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

Roxane Vallée – IDELE – UMT eBIS

Roxane.vallee@idele.fr

Contexte

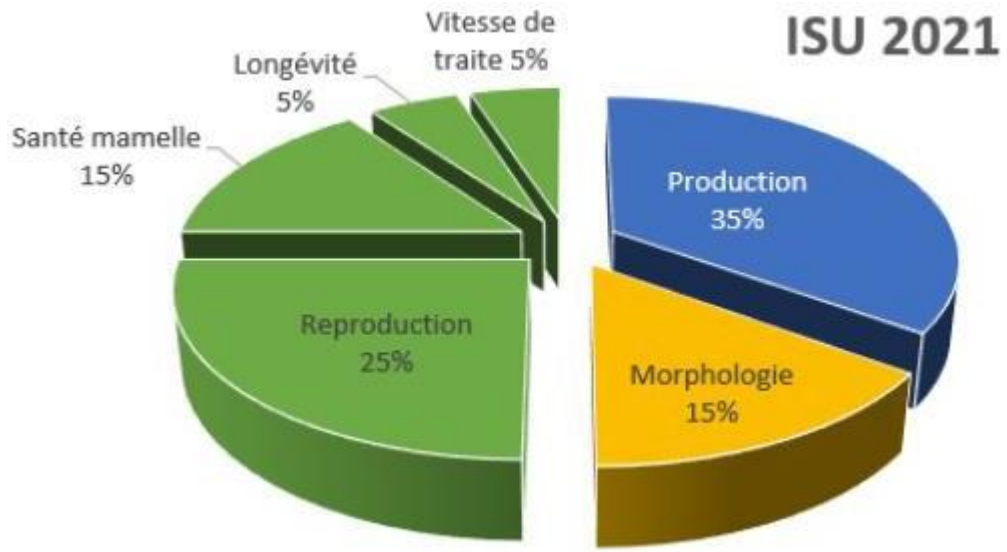
Pas de prise en compte direct de l'effet du climat dans la sélection en France… pour le moment

Les objectifs de sélection permettent une amélioration du niveau génétique des populations

Ils sont définis intra-race, en tenant compte :

- De l'importance économique relative des caractères sélectionnés
- De l'intérêt des caractères sélectionnés
- Des liens génétiques entre caractères sélectionnés

Objectif de sélection (ISU) de la race Holstein



Pas de prise en compte direct de l'effet du climat dans la sélection en France… pour le moment

A chaque caractère/groupe de caractères évalué.s (indexé.s) correspond.ent un/des index = estimation de la valeur génétique

La valeur génétique d'un animal est déduite à partir de sa performance (et de son génotypage)

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

Parmi les effets d'environnement pouvant expliquer des différences de performances entre animaux, le climat, actuellement pas pris en compte directement

Qu’en est-il à l’étranger ?

Des index de résistance à la chaleur en Australie

Nguyen et al. (2017) Short communication: Implementation of a breeding value for heat tolerance in Australian dairy cattle. J. Dairy Sci. 100:7362-7367

Baisse de production de lait, de matière grasse et de matière protéique par hausse d’une unité de THI au-dessus d’un certain seuil (AUD/THI)

Individus porteurs du variant SLICK (introgressé ou édité) plus résistants à la chaleur

Dikmen et al. The SLICK hair locus derived from Senepol cattle confers thermotolerance to intensively managed lactating Holstein cows, Journal of Dairy Science, Volume 97, Issue 9, 2014

A : porteur du variant SLICK
B : non porteur

Source : Littlejohn et al. Functionally reciprocal mutations of the prolactin signalling pathway define hairy and slick cattle. Nat Commun. 2014 Dec 18; 5:5861

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

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

Des projets de recherche & développement en cours

CAICalor et

Enjeux :

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

- Identifier les conditions climatiques critiques
- 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
- Identifier les régions du génome responsables de la résistance à la chaleur

…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

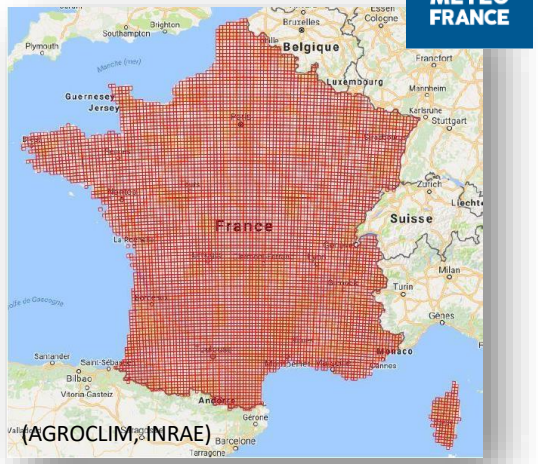
Résultats

- Production des vaches laitières

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

Analyse conjointe

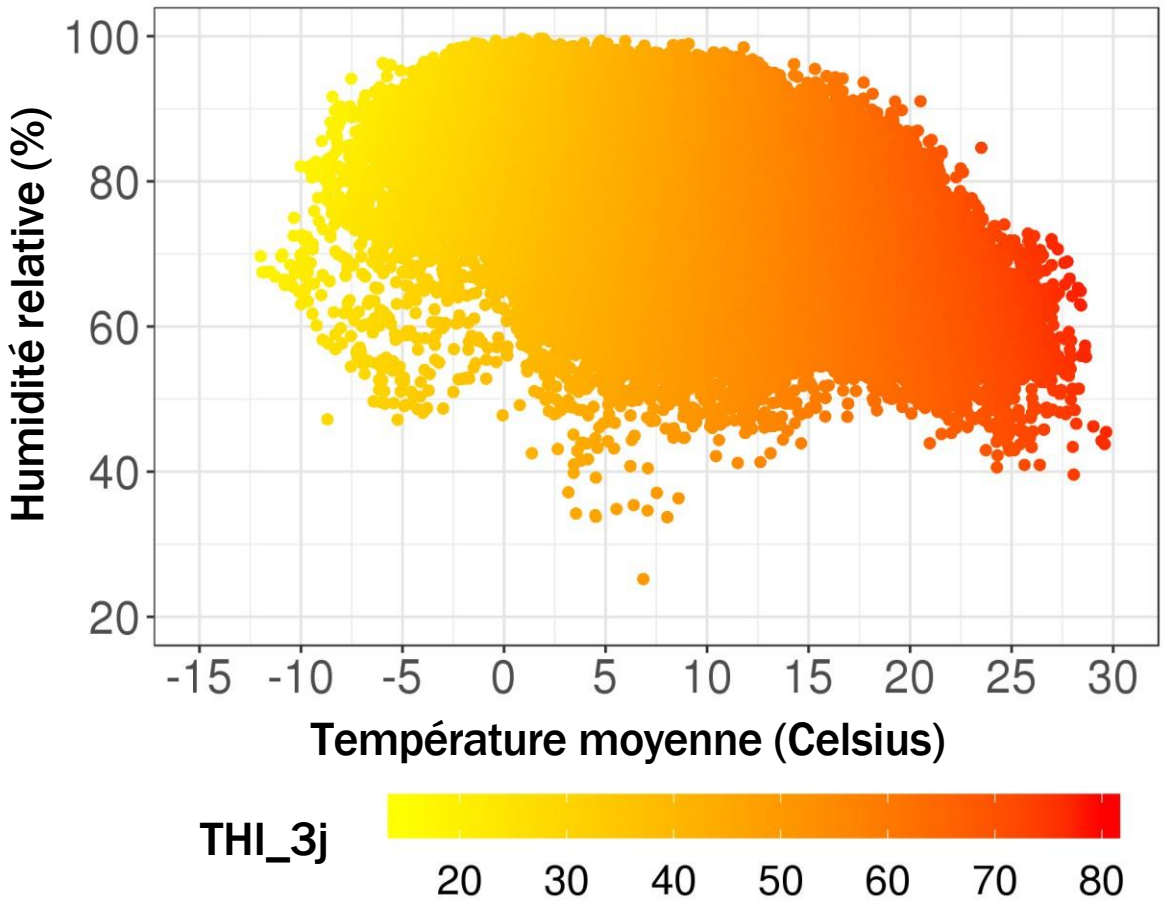
- des performances de production (contrôle laitier, BDNI)
  - Quantité de lait
  - Quantités et taux de matières grasses et protéiques (MG, MP, TB, TP)
  - Score de cellules somatiques (SCS)
  - 1ères et 2èmes lactations
- des conditions climatiques (Météo France, base SAFRAN)
  - THI (index température humidité) moyen sur une période de 3 jours (2 jours avant le jour de contrôle + le jour de contrôle)



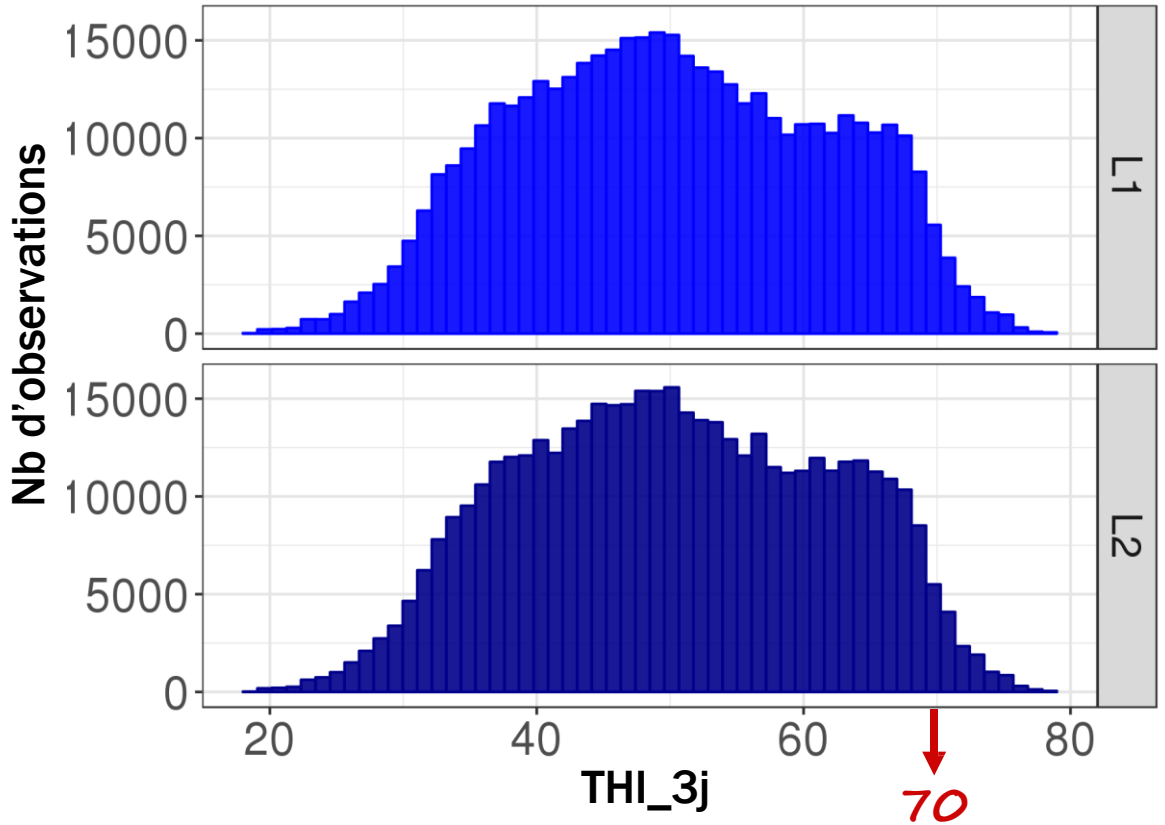
(AGROCLIM, INRAE)

Compléments sur le THI

Environ 450 000 contrôles élémentaires et 55 000 vaches par rang de lactation (MON) sur 2016-2020

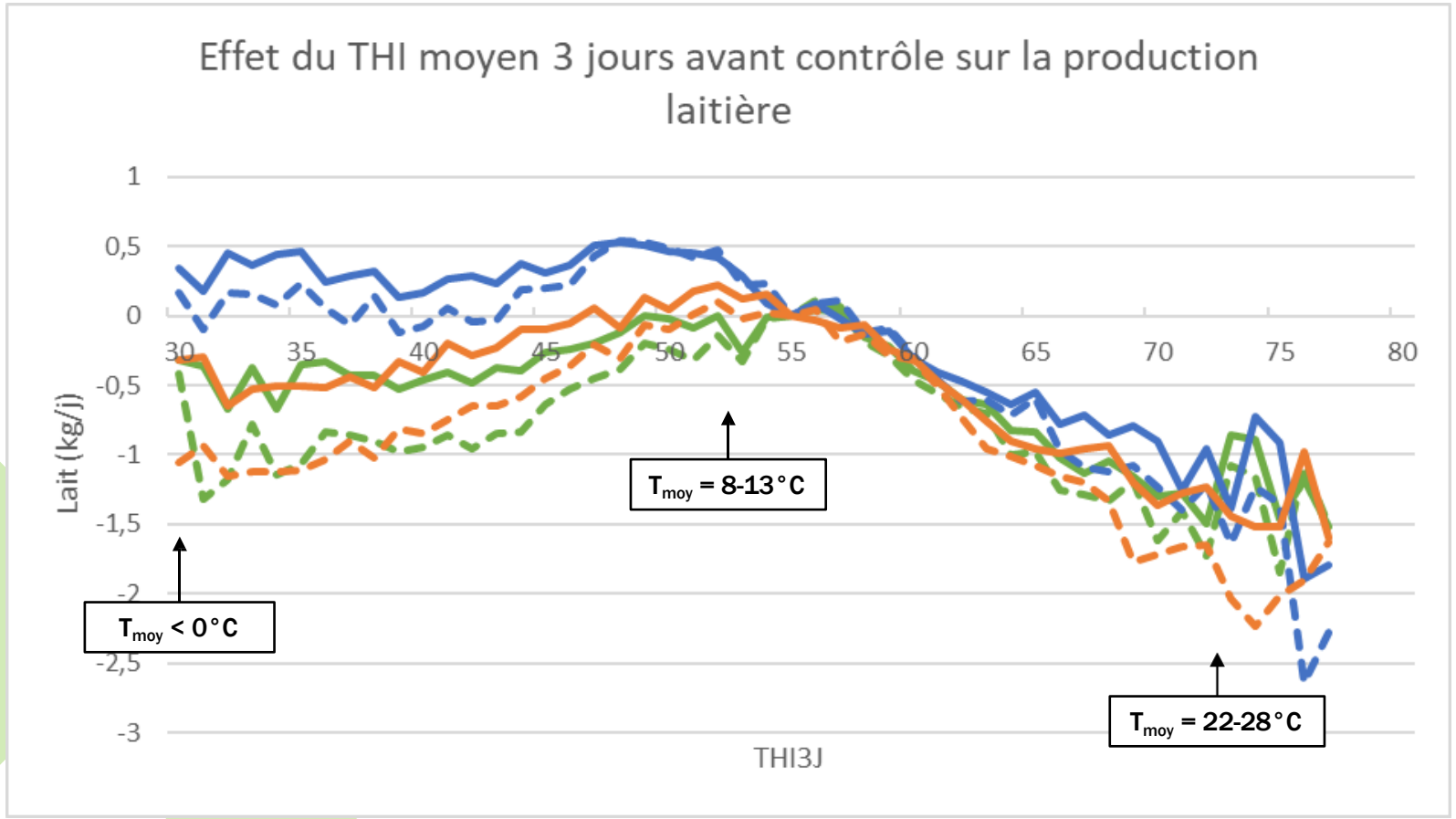


Distribution des THI moyens sur la période des 3 jours précédents le jour de contrôle



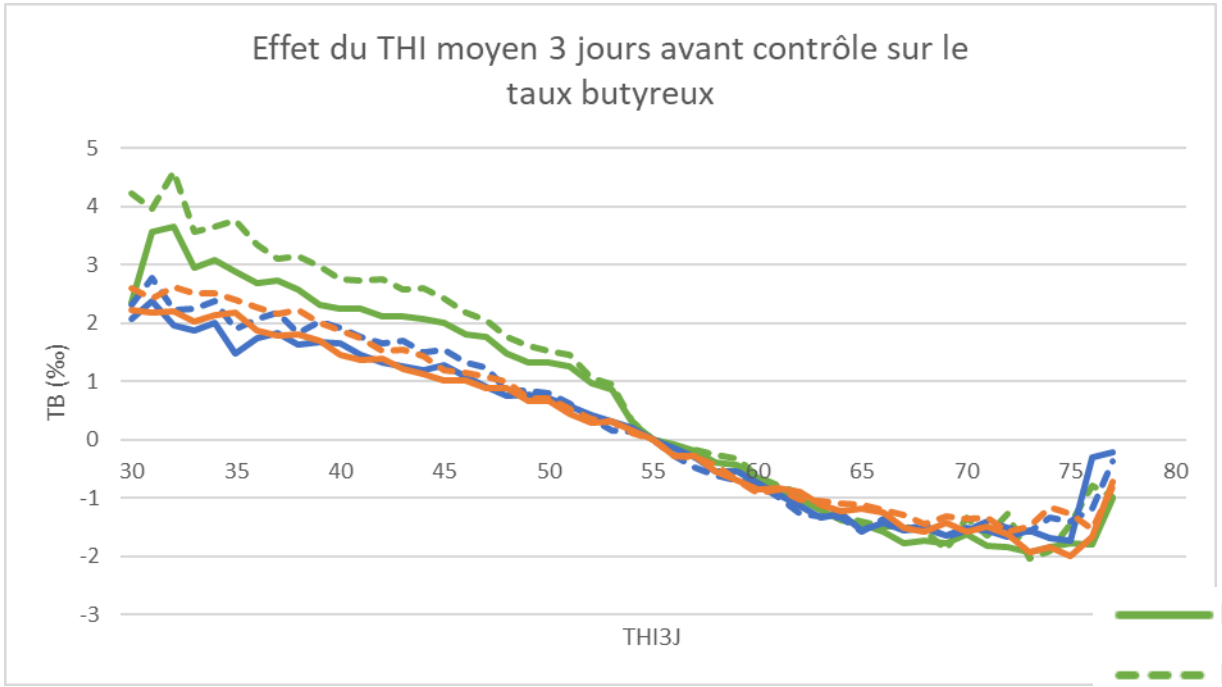
THI = 70 ⇔ 22-24°C

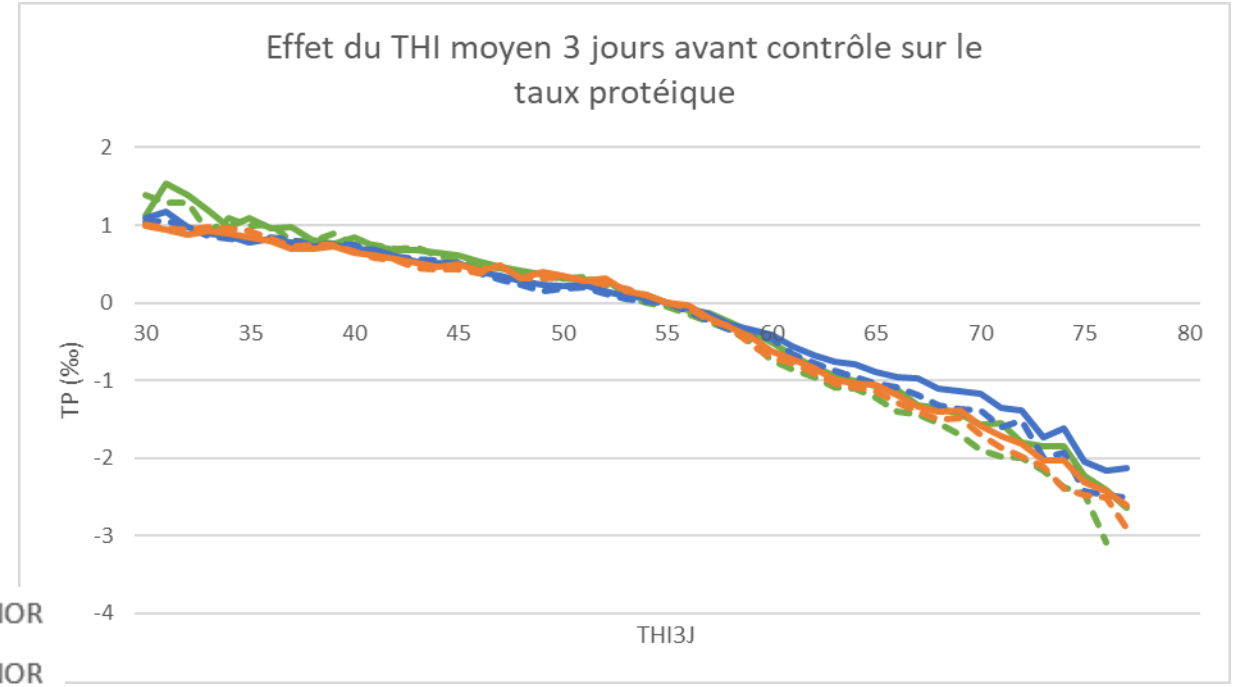
Effet moyen du climat (THI) sur la production des vaches laitières françaises : des tendances similaires dans les 3 grandes races

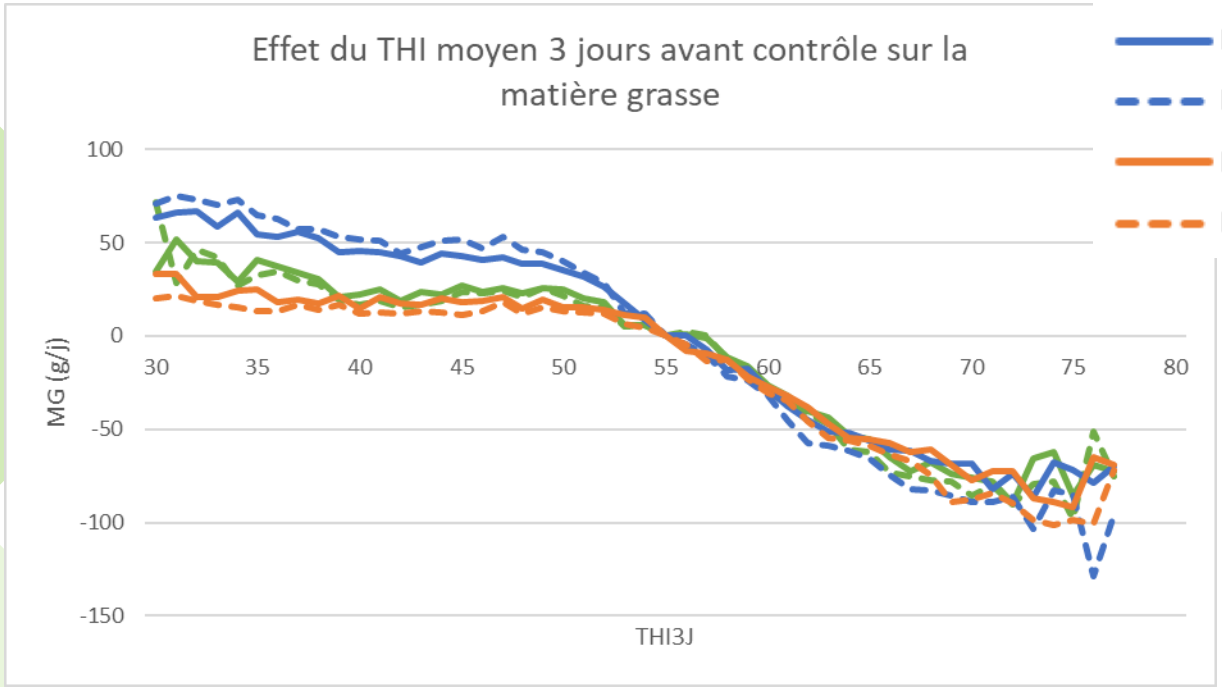


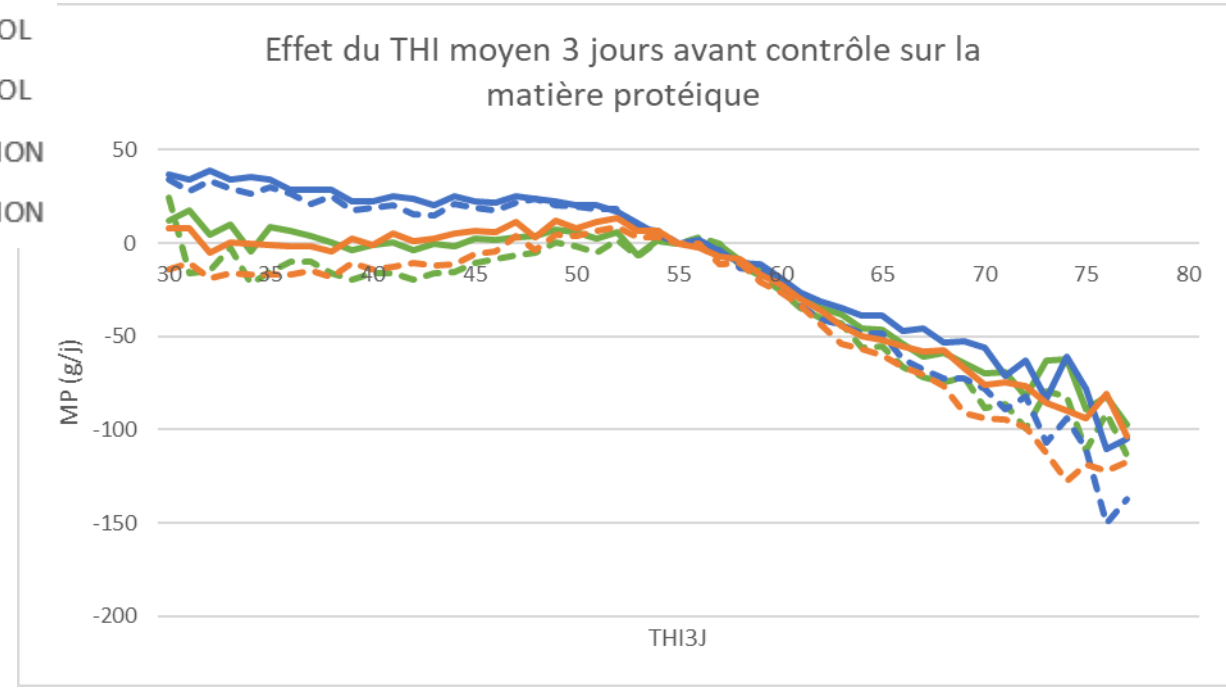
- Production optimale à des températures basses (THI 50-55 = T_{moy} 8-13°C)
- Perte de 100-125g lait/jour/pt de THI au dessus du THI « optimal » Jusqu'à 3kg lait/jour non produit si stress important

L1 NOR
L2 NOR
L1 HOL
L2 HOL
L1 MON
L2 MON


Effet du THI moyen 3 jours avant contrôle sur le taux butyreux
TB (‰)
THI3J

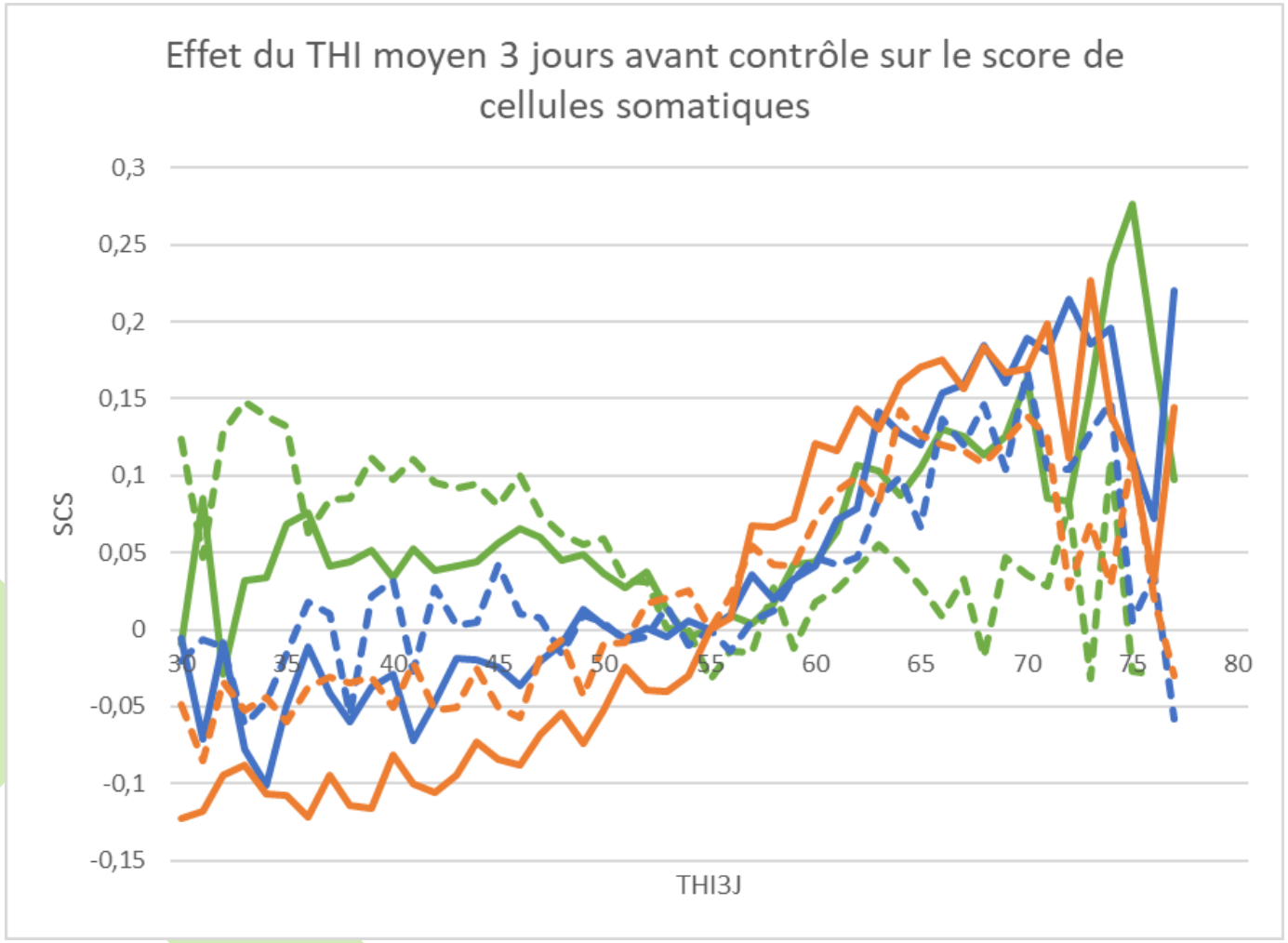

Effet du THI moyen 3 jours avant contrôle sur le taux protéique
TP (‰)
THI3J


Effet du THI moyen 3 jours avant contrôle sur la matière grasse
MG (g/j)
THI3J


Effet du THI moyen 3 jours avant contrôle sur la matière protéique
MP (g/j)
THI3J

L1 NOR
L2 NOR
L1 HOL
L2 HOL
L1 MON
L2 MON

Effet moyen du climat (THI) sur la production des vaches laitières françaises : des tendances similaires dans les 3 grandes races



- Impact moins marqué que pour la production laitière

Effet moyen du climat (THI) sur la production des vaches laitières françaises : des tendances similaires dans les 3 grandes races

En résumé :

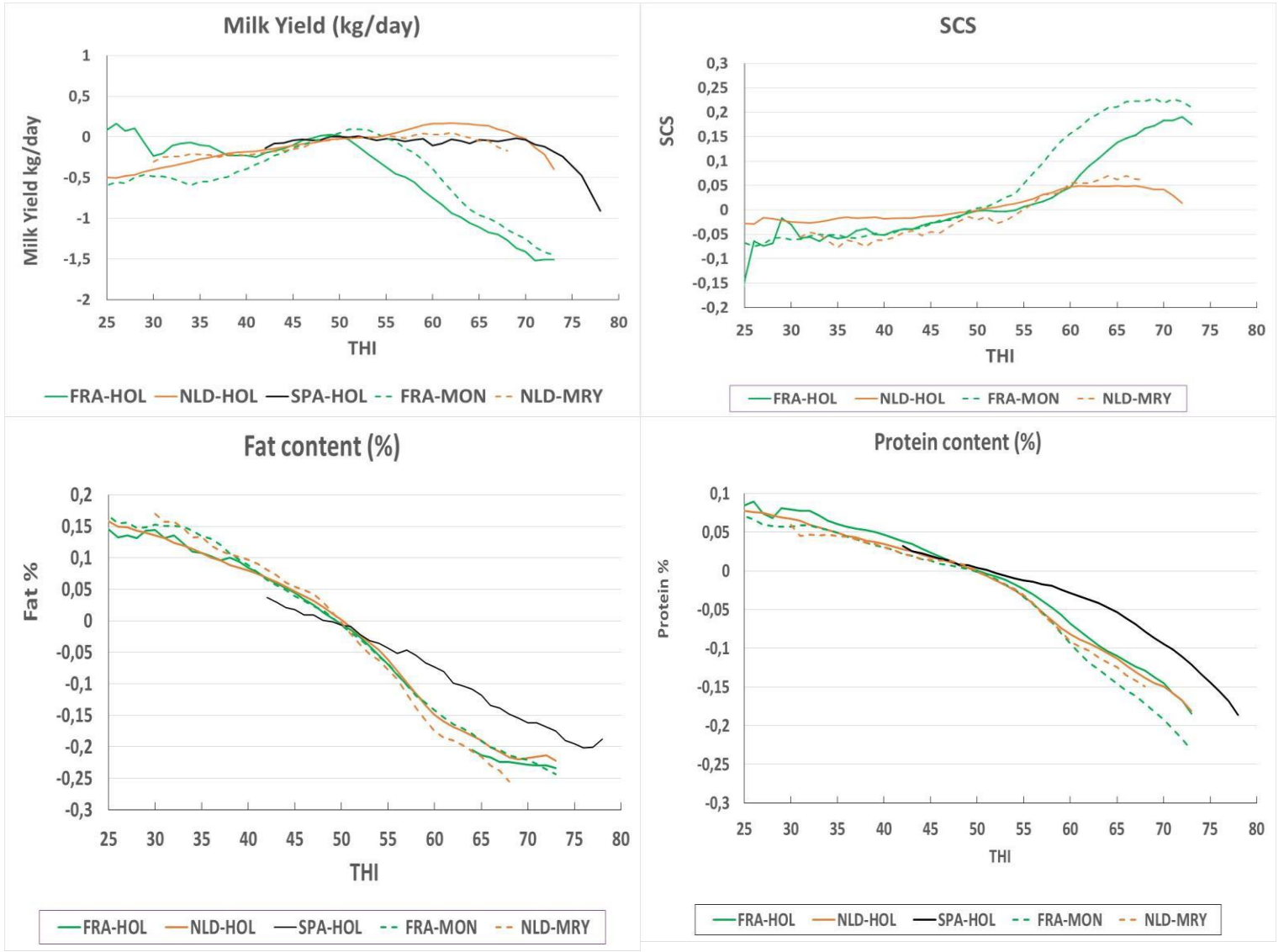
- Une augmentation des températures conduit à une baisse des performances
- Le THI optimal varie entre caractères mais est toujours ≤ THI 55 (soit T_{moy}~13°C)
- Intra-caractère, un même optimum en 1ère et 2ème lactation
- Une baisse de 5 à 14% des performances entre le THI optimal et THI>70

A l'international, des tendances similaires avec des spécificités pour les élevages français

Une tendance similaire en France et à l'étranger mais plus de differences entre pays qu'entre races

Température seuil plus basse en France qu'à l'étranger/dans la littérature :

- Systèmes d'élevage ?
  - NLD : gros élevages, 2/3 en robots de traite
  - SPA : bâtiments ouverts, VL ne sortent pas
  - FRA : plus d'exposition au stress de chaleur (pâturage, bâtiments vieillissants)
- Acclimatation (Espagne) ?



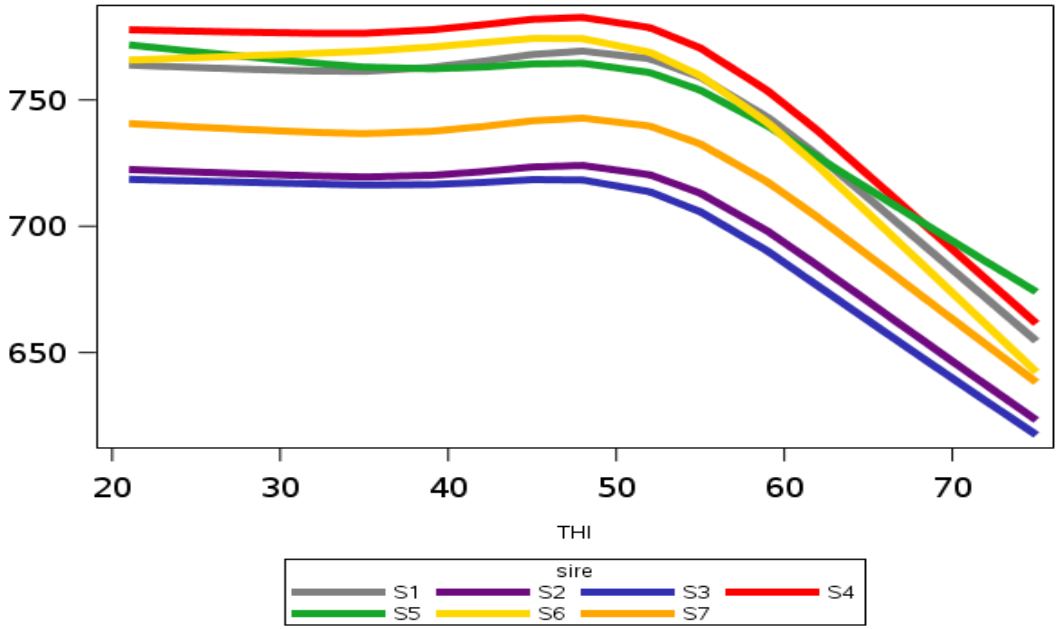
Réponse individuelle vis-à-vis de la résistance à la chaleur

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

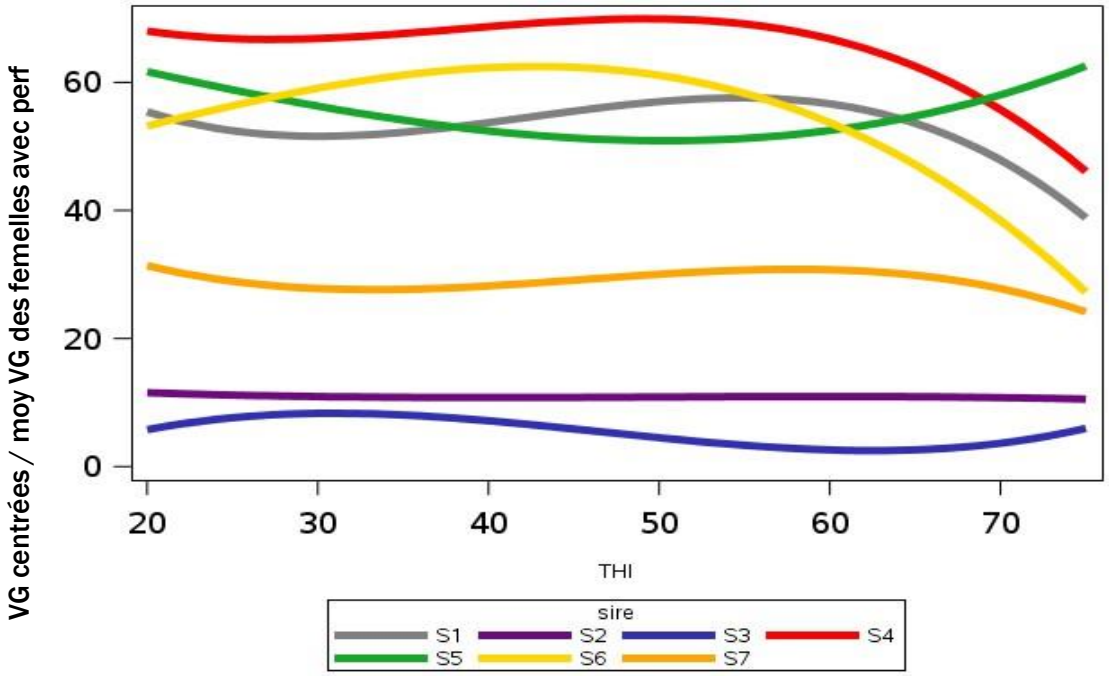
MP en 1ère lactation : production prédite

(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)



Réponse individuelle vis-à-vis de la résistance à la chaleur

Estimation de la valeur génétique en fonction des conditions climatiques

- Les animaux au potentiel de production élevé (en conditions optimales) sont ceux qui voient leur potentiel baisser le plus en conditions chaudes
- Sensibilité encore accrue des animaux déjà sensibles aux mammites à THI modéré en cas de stress de chaleur (mais sélection dans les conditions actuelles (THI moyen = 50) pertinente pour les conditions futures)

➢ **Sélection des animaux sur leur capacité ou non à maintenir leur potentiel de production en cas de stress thermique ?**

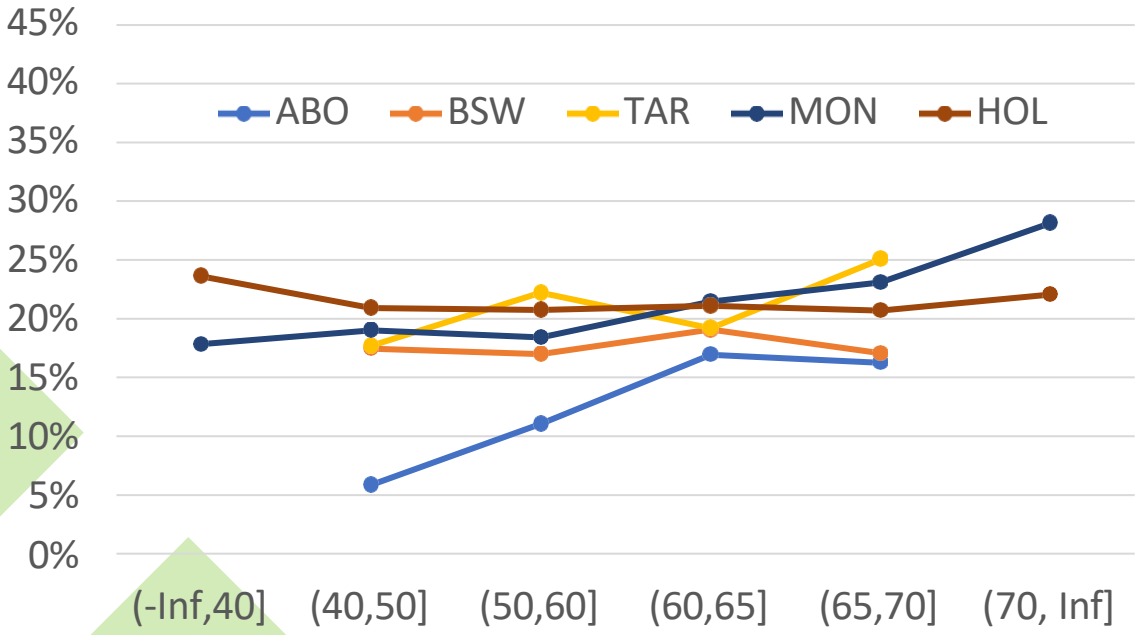
Résultats

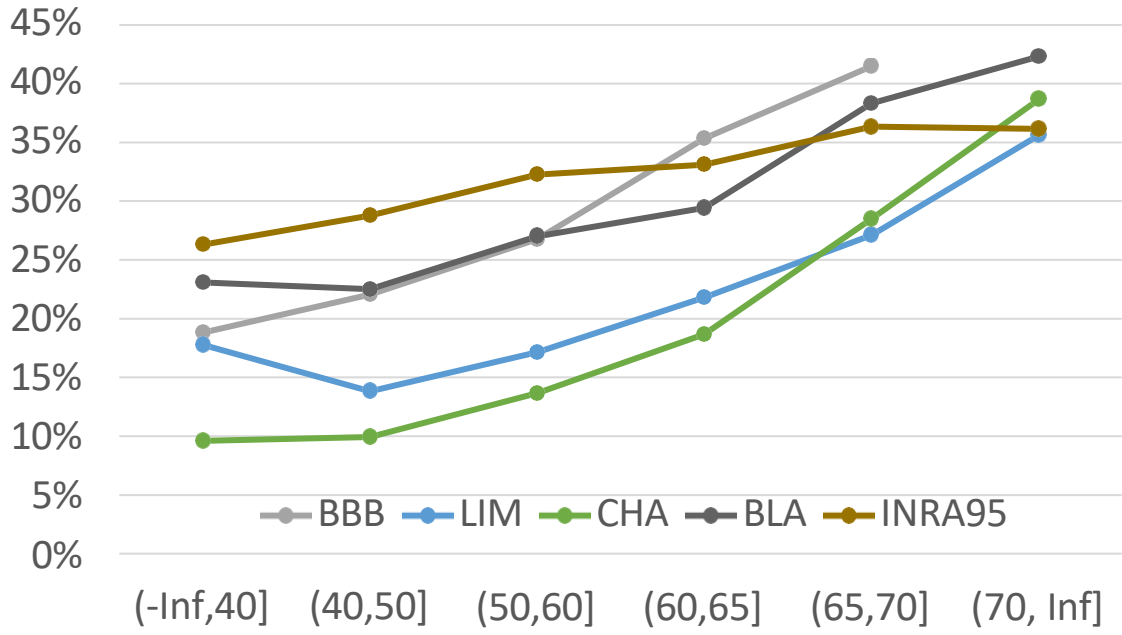
- Qualité des gamètes des reproducteurs élite

Effet du climat (THI) sur la production de semences

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

- **L'impact du stress de chaleur est modéré sur les races laitières mais plus fort en races allaitantes (notamment pour le taux de rejet)**





Rejet total en fonction du THI

Races laitières (à gauche) et allaitantes (à droite)

Effet du climat (THI) sur la production de semences

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

- Il n'y a pas d'effet immédiat (semaine de collecte) mais plutôt des semaines précédant la collecte (10 à 70 jour 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

- Les effets observés sont plus forts en frais qu'en post congélation (éjaculats déjà triés en post-congélation)

- 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)

Effet du climat (THI) sur la production d'embryons

Impact du stress thermique sur les performances des donneuses d'embryons (données PRODONN)

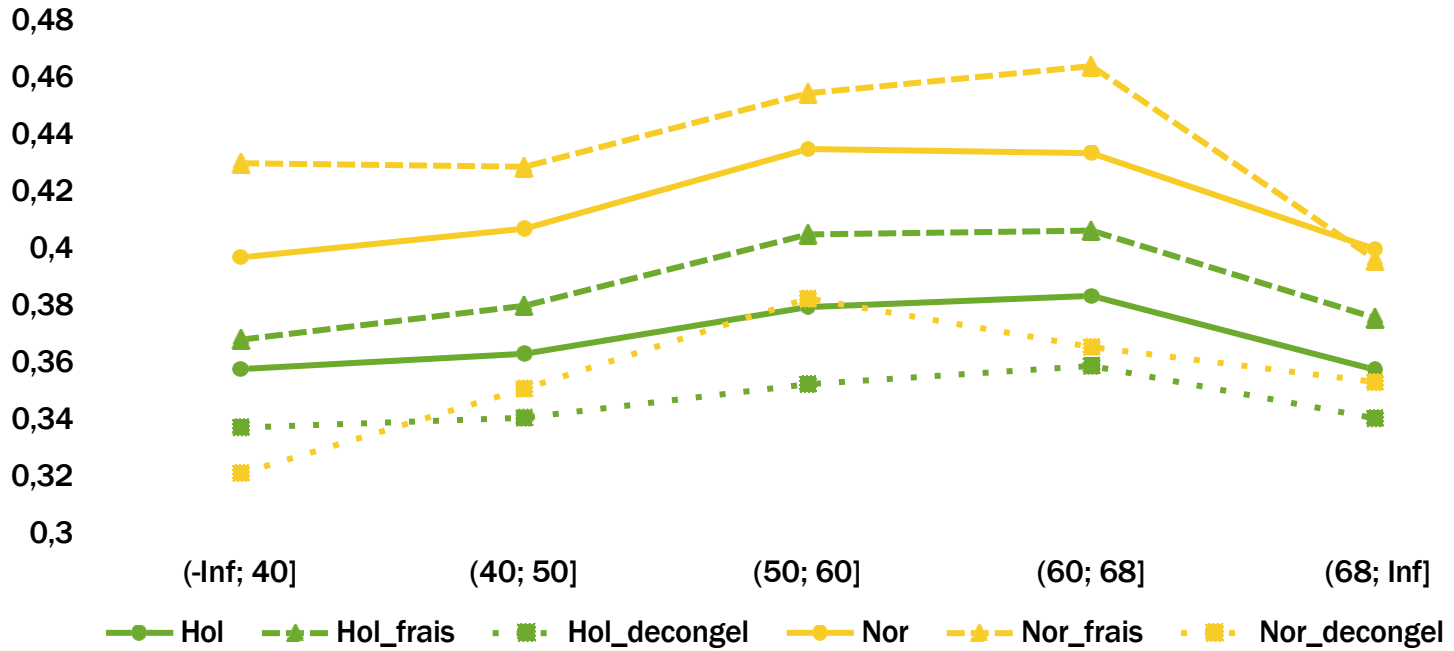
- Difficulté de mettre en évidence une fenêtre de sensibilité et un effet en station :
  - Les femelles restent peu de temps en station : peu d'animaux avec et sans vague de chaleur
  - Difficile de distinguer l'effet saison et l'effet animal
  - Peu d'effectifs dans les classes extrêmes + mesures de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

- Un impact modéré sur la production d'embryons : des pertes d'embryons à THI élevés (surtout observables en race Normande, meilleures donneuses que les Holstein)
  - Jusqu'à 20% (-1,8 embryons) sur la période 0-15 jours avant collecte
  - Jusqu'à 22% sur la période 0-7 jours avant collecte

Effet du climat (THI) sur la fertilité des gamètes

Conséquences en reproduction de l'utilisation de gamètes produits lors d'un stress climatique

- Effets limités mais présents sur
  - la fertilité des éjaculats : baisse du taux de réussite de 0.3 à 3% (effets moins marqués sur les génisses)
  - Le taux d'implantation des embryons : baisse de 1 à 3% de la réussite de la TE pour des THI inférieurs à 50 et supérieurs à 68 + baisse de 3 points % liée à la congélation



Taux d'implantation des embryons en fonction du THI

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

Horizon2020 European Union Funding for Research & Innovation

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N°101000226