



**ROUND TABLE SMARTER 2022  
WP5**

**Andrés Legarra**  
**INRAE, Toulouse, France**  
**[andres.legarra@inrae.fr](mailto:andres.legarra@inrae.fr)**



## Qui suis je

- Navarrais-Basque-Espagnol...
  - ma région (Navarre espagnole) a autant des brebis que des gens (500,000)
  - par contre, peu de chèvres
  - 1/3 de brebis laitières (Latxa (Manech si vous préférez)) et 2/3 de brebis “viande” (“Navarra”, variété locale de la Rasa)
- un peu “matheux” il était logique que je me fasse plaisir à travailler dans l’amélioration génétique (y compris moutons)... depuis 1997...



## Pourquoi la Tâche 5 de Smarter (1)

Sélectionner des Lacaune ou Manech pour créer des “Assaf” (peu efficaces et sensibles en conditions françaises) n’est pas une bonne idée

On cherche des animaux “Robustes et efficaces”

aux autres Tâches de Smarter de mesurer l’efficacité, mais...

- Robustesse: récupération suite à un stress
- comment voir des stress? comment sélectionner pour bien récupérer?

## Pourquoi la Tâche 5 de Smarter (2)

Assez souvent on dit que la sélection génomique “marche” en bovin laitier et “ne marche pas” en petit ruminant . Or, ce n’est pas vrai

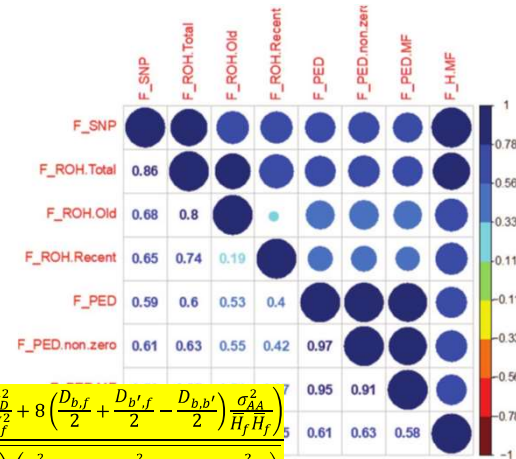
- les indexations génomiques Lacaune lait sont si précises que les Montbéliardes ou Normandes (et meilleures que les autres races bovines laitières ou viande...)
  - La Holstein a des effectifs et moyens énormes
- Les ovins laitiers français font l’indexation génomique “top du top” avec du “Single Step” depuis 2012, les bovins laitiers français depuis mars 2022...

Il y a des barrières pour une sélection (génomique) plus efficace chez les moutons et les chèvres:

- petits effectifs dans de petites races
- vérification de « l’efficacité » de sélection génomique compliqué
- des détails, techniques mais importants, (généalogie manquante, calcul du CD...)
- gestion de la diversité

On cherche à lever ces barrières...

# Echantillon de travail



```
def fleischmannFR(lait, da):
    # this is fleischmann a la Francaise
    # need to check by hand !!!
    flagnum=checks(lait, da)
    # note that python indexes from 0 to n-1 !!
    if flagnum==0:
        # make deep copies of lait and da so that they are not
        durlact=da[-1]-35+14
        dafl=copy.deepcopy(da)
        laitfl=copy.deepcopy(lait)
        laitfl, dafl, gt35=convertFR(laitfl, dafl)
        # compute
        my=integral(dafl, laitfl)/1000
        my=my*160/(durlact+60)
    else:
        my=-1
        gt35=-1
    return (my, flagnum, gt35)
```

$$r(\alpha_i^b, \alpha_i^{b'}) \approx \frac{\left(\frac{\sigma_A^2}{H_f} + 4\left(\frac{D_{b,f}}{2} + \frac{D_{b',f}}{2} - \frac{D_{b,b'}}{2}\right)\frac{\sigma_b^2}{H_f^2} + 8\left(\frac{D_{b,f}}{2} + \frac{D_{b',f}}{2} - \frac{D_{b,b'}}{2}\right)\frac{\sigma_{AA}^2}{H_f H_f}\right)^{7/5}}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_A^2}{H_f} + 4D_{b,f}\frac{\sigma_b^2}{H_f^2} + 8D_{b,f}\frac{\sigma_{AA}^2}{H_f H_f}\right)\left(\frac{\sigma_A^2}{H_f} + 4D_{b',f}\frac{\sigma_b^2}{H_f^2} + 8D_{b',f}\frac{\sigma_{AA}^2}{H_f H_f}\right)}}$$

- On fait de l’algèbre, on programme
- On fait de calculs avec les données des eleveurs
- Des fois les resultats sont rigolos... de fois non...
- On collabore !!
  - Roslin (Edinbourg)
  - Neiker (Espagne)
  - INIA (Uruguay)
  - ...

## Qu'avons-nous trouvé?

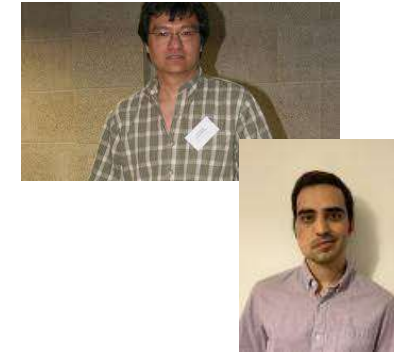
### 1) Sélection pour la résilience:

Pour cela, il faut qu'il y aie des stress.

Une race "pouponnée" n'aura jamais des stress, et donc on ne peut pas repérer les animaux résistants.

Même si on ne sélectionne pas explicitement la résilience, une bonne répartition du testage (ou des SNP) sur des environnements "bons" et "mauvais" permettra de sélectionner des animaux "passe par tout".

Si on peut "voir" le stress, on peut sélectionner explicitement la résilience , MAIS il faudra lui donner un poids fort dans l'index.



## Qu'avons-nous trouvé?



### 2) Detection du stress:

Il est rare que l'on voie le stress sauf conditions météo rares (mais si elles sont rares, finalement cela n'est pas utile).

Pour des fermes avec un suivi en continu (croissance en station de testage, control laitier s'il y a des automates...) on a mis au point une méthode pour repérer les stress (on espère que ce type d'équipement automatique coutera moins cher un jour).

- Les jours ou il y a un stress, il y a des animaux plus et moins sensibles
- cette différente sensibilité se voit dans des performances *de ce jour* plus variables entre les animaux
- si on regarde la variabilité journalière, on "voit" les jours de stress

## Qu'avons-nous trouvé?

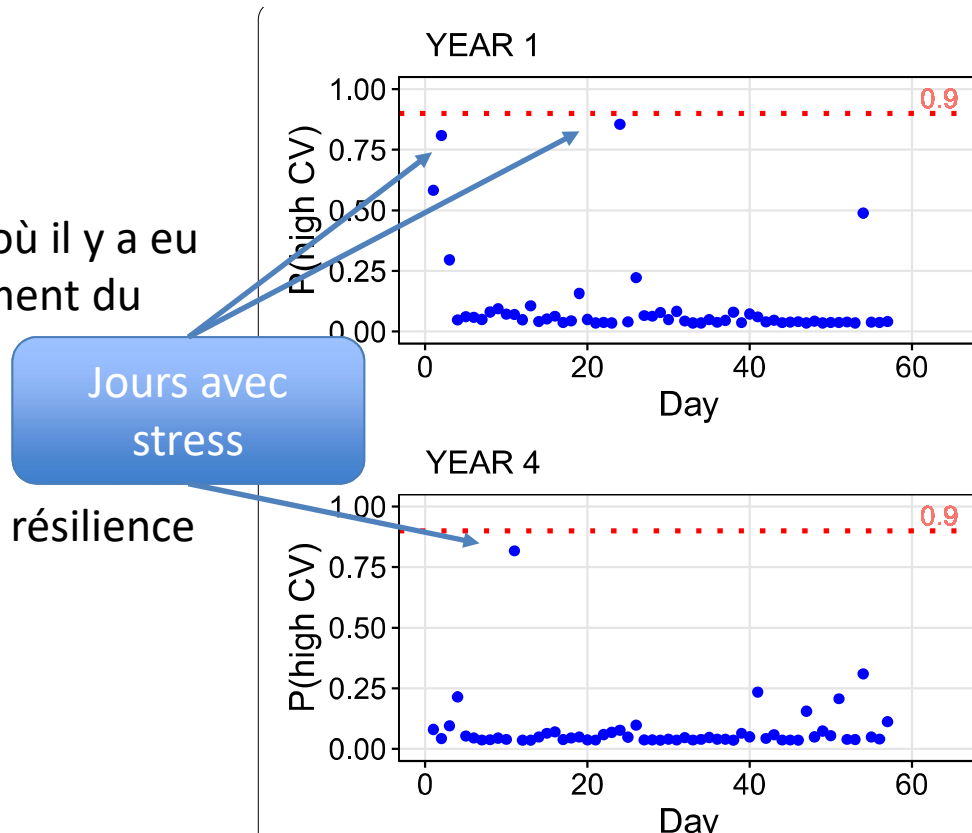


### 2) Détection du stress:

Unité INRAE de La Sapinière,  
consommation journalière

Notre méthode a bien identifié des jours où il y a eu des évènements stressants (renouvellement du sol, réparations du bâtiment...)

ensuite on peut calculer des index pour la résilience à ces jours de stress





## Qu'avons-nous trouvé?



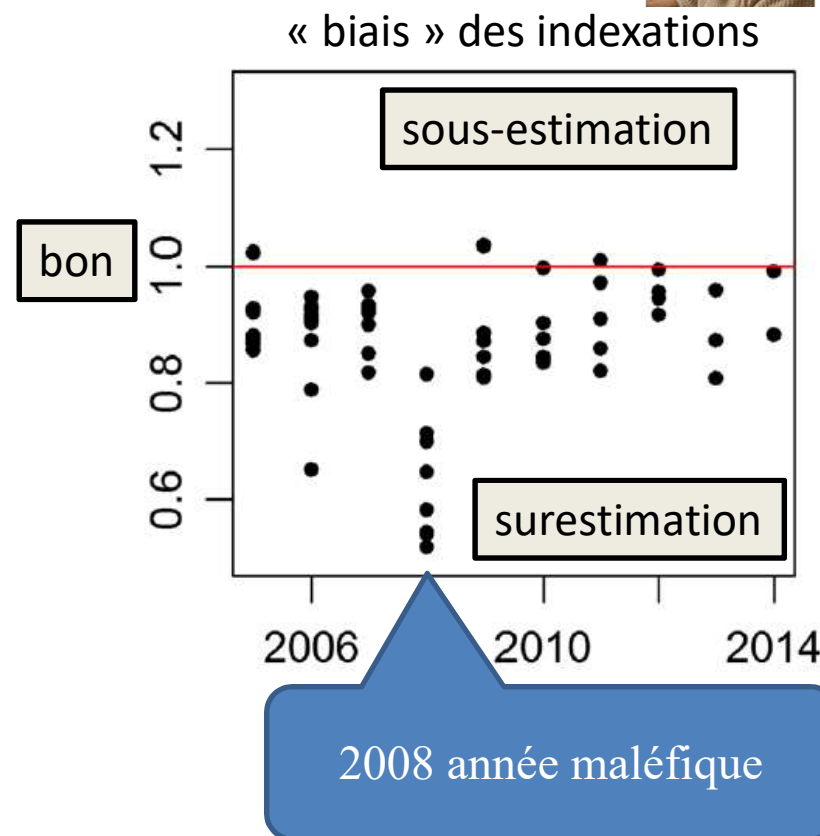
### 3) sélection génomique :

La comparaison des index “vieux” et “récents” permet de saisir la qualité des indexations (génomiques ou classiques)

La génomique augmenteraie les précisions des index entre 5% et 10%

Les évaluations ne sont pas parfaites: on sous-estime ou surestime les jeunes agneaux de manière un peu aléatoire selon les millésimes

Ca ne semble avoir de gros effets sur la sélection



## Qu'avons-nous trouvé?

### 3) combiner les races pour une meilleure prédiction :

Si l'on combine deux populations (proches) on aura un boost de ses précisions génomiques?

Cela voudrait dire que les mêmes gènes ont les mêmes effets dans toutes les races. Or, c'est faux:

- le gène Myostatine produit des "culards" dans certaines races mais pas d'autres

- le gène DGAT1 augmente +350 kg/an en Holstein mais +140 kg de lait/an en Normandie

Il semble clair qu'il faut que les races soient "proches", mais de combien?

on a pu le calculer...



+



+



+



=

?

## Qu'avons-nous trouvé?

### 3) combiner les races pour une meilleure prédiction :

les effets des gènes se ressemblent si:

$$r(\alpha_i^b, \alpha_i^{b'}) \approx \frac{\sqrt{\sigma_A^2}}{\sqrt{\sigma_A^2 + \frac{8F_{ST}}{1 - F_{ST}} \sigma_{AA}^2}}$$

Les races sont proches

et l'action des gènes n'est pas trop "epistatique"



Ressemblance entre les effets de gènes (estimation grossière !!)

- Manech Tête Rousse – Latxa Cara Rubia: 0.98 😊
- Manech Tête Rousse – Manech Tête Noire: 0.92 😐
- Manech Tête Rousse – Lacaune: 0.80 ☹️



...et encore, on fait l'hypothèse de que l'environnement et la conduite sont identiques

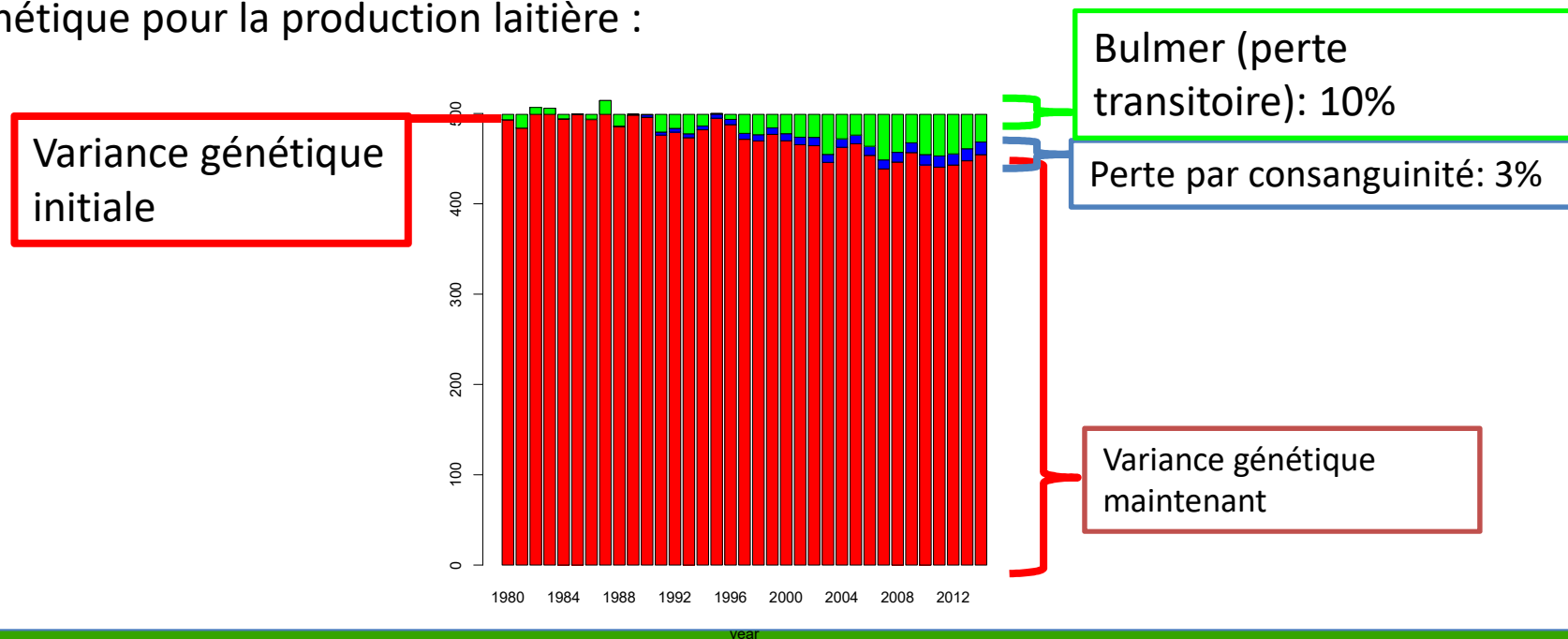
## Qu'avons-nous trouvé?



### 4) une meilleure gestion de la variabilité génétique:

On a mieux estimé l'évolution de la variabilité génétique, qui est en fait bien gérée.

Entre autres, on a vérifié l'effet de 30 ans de sélection sur la variabilité génétique pour la production laitière :



## Qu'avons-nous trouvé?

**et encore d'autres choses...**

on n'a pas la baguette magique mais on peut faire de belles choses en sélection de petits ruminants !!

Merci à tous et n'hésitez pas à me contacter: [andres.legarra@inrae.fr](mailto:andres.legarra@inrae.fr)