



Élevage bovin : quelles voies d'adaptation pour faire face au changement climatique ?

Les rendez-vous INRAE au SPACE/14 septembre 2023

Programme

Introduction

Florence Gondret, INRAE département PHASE

Sélectionner des animaux plus tolérants à la chaleur

Aurélie Vinet, INRAE Ile-de-France - Jouy-en-Josas - Antony

Quelles variétés semer pour des prairies adaptées au changement climatique ?

Philippe Barre, INRAE Nouvelle-Aquitaine Poitiers

Echanges avec la salle

Sécuriser son système fourrager et adapter la conduite du troupeau

Luc Delaby, INRAE Bretagne-Normandie

Gestion des aléas, leviers d'adaptation, comment un éleveur laitier s'adapte au changement

Témoignage d'Erwan Cutullic, éleveur en Bretagne

Echanges avec la salle

Conclusion

Florence Gondret, INRAE département PHASE



> Introduction

Florence Gondret, cheffe de département adjoint INRAE PHASE



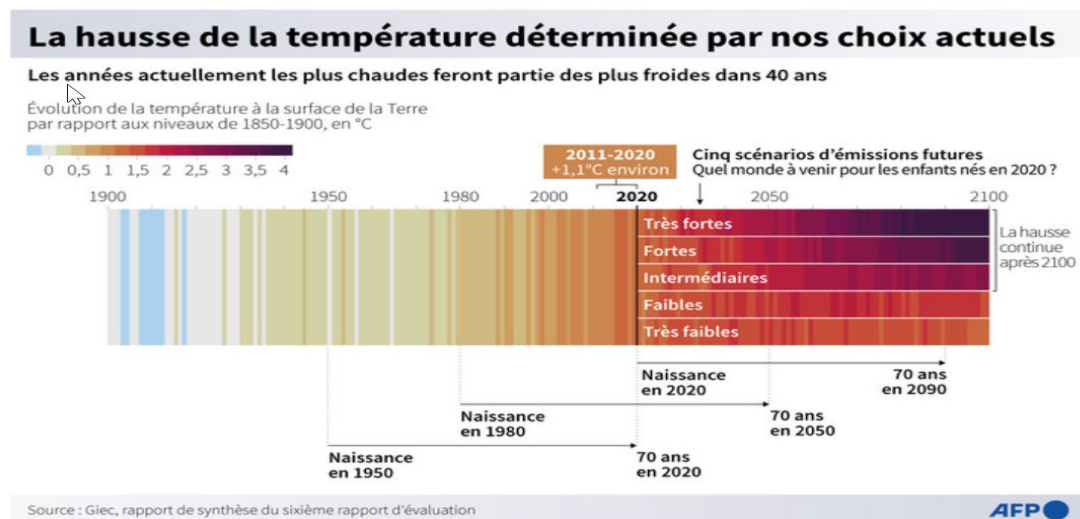
> Le changement climatique

Aujourd'hui...

Depuis le 20^è siècle, le réchauffement planétaire a atteint + 1,1°C. Cette augmentation est inédite depuis plus de 2 000 ans

...Et demain

La trajectoire de réchauffement global se situe autour de 3,5°C d'ici 2100 (avec une marge d'erreur)



Au niveau local: des **écarts** et **pics** de températures, des **vagues de chaleur**, mais aussi des **aléas climatiques** (précipitations, orages violents) avec des occurrences de plus en plus fréquentes ➔ **dérèglements** sensibles dans toutes les régions d'élevage

➤ Les élevages bovins face au changement climatique

Un rôle dans l'atténuation du réchauffement climatique

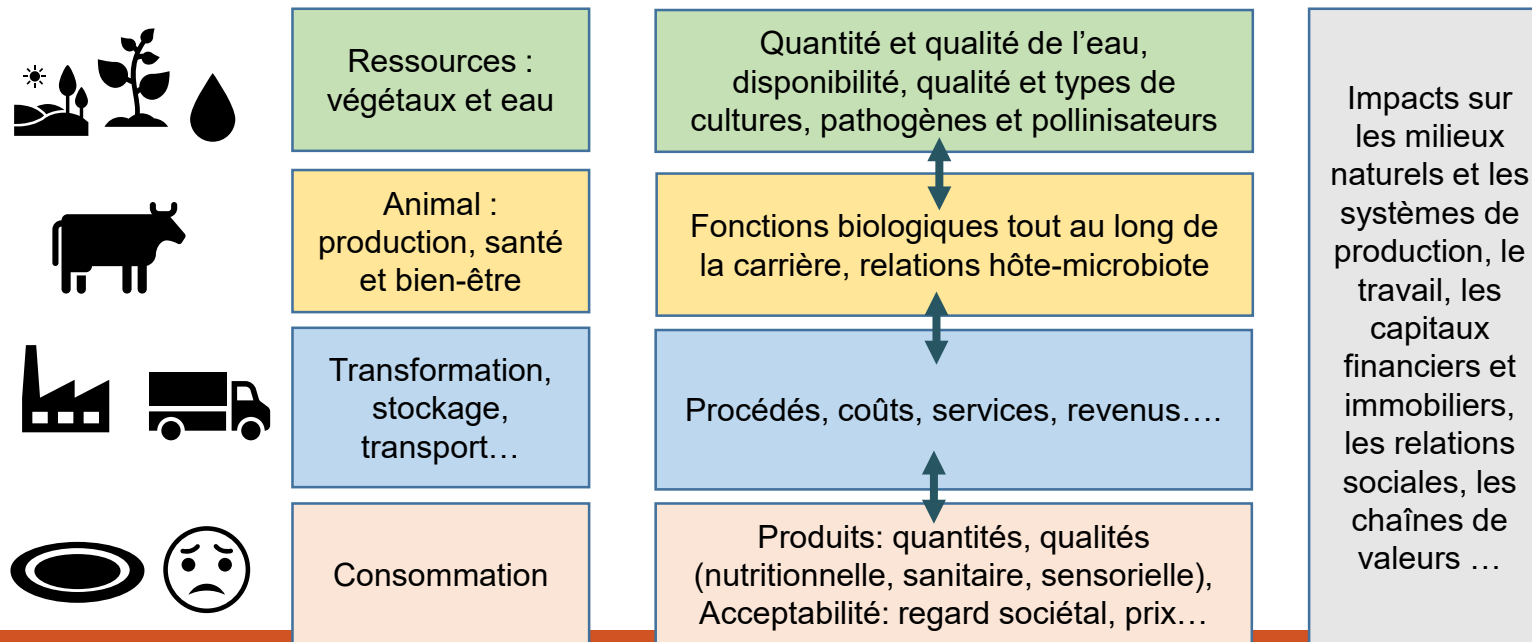
Réduction de l'intensité des émissions de méthane

Optimisation de la séquestration du carbone dans les sols (prairies)

Une nécessaire adaptation au changement climatique

Une vision globale (systémique) nécessaire, avec des solutions (**voies d'adaptation**)

différentes selon le maillon considéré dans la chaîne de production, mais dont l'efficacité doit s'analyser au regard des autres maillons



➤ Les voies d'adaptation des élevages bovins face aux changements

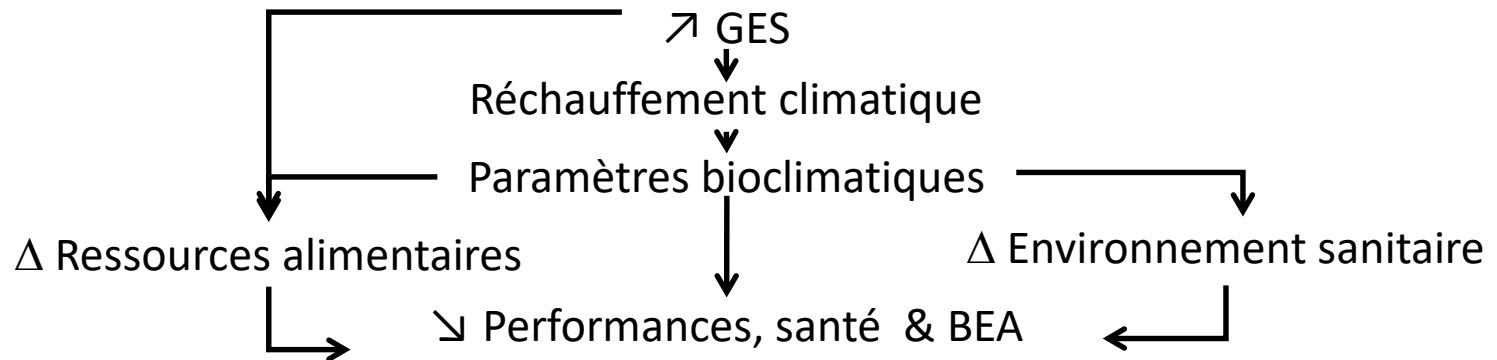
Un système fourrager ne peut pas s'analyser indépendamment du système de production animale associé

Productions bovines (ovines et caprines) sont dépendantes des productions fourragères

Résistance
Tolérance
Résilience



Robustesse



➤ Les voies d'adaptation des élevages bovins face aux changements

Choix d'espèces végétales et sélection des semences

Techniques culturales

Choix de races adaptées (format) et sélection d'animaux

Optimisation des techniques de pâturage et de conservation des fourrages

Modifications de la conduite des troupeaux (vêlages, tarissement, chargement...)

Sécurisation de l'autonomie fourragère (stocks)

Adaptation des bâtiments et des parcelles (haies, arbres, zones)

Objectifs de production et valorisation des produits

...

Voies d'adaptation différentes
selon les échéances temporelles
considérées
et selon les bassins de
production

Changements opérationnels
et des changements
stratégiques
- Reconception
(sols-cultures-élevages)



➤ Sélectionner des animaux plus tolérants à la chaleur

Aurélie Vinet, INRAE Ile-de-France - Jouy-en-Josas - Antony



Partenaires & co-auteurs



Projets



CAICalor



INRAE

Élevage bovin : quelles voies d'adaptation pour faire face au changement climatique ?

Les rendez-vous INRAE au SPACE/14 septembre 2023

> Contexte

Evolution du climat :



Températures

Fréquence des événements
climatiques extrêmes



Pour les bovins, l'exposition à des températures élevées :



Production

Santé

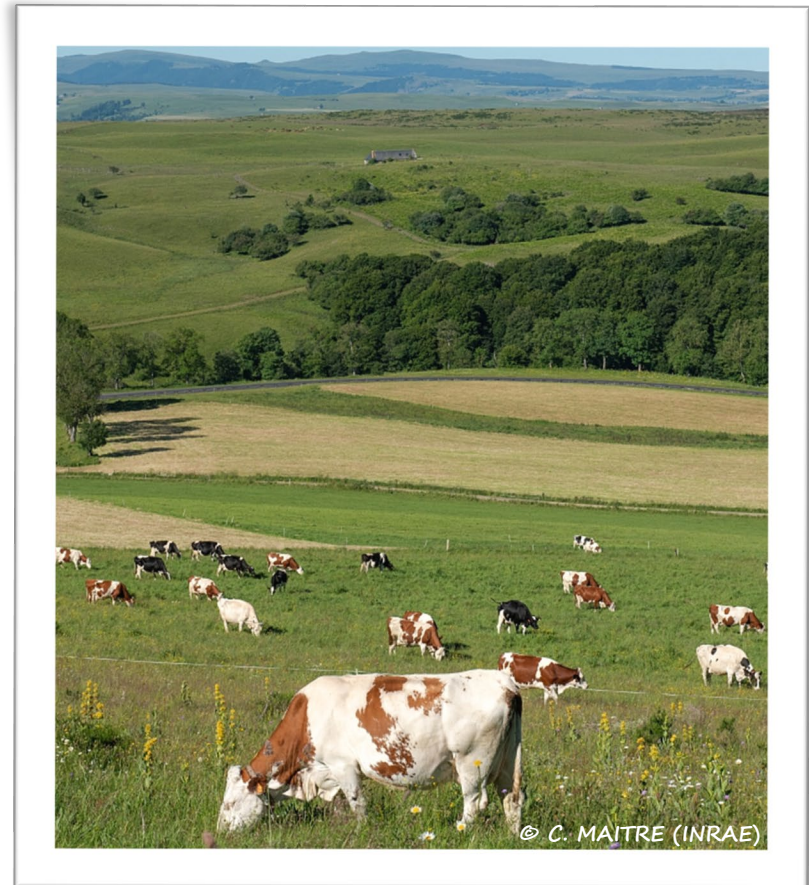
Reproduction

Bien-être

Identification d'animaux
tolérants à la chaleur
au sein des races à fort
potentiel de production ?

➤ Objectifs

- 1. Au niveau populationnel**
Effet d'un stress de chaleur
sur les performances des vaches
laitières élevées en France
- 2. Au niveau individuel**
Variabilité individuelle dans la
réponse au stress de chaleur ?
Sélection d'*animaux tolérants*
à la chaleur ?



➤ Données

Zootechniques

Base de données nationale (contrôles de performances en ferme)

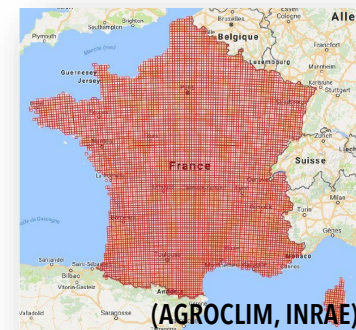
- Contrôles élémentaires
 - Quantités de lait
 - Quantités de matières grasses et protéiques
 - Taux butyreux et protéiques
 - Comptage Cellulaire Somatique
- Inséminations
 - Dates et résultats ⇒ taux de conception

Meteorologiques

MétéoFrance



Variables météo estimées pour 9892 carrés de 8x8 km² recouvrant l'ensemble du territoire

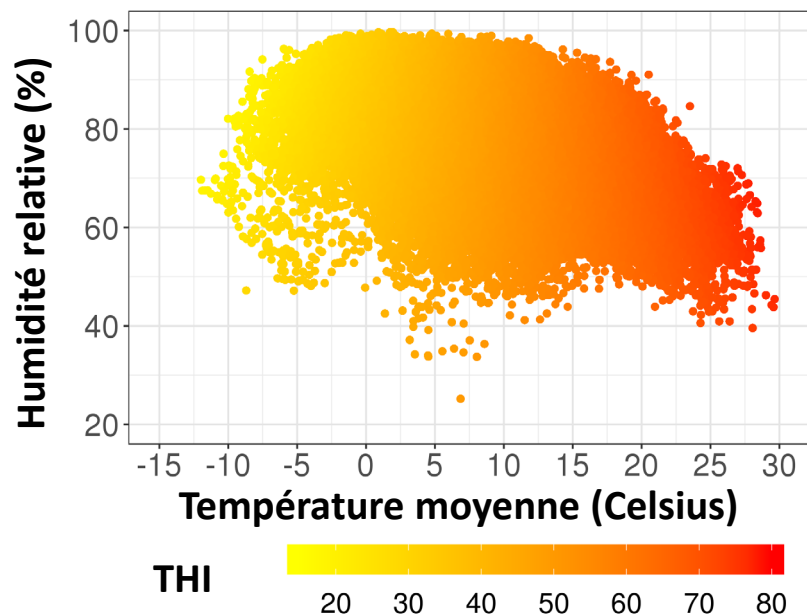


$$THI = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26)$$

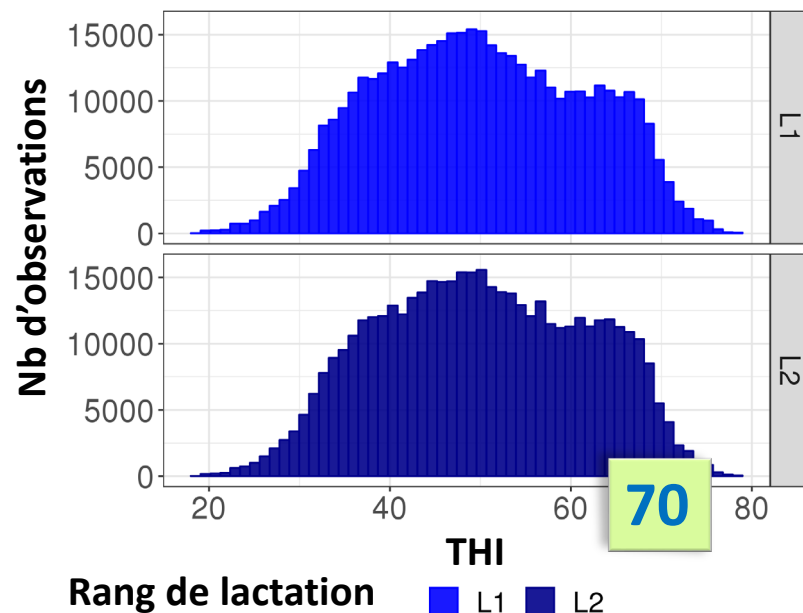


Données

Indice température-humidité (THI)



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

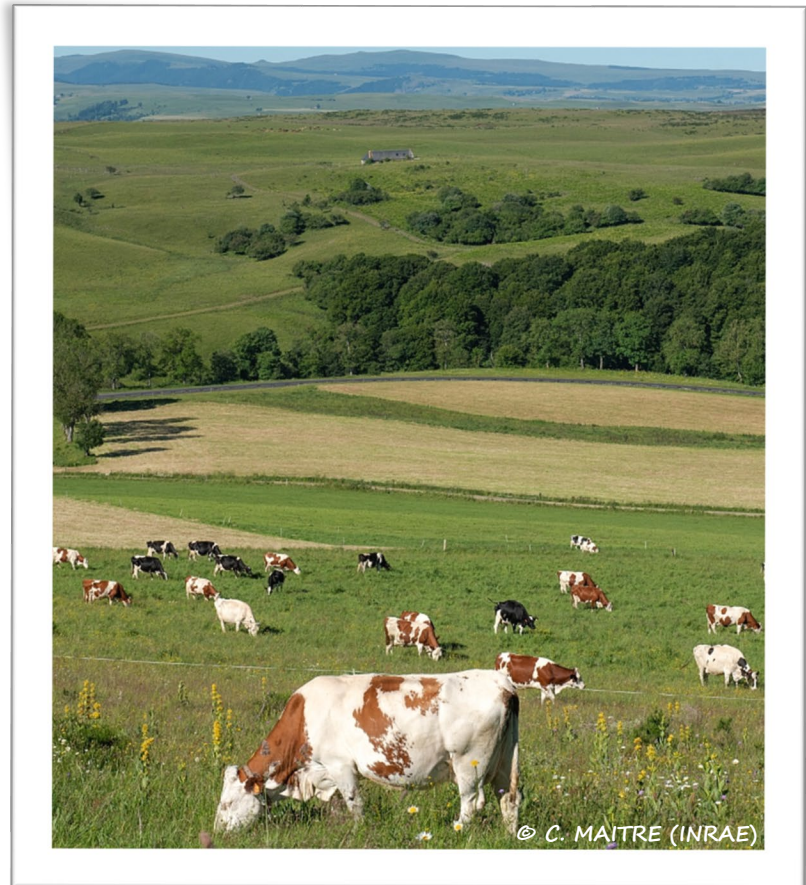


THI = 70 ↔ 22-24°C (températures moyennes, incluent températures nocturnes)

> Objectifs

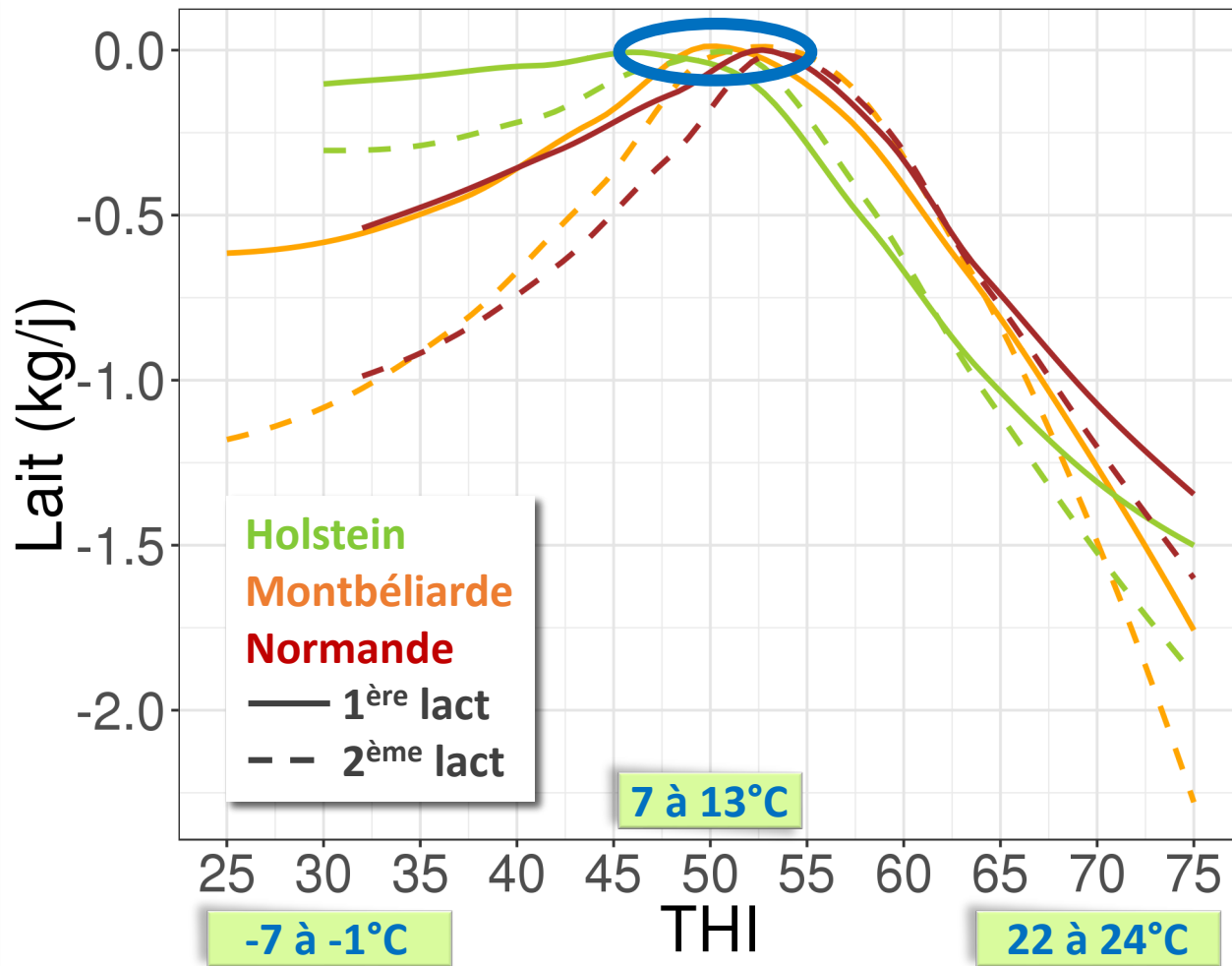
1. Au niveau populationnel

Effet d'un stress de chaleur
sur les performances des vaches
laitières élevées en France



➤ Niveau populationnel = Effet THI sur performances ?

Effet sur la production laitière (kg/j)



47-55 ⇔ THI optimal
pour lequel la production est
maximale

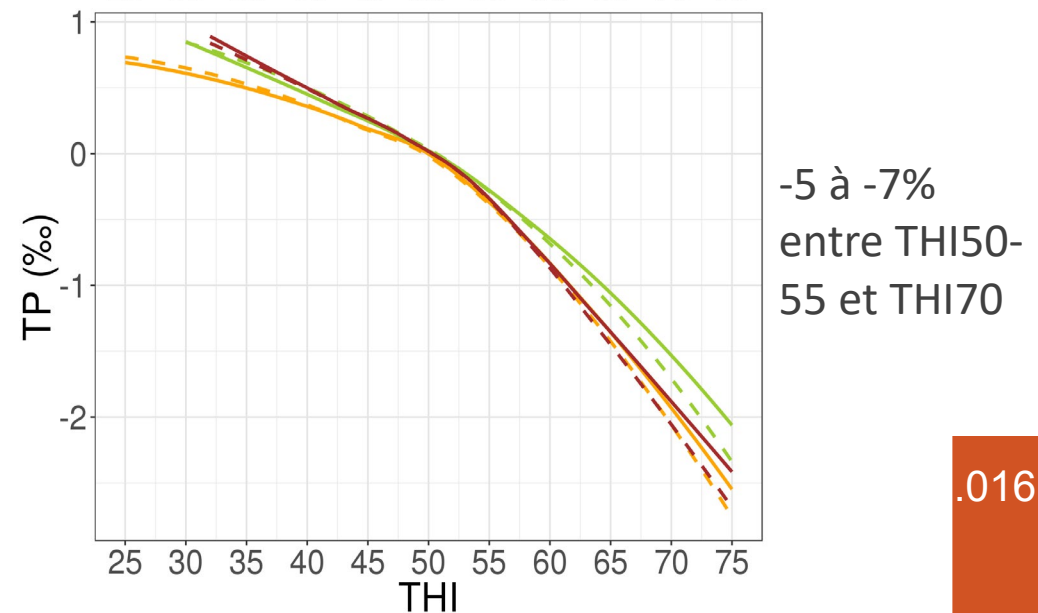
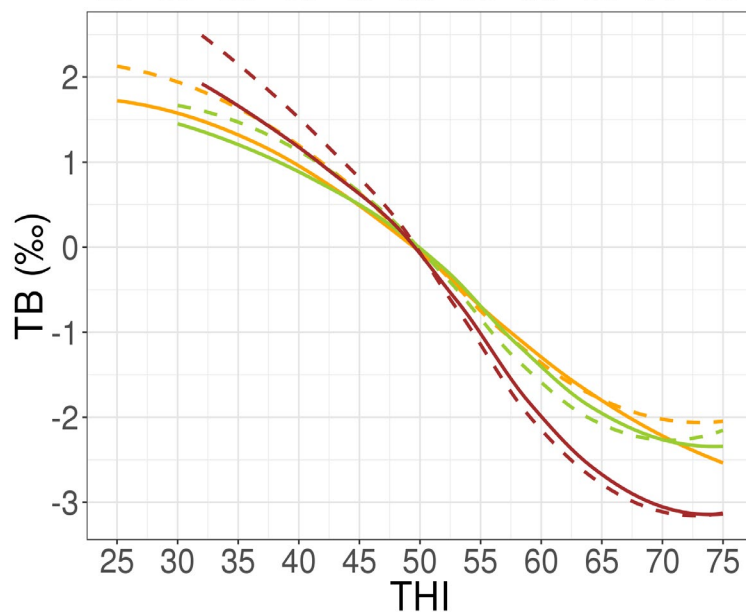
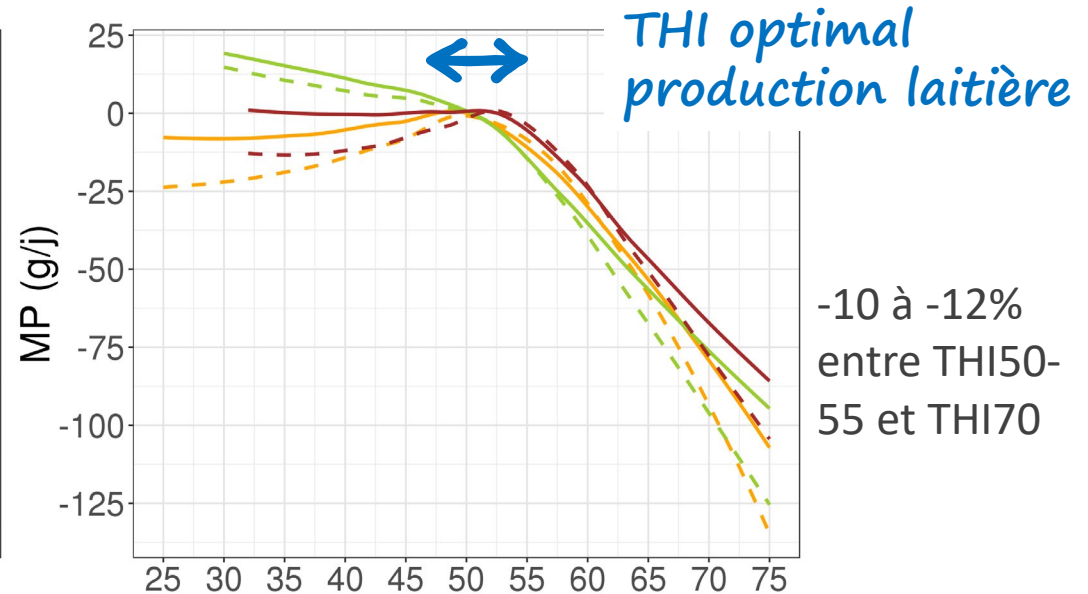
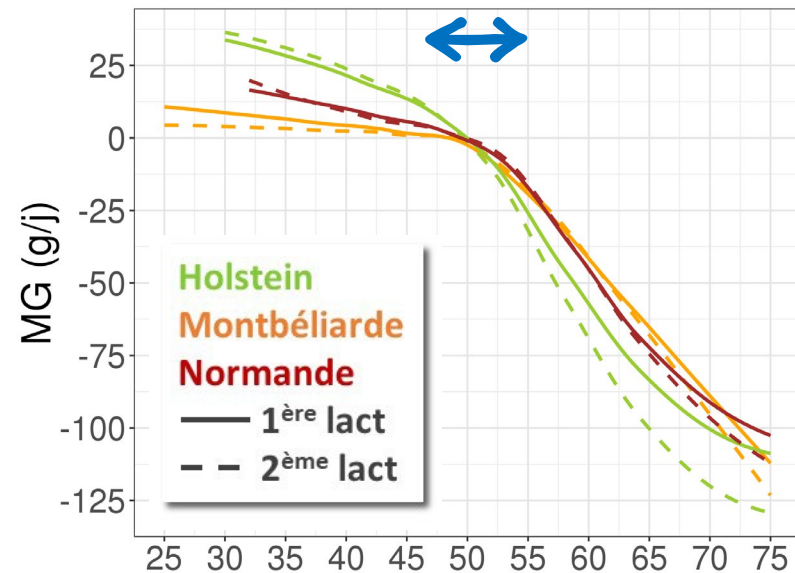
Une production moindre
avant et après cet optimum

Une chute de la production
plus importante lorsque le THI
est élevé

-5 à -6% entre THI50-55 et
THI70

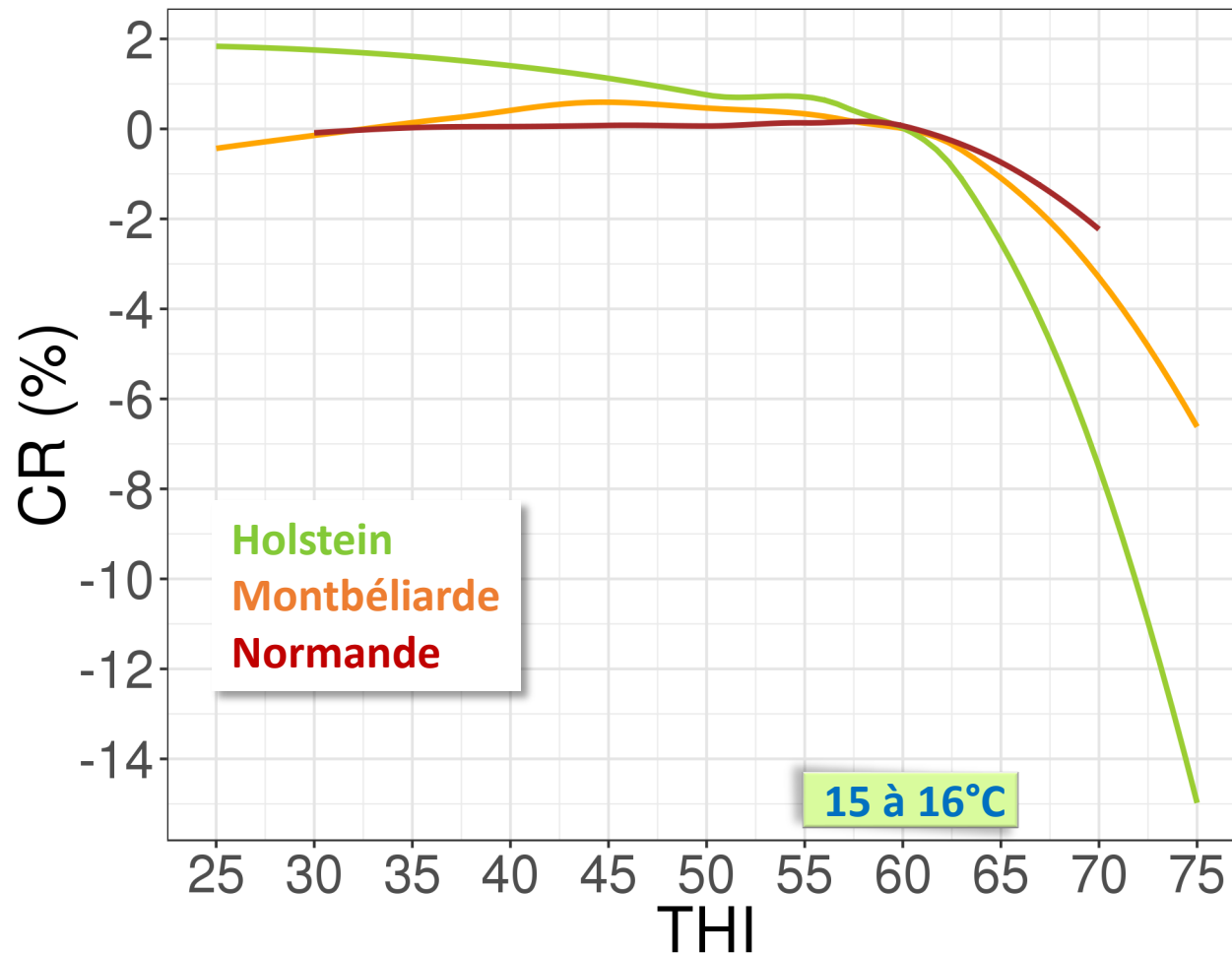
➤ Niveau populationnel = Effet THI sur performances ?

Effet sur les quantités de matières et les taux



> Niveau populationnel = Effet THI sur performances ?

Effet sur le taux de conception à la première insémination (1^{ère} lactation)



➤ Niveau populationnel = Effet THI sur performances ?

La *température optimale* pour les vaches laitières, HOL, MON et NOR élevées en France est actuellement :

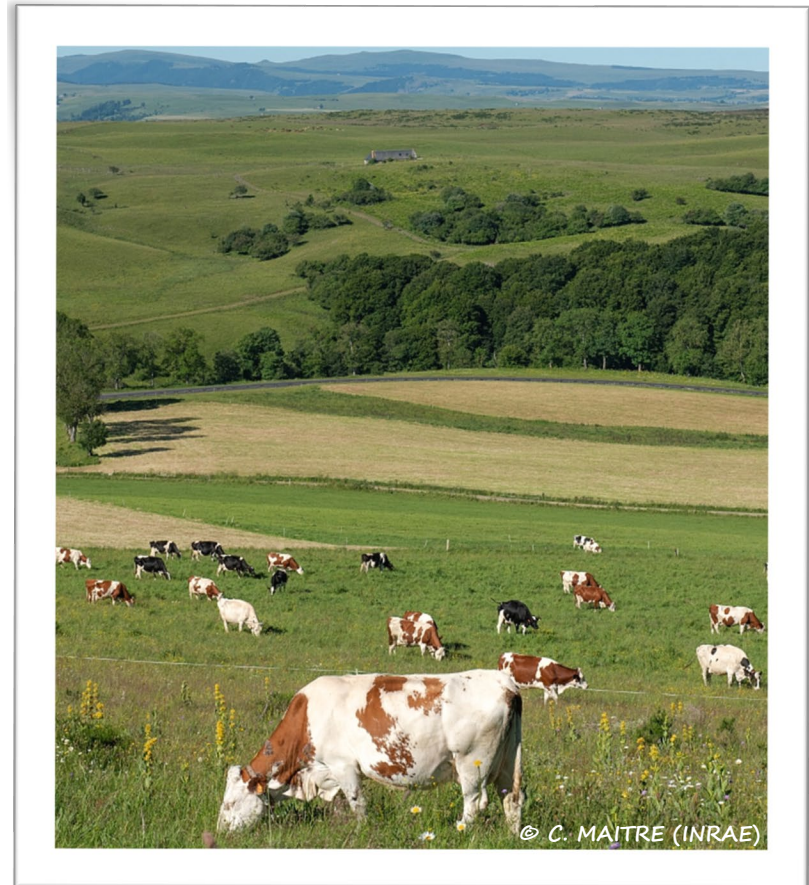
$\leq 13^{\circ}\text{C}$ pour la production et les cellules ($\leq \text{THI } 55 \text{ max}$)

$\leq 16^{\circ}\text{C}$ pour la fertilité ($\leq \text{THI } 60 \text{ max}$)

2. Au niveau individuel

Variabilité individuelle dans la réponse au stress de chaleur ?

Sélection d'*animaux tolérants à la chaleur ?*



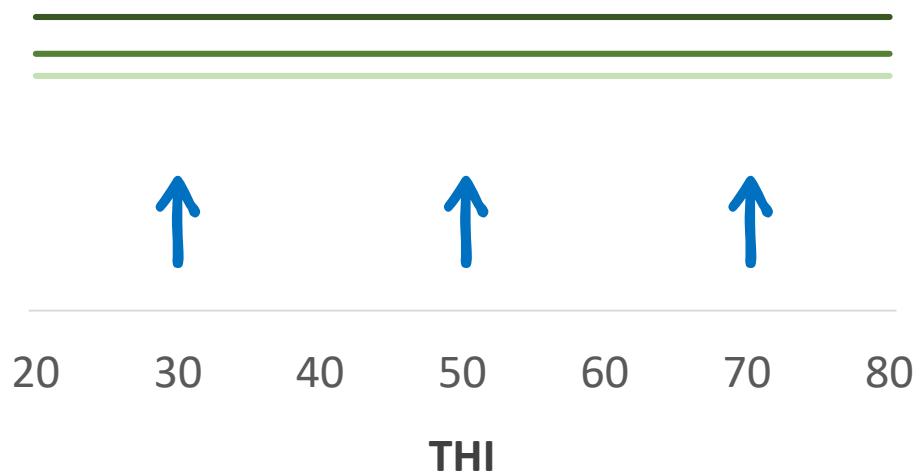


Niveau individuel = Des animaux plus tolérants ?

Interactions entre génétique et environnement (THI)

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

Valeurs génétiques



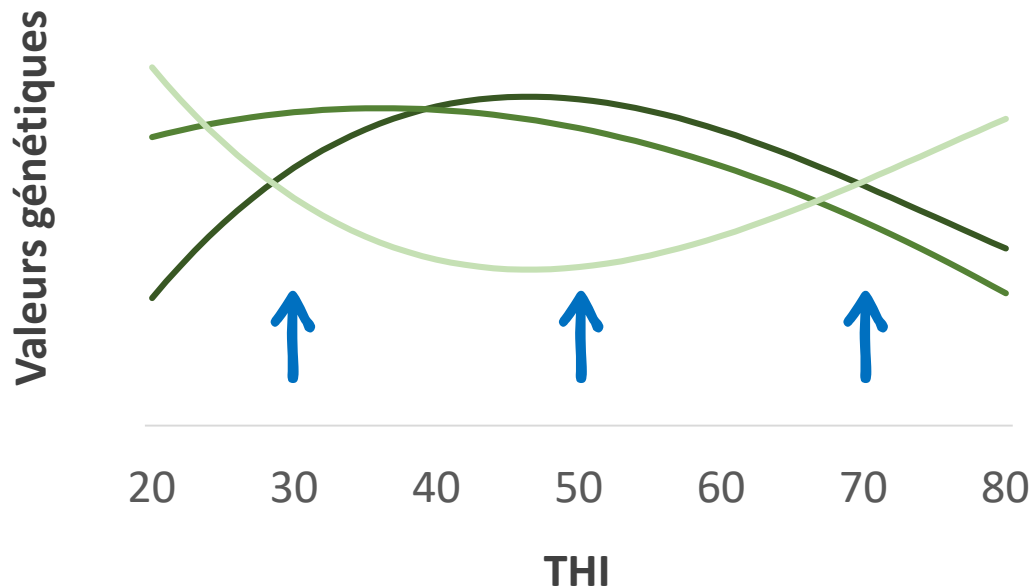
Quel que soit le THI le classement entre animaux est inchangé



Niveau individuel = Des animaux plus tolérants ?

Interactions entre génétique et environnement (THI)

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



Le classement entre animaux peut varier en fonction du THI considéré

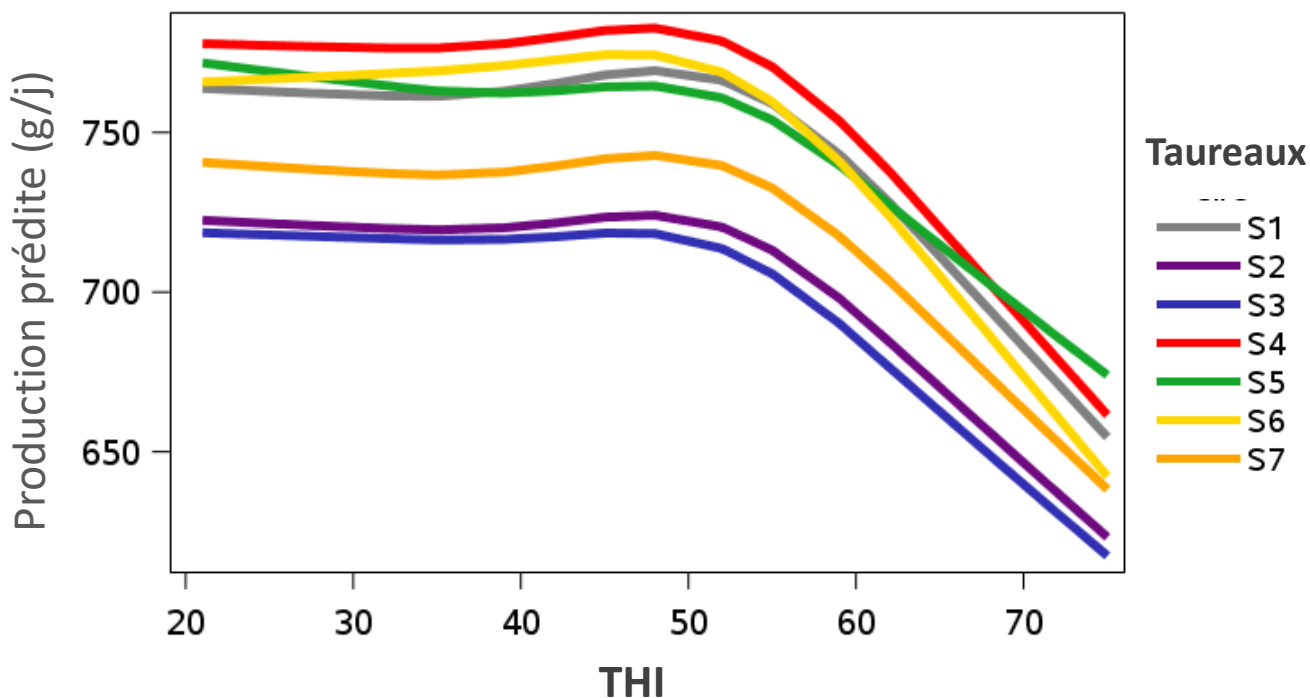
> Niveau individuel = Des animaux plus tolérants ?

Interactions entre génétique et environnement (THI)

Peu de reclassements

Certains animaux ont une  de leurs performances plus importante

Prédiction des quantités de matières protéiques en 1^{ère} lactation en fonction du THI - Taureaux avec au moins 500 filles avec perf, à 150j de lact



- ✓ Pour les caractères
 - de production
 - de santé de la mamelle
 - de fertilité
- ✓ En Holstein et Montbéliarde (calculs en cours en race Normande)

➤ Niveau individuel = Des animaux plus tolérants ?

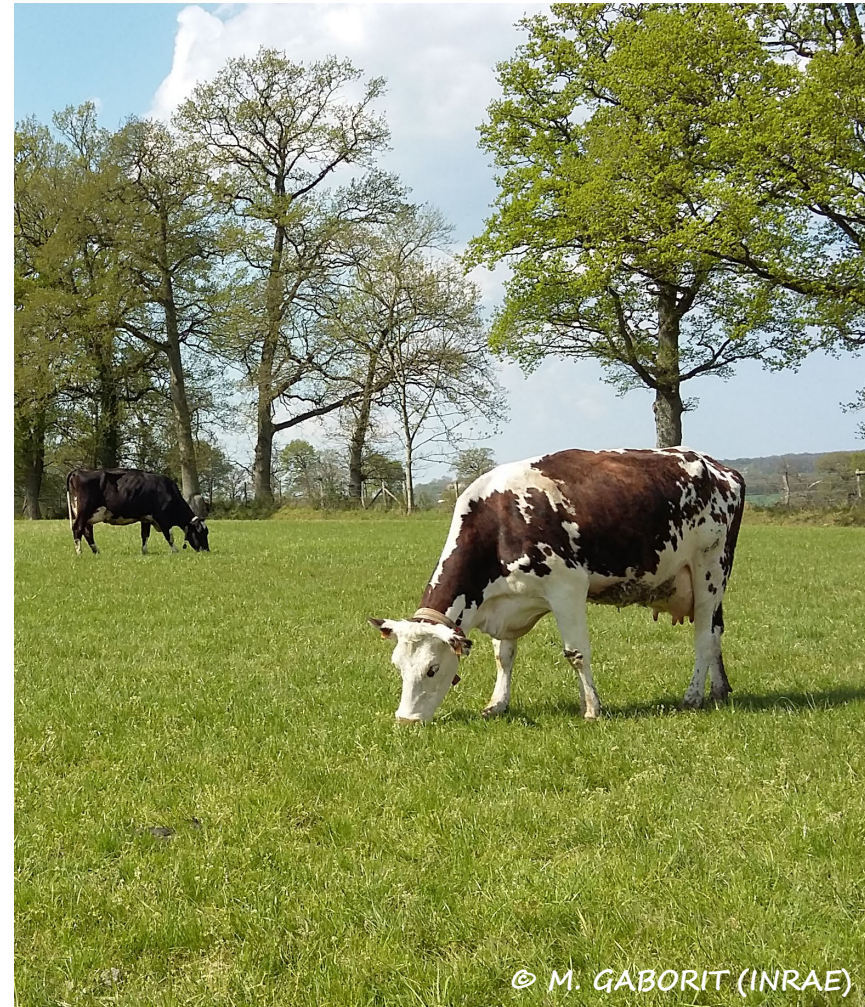
Etude des **niveaux génétiques** (THI 50) et de **l'intensité des pentes** de diminution des performances à THI 70 : quelles tendances ?

- **Production** : lors de fortes chaleurs, les meilleures productrices ont une diminution de leur production plus rapide que les moins bonnes productrices
- **Mammites** : les femelles les plus sensibles à THI 50 **sont encore plus sensibles** à THI 70 (le stress de chaleur amplifie la sensibilité aux mammites)
- **Fertilité** (hors Holstein) : les moins bonnes reproductrices à THI 50 ont **encore plus de difficultés** à se reproduire à THI 70 (le stress de chaleur amplifie les problèmes de reproduction)

La sélection des caractères fonctionnels (résistance aux mammites, fertilité), dans les conditions actuelles, est **pertinente pour les conditions futures, plus chaudes**

> Résumé

- La *température optimale*
 $\leq 13^{\circ}\text{C}$ pour la production et les cellules,
 $\leq 16^{\circ}\text{C}$ pour la fertilité
- La *sélection des caractères fonctionnels* dans les conditions actuelles, est pertinente pour les conditions futures → augmenter leurs poids dans les *objectifs de sélection* ?



INRAE

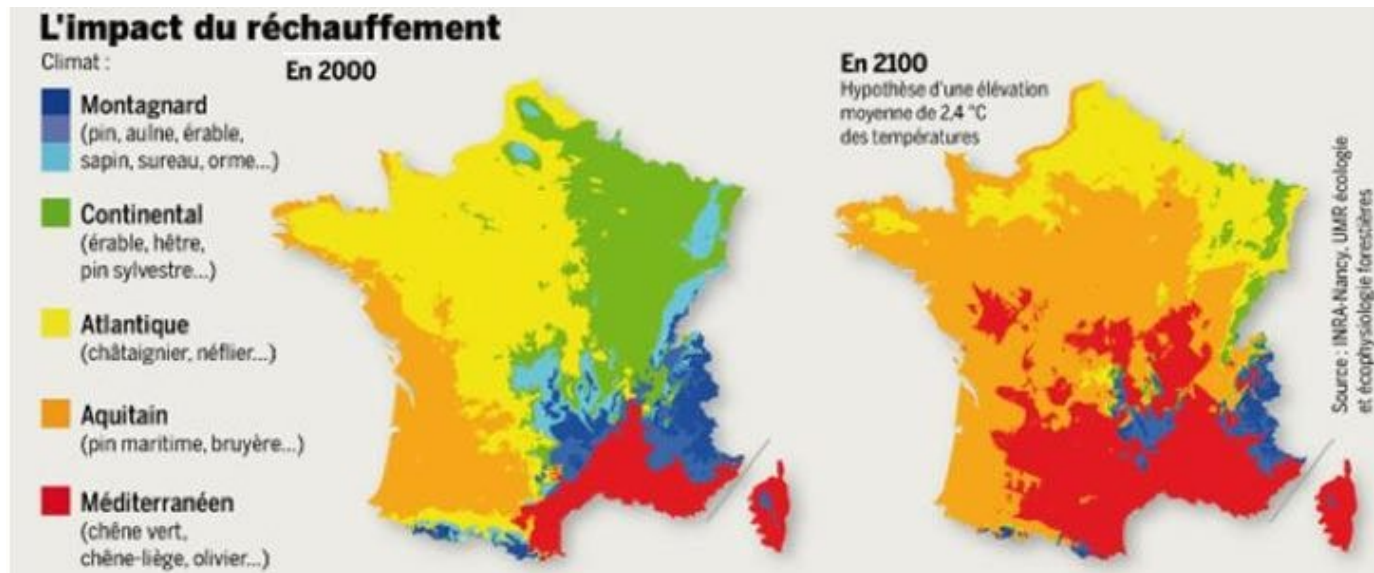
➤ Quelles variétés semer pour des prairies adaptées au changement climatique ?

Philippe Barre, INRAE Nouvelle-Aquitaine Poitiers

Unité de Recherche Pluridisciplinaire, Prairies et Plantes Fourragères



➤ Le changement climatique en France



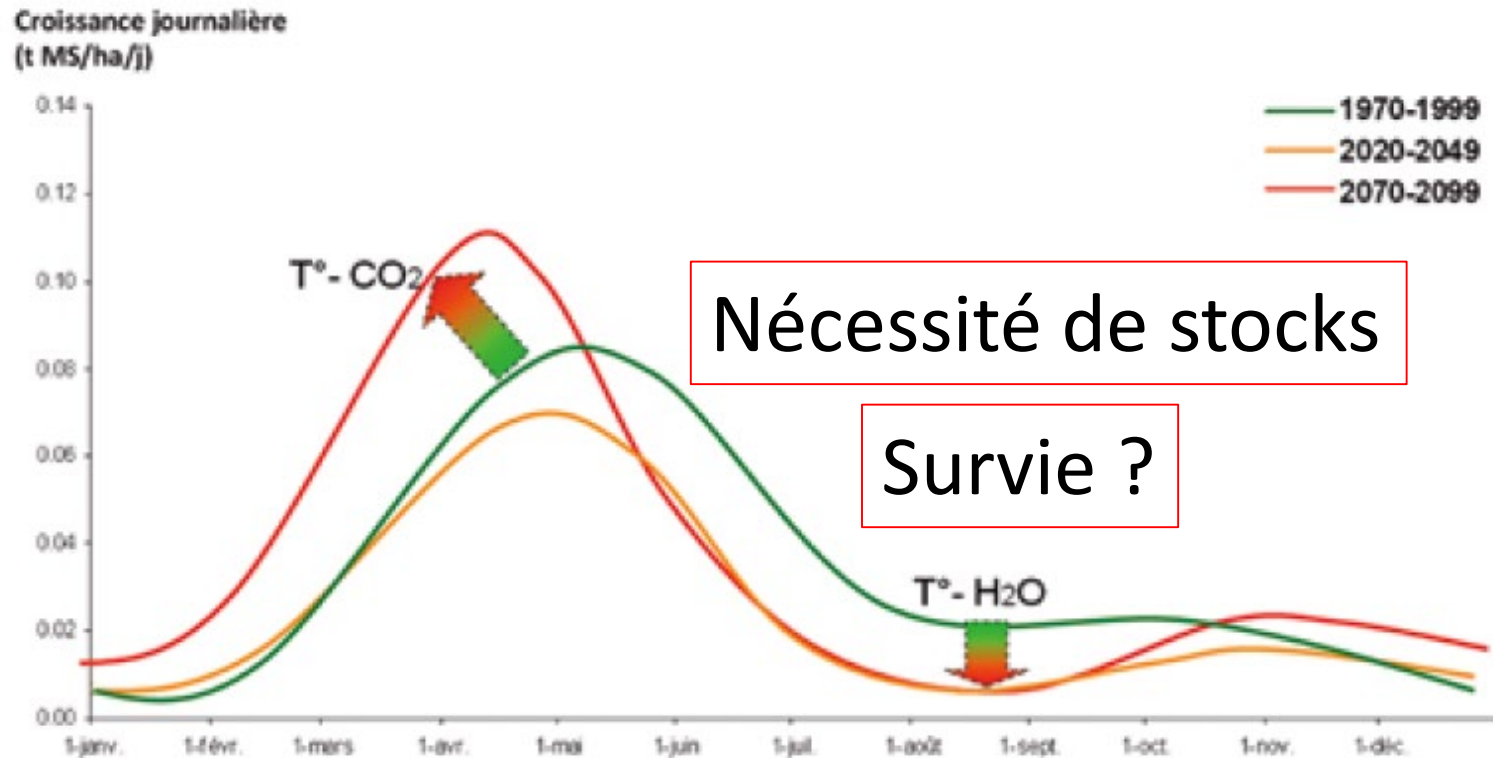
Augmentation :

- des températures
- des sécheresses
- du CO₂
- **des aléas**



<https://jardinonssolvivant.fr/le-sol-cet-inconnu/>

➤ Impacts du changement climatique sur les prairies



Durand et al in CLIMATOR (2010)

➤ Stratégie d'évitement : croissance rapide en conditions favorables



Ray-grass d'Italie



Trèfle violet



Trèfle incarnat



Méteils: graminée + légumineuse

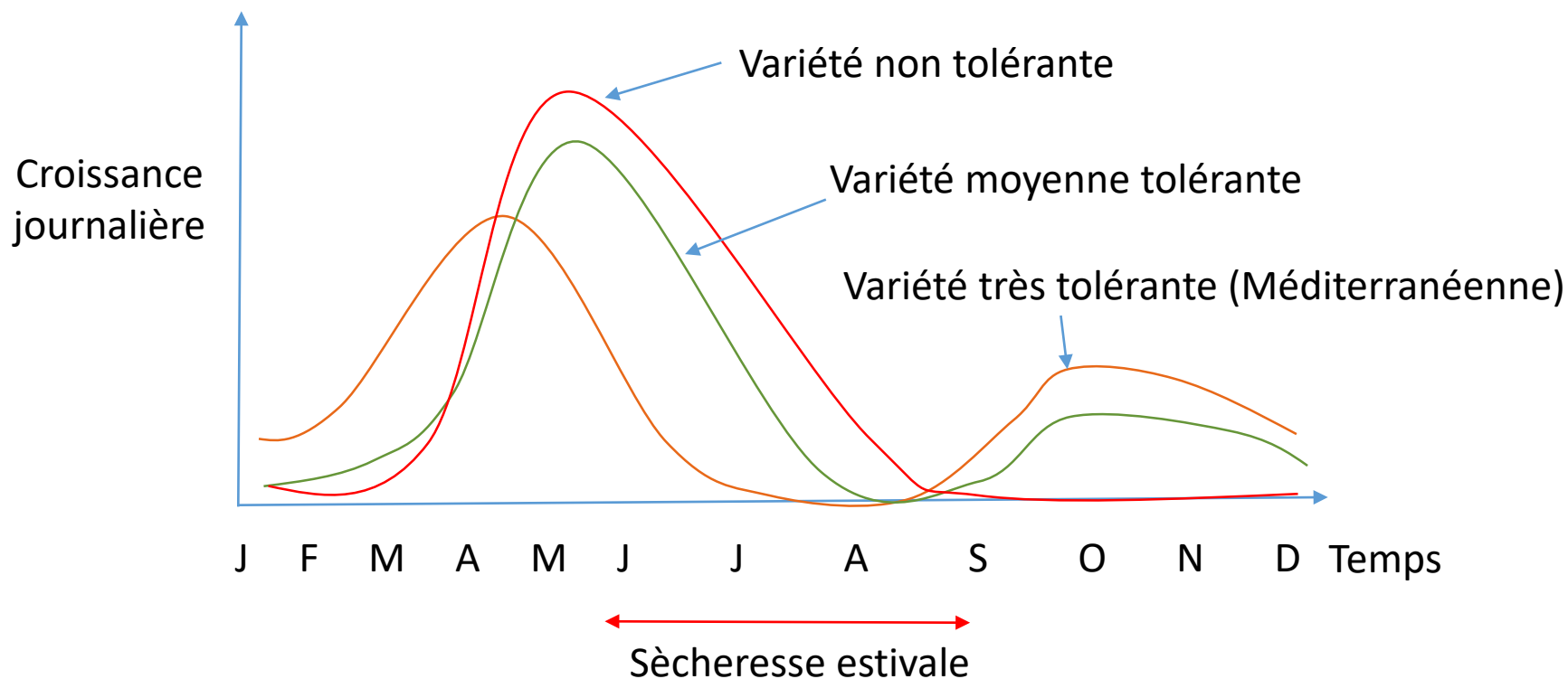


Maïs ensilage



Sorghos fourragers

➤ Stratégie d'adaptation : pérennité de la prairie



Quelle variété pour quel niveau de stress ?



➤ Des différences d'adaptation spécifiques et variétales

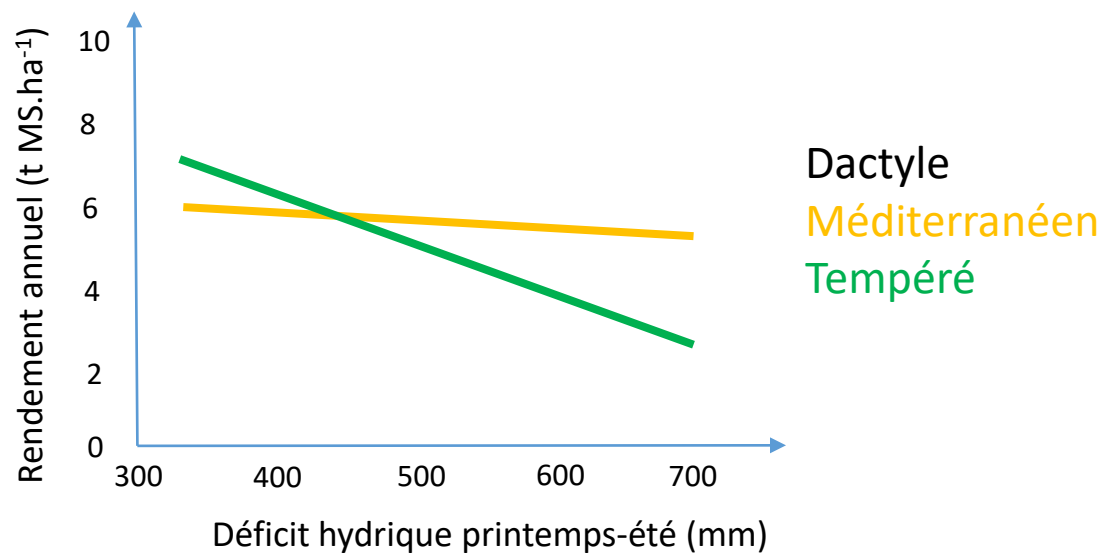
Variabilité spécifique

Dactyle > Fétuque élevée > ray-grass

Luzerne > trèfle blanc

Variabilité variétale

Importance de la phénologie : rythme de croissance annuel



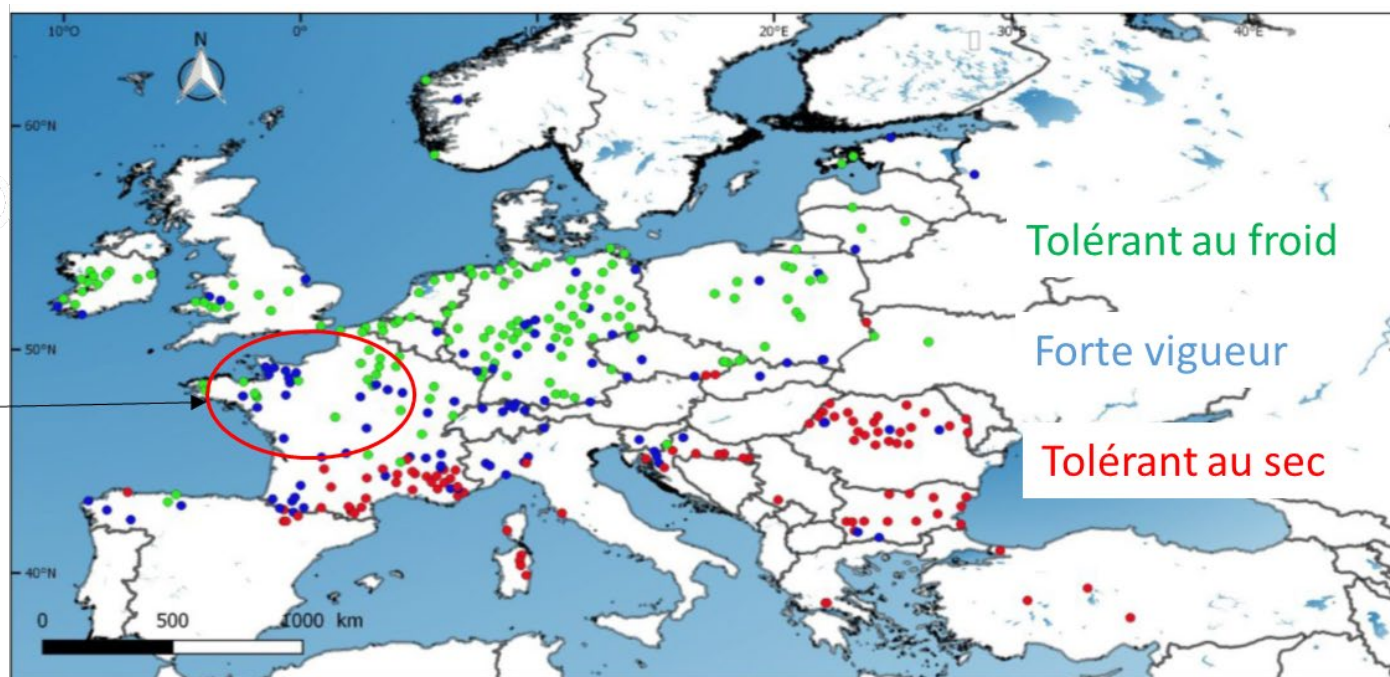
D'après Poirier et al. Global Change Biology 2012

➤ Vers des ray-grass anglais plus tolérants aux sécheresses

Projet FACCE-JPI GrasslandScape

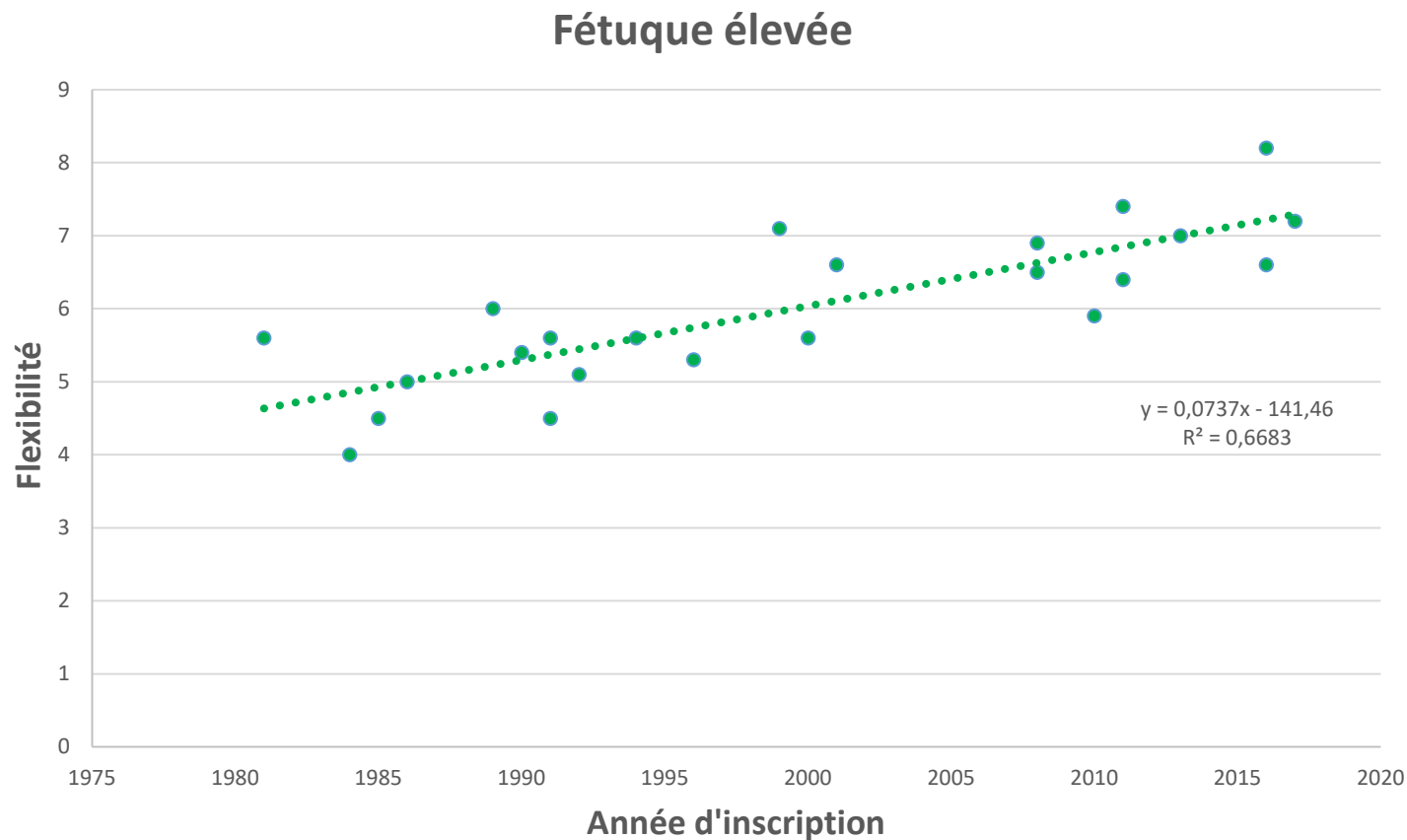
J.P. Sampaoux

385 populations naturelles de ray-grass anglais

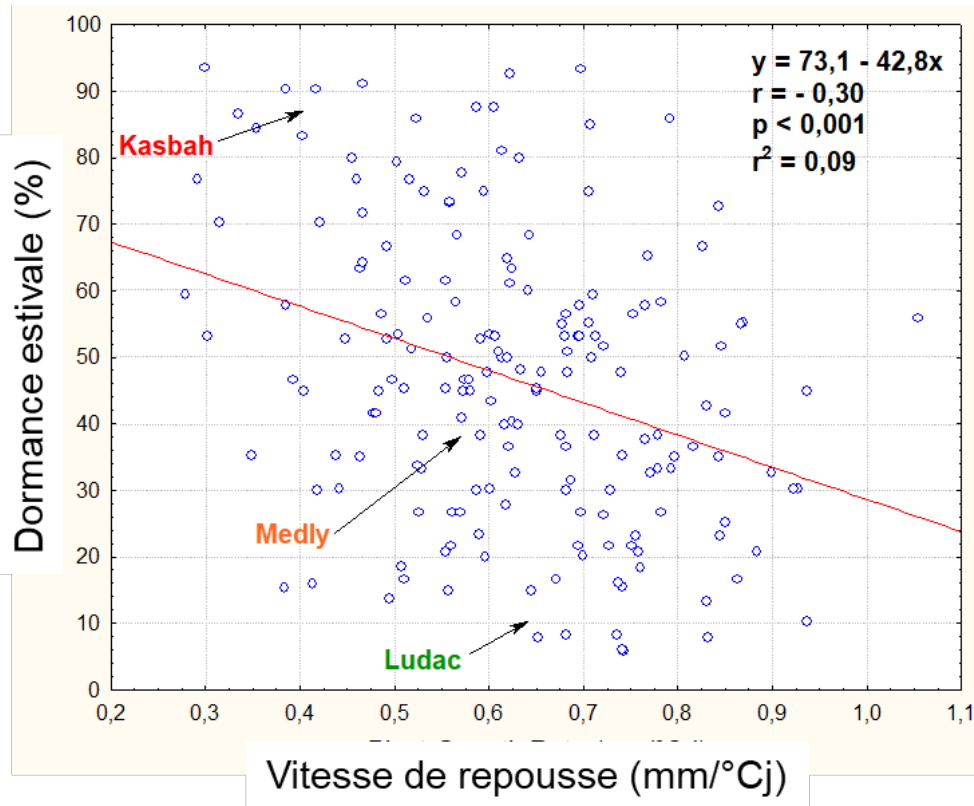


Keep et al. Functional Ecology 2021

➤ Amélioration de l'appétence et de la valeur nutritive des dactyles et fétuques élevées



Vers des dactyles productifs et tolérants les sécheresses extrêmes



Kallida et al. 2016

Possibilité de créer des variétés tolérantes aux sécheresses sévères et productive pendant les périodes climatiques favorables (printemps et automne)

Mais pas de croissance possible l'été même avec de la pluie !

Intéressant si les sécheresses sévères sont fréquentes.

Suite: Projet CASDAR Dactysec

> Conclusion



Diversifier les cultures pour « amortir » l'effet des aléas

Au niveau de l'assolement : cultures de courte durée et prairies semées pérennes

Au sein des parcelles : mélanges d'espèces (graminées et légumineuses) et de variétés pour un meilleur maintien des espèces

Choix des espèces et des variétés selon les conditions pédo-climatiques actuelles et futures

Une amélioration génétique continue:

Résistances aux maladies, souplesse d'exploitation, qualité...

Tolérance aux stress hydrique, sélection pour les mélanges



Herbe-book

<https://www.herbe-book.org/>

ACVF ASSOCIATION DES
CRÉATEURS DE
VARIÉTÉS FOURRAGÈRES

ao agri Obtentions
Semencier de l'agriculture durable



INRAE

Élevage bovin : quelles voies d'adaptation pour faire face au changement climatique ?

Les rendez-vous INRAE au SPACE/14 septembre 2023



Merci pour votre attention !





➤ **Sécuriser son système fourrager et adapter la conduite du troupeau**

Luc Delaby, INRAE Bretagne-Normandie



➤ Le réchauffement climatique

Quelle occurrence – Quelle intensité ?

**Moindres pluies estivales associées à
des températures plus élevées**

Surtout un risque de sécheresse et donc un risque
probable de pénurie fourragère



Flexibilité - Adaptation - Sécurisation - Robustesse

➤ Deux situations à envisager

**Si la tendance lourde est « connue »,
son occurrence (quand ?) et son intensité (combien de temps ?)
restent imprévisibles**

S'adapter face à la survenue de l'événement ...

Court / Conjoncturel / Réactions à court terme

Anticiper le risque avéré de l'événement ...

Long / Structurel / Conséquences à long terme

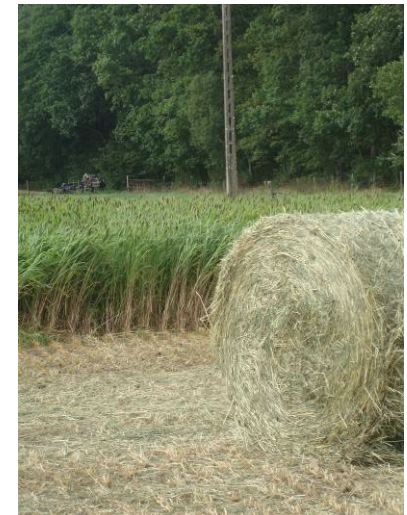


➤ S'adapter face à la survenue de l'événement

Adapter (ou pas) les cultures et la conduite animale et alimentaire

Des cultures plus résistantes : sorgho, luzerne, trèfle violet, prairies multi-spécifiques (chicorée ?)

Des pratiques opportunistes : récolte de MCPI, dérobées d'été (moha, trèfle incarnat, colza...), pâturage tardif d'automne / précoce de fin d'hiver



➤ S'adapter face à la survenue de l'événement

**Adapter (ou pas) les cultures
et la conduite animale et alimentaire**

Diminuer les exigences pour pouvoir diminuer l'offre

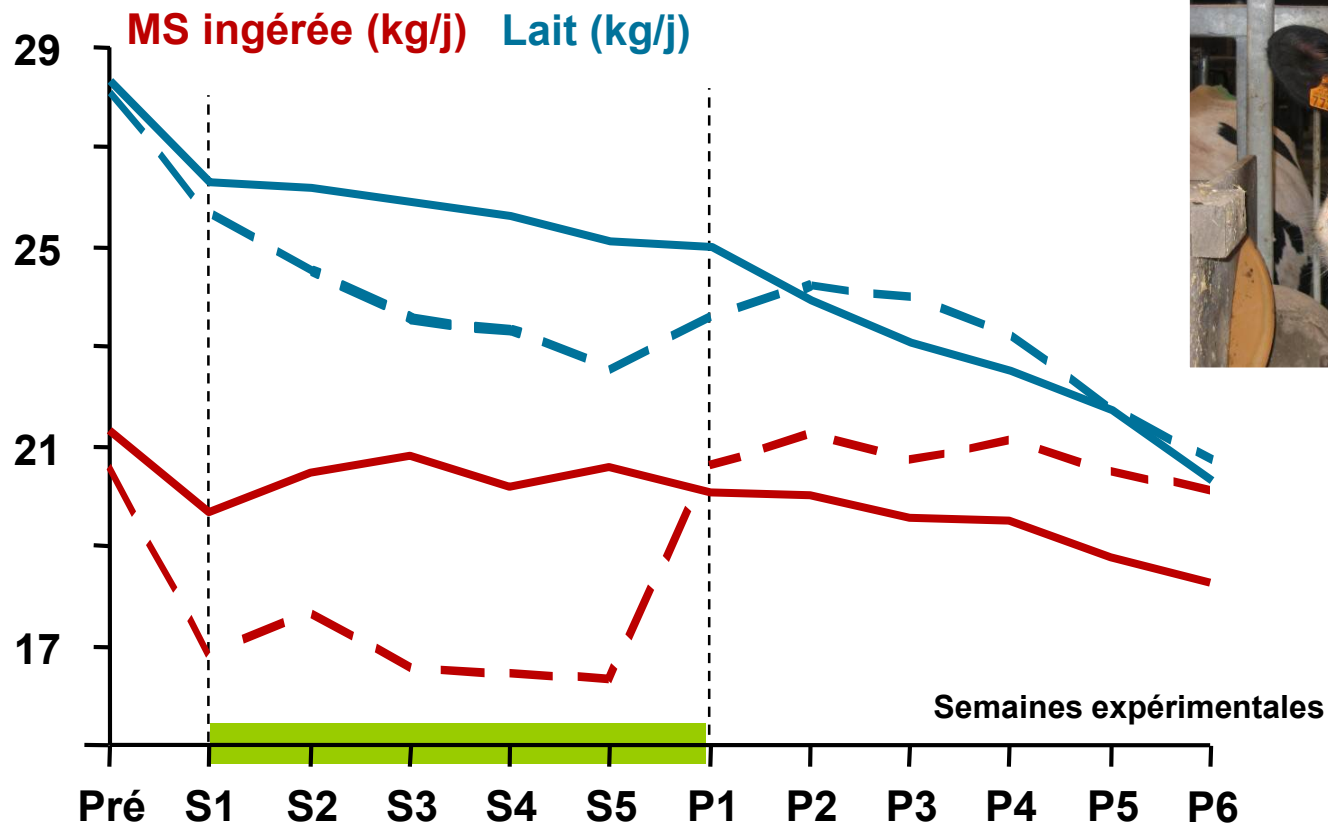
**Accepter une baisse de la production laitière
associée à une moindre ingestion de fourrages
de qualité**

Passage à la mono traite / Tarissement précoce

**Génisses d'élevage : croissance compensatrice
ultérieure**

➤ Faire confiance aux vaches

Faverdin et al, 2008



Une restriction alimentaire qui laisse peu de traces

➤ S'adapter face à la survenue de l'événement

**Adapter (ou pas) les cultures
et la conduite animale et alimentaire**

Diminuer les exigences pour pouvoir diminuer l'offre

Accepter une baisse de la production laitière
associée à une moindre ingestion de fourrages
de qualité

Passage à la mono traite / Tarissement précoce

Génisses d'élevage : croissance compensatrice
ultérieure

Maintenir l'offre pour pouvoir satisfaire les exigences

Utilisation précoce des stocks (*en espérant...*)

Achat d'aliments (ration sèche / coûts ?)

➤ Anticiper le risque avéré de l'événement

Modifier le système fourrager et la conduite animale

Adapter le chargement et la surface fourragère en fonction des années de « vaches maigres »



➤ Anticiper le risque avéré de l'événement

Modifier le système fourrager et la conduite animale

Augmenter la surface « fourragère » stockée

Emblaver plus d'hectare de maïs et prendre la décision à l'automne

Récolter des mélanges Céréales-Protéagineux avant l'été

Produire et valoriser l'herbe aux périodes favorables

Fertiliser plus tôt (et plus) en fin d'hiver

Pâturer tôt, dès que possible... c'est bien pour la prairie, c'est mieux pour les vaches

➤ Anticiper le risque avéré de l'événement

Modifier le système fourrager et la conduite animale

Accroître la surface fourragère / Baisser le chargement global

Faucher et stocker plus au printemps

Semer des prairies mieux adaptées à la chaleur

Pratique du report sur pied, notamment en présence de légumineuses

Valoriser le potentiel des saisons plus favorables fin d'automne / fin d'hiver

➤ Anticiper le risque avéré de l'événement

Modifier le système fourrager et la conduite animale

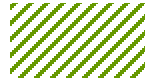
Adapter le chargement et la surface fourragère en fonction des années de « vaches maigres »

Modifier la conduite du troupeau pour réduire la demande alimentaire au moment opportun

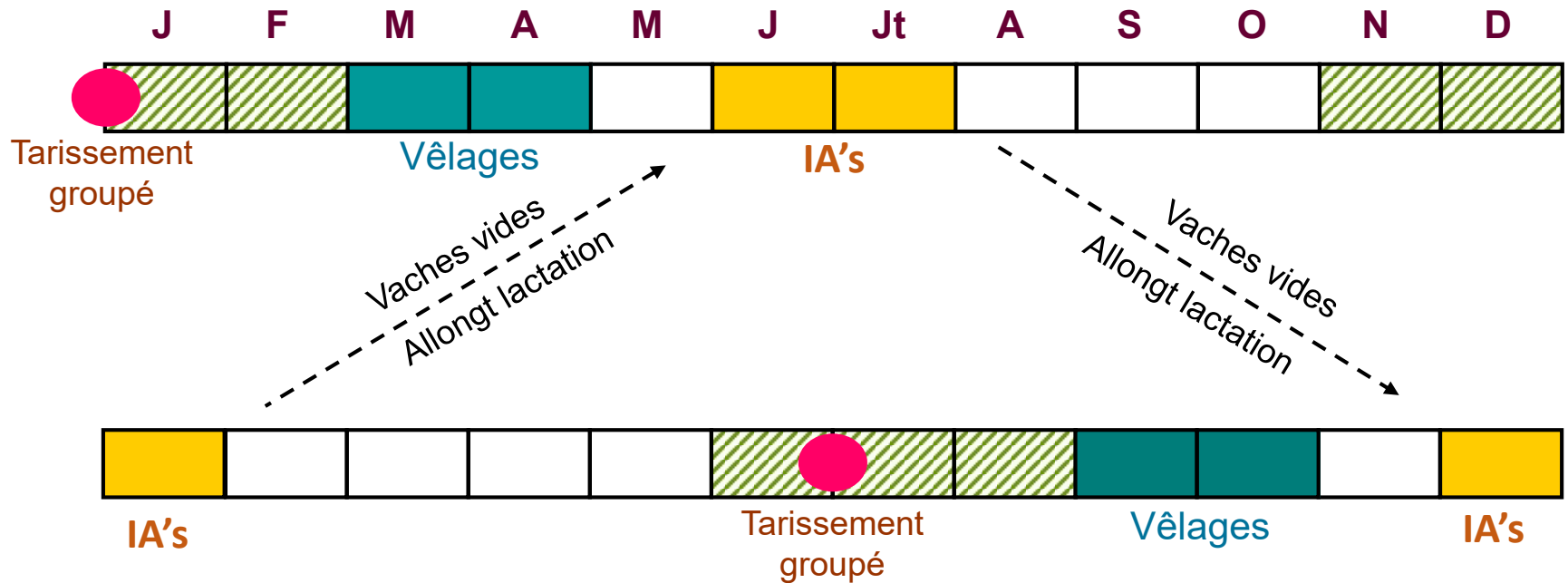




La double saison de vêlage



Période sans croissance . Réduction de la demande animale



Les avantages des vêlages groupés sans leurs inconvénients

➤ En guise de conclusion

avec l'aide de Jean de la Fontaine (1621-1695)

Anticiper le risque... *Le lièvre et la tortue*

"Rien ne sert de courir, il faut partir à point..."

Imaginer des solutions pérennes... *La cigale et la fourmi* *"Que faisiez-vous au temps chaud..."*

Garder un maximum d'autonomie... *La grenouille qui veut se faire aussi grosse que le bœuf*

"Le monde est plein de gens qui ne sont pas plus sages..."

Merci pour votre attention



Lens . Les pyramides . Été 2053

INRAE

**➤ Gestion des aléas, leviers d'adaptation,
comment un éleveur laitier s'adapte
au changement**

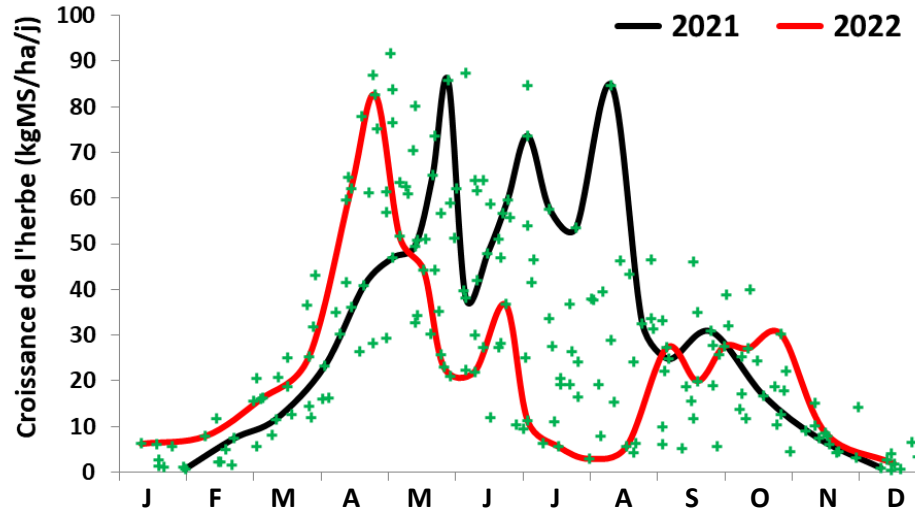
Témoignage d'Erwan Cutullic, éleveur en Bretagne



➤ L'adaptation au GAEC de Kerchernec dans le Finistère Sud



- 3 associés
- 75 VL pour 330 000 l/an à Biolait
- 83 ha tout herbe
- 75% de pâturage dans la ration





> Conclusion

Florence Gondret, cheffe de département adjoint INRAE PHASE



➤ De nombreuses initiatives et réflexions pour identifier les voies d'adaptation des élevages bovins

Rapport du CGAAER en octobre 2021 sur les leviers de l'adaptation de l'élevage des ruminants et des systèmes fourragers au changement climatique : état des lieux et propositions

Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique en 2022

R&D agricole engagée et caractérisée par une diversité des intervenants : INRAE, instituts techniques agricoles, réseau des chambres d'agriculture, organismes nationaux à vocation agricole, enseignement supérieur et technique, et leurs partenariats

➡ Des enjeux interdisciplinaires

Des structures locales, coopératives, groupements, ...

➡ avec une nécessité de suivre et évaluer les évolutions en cours des élevages bovins et d'articuler les initiatives locales et nationales

Des facteurs socio-culturels, techniques, administratifs (rigidité des aides...) et économiques contribuent à freiner la diffusion des leviers d'adaptation

**Transfert et diffusion
des leviers dans les
exploitations**

Une adaptation en cours, de proche et moyen termes, plus que de long terme (incertitudes globales après 2050)

➤ Des voies d'adaptation

Les voies d'adaptation doivent être envisagées avec les obligations d'atténuation du réchauffement climatique

Des gènes de **résistance et tolérance** (température, pathogène, qualité des aliments...) des animaux à mieux connaître pour sélectionner les semences des reproducteurs (évolutions des races, des potentiels génétiques)

Mais aussi des études des mécanismes de **transfert d'impacts** in utero (épigénétiques) sur les veaux pour prévenir, diagnostiquer ou corriger les effets après la naissance

Des évolutions techniques et de conduite recherchant **l'autonomie alimentaire, fourragère et herbagère**, qui s'intègrent dans la démarche agroécologique, avec des effets positifs sur le stockage du carbone dans les sols, la diminution du recours aux intrants, l'amélioration de la qualité de l'eau, et la préservation de la biodiversité

Une nécessité de prévenir et détecter les risques: quels sont les seuils d'alertes pour l'animal, le système fourrager... ➡ capteurs, biomarqueurs, mesures...

Des **variations saisonnières** des volumes de lait, ou de leurs caractéristiques techniques et organoleptiques (viande et lait) qui sont à intégrer dans la relation avec l'aval et le consommateur