Adaptation au changement climatique : vers une sélection de bovins français résistants à la chaleur

Roxane Vallée – IDELE – UMT eBIS

roxane.vallee@idele.fr

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE
Liberté
Égalité
Fraternité

La responsabilité du ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée

Vers une prise en compte de l'effet du climat dans les indexations françaises

Des projets de recherche & développement en cours

CAICalor et

Objectifs : Développer des programmes de sélection pour un élevage bovin adapté au changement climatique

Enjeux :

Mieux appréhender les effets du réchauffement climatique sur les performances des bovins…

- Estimer les **effets** de l'augmentation des températures sur les **performances** des bovins (production et reproduction des vaches laitières, qualité des gamètes des reproducteurs d'élite)
- Estimer l'impact d'un **stress thermique subi par les parents** sur les **performances de leurs descendants**

… pour en déduire les adaptations nécessaires des pratiques et de l'orientation de la sélection

- Améliorer le conseil quant aux **mesures à prendre pour atténuer l'impact des canicules** (utilisation ou non de semences dont la production a été affectée par la chaleur, insémination ou non en période de stress thermique, etc.)
- Identifier des **reproducteurs résistants à la chaleur**
- Intégrer la **résistance à la chaleur dans les objectifs de sélection futurs**

Effet moyen du climat (THI) sur la production et la reproduction des vaches laitières françaises

Analyses des performances

- **production** (Contrôle Laitier) : quantité de lait, quantités et taux de matières grasses et protéiques, score de cellules somatiques (comptage cellulaire), en 1ère et 2ème lactation
- **reproduction** (BDNI) : taux de réussite à la première IA, en 1ère 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 x T + 32) - (0.55 - 0.0055 x RH) x (1.8 x T - 26) (NRC, 1971)

avec T = température moyenne et RH = humidité relative moyenne

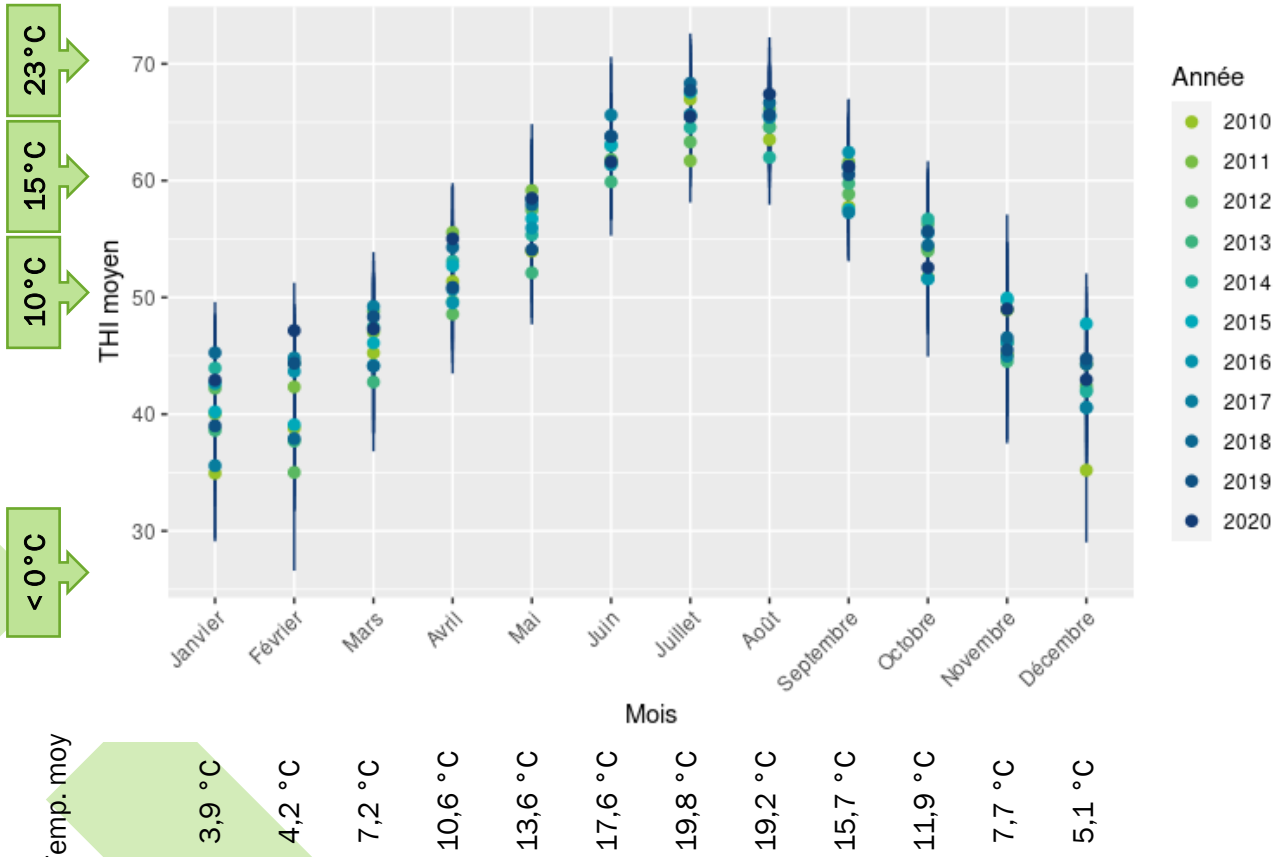
sur la période 2010 - 2020

(AGROCLIM, INRAE)

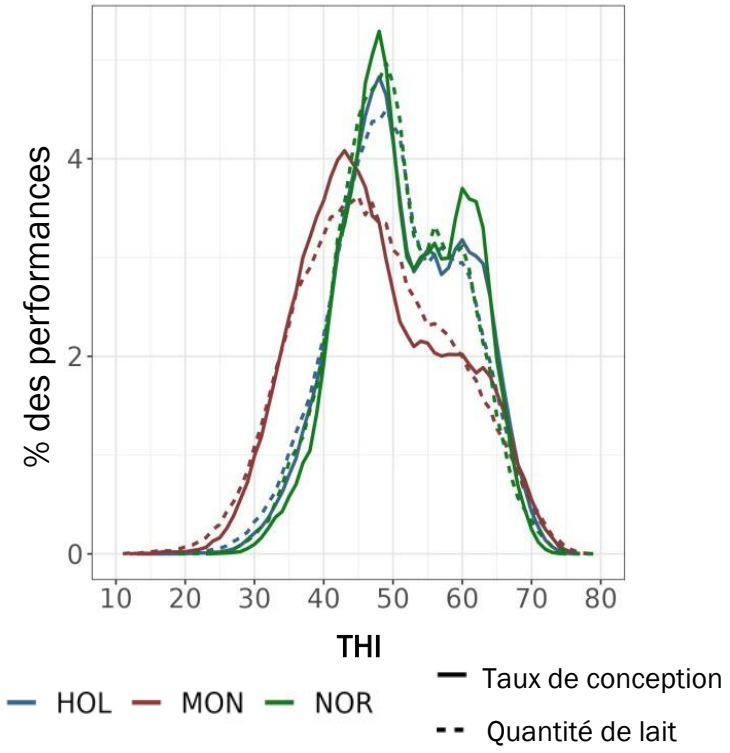
Effet moyen du climat (THI) sur la production et la reproduction des vaches laitières françaises

Description des données analysées

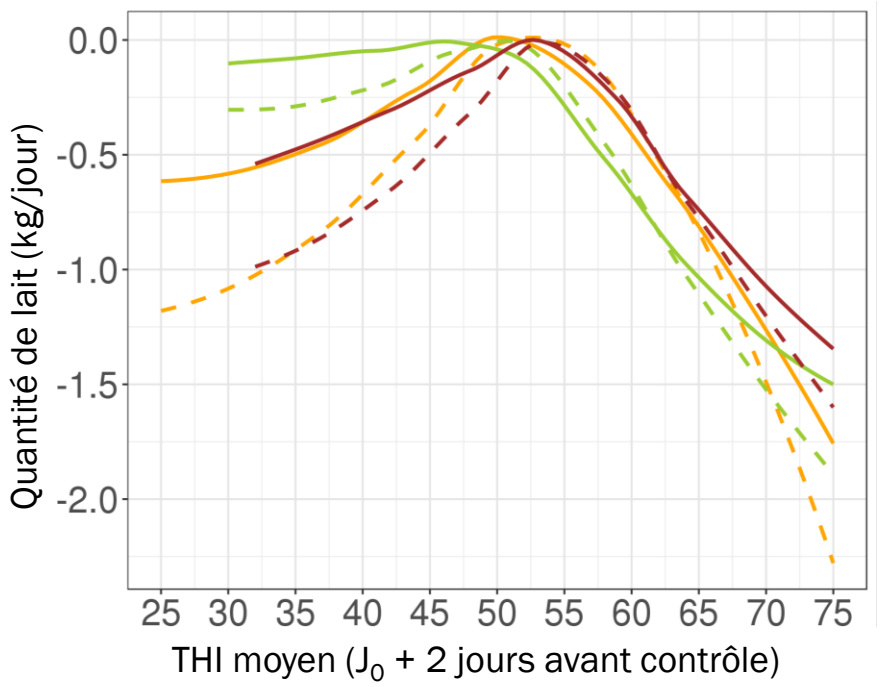
Evolution du THI au cours de l'année



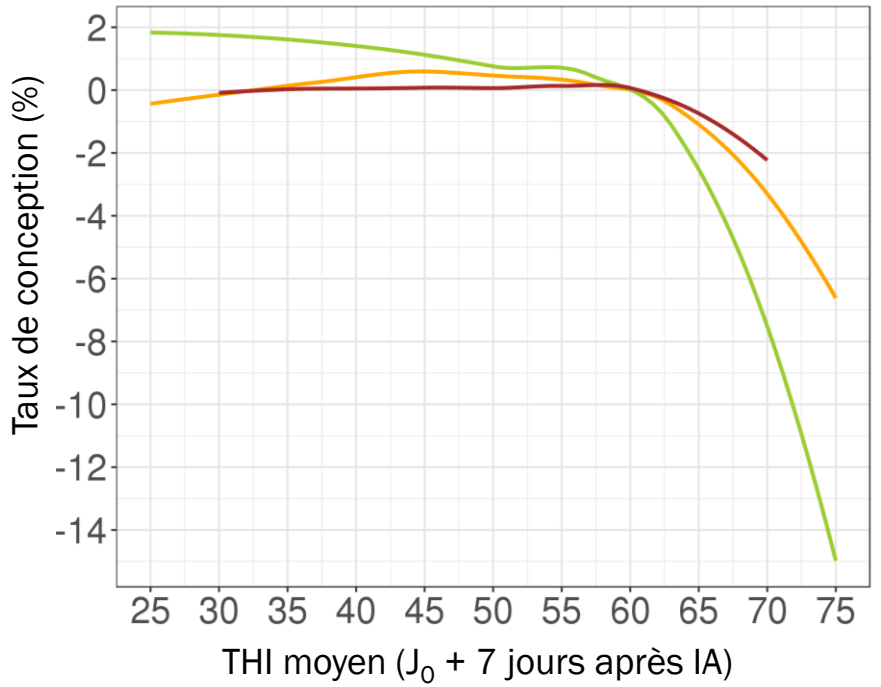
Répartition des performances (L1) considérées suivant le THI



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



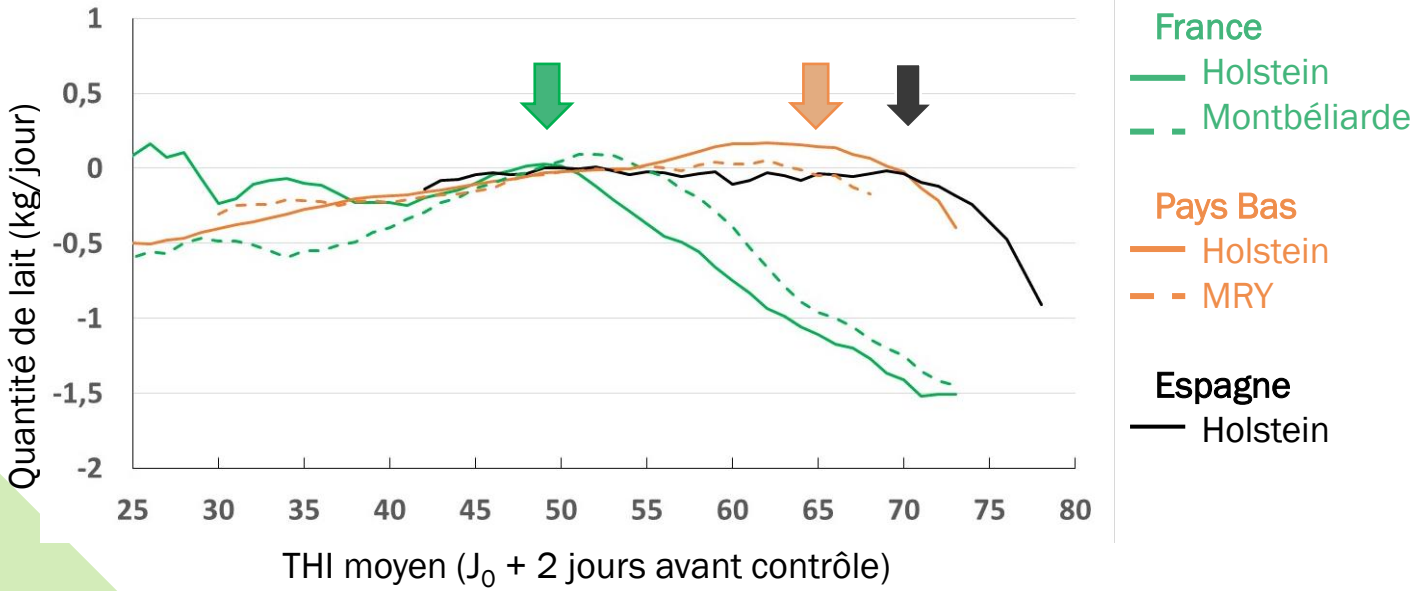
Holstein
Montbéliarde
Normande
—— 1ère lactation
--- 2ème lactation

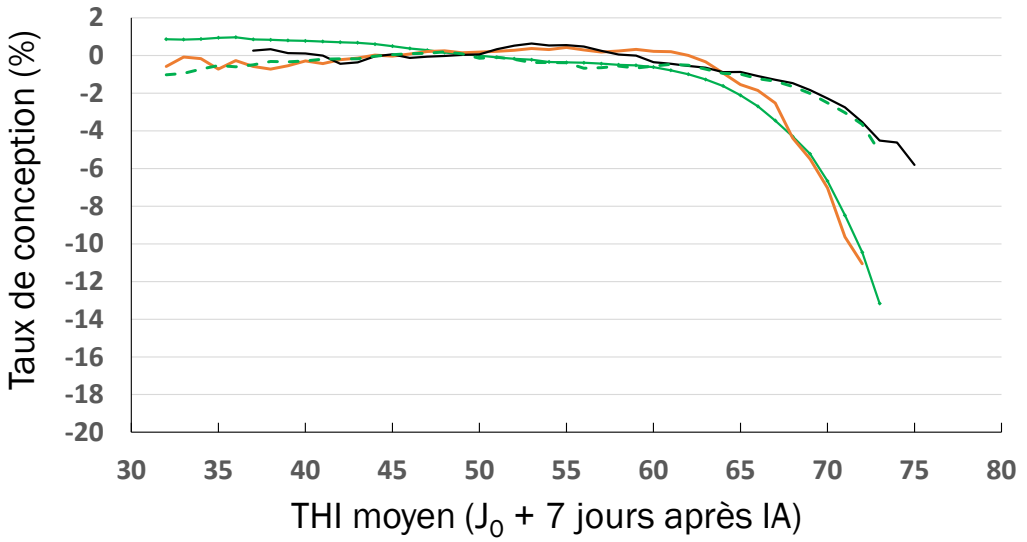


- Production maximale à des THI de 45 – 55 (suivant caractère et race)
- Même optimum en 1ère et 2ème lactation
- En cas de stress thermique modéré (THI 70), en moyenne **1 à 1,5 kg de lait/jour non produit**
- **Baisse de 5 à 14%** des performances entre l'optimum et un THI > 70

- 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

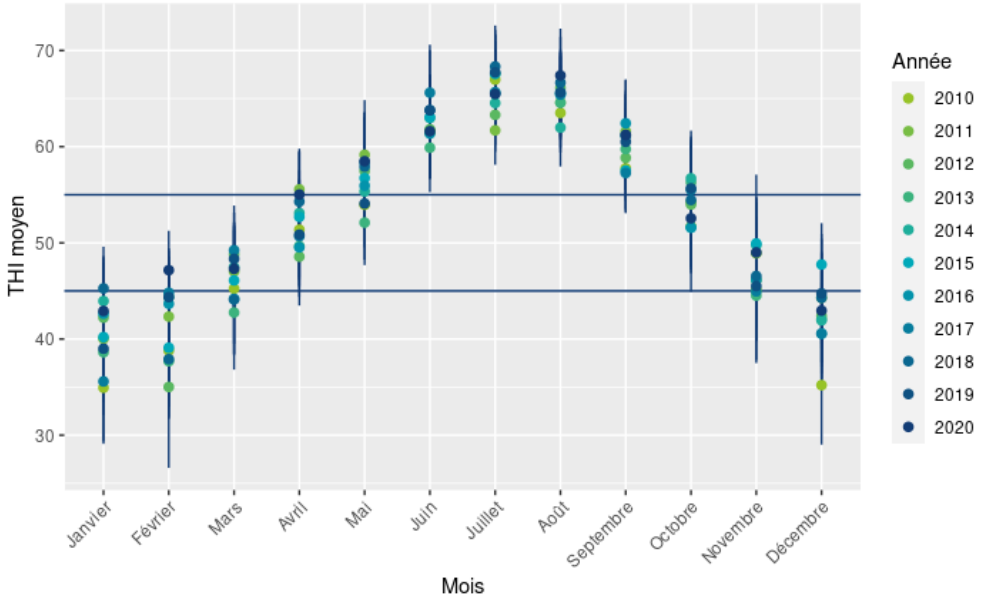
- Pays Bas : gros élevages dont une majorité en robots de traite
- Espagne : bâtiments ouverts, vaches qui ne sortent pas/peu, mitigation
- France : vaches plus exposées aux temperatures extérieures (pâturage), bâtiments vieillissants

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*

➢ Hypothèse : 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



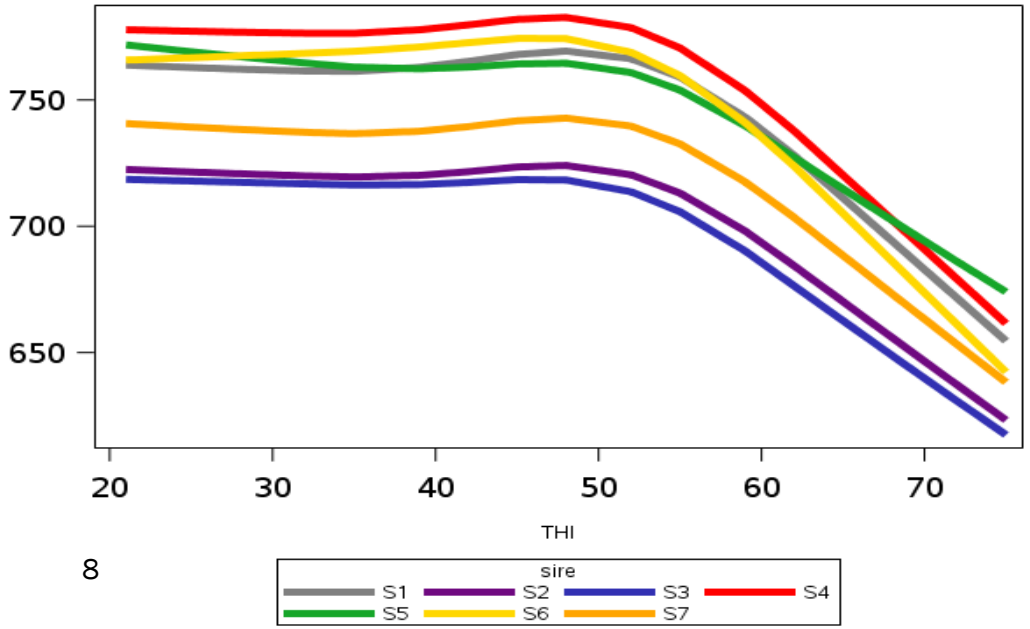
Sélection des reproducteurs tolérants à la chaleur

Estimation de la valeur génétique en fonction des conditions climatiques

- Identification d'animaux plus tolérants au stress de chaleur
- La valeur génétique dépend peu de l'environnement (du THI)
  - Les meilleurs producteurs restent globalement meilleurs en conditions extrêmes
  - Peu de reclassements

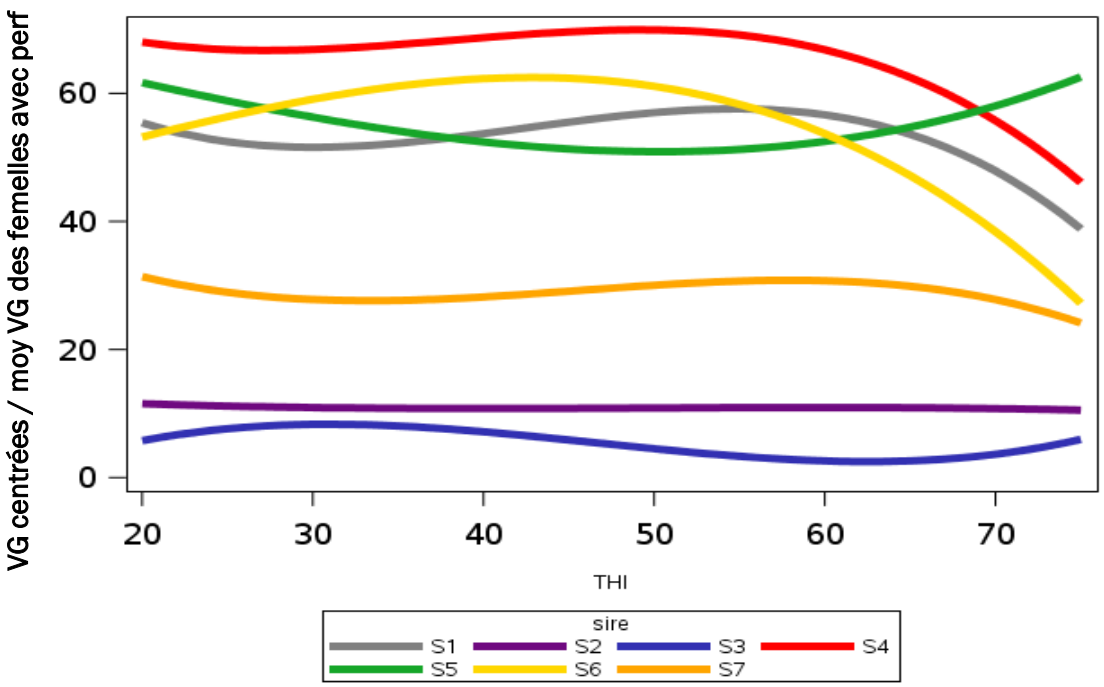
MP en 1ère lactation : production prédite

(production moyenne à chaque THI + VG au THI et 150j lact)



Trajectoires des valeurs génétiques : MP en 1ère lactation

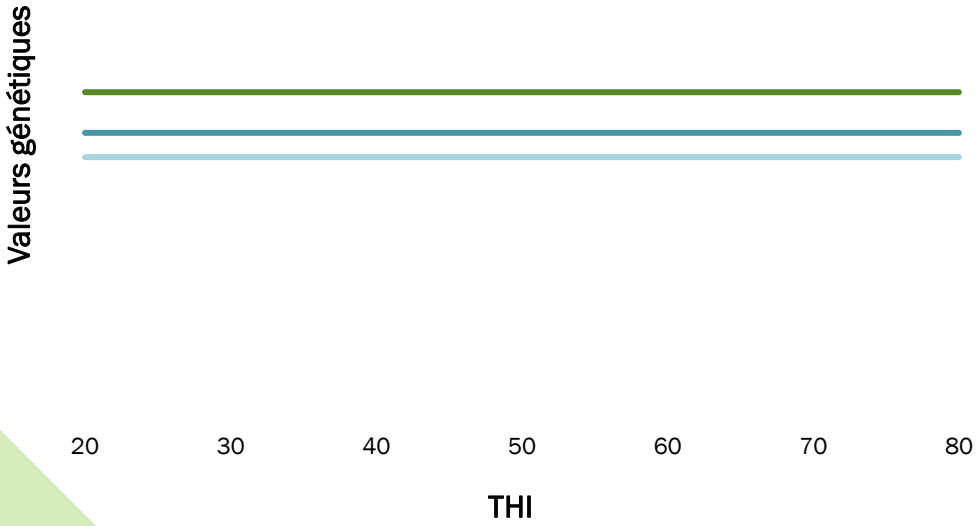
(taureaux MON avec au moins 500 filles avec perf, à 150j lact)



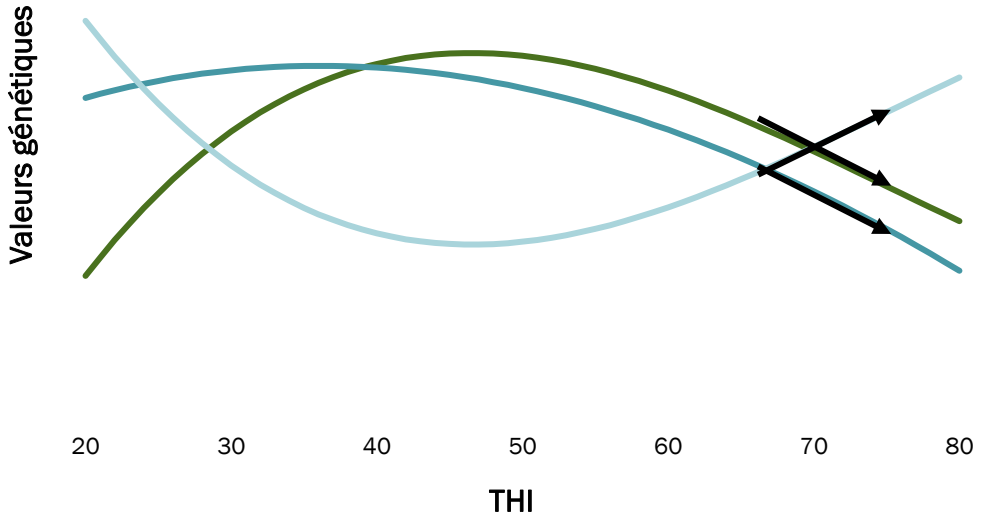
Sélection des reproducteurs tolérants à la chaleur

Indexation du **niveau** et de la **pente** (dérivée de la VG, évolution de la valeur génétique) à **différents THI**

Sans prise en compte des interactions entre génétique et environnement (THI)



Avec prise en compte des interactions entre génétique et environnement (THI)



Pente à THI 70

Pente négative : meilleure valeur génétique en conditions thermo-neutres qu'en cas de stress thermique

Pente nulle : valeur génétique constante

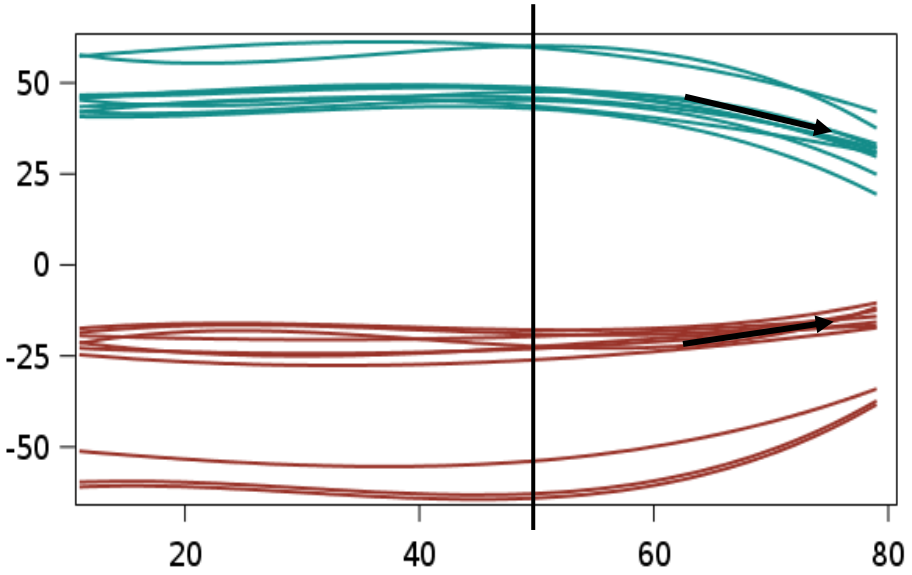
Pente positive : meilleure valeur génétique en cas de stress thermique qu'en conditions thermo-neutres

Sélection des reproducteurs tolérants à la chaleur

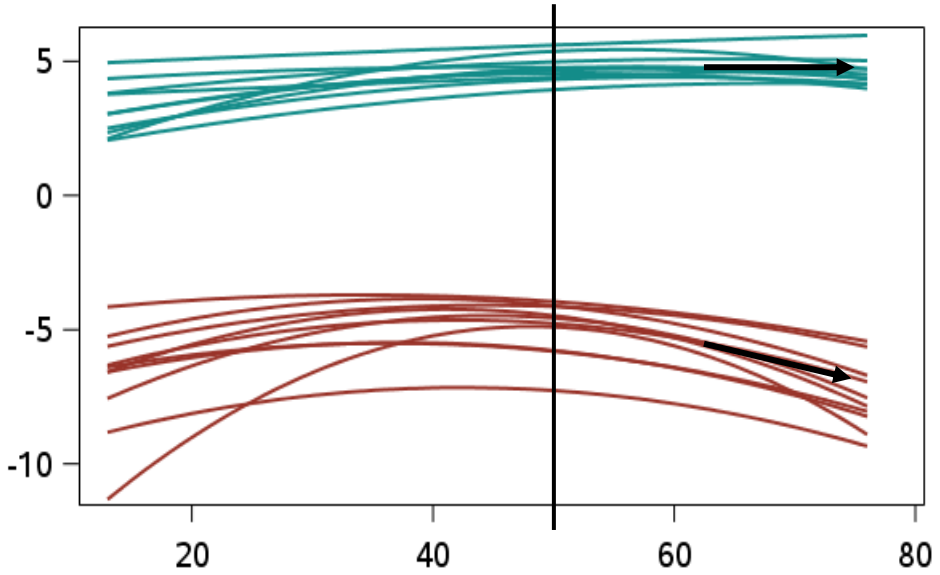
Indexation du **niveau à THI 50** (conditions thermo-neutres) et de la **pente** (évolution de la valeur génétique) à **THI 70** (conditions de stress thermique)

Evolution des valeurs génétique en fonction du THI

TOP/FLOP taureaux Montbéliards avec au moins 500 filles avec performances



Matière protéique



Taux de conception

Sélection des reproducteurs tolérants à la chaleur

- Toutes les lignées subissent des baisses de performances en cas de stress thermique, la valeur génétique à un THI donné permet de classer les animaux

- Concernant la production laitière :
  - Peu de reclassements, **les meilleurs taureaux restent meilleurs**
  - **Les meilleurs productrices sont les plus affectés** par un stress thermique (corrélation génétique de -0,71 en MON entre niveau à THI 50 et pente à THI 70)
  - Les femelles les plus sensibles aux mammites auront d'**encore plus mauvaises performances en conditions de stress thermique**

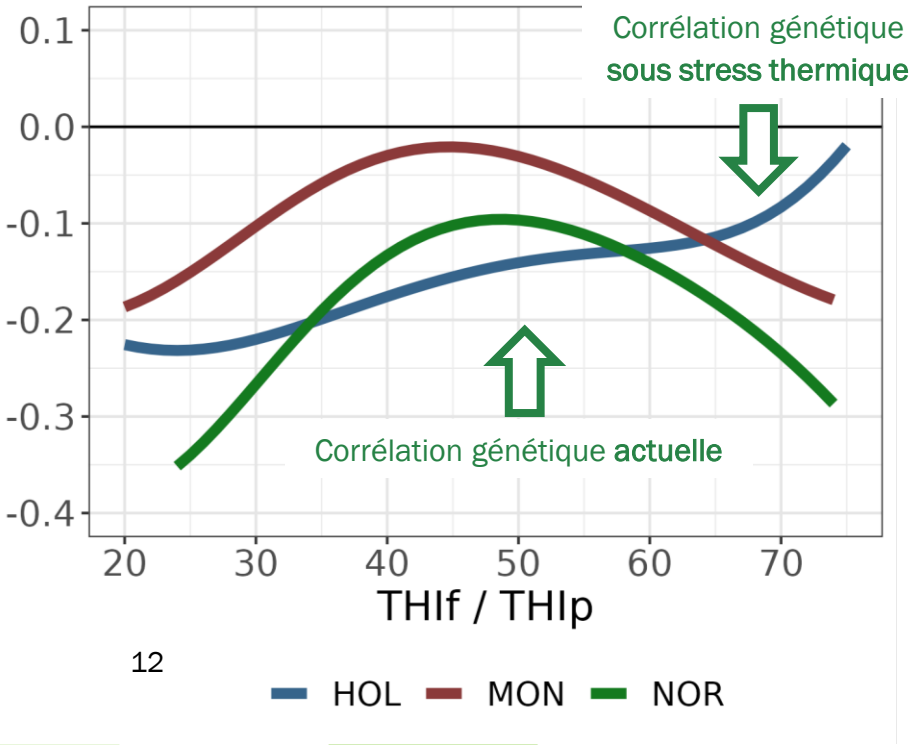
- Concernant la reproduction :
  - Plus de reclassements sont à attendre (surtout intra top/flop)
  - Les plus mauvais reproducteurs (MON) auront d'**encore plus mauvaises performances en conditions de stress thermique** (corrélation génétique de +0,37 entre niveau à THI 50 et pente à THI 70)

Impact de la sélection actuelle sur la production sur la reproduction future

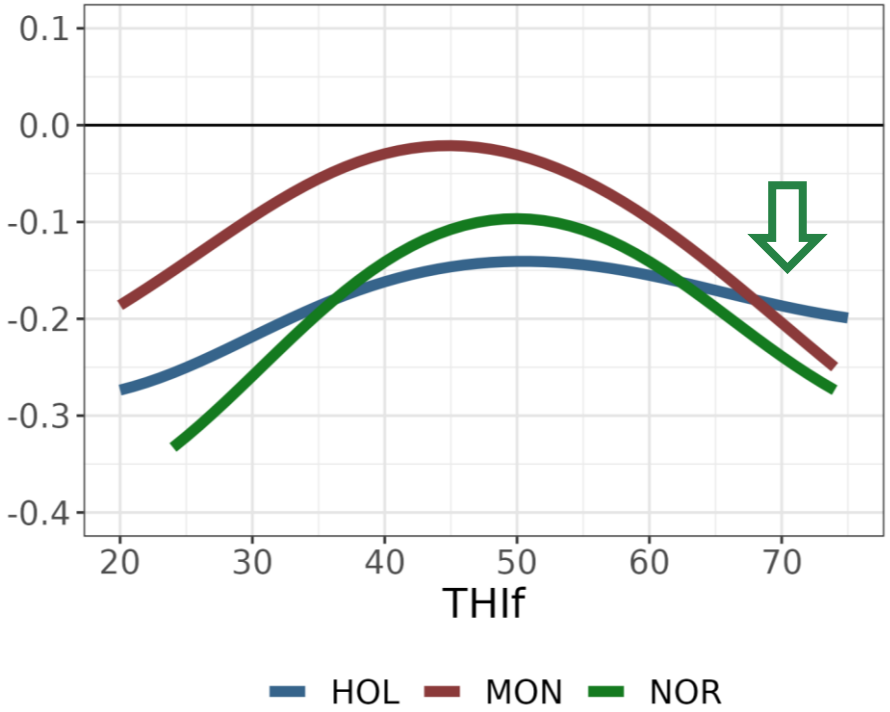
- Le stress de chaleur n'amplifie pas (Holstein) ou seulement légèrement (Montbéliarde, Normande) les compromis actuels entre production et reproduction
- Impact limité mais négatif (corrélation ~ -0,2) de la sélection actuelle (THI 50) sur la production laitière sur la reproduction future (THI 70) : **à l'avenir, les taureaux sélectionnés sur la production seront moins bons reproducteurs**

Corrélations génétiques entre réussite à la 1ère IA et matière protéique suivant le THI

en considérant THIf = THIp



production : THIp = 50



Effet d'un stress thermique *in utero* sur la production

Etude de l'effet d'un stress thermique subi par la mère à différentes périodes de la gestation sur les performances de production des filles (en première lactation)

<u>En cours</u>

Identification de mères en gestation sur le période 2010 – 2020 (données météo) et de leurs filles avec performances

Calcul du THI moyen et du nombre de jours avec THI > seuil (68) par mois / trimestre de gestation

Comparaison entre performances des filles attendues (valeur génétique) et réalisées ou estimation de l'effet du critère de stress sur les performances

- Pas d'effet important mis en évidence

Impact du stress thermique sur les embryons

Difficulté de mettre en évidence une fenêtre de sensibilité et un effet en station :

- Les femelles restent peu de temps en station : peu d'animaux avec et sans vague de chaleur
- Difficile de distinguer l'effet saison et l'effet animal
- Peu d'effectifs dans les classes extrêmes + mesures de mitigation en station de donneuses

Nombre d'embryons totaux

Un effet systématique du THI sur la collecte d'embryons n'a pas été mis en évidence

- THI moyen 0-15 jours avant collecte : **baisses de 0 à 20%** (-1,8 embryons) quand THI > 67
- THI moyen 0-7 jours avant collecte : **baisse jusqu'à 22%**

corrélation de 0,73 entre les deux périodes

Impact du stress thermique sur les embryons

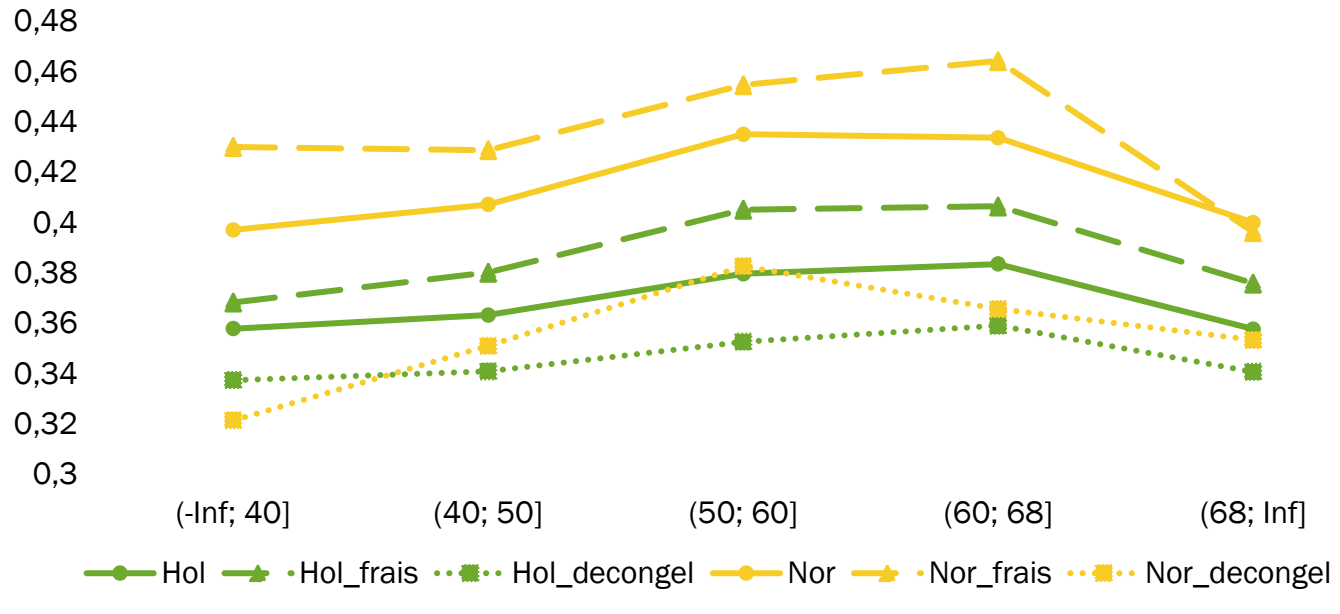
Difficulté de mettre en évidence une fenêtre de sensibilité et un effet en station :

- Les femelles restent peu de temps en station : peu d'animaux avec et sans vague de chaleur
- Difficile de distinguer l'effet saison et l'effet animal
- Peu d'effectifs dans les classes extrêmes + mesures de mitigation en station de donneuses

Réussite de l'implantation des embryons

THI moyen sur la période [- 7, +7] jours autour de la collecte

- baisse de la réussite de la TE de **1 à 3 points** pour des THI inférieurs à 50 et supérieurs à 68
- baisse de 3 points liée à la congélation



Effet du THI sur la production de semences

Impact sur les performances des taureaux d'IA lors de la production de gamètes

- **Pas d'effet immédiat** (semaine de collecte) mais plutôt des **semaines précédant la collecte** (10 à 70 jours avant collecte, couvrant les différentes phases de la spermatogénèse), avec une variation de la période de sensibilité selon les paramètres et les races étudiés :
  - Concentration : effet au début de la spermatogénèse
  - Motilité/vivants/progressifs et taux de rejet : 5 à 40 jours avant la collecte

- Effets observés plus forts en **frais** qu'en post congélation (éjaculats déjà triés en post-congélation) et plus fort en races allaitantes que pour les races laitières (notamment pour le taux de rejet)

- Il n'y aurait **pas d'effet négatif du froid** (taureaux plutôt en intérieur, milieu plus constant que pour des vaches en production, notamment au niveau alimentaire)

Utilisation de semences produites sous stress thermique sur le taux de réussite à l'insémination

Estimation d'un « effet éjaculat » comparé pour les taureaux qui disposaient d'éjaculats produits pendant et en dehors d'une période d'un stress thermique

Indicateur de **charge thermique** :

- 12 à 65 jours avant la collecte (spermatogénèse)
- Somme du nombre de points de THI (moyen journalier) au-dessus d'un seuil de THI = 68.

Race	Parité	Nbre ♂	Diff taux de réussite
Holstein	0	236	-1,5%
	≥1	372	-1,2%
Normande	0	37	-0,5%
	≥1	85	-2,2%
Montbéliarde	0	56	-1,3%
	≥1	97	-0,6%
Cha x Mon	≥1	46	-3%
Lim x Hol	≥1	17	+0,2%
Cha x Hol	≥1	24	-0,3%

Attention : peu d'IA faites par éjaculat, d'autant plus quand on se concentre sur les éjaculats produits sous stress thermique

➢ **Baisse de 0.3 à 3% du taux de réussite** à l'IA en cas de stress

Min 75 IA par taureau x classe stress & vaches inséminées entre 2016 et 2020

A retenir

- L'augmentation des températures va entraîner une diminution de la production laitière, une augmentation du risque de mammites et une diminution de la fertilité des animaux (impact variable selon les races)
- Il ne faut pas s'attendre à trouver le « taureau miracle », le stress de chaleur affecte toutes les lignées

- Les meilleurs reproducteurs resteront globalement les mêmes pour la production et les cellules, avec quelques reclassements dans les tops
- Les animaux les plus productifs sont les plus affectés, mais restent globalement meilleurs que les autres.

- Des reclassements plus importants sont à attendre sur les aptitudes à la reproduction (niveau), mais globalement la sélection pratiquée actuellement permet de sélectionner efficacement les animaux ayant le meilleur potentiel dans des conditions de stress thermique.
- Sélectionner sur la production laitière aura un impact négatif sur la fertilité dans les conditions futures.
- Le stress de chaleur favorise l'expression du potentiel génétique en fertilité et santé de la mamelle (plus de variabilité génétique quand les THI augmentent, là où elle diminue pour la production).
- Sélectionner sur la santé de la mamelle et sur la fertilité va devenir encore plus important pour préparer les nouvelles générations.

Merci de votre attention

Remerciements :

INRAE : Aurélie Vinet, Beatriz Cuyabano, Didier Boichard,

Eliance : Corentin Fouere, Chris Hoze, Sébastien Fritz

IDELE : Julie Promp, Sophie Aguerre, Sophie Mattalia

Rumigen

Espagne (INIA) : Maria Carabano, Manuel Ramon, Clara Diaz

Pays-Bas (WUR) : Jeremie Vandenplas, Han Mulder, Mario Calus