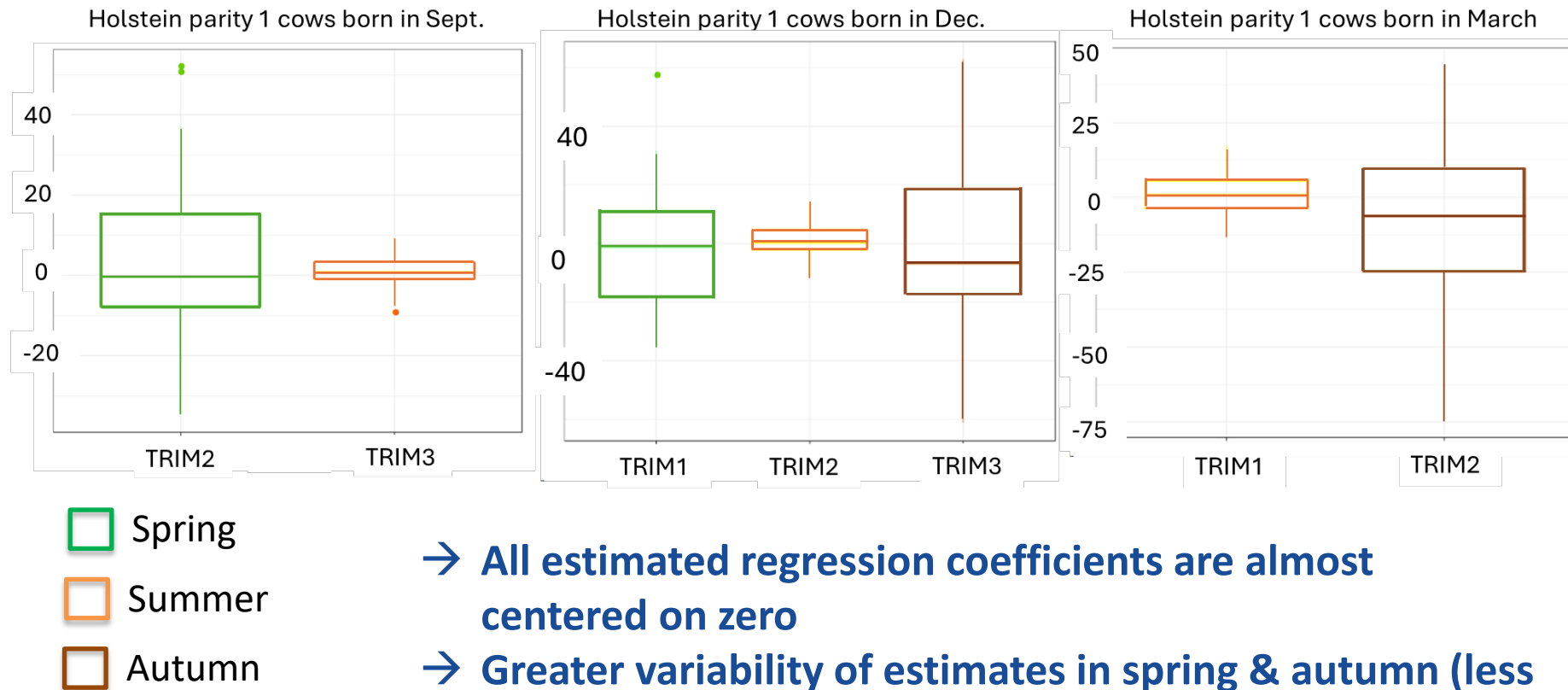
- 40 random samples of 1000 herds each
- 2-step approach applied per breed and per parity:
 1. Estimate the effects of environment common to all cows (whatever their period of birth):
$$MY305 = \mu + b1 \text{ EBV_dam} + b2 \text{ EBV_bulls} + \text{Age_Calving} + \text{Month_Calving} + \text{Region} + \text{Herd x year} + e(Y)$$

e(Y) represents the performance of a given cow, corrected for the environmental effects common to all cows, and for their genetic value
 2. Separate cows according to their birth month, then estimate the effect of heat stress for each trimester of gestation within each subsample:
$$e(Y) = c1 \text{NB_THI} \geq 65_T1 + c2 \text{NB_THI} \geq 65_T2 + c3 \text{NB_THI} \geq 65_T3 + \omega$$
 - Distribution of the value of the 40 coefficients of the 3 THI variables
 - These estimates are studied for 3 particular months (March, Sept., Dec.):
 - Sept: females conceived in Jan., Summer in T3
 - Dec: females conceived in March, Summer in T2
 - March: females conceived in June, Summer in T1

Results (Parity 1)

Estimated regression coefficients of the impact of heat stress in utero on the performances of daughters

(Heat stress measured by nb days > 65 during each trimester of gestation)



- All estimated regression coefficients are almost centered on zero
- Greater variability of estimates in spring & autumn (less occurrences of heat stress periods)

- **Estimated effects of maternal HS during gestation on the performances of their progeny were neglectible**
 - 2 Hypotesis:
 - No intergenerational effects of HS in the cases of oceanic climates
 - Inconclusive analysis because of confounding factors in large scale data base
- **Run the 2 step model**
 - for Holstein cows FY305 and PY305 (finalement non)
 - for Montbeliarde cows MY305, FY305 and PY305 (finalement non)
- **Reproduction : Aurélie Vinet's work will be used in the deliverable**
- **CCS : pas d'engagement mais Aurélie a travaillé sur ce point**

Impact d'un stress thermique aigu sur la physiologie des vaches laitières

Rumigen, volet expérimental

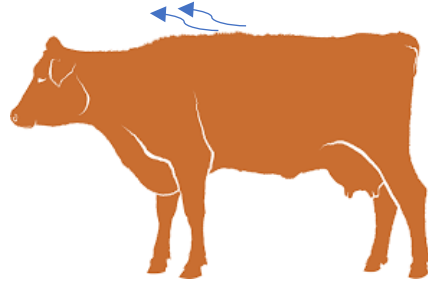


Description of the impacts of acute heat stress on dairy cows

Elise Vanbergue, Laure Brun-Lafleur, Michel Prezelin, Benoit Vaillant,
Valérie David, Mickael Brochard

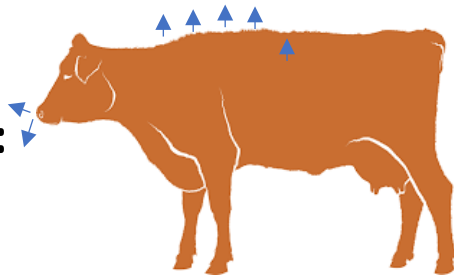
Cows' adaptation to acute Heat Stress (aHS)

Convection :



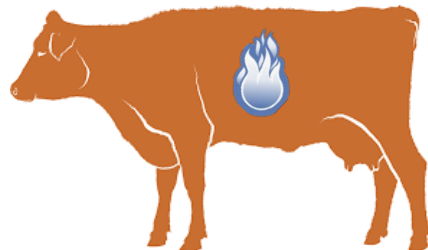
- Increased cardiac rhythm
- Increased blood flow to extremities
- Increased standing time (at the expense of rest time)

Evaporation :



- Sweating (75 %)
- Panting (25%)
- Increased water intake

Reduction of internal heat production :



- Decreased DMI
 - Decreased milk production
 - Decreased activity
 - Decreased immune function ...
- Reduction of physiological functions



Explore cows' adaptation profiles to aHS

- Inter-individual variability in the implementation of these regulatory mechanisms
- Varying impacts on cow' **welfare** and on **livestock systems**

Objectives:

- 1 - Carry out a multi-criteria assessment of dairy cows' adaptation to aHS
- 2 - Classify cows according to their response, to reflect diversity

Experimental scheme

- Longitudinal monitoring of Holstein cows during 1 lactation
- 24 cows (12 primi -12 multiparous) in 2021/2022
Milk = 25kg/d
- Natural heat stress during late lactation (focus on June – dry off in July)
- Indoors during the day / Pasture during the night (no competition for shade)



Measurements and Data analysis

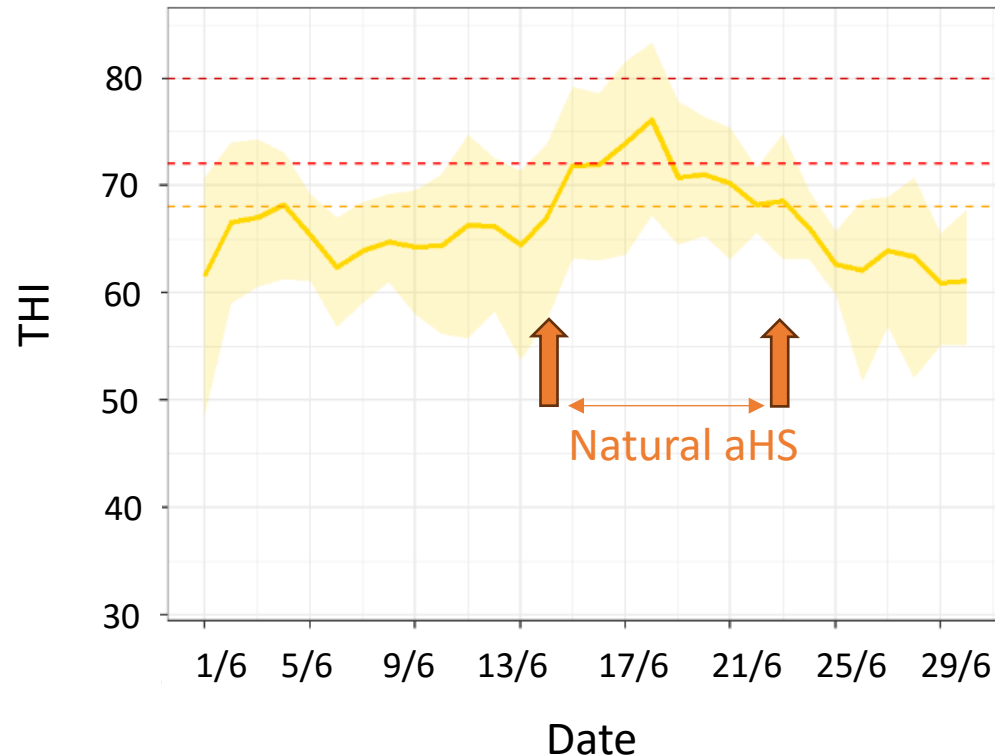
- Environmental indicator : **THI** = $0,8 Ta + RH/100*(Ta-14,4) + 46,4$
- Cow-centred indicators :

Indicators	Methods	Timing
Time budget (rumination, ingestion, resting, panting, overactivity)	Collars activimeters	Continuous
Ruminal temperature	Thermobolus	Continuous
Milk production	Milk meters	2x/d
Milk composition	IR spectrometry	2x/w
Weight + BCS at dry-off	Scale, BCS scoring	1x/d +
S-thyroxin, s-NEFA, s-Cortisol	Radioimmunology and biochemistry	Heat wave (3 time points)
IGG colostrum	IDR	Calving
Veal weight	Scale	Calving

- Data analysis: PCA, HAC with k-means adjustment, clusters' characterisation by all variables

*(Mader et al., 2006)

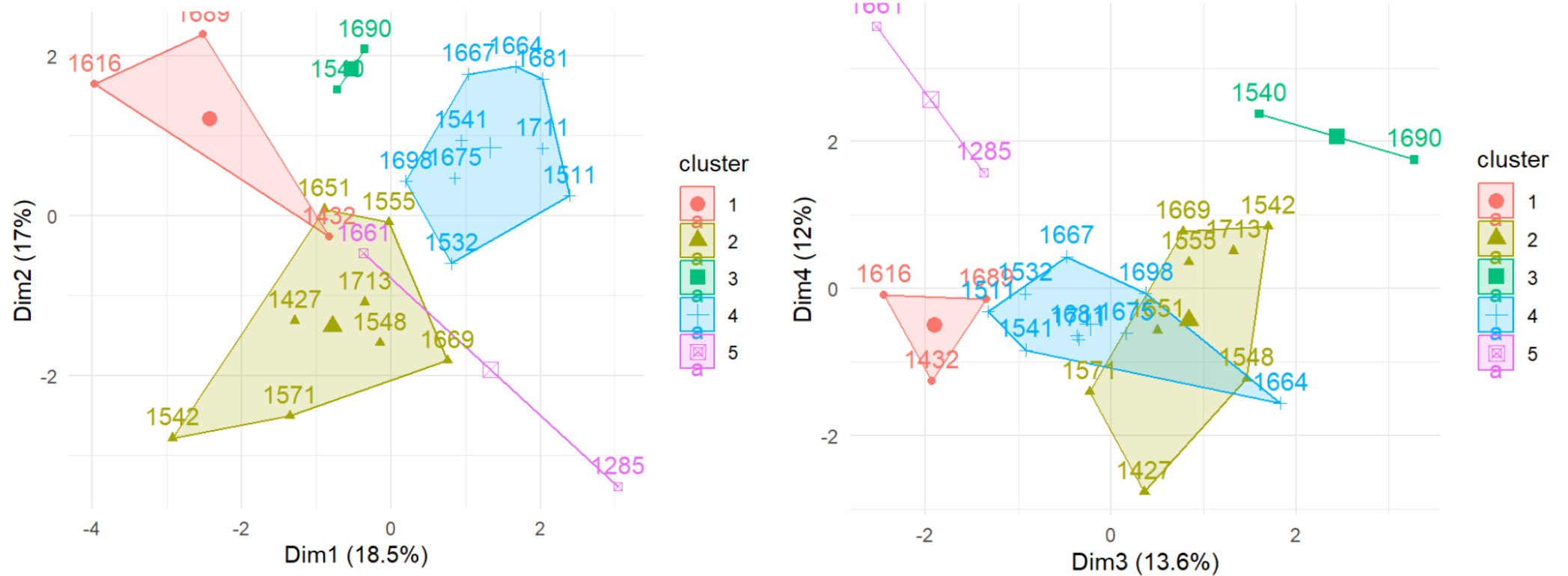
Weather conditions in June 2022



Ranges of THI (av. 24h)	Nb of days
0-67 – no HS	20
68-72 – slight HS	8
72-80 – moderate HS	2

- Textbook case to study cows' response to acute HS : one heat wave easy to identify
- References:
 TN conditions *before* HS = 12-14/06
 HS = 17-19/06
 TN conditions *after* HS = 23-25/06

Diversity of cows 'response to aHS



Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI4 (n=9)	CI5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20





Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI4 (n=9)	CI5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI4 (n=9)	CI5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48



Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI4 (n=9)	CI5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI4 (n=9)	CI5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48
Evaporation	Panting (min/d)	+96	+132	+34	+72	+84

Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48
Evaporation	Panting (min/d)	+96	+132	+34	+72	+84
Reduction of internal heat production	MY (kg/d)	-1,8	- 1,2	- 0,3	- 0,2	- 1,8



Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48
Evaporation	Panting (min/d)	+96	+132	+34	+72	+84
Reduction of internal heat production	MY (kg/d)	-1,8	- 1,2	- 0,3	- 0,2	- 1,8
	Ingestion (min/d)	- 96	-60	-24	-48	-48
	Rumination (min/d)	- 24	-48	-48	=	- 12



Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48
Evaporation	Panting (min/d)	+96	+132	+34	+72	+84
Reduction of internal heat production	MY (kg/d)	-1,8	- 1,2	- 0,3	- 0,2	- 1,8
	Ingestion (min/d)	- 96	-60	-24	-48	-48
	Rumination (min/d)	- 24	-48	-48	=	- 12
	Veal Weight	=	=	=	=	=
	IGG colostrum	=	=	--	=	=
	Cortisol	=	=	=	=	++



Diversity of cows 'response to aHS

		CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Homeothermy	Ruminal T °C	+0,35	+0,35	+0,4	+0,25	+0,20
Heat dissipation	Indicator	CI 1 (n=3)	CI 2 (n=8)	CI 3 (n=3)	CI 4 (n=9)	CI 5 (n=2)
Convection	Resting (min/d)	=	-36	=	-36	- 48
Evaporation	Panting (min/d)	+96	+132	+34	+72	+84
Reduction of internal heat production	MY (kg/d)	-1,8	- 1,2	- 0,3	- 0,2	- 1,8
	Ingestion (min/d)	- 96	-60	-24	-48	-48
	Rumination (min/d)	- 24	-48	-48	=	- 12
	Veal Weight	=	=	=	=	=
	IGG colostrum	=	=	--	=	=
	Cortisol	=	=	=	=	++

Characterization of cows in Cluster 2 and 4

	Cluster 2	Cluster 4	<i>P</i> -value
Parity	1,75 (+/- 0,7)	1,3 (+/-0,5)	0,35
Weight at dry-off (kg)	720 (+/- 45)	660 (+/- 45)	0,02
Milk210 yield (kg/d)	28 (+/- 2,8)	28 (+/- 4,8)	NS
Fat210 (g/kg)	45,8 (+/- 4.1)	42 (+/- 3.6)	0,08
Protein210 (g/kg)	34,9 (+/- 2.1)	32,7 (+/-0.8)	0,24





Take home messages and perspectives

- Multi-criteria thermotolerance phenotyping
- Enlarge the study to more cows, more contexts, and focusing on other functions like reproduction, health ...to better capture all trades-off when coping with HS (→ **Fermadapt “VL”, Life Adapt.**)
- Coming soon : intergenerational study on the impacts of late gestation HS on the progeny with epigenetics insights (INRAE BREED)
- + **impact stress thermique chronique (données 2022 + 2023)**



Merci pour votre attention!

Des compléments? Des questions? Des commentaires?