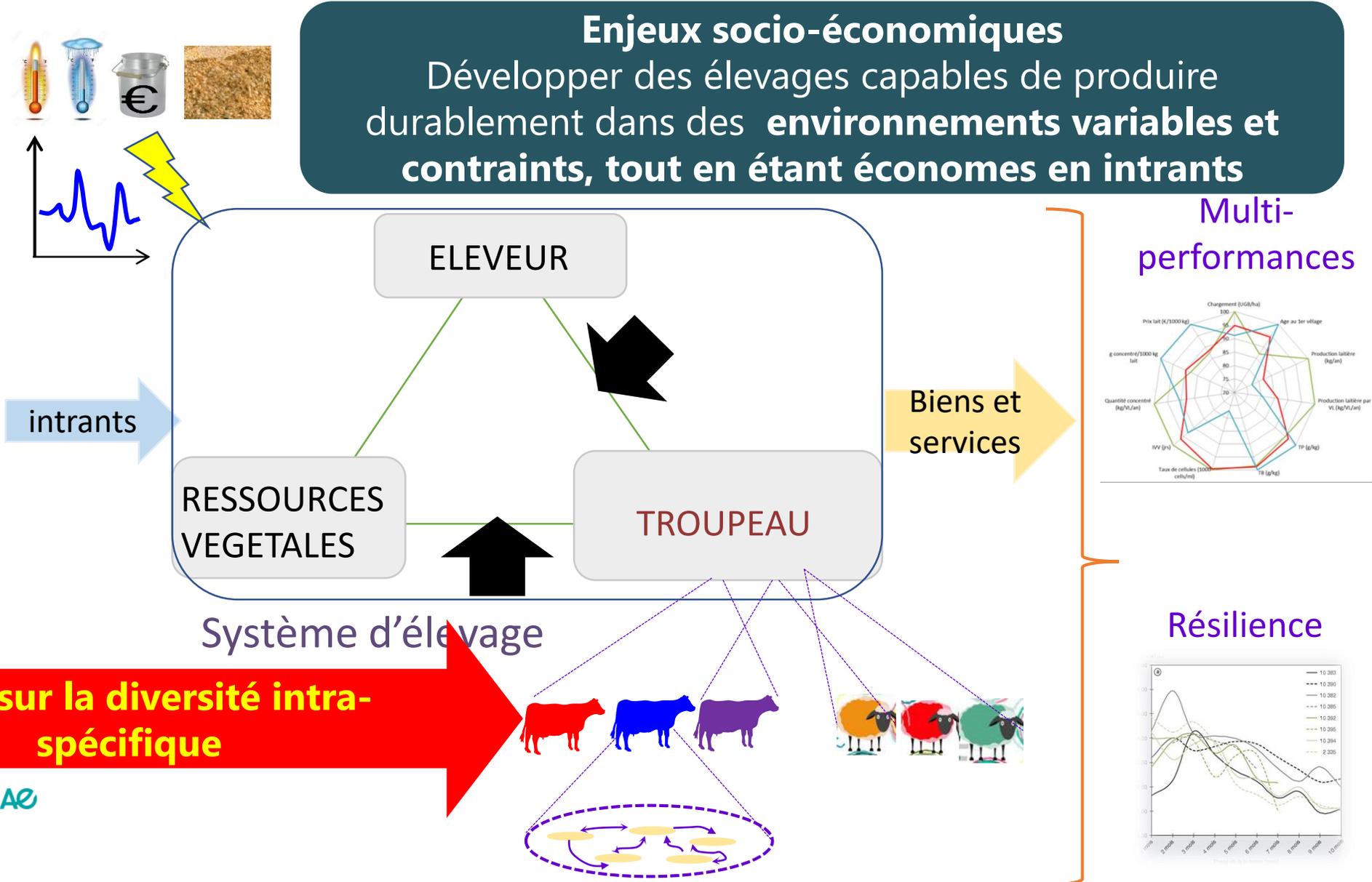




➤ **Gérer des systèmes d'élevage basés sur la diversité intra-spécifique : comment et avec quels effets?**

Marie-Angéline Magne (AGIR, ACT), Anne Lauvie (Selmet, ACT), Florence Phocas (GABI, GA)

# ➤ Diversifier la composante animale des systèmes d'élevage



➤ Gérer la diversité intra-spécifique en élevage : trois stratégies possibles articulant deux niveaux d'organisation

POPULATION  
FERME/TROUPEAU

**Pool de diversité génétique inter populations animales au sein d'une même espèce et production**

**Pool de diversité génétique intra population animale (choix des reproducteurs)**

**Choisir et élever la race et les reproducteurs les mieux adaptés**

**Choisir et élever plusieurs races et les reproducteurs les mieux adaptés**

**Croiser des reproducteurs de différentes races pour créer des génotypes adaptés**

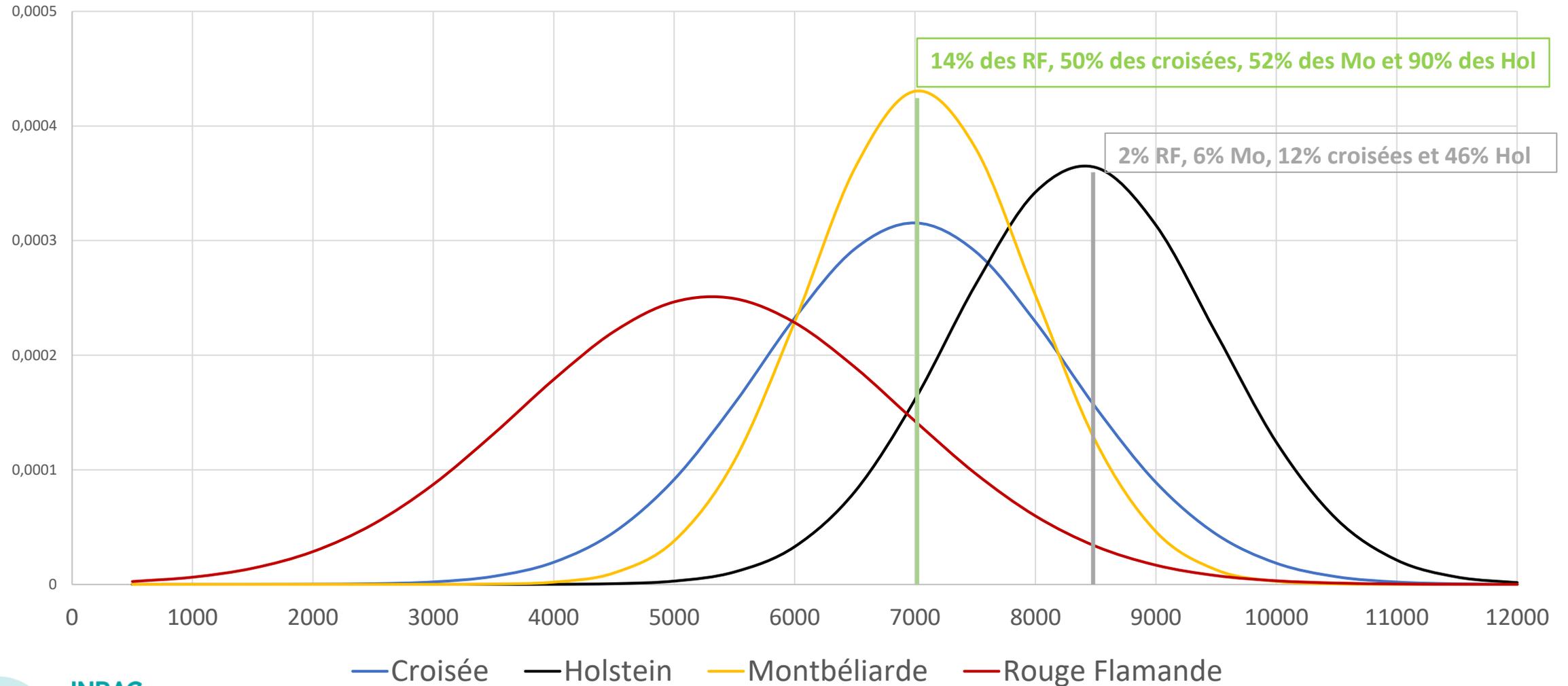
*Blanc et al., 2006; Delaby et al., 2009; Couix et al., 2016, Ollion et al., 2016; Perucho et al., 2019*

*Magne et al., 2016; Diakité et al., 2019*

*Dezetter et al., 2017; 2019; Clasen et al., 2020; Quénon, 2021; Quénon et al., 2020; Quénon et Magne, 2021*

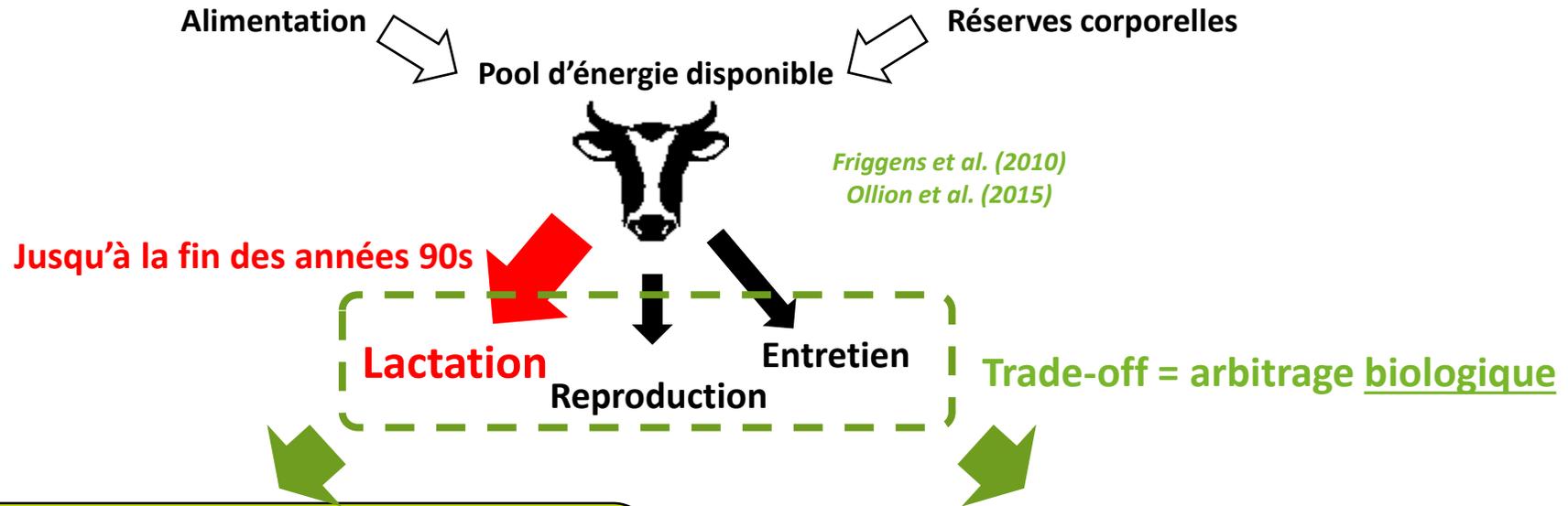
## ➤ Une variabilité génétique inter et intra population animale : un potentiel à exploiter

Courbes gaussiennes de la variabilité génétique de la production laitière intra-race pour des races bovines aux performances évaluées en 2021 (kg lait en 305 jours)



➤ Comment gère-t-on la diversité génétique dans une population animale en sélection ?

# ➤ Les effets de la sélection centrée sur la production



## Orientation de la sélection

↗ production laitière (1)

↘ traits fonctionnels (santé, fertilité, *etc.*) (2)

↘ longévité (3)

## Principe de la sélection

↘ diversité génétique (homozygotie)

↗ consanguinité

Source : Quénon, 2021

INRAE

(1) Verrier et al. 2010;

(2) Lucy (2001), Pryce and Veerkamp (2001),  
Oltenacu and Algers (2005), Mackey et al. (2007)

(3) Weigel et al. (2003), Sewalem et al. (2008), Ahlman et al. (2011)

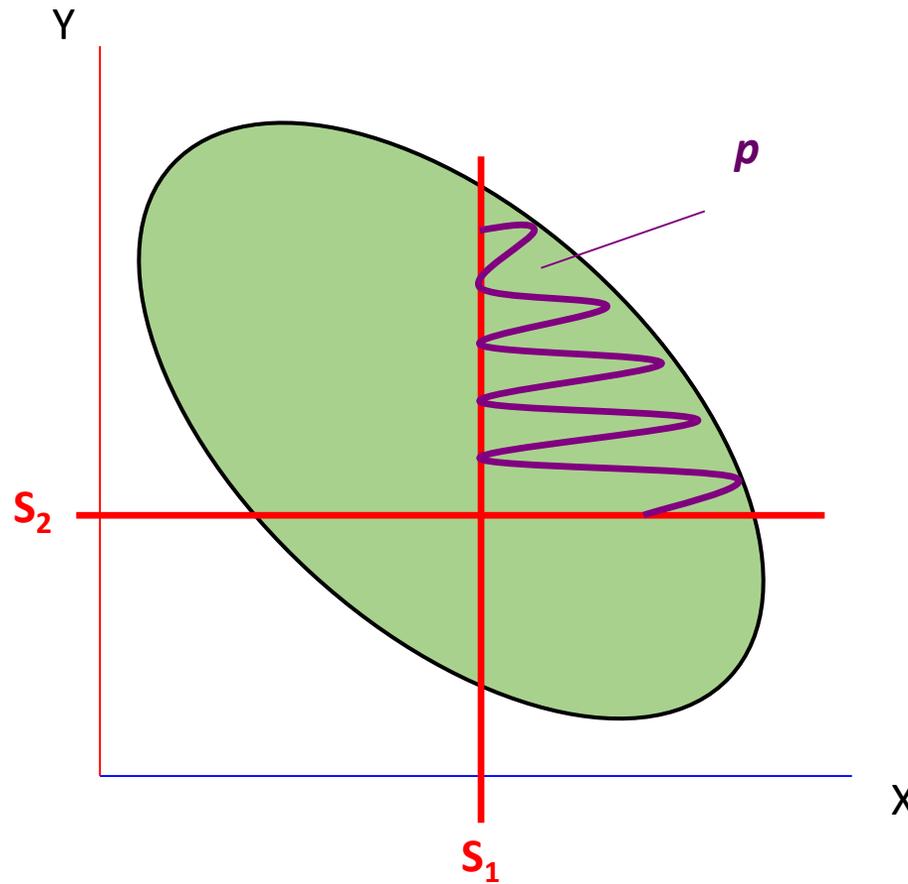
**Pour une réponse à long terme, nécessité de maintenir de la diversité génétique au sein de la population**

# ➤ Evolution des objectifs et critères de sélection en filière laitière

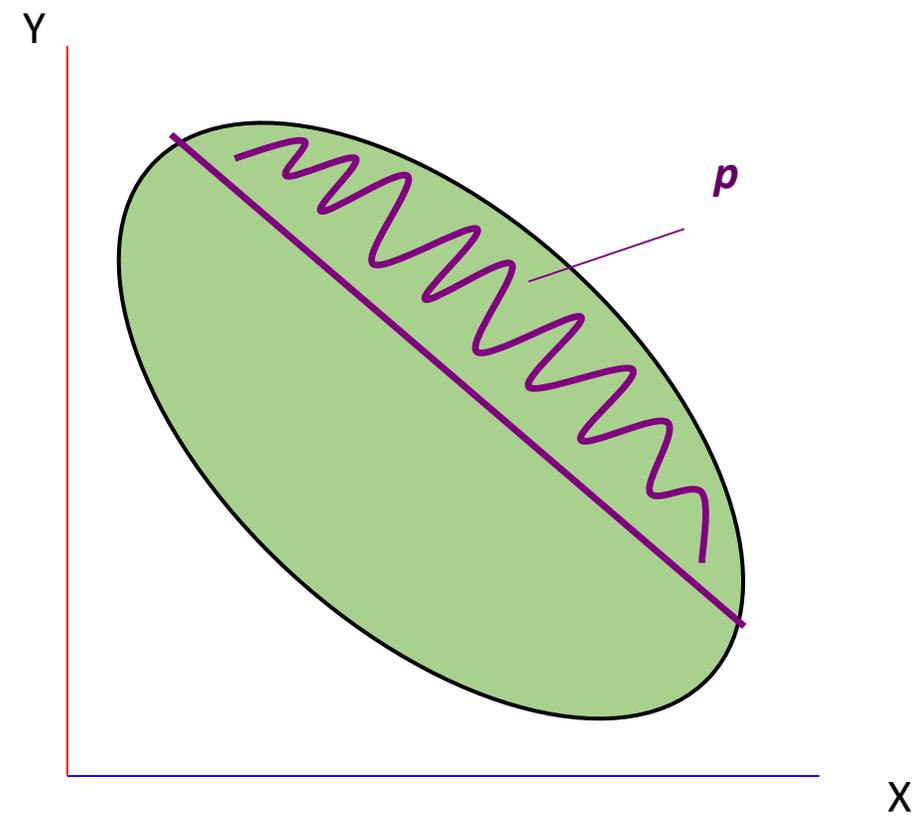


➔ ~ 40 caractères dans l'évaluation génétique des reproducteurs

## ➤ Méthodes de sélection simultanée de deux caractères

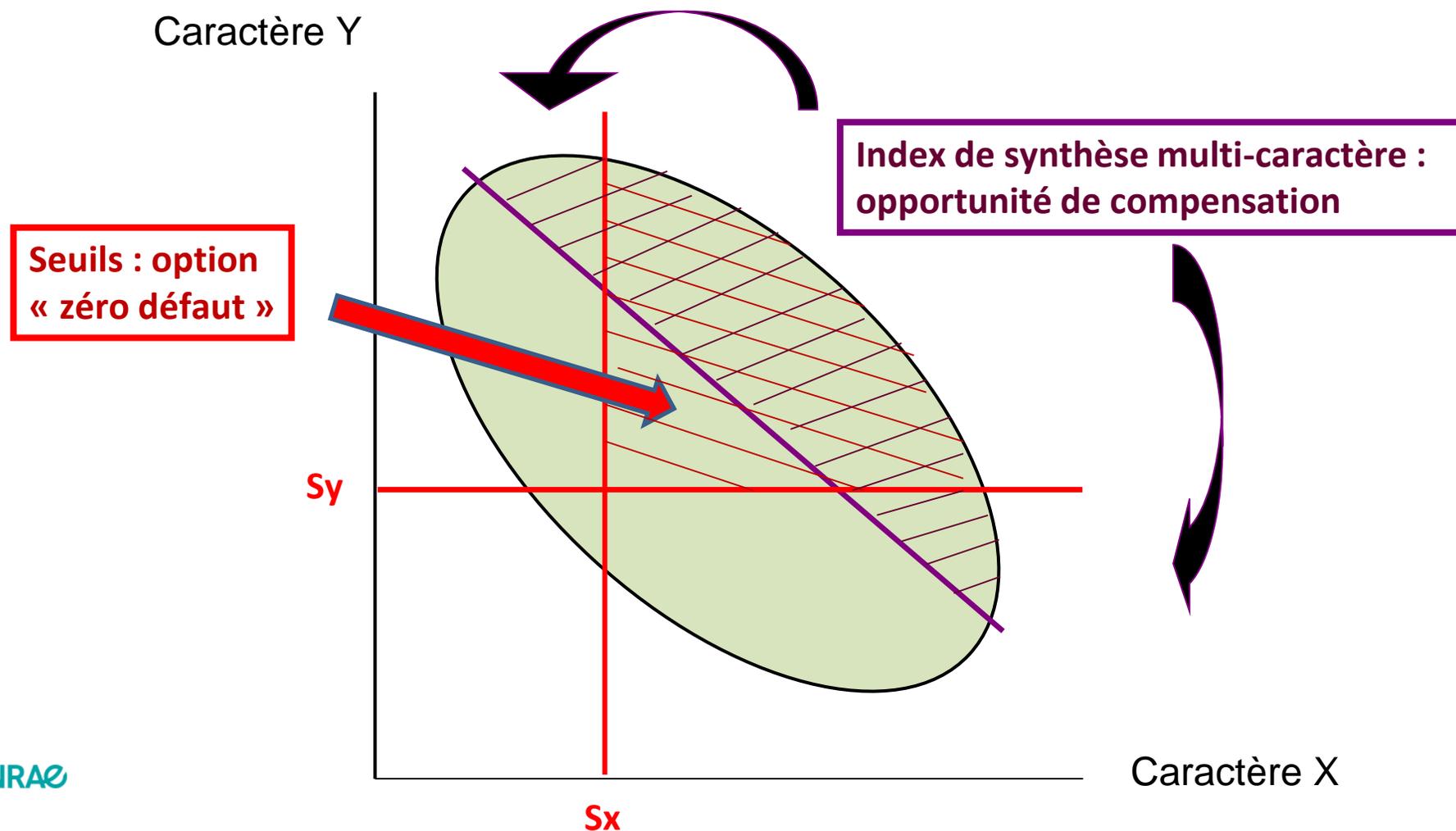


Seuils indépendants



Index de synthèse  $I = b_1X + b_2Y$

- L'index de synthèse : un outil de sélection important pour favoriser à la fois le maintien de diversité génétique à l'échelle de la population et la diversification de l'offre génétique de reproducteurs adaptés à des systèmes de production variés.



## ➤ Evolution de l'Index de Synthèse Unique en race Prim'Holstein depuis 2000

- $ISU_{2000} = 0,65 INEL_{2000} + 0,30 MORPHO_{2000} + 0,05 \text{ Vitesse de Traite (VT)}$
- $ISU_{2001} = 0,50 INEL_{2001} + 0,125 MORPHO_{2001} + 0,125 \text{ Fertilité} + 0,125 \text{ Cellules} + 0,125 \text{ longévité fonctionnelle (LGF)}$
- $ISU_{2012} = 0,35 INEL_{2012} + 0,15 MORPHO_{2012} + 0,05 VT + 0,22 REPRO_{2012} + 0,18 STMA_{2012} + 0,05 LGF$
- $ISU_{2021} = 0,35 INEL_{2021} + 0,15 MORPHO_{2021} + 0,05 VT + 0,25 REPRO_{2021} + 0,15 STMA_{2021} + 0,05 LGF$

Avec :

$INEL_{2021} = 0,9 (MP + 0,3 MG + TP + 0,5 TB)$

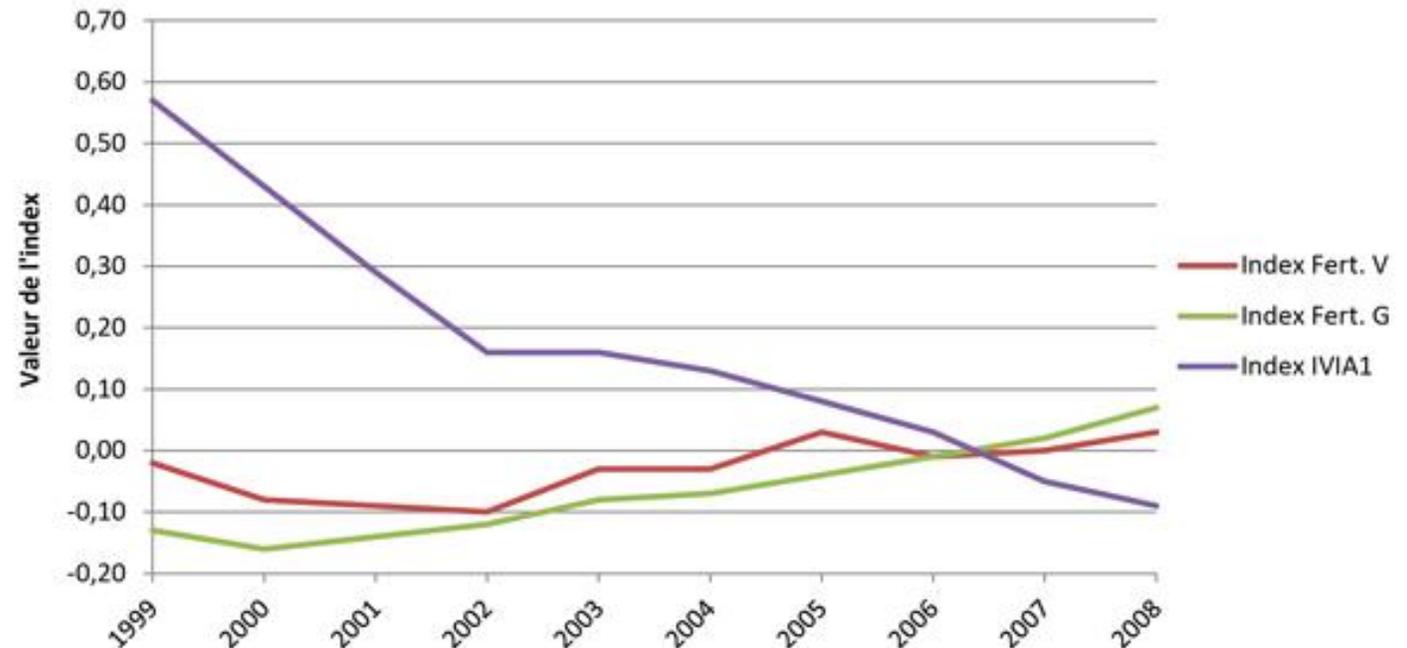
$MORPHO_{2021} = 0,40 MAMELLE + 0,40 MEMBRES$

+ 0,10 Hauteur au sacrum + 0,10 largeur aux ischions

$STMA_{2021} = 0,60 \text{ Cellules} + 0,40 \text{ Mammites cliniques}$

$REPRO_{2021} = 0,40 \text{ Fert}_V + 0,35 \text{ Fert}_G + 0,25 \text{ IVIA1}$

Suivi du comportement des index entrant dans le calcul de l'index fertilité chez la Prim'Holstein



- Comment gère t-on la diversité génétique à l'échelle des fermes / troupeaux ?  
Et avec quels effets ?

➤ Gérer la diversité intra-spécifique en élevage : trois stratégies possibles articulant deux niveaux d'organisation

POPULATION  
FERME/TROUPEAU

Pool de diversité génétique inter populations animales au sein d'une même espèce et production

Pool de diversité génétique intra population animale (choix des reproducteurs)

Choisir et élever la race et les reproducteurs les mieux adaptés

Choisir et élever plusieurs races et les reproducteurs les mieux adaptés

Croiser des reproducteurs de différentes races pour créer des génotypes adaptés

*Blanc et al., 2006; Delaby et al., 2009; Couix et al., 2016, Ollion et al., 2016; Perucho et al., 2019*

*Magne et al., 2016; Diakité et al., 2019*

*Dezetter et al., 2017; 2019; Clasen et al., 2020; Quénon, 2021; Quénon et al., 2020; Quénon et Magne, 2021*

# ➤ Les critères de choix des races utilisées au sein de troupeaux bovins

Cah. Agric. 2016, 25, 650009  
© N. Couix *et al.*, Published by EDP Sciences 2016  
DOI: 10.1051/cagri/2016052



ARTICLE DE RECHERCHE / RESEARCH ARTICLE

## Des races localement adaptées et adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage

Nathalie Couix<sup>1,\*</sup>, Claire Gaillard<sup>2,3</sup>, Anne Lauvie<sup>4</sup>, Sylvie Mugnier<sup>2,3</sup> et Étienne Verrier<sup>5</sup>

Enquêtes auprès d'une quarantaine d'éleveurs qui avaient remplacé leurs vaches Holstein par des Montbéliardes ou des Simmental Françaises

-> Réponse à une baisse des aptitudes fonctionnelles des vaches, et notamment leur fertilité

-> Diversification/sécurisation des revenus: recherche de mixité pour accroître le produit viande

-> Baisse du recours aux intrants.

-> « Choix d'opportunité »

Deux études de cas conduites indépendamment l'une de l'autre, sur l'élevage bovin dans le Grand Ouest

-Entretiens auprès de 32 éleveurs en Bretonne Pie Noir

Catégories de motifs de choix de la race:

Motifs liés  
aux  
aptitudes  
de la race

Rusticité

Qualité des produits

Transmission du patrimoine, histoire locale et préservation de la biodiversité

## ➤ Les critères de choix des reproducteurs dans des troupeaux ovins du noyau de sélection

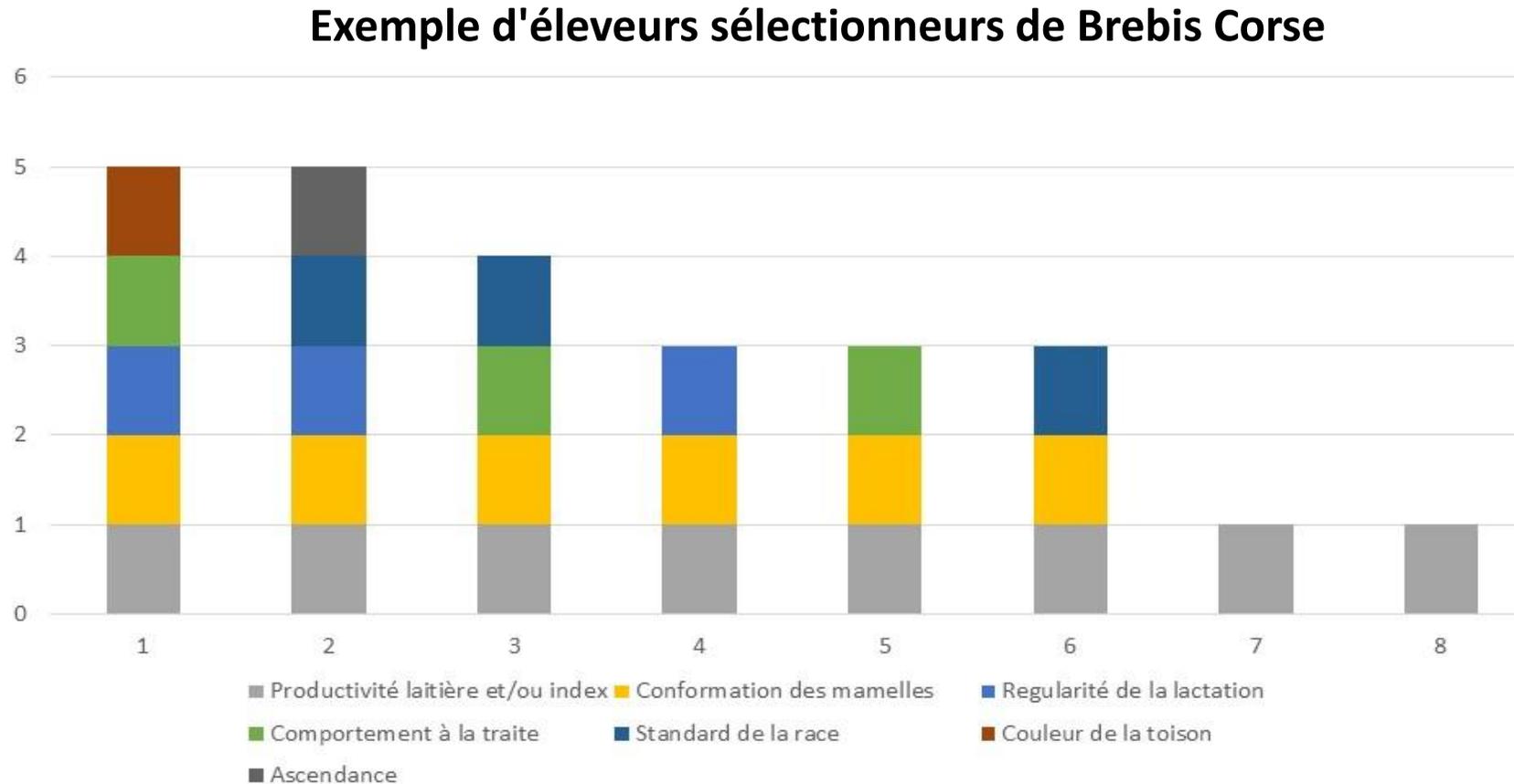


Figure: Critères utilisés par 8 éleveurs enquêtés au sein du schéma de sélection pour qualifier une “bonne brebis” pour le renouvellement interne en femelles.

Adapté de Lola Perucho, Jean-Christophe Paoli, Christina Ligda, Charles-Henri Moulin, Ioannis Hadjigeorgiou & Anne Lauvie (2020) Diversity of breeding practices is linked to the use of collective tools for the genetic management of the Corsican sheep breed, Italian Journal of Animal Science, 19:1, 158-172, DOI: 10.1080/1828051X.2020.1713027

➤ Gérer la diversité intra-spécifique en élevage : trois stratégies possibles articulant deux niveaux d'organisation

POPULATION  
FERME/TROUPEAU

Pool de diversité génétique inter populations animales au sein d'une même espèce et production

Pool de diversité génétique intra population animale (choix des reproducteurs)

Choisir et élever la race et les reproducteurs les mieux adaptés

Choisir et élever plusieurs races et les reproducteurs les mieux adaptés

Croiser des reproducteurs de différentes races pour créer des génotypes adaptés

*Blanc et al., 2006; Delaby et al., 2009; Couix et al., 2016, Ollion et al., 2016; Perucho et al., 2019*

*Magne et al., 2016; Diakité et al., 2019*

*Dezetter et al., 2017; 2019; Clasen et al., 2020; Quénon, 2021. Quénon et al., 2020; Quénon et Magne, 2021*



## Initial insights on the performances and management of dairy cattle herds combining two breeds with contrasting features

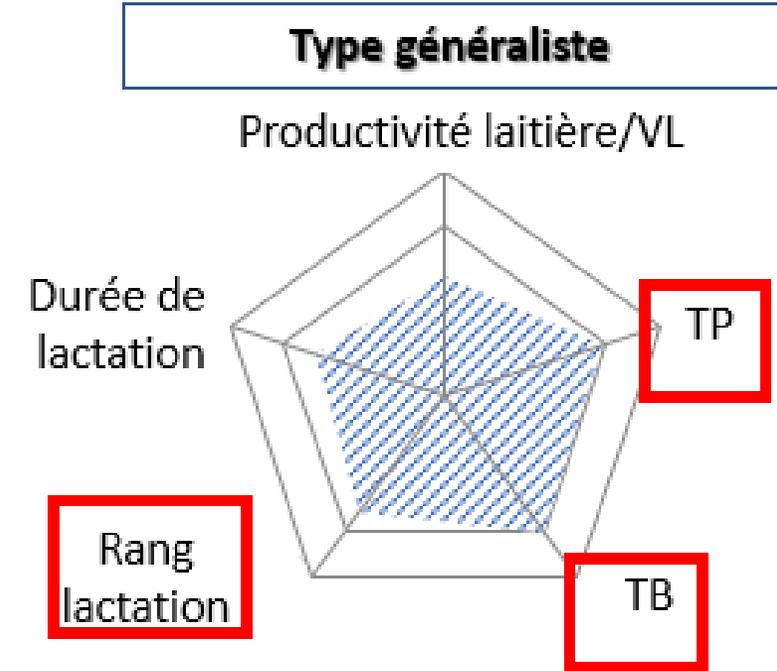
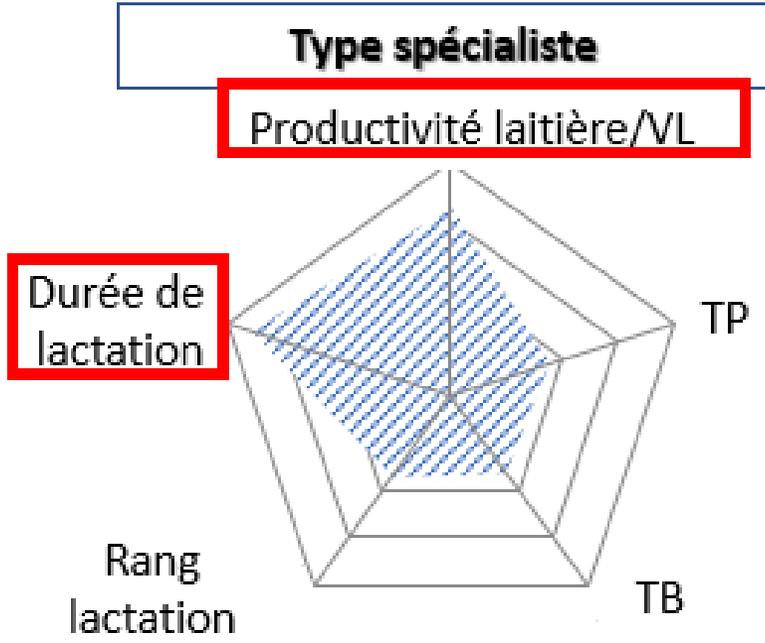
M. A. Magne<sup>1,2†</sup>, V. Thénard<sup>2</sup> and S. Mihout<sup>2a</sup>

- La complémentarité fonctionnelle des races dans les troupeaux multi-races : analyse des données de performances zootechniques

Des vaches de type spécialiste pour le volume de lait et des vaches de type généraliste pour les taux et la longévité



Conforte le partitionnement fait a priori



Profils de performances des races de type spécialiste et généralistes intra troupeau multirace (n=22 TMR)

➤ La complémentarité fonctionnelle des races dans les troupeaux multi-races : analyse des pratiques d'élevage

**COMBINER** la diversité raciale  
Lait + Taux/efficacité d'utilisation  
ressources fourragères

Sim, No, Br // 3 dominance HO dont croisement  
et 3 dominance G

Plus value : du lait économe en  
concentrés et valorisant les  
ressources locales

**CANALISER** la diversité raciale  
« spécialisation lait »

Mb/HO /// 4 Dominance HO ou 4 équilibré

Cibler la conduite sur la race  
généraliste ou de croisées pour  
produire du lait avec peu de  
concentrés

Cibler la conduite sur la race  
spécialiste pour maximiser la  
productivité laitière

**SEGMENTER** la diversité raciale  
Lait/viande

Mb, Sim, Br, No // 5 dominance HO, 3 équilibre

Plus value : du lait et de la viande  
associée au troupeau laitier

Des complémentarités  
fonctionnelles différentes  
en lien avec des modes de  
conduite des deux types de  
races différents

-1.0

Dim 1 (19,9%)

1.0

1.5

## Initial insights on the performances and management of dairy cattle herds combining two breeds with contrasting features

M. A. Magne<sup>1,2†</sup>, V. Thénard<sup>2</sup> and S. Mihout<sup>2a</sup>

Variables (Moyennes)	Troupeaux monoraces de type spécialiste (n=405)	Troupeaux multiraces (n=83)	Troupeaux monoraces de type généraliste (n=117)
Quantité de lait/VL (kg/an)	7 497 <sup>a</sup>	6 457 <sup>b</sup>	6 028 <sup>c</sup>
Taux protéique (g/kg)	33.1 <sup>c</sup>	33.6 <sup>b</sup>	34.9 <sup>a</sup>
Taux butyreux (g/kg)	41.8 <sup>b</sup>	42 <sup>ab</sup>	42.5 <sup>a</sup>
Taux de cellules somatiques (1 000 cellules/ml)	266.9 <sup>a</sup>	265.8 <sup>a</sup>	205.8 <sup>b</sup>
Intervalle Vêlage Vêlage (jours)	430 <sup>a</sup>	414 <sup>b</sup>	399 <sup>c</sup>
Concentré distribué (kg/VL/an)	1 747 <sup>a</sup>	1 537 <sup>b</sup>	1 581 <sup>b</sup>
Efficience en concentré (g/kg de lait)	234 <sup>b</sup>	239 <sup>b</sup>	266 <sup>a</sup>

## ➤ Bénéfices pour les troupeaux multi-races comparativement aux troupeaux monoraces

Des bénéfices par rapport à des troupeaux monoraces HO

➔ complémentarité entre :

- production de lait,
- reproduction
- économie en intrants concentrés

Mais pas forcément par rapport à des troupeaux monoraces composés d'une race généraliste

➤ Gérer la diversité intra-spécifique en élevage : trois stratégies possibles articulant deux niveaux d'organisation

POPULATION

Pool de diversité génétique inter populations animales au sein d'une même espèce et production

Pool de diversité génétique intra population animale (choix des reproducteurs)

FERME/TROUPEAU

Choisir et élever la race et les reproducteurs les mieux adaptés

Choisir et élever plusieurs races et les reproducteurs les mieux adaptés

Croiser des reproducteurs de différentes races pour créer des génotypes adaptés

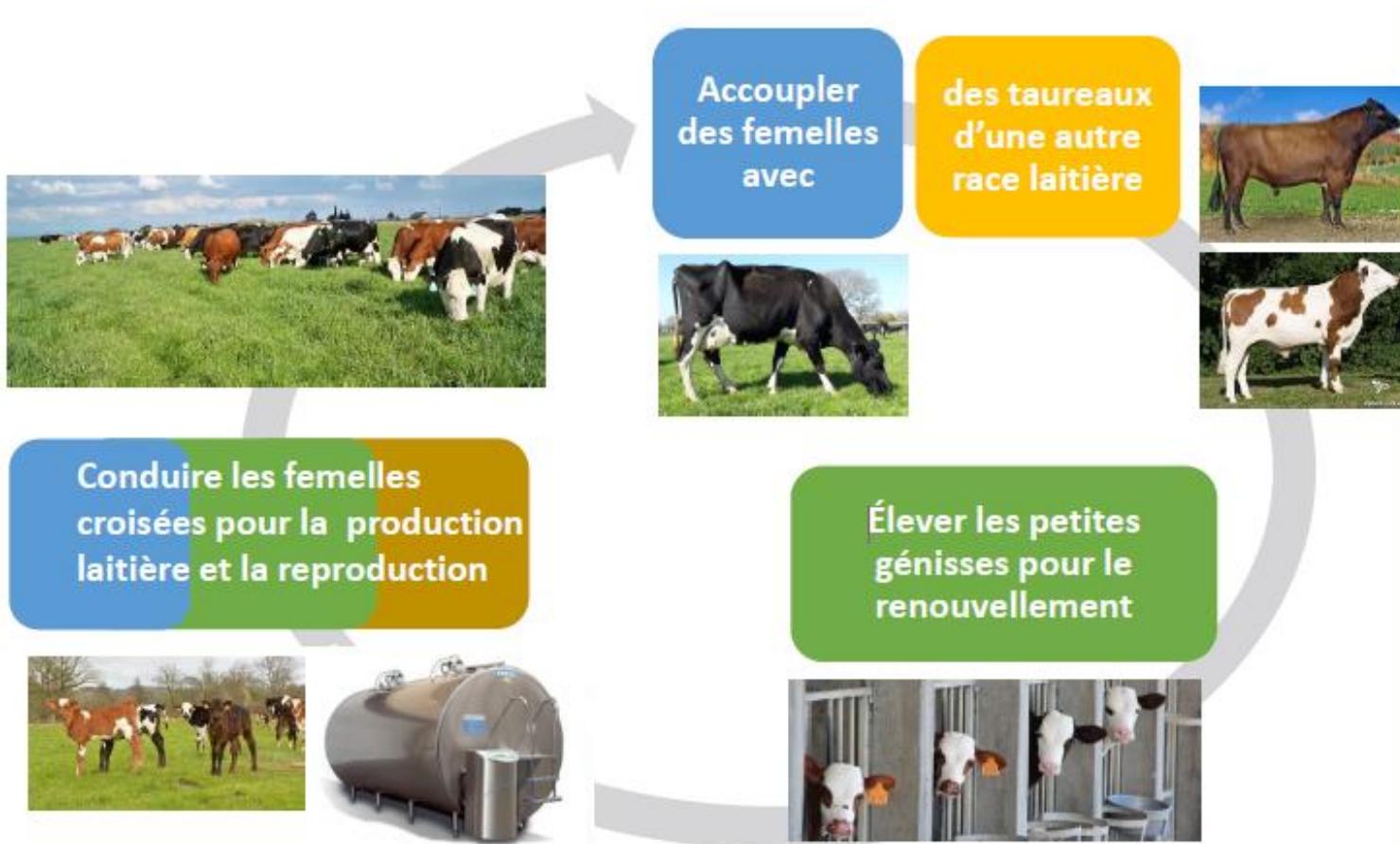


*Blanc et al., 2006; Delaby et al., 2009; Couix et al., 2016, Ollion et al., 2016; Perucho et al., 2019*

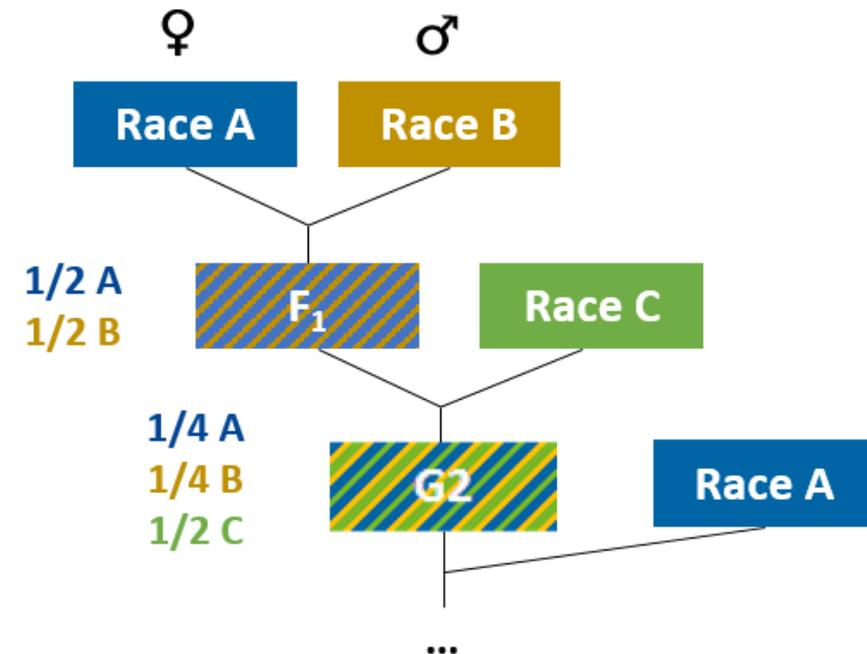
*Magne et al., 2016; Diakité et al., 2019*

*Dezetter et al., 2017; 2019; Clasen et al., 2020; Quénon, 2021. Quénon et al., 2020; Quénon et Magne, 2021*

## ➤ Le croisement entre races laitières



### Croisement rotatif 3 voies

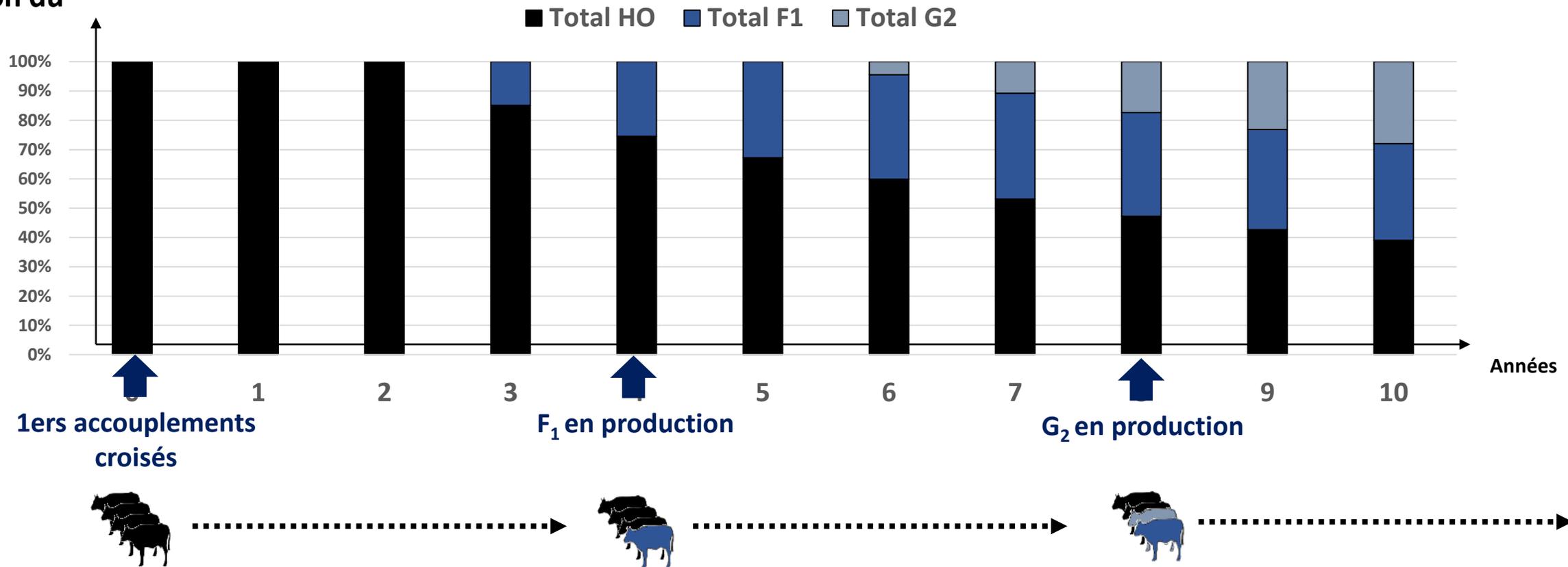


Compromis entre bénéfices du croisement (hétérosis et complémentarité de races) et complexification du nb de races dans le schéma)

Dans cette étude : Des croisements rotatifs 3 voies introduits dans des troupeaux initialement composés de vaches de race pure HOLSTEIN

## ➤ Le croisement laitier : processus long qui génère une diversité génotypique à l'échelle du troupeau

Composition du troupeau



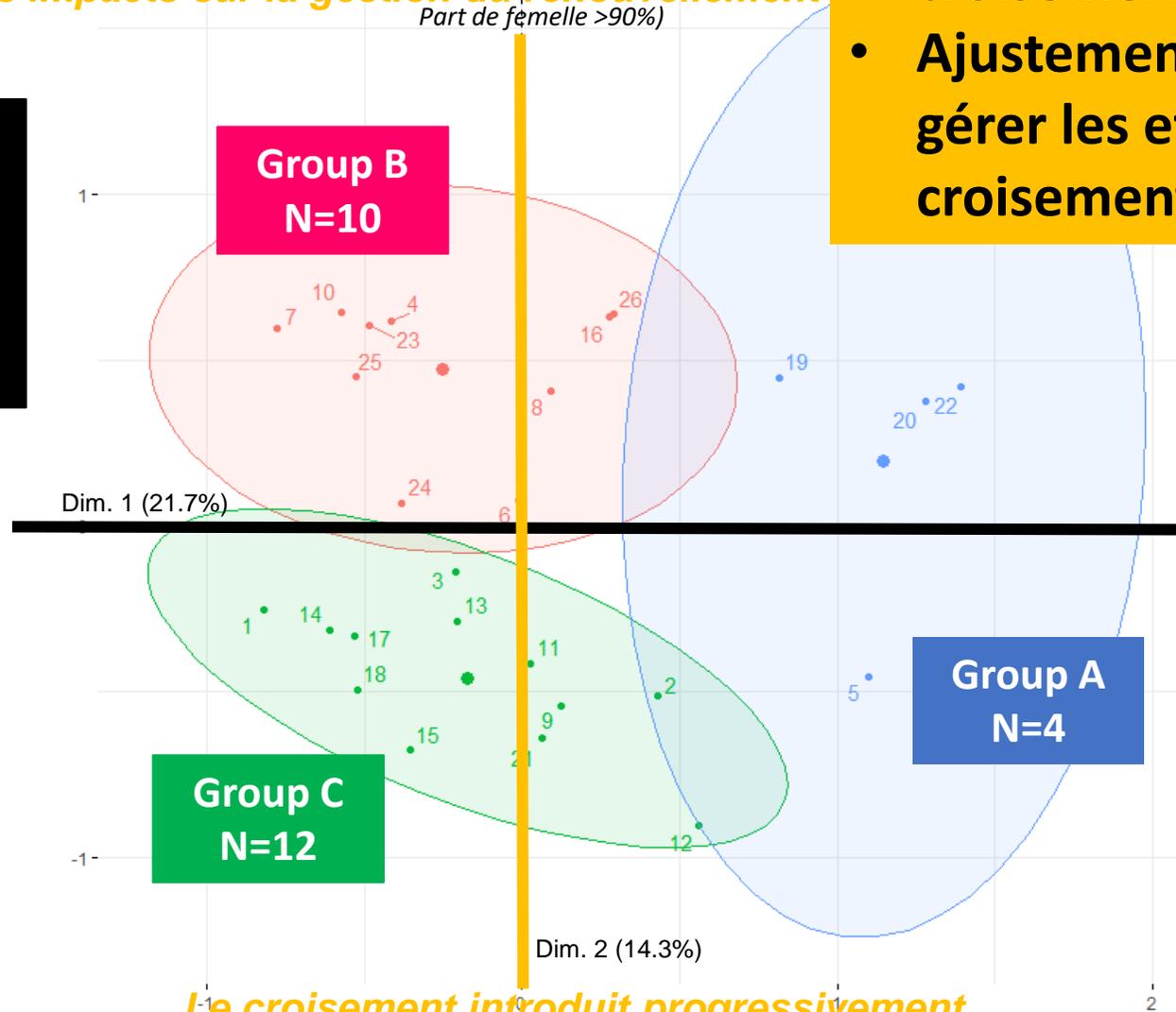
Source : Quénon, 2021

Implications : étudier les modes de gestion et les effets sur les performances en terme d'EVOLUTION sur le temps long

- Trois points saillants des trajectoires de changements techniques pour passer à un troupeau bovin lait basé sur le croisement rotatif trois voies (n=26 éleveurs)

*Le croisement introduit rapidement avec des impacts sur la gestion du renouvellement*

Part de femelle >90%



- Rythme de mise en place du croisement
- Ajustements des pratiques pour gérer les effets différés du croisement

• Etendue du changement associé au croisement (système fourrager)

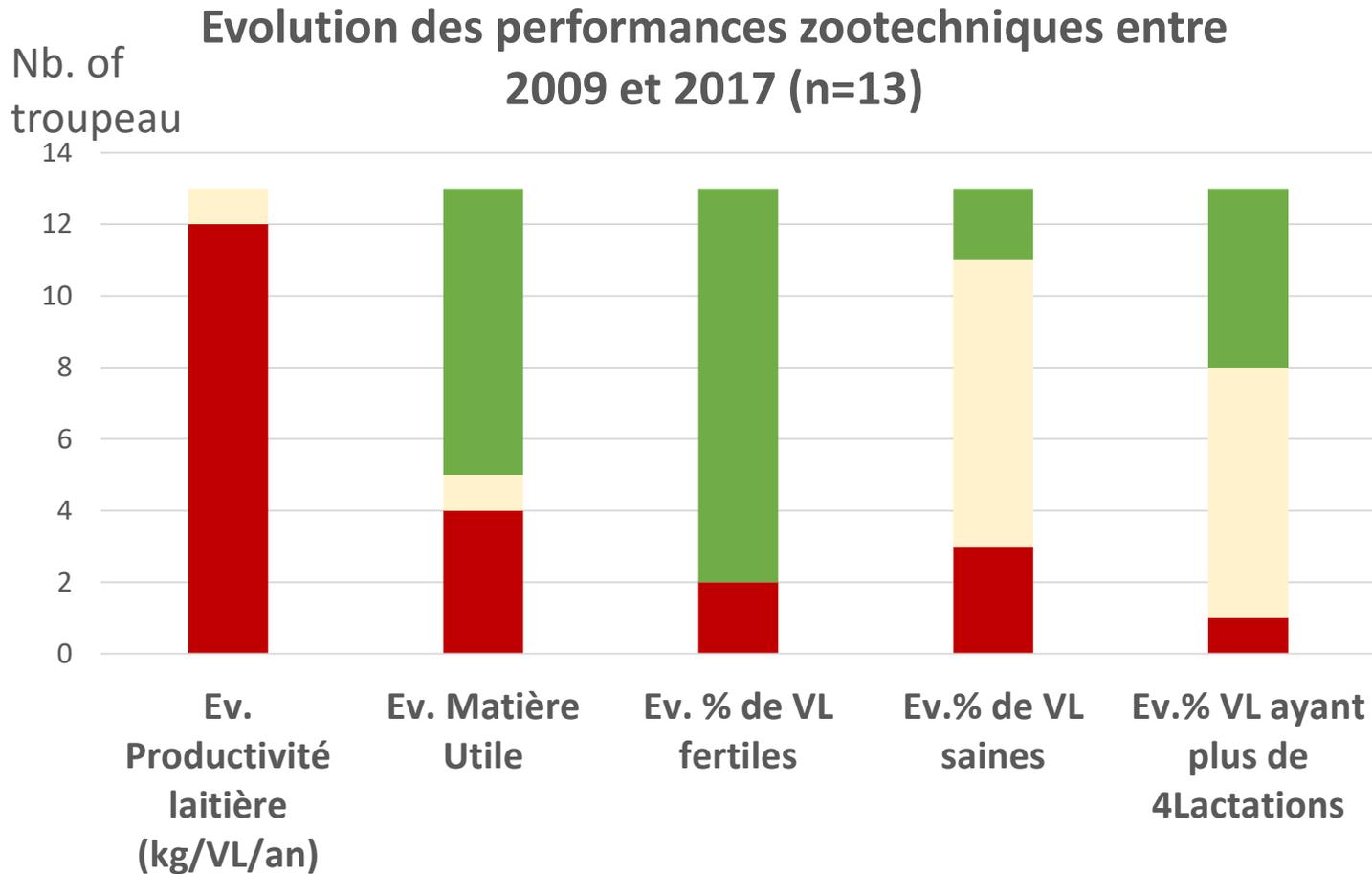
*Personnaliser un ou plusieurs schémas de croisement pour reconcevoir le systèmes d'élevage*

*Utiliser un schéma de croisement prédéfini dans un système d'élevage inchangé par ailleurs*

*Le croisement introduit progressivement renouvellement stable*



## ➤ Evolution des performances zootechniques de troupeaux BL ayant adopté le croisement en ou avant 2009 en France



- **Evolution univoque**

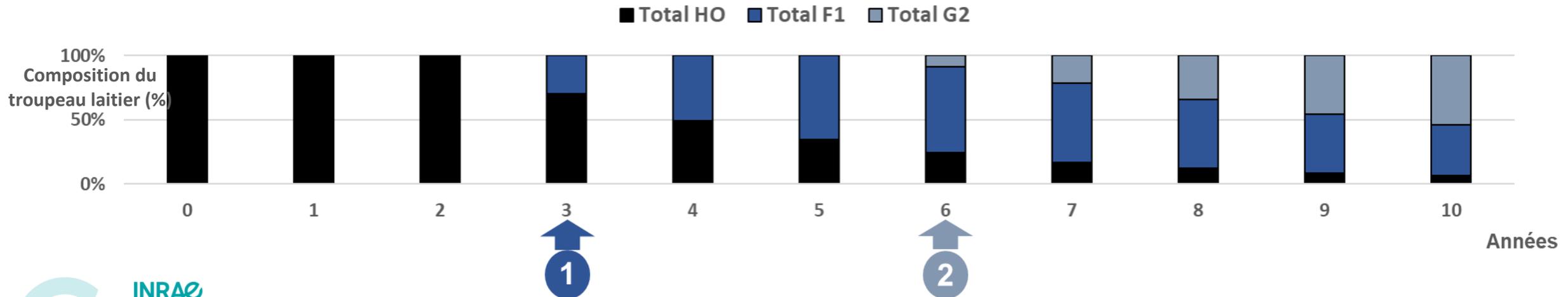
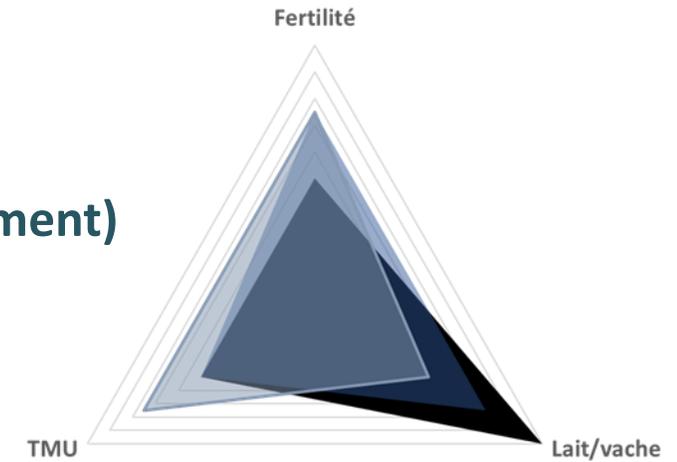
- Baisse de la productivité laitière (12/13)
- Amélioration de la fertilité des vaches (11/13)
- Amélioration de la matière utile (8/13)

- **Evolutions plus contrastées**

santé  
longévité)

## ➤ Effet du croisement rotationnel sur l'évolution des performances des troupeaux

- Le croisement est un facteur explicatif clé de ces évolutions
- Effet du stade d'avancement (succession de générations de croisement)  
➔ équilibre dynamique?



## ➤ Implications et pistes de recherche

## ➤ Messages à retenir

- Les différentes stratégies fondées sur l'utilisation de la diversité génétique dans les élevages sont très souvent associées à la recherche d'animaux adaptés à des systèmes valorisant des ressources herbagères/pastorales locales  
qui exigent des animaux plus multifonctionnels
- Ces différentes stratégies génèrent des troupeaux multi-performants ... qui impliquent de penser les modes de valorisation économiques de ces élevages (ex : augmentation effectif, passage en AB..) et d'insertion dans des systèmes alimentaires
- Complexité du fonctionnement de ces systèmes, liée à l'articulation des niveaux d'organisation (populations/élevage; animal/troupeau) en jeu et des pas de temps (rond/long; effets immédiats et différés)

## ➤ Verrous et pistes de recherche

- **Dépasser des verrous méthodologiques :**
  - Sur le partitionnement des entités animales au sein des troupeaux moins évident que sur la diversité inter-spécifique
  - Démêler la part du biologique/génétique, de la configuration du troupeau, et de sa conduite sur les multi-performances (jouer sur la complémentarité des méthodes de recherche)
  - La dépendance aux données
    - La sélection génétique nécessite de phénotyper des traits, ce qui limite la prise en compte de certains traits d'intérêts et de races à faibles effectifs
    - Disponibilité de données sur les systèmes d'élevage moins représentés, sur des pas de temps long...
- **Evaluer les bénéfices de ces systèmes d'élevage de manière plus multi-dimensionnelle** (durabilité économique, sociale, environnementales, résilience)

## ➤ Références bibliographiques

- Ahlman, T., B. Berglund, L. Rydhmer, and E. Strandberg. 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *J. Dairy Sci.* 94:1568–1575. doi:10.3168/jds.2010-3483.
- Blanc F, Bocquier F, Agabriel J, D'hour P and Chilliard Y 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research* 55, 489–510
- Clasen, J.B., W.F. Fikse, M. Kargo, L. Rydhmer, E. Strandberg, and S. Østergaard. 2020. Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in Sweden. *J. Dairy Sci.* 103:514–528. doi:10.3168/jds.2019-16958.
- Coux N, Gaillard C, Lauvie A, Mugnier S, Verrier E (2016) Des races localement adaptées et adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage Cahiers d'Agriculture 25 (6): 650009, <http://dx.doi.org/650010.651051/cagri/2016052>**
- Delaby, L., P. Faverdin, G. Michel, C. Disenhaus, and J.-L. Peyraud. 2009. Effect of different feeding strategies on lactation performance of holstein and normande dairy cows. *Animal* 3:891–905. doi:10.1017/S1751731109004212.
- Dezetter, C., N. Bareille, D. Billon, C. Côrtes, C. Lechartier, and H. Seegers. 2017. Changes in animal performance and profitability of Holstein dairy operations after introduction of crossbreeding with Montbéliarde, Normande, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 100:8239–8264. doi:10.3168/JDS.2016-11436.
- Dezetter, C., D. Boichard, N. Bareille, B. Grimard, P. Le Mézec, and V. Ducrocq. 2019. Le croisement entre races bovines laitières : intérêts et limites pour des ateliers en race pure Prim ' Holstein ?. *INRA Prod. Anim.* 32:359–378.
- Mackey, D.R., A.W. Gordon, M.A. McCoy, M. Verner, and C.S. Mayne. 2007. Associations between genetic merit for milk production and animal parameters and the fertility performance of dairy cows. *Animal*. doi:10.1017/S1751731107257921.
- Magne, M.-A., V. Thénard, and S. Mihout. 2016. Initial insights on the performances and management of dairy cattle herds combining two breeds with contrasting features. *Animal* 10:892–901. doi:10.1017/S1751731115002840**
- Ollion, E., S. Ingrand, L. Delaby, J.M. Trommenschlager, S. Colette-Leurent, and F. Blanc. 2016. Assessing the diversity of trade-offs between life functions in early lactation dairy cows. *Livest. Sci.* 183:98–107. doi:10.1016/j.livsci.2015.11.016.
- Perucho L, Ligda C, Paoli J-C, Hadjigeorgiou I, Moulin C-H, Lauvie A (2019) Links between traits of interest and breeding practices: Several pathways for farmers' decision making processes. *Livestock Science* 220:158-165. doi:https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.017**
- Quénon, J., Ingrand, S., Magne, M.-A., 2020. Managing the transition from purebred to rotational crossbred dairy herds: three technical pathways from a retrospective case-study analysis. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*. doi:10.1017/S1751731119003458**
- Quénon, J., Magne, M.-A., 2021. Milk, Fertility and Udder Health Performance of Purebred Holstein and Three-Breed Rotational Crossbred Cows within French Farms: Insights on the Benefits of Functional Diversity. *Animals*, 11, 3414. <https://doi.org/10.3390/ani11123414>**
- Quénon, 2021. La mise en place du croisement rotatif dans un troupeau bovin laitier de race pure : quelle évolution des pratiques d'élevage et des performances associées ? Thèse de Doctorat, INP Toulouse. 363p + annexes**
- Quénon, J., Ingrand, S., Magne, M.-A., Assessing and explaining trends in herd performances of dairy cattle herds while using three-breed rotational crossbreeding: empirical evidence from French farms. Submitted to *Animal: an International Journal of Animal Bioscience***
- Oltencu, P.A., and B. Algers. 2005. Selection for Increased Production and the Welfare of Dairy Cows: Are New Breeding Goals Needed?. *AMBIO A J. Hum. Environ.* doi:10.1579/0044-7447-34.4.311.
- Pryce, J.E., and R.F. Veerkamp. 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. *BSAS Occas. Publ. Fertil. High Prod. Dairy Cow, Br. Soc. Anim. Sci.* 26:227–250.
- Sewalem, A., F. Miglior, G.J. Kistemaker, P. Sullivan, and B.J. Van Doormaal. 2008. Relationship Between Reproduction Traits and Functional Longevity in Canadian Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 91:1660–1668. doi:10.3168/jds.2007-0178.
- Verrier, E., P. Le Mézec, D. Boichard, and S. Mattalia. 2010. Evolution des objectifs et des méthodes de sélection des bovins laitiers. *Bull. Acad. Vet. Fr.*
- Weigel, K.A., and K.A. Barlass. 2010. Results of a Producer Survey Regarding Crossbreeding on US Dairy Farms. *J. Dairy Sci.* 86:4148–4154. doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)74029-6.



➤ **Merci de votre attention – place aux questions**