

Analyse du déterminisme génétique de la tolérance à la chaleur chez les bovins

Aurélie VINET, GABI UMR1313











Contexte

Le changement climatique

- de la température moyenne
- de la fréquence des évènements extrêmes (pics de chaleur, périodes de canicules)

Effets directs

- Métabolisme
- Santé (boiteries, cétose, mortalité)
- Bien-être

- Ingestion
- Production (quantité et qualité)
- Reproduction
- Croissance

Effets indirects

- Disponibilité et qualité de l'alimentation
- Dynamique des populations de pathogènes ou de leurs vecteurs (survie hivernale, nouvelles implantations)

Effets immédiats (diminution ingestion) ou rémanents (boiteries)



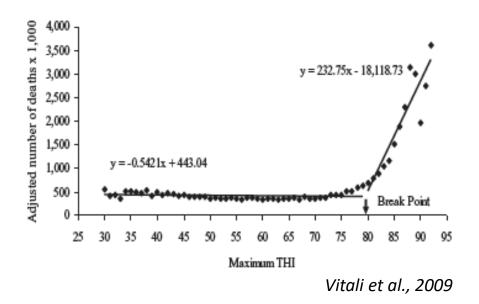








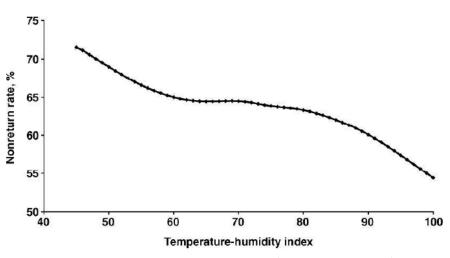
Contexte



THI = temperature-humidity index

Augmentation de la mortalité à partir d'un THI diurne maximum de 79,6 (point de cassure)

Diminution progressive de la fertilité avec l'augmentation du THI

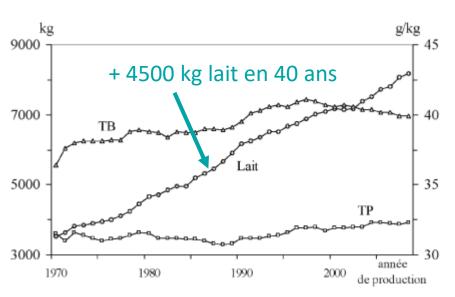


Haile-Mariam et al., 2008

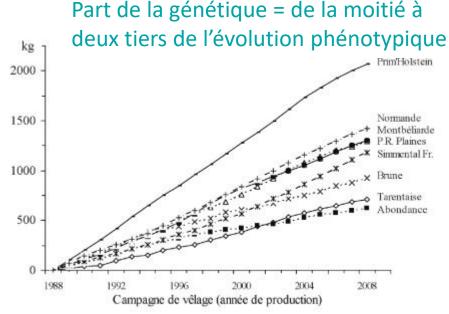
> Contexte

Jusqu'au début des années 2000 nombreux travaux pour améliorer la productivité des animaux d'élevage (alimentation, conditions d'élevage, génétique)





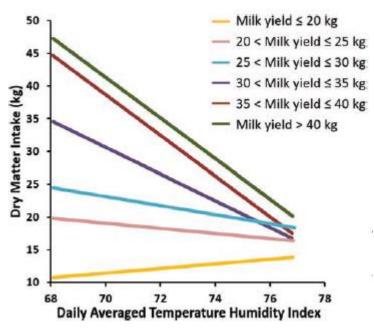
Performances moyennes des vaches au contrôle laitier en France (Verrier et al., 2010)



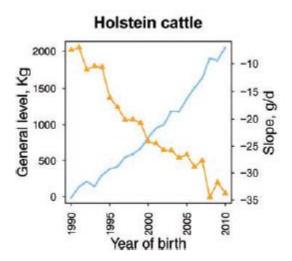
Evolution des moyennes des valeurs génétiques des vaches pour la production laitière (Verrier et al., 2010)

> Contexte

Sensibilité aux environnements chauds est plus importante pour les vaches hautes productrices (production de chaleur dans le rumen)



(Collier et al., 2019 adapté de Wheelock et al., 2010; Zimbelman et al., 2010; Hall et al., 2016, 2018) Évolution des valeurs génétiques pour la production laitière et la tolérance à la chaleur (Carabaño *et al.,* 2017) :



Contexte

Depuis les années 2010 : prise en compte des environnements plus contraignants d'un point de vue alimentaire, sanitaire ou climatique dans les travaux de génétique

Comment traiter la question de la génétique de la résistance à la chaleur des bovins ?

- Mesures physiologiques (température rectale, transpiration,...)
 - → Des expérimentations à mettre en place pour la compréhension des mécanismes physiologiques, le choix de caractères sélectionnables → pas de temps assez long
- Méthode indirecte à partir de mesures de phénotypes de production, reproduction et santé dans des conditions thermiques variables
 - Des données déjà disponibles :
 - données MétéoFrance élaborées et mises à disposition par l'unité INRAE AgroClim
 - données nationales du contrôle de performances en fermes











Données disponibles

Données climatiques



(AGROCLIM, Unité de Service INRAE)

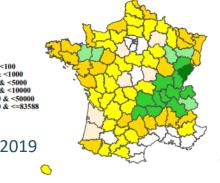
Données journalières (température, humidité, rayonnement, vitesse du vent ...) 8604 mailles (8km x 8 km)

Données disponibles : 1958-...

Données zootechniques

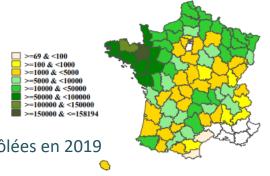


Montbéliarde 422 238 lactations contrôlées en 2019 dans 12 317 élevages









(Institut de l'Elevage et FCEL, 2019)

Etude de la tolérance à la chaleur

Etude de l'impact du stress thermique sur les performances (production, reproduction et santé)

- Définition d'un gradient météorologique (température, humidité, ...)
- Etude des conséquences d'un stress thermique aigu / chronique sur les différents caractères

Le déterminisme génétique des caractères est-il le même quelles que soient les conditions météorologiques ?

Les régions du génome impliquées dans la production de lait sont-elles les mêmes quelles que soient les conditions météo?

Corrélations génétiques d'un même caractère selon un gradient météo à partir de modèles de normes de réaction





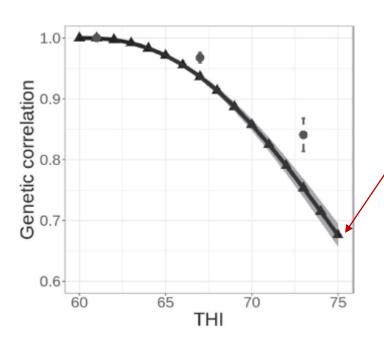






> Etude de la tolérance à la chaleur

Corrélation génétique entre le caractère « matière protéique dans le lait » mesuré à un THI (Temperature-Humidity Index) de 60 et ce même caractère mesuré à des THI supérieurs (Cheruiyot et al., 2020):



La quantité de matières protéigues du lait à un THI de 75 est « peu » corrélée génétiquement à la quantité de MG du lait à un THI de 60

= Interactions Génotype x Milieu

= Il y a un reclassement des animaux, les meilleurs à un THI de 60 ne sont pas les meilleurs lorsque le THI est de 75











Etude de l'impact du stress thermique sur les compromis entre caractères

Etude de **l'évolution des compromis entre caractères de production et caractères fonctionnels** (ex : fertilité)

 Analyse de l'évolution des corrélations génétiques entre caractères selon le gradient météo retenu

Corrélation génétique entre le taux de réussite à l'IA et la production laitière en début de lactation (Boichard *et al.*, 1998) :

	Montbéliarde	Holstein
Quantité de lait	-0,32	-0,32

Une sélection pour la production laitière entraîne une diminution de la fertilité

Le phénomène est-il amplifié avec stress thermique ?

> Analyse génomique de la résistance à la chaleur

Identification de **régions du génome** impliquées dans la tolérance à la chaleur (après avoir défini le(s) caractère(s) de tolérance à la chaleur) Analyses génomiques possibles grâce à des données moléculaires déjà disponibles (= une partie des typages ADN réalisés dans le cadre de la sélection génomique)

Identification de **réseaux de gènes** impliqués dans la résistance à la chaleur.











Etude des effets intergénérationnels du stress thermique

Quels sont les effets d'un stress thermique au cours de la gestation sur les performances des filles à naître ?

- Quels stades de gestation sont les plus sensibles ?
- Quels types de stress thermiques (aigus, chroniques) ont un impact ?
- Quelles sont les performances des filles qui sont impactées par de tels stress (croissance, production, reproduction) ?







