

Académie Vétérinaire de France

Séance du 19 novembre 2009

# Evolution des objectifs et des méthodes de sélection des bovins laitiers

Etienne VERRIER, Pascale LE MEZEC, Didier BOICHARD, Sophie MATTALIA

AgroParisTech, UFR Génétique, Elevage et Reproduction, Paris

Institut de l'Elevage, Département de Génétique, Paris

INRA, UMR Génétique Animale et Biologie Intégrative, Jouy-en-Josas



# **Regard sur les évolutions récentes de l'élevage et de la sélection des bovins laitiers**

**Quelles vaches laitières pour demain en Europe ?**

**Evolution prévisible des méthodes et des pratiques de sélection**



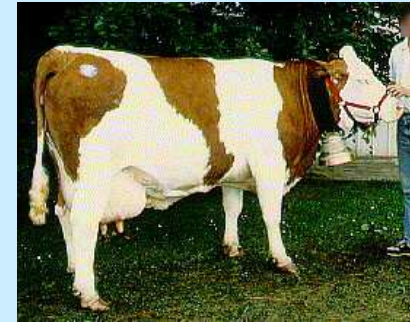
# Cheptel et répartition raciale



Prim'Holstein  
2 848 000 / 1 747 000

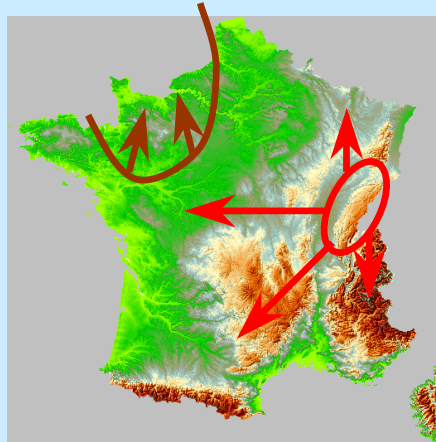


Normande  
577 000 / 252 000



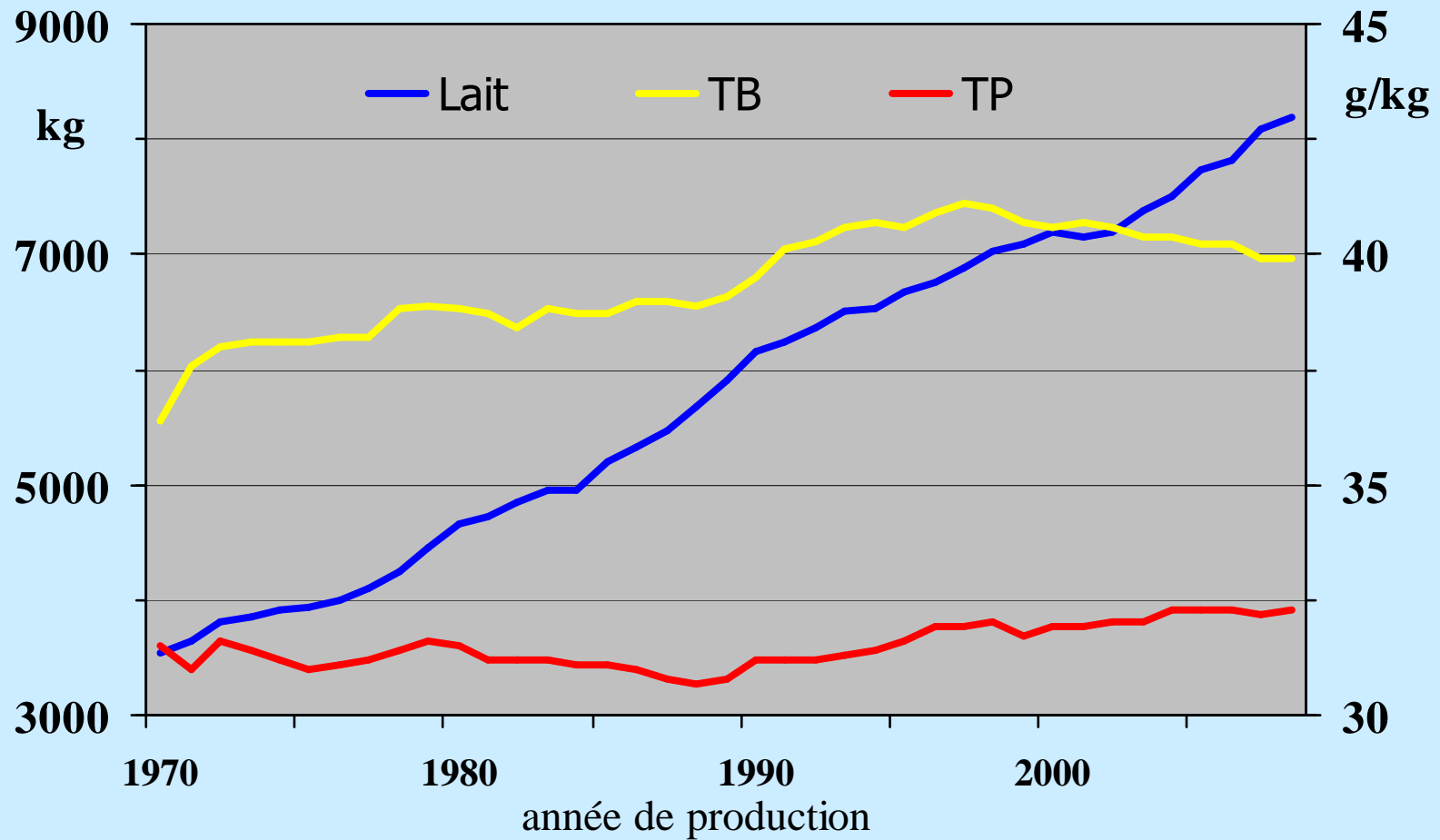
Montbéliarde  
685 000 / 383 000

**Effectifs :**  
**RGA 2000 / CL 2007**



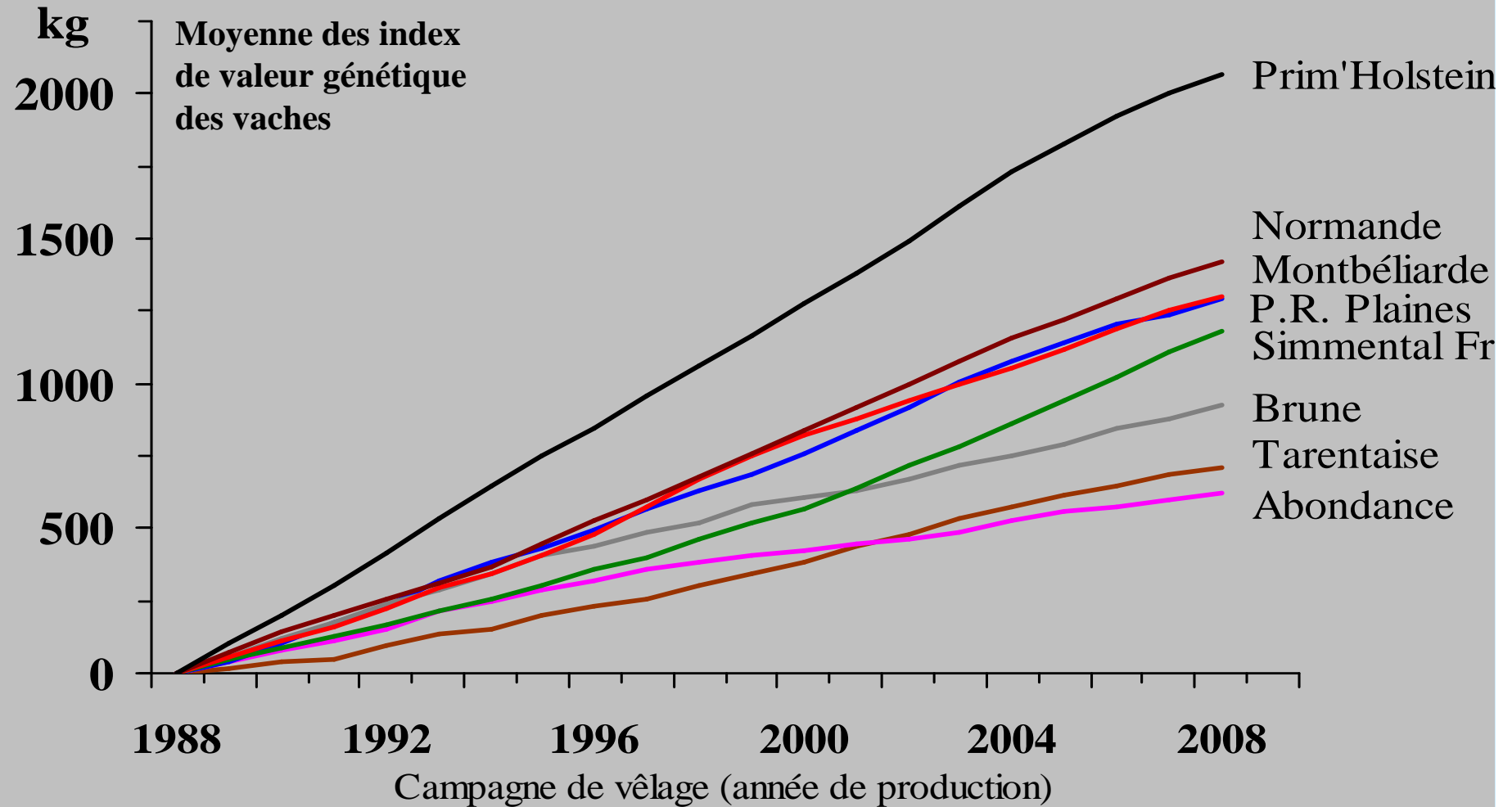
Photos : SOPEXA, OS

# Evolution des performances laitières



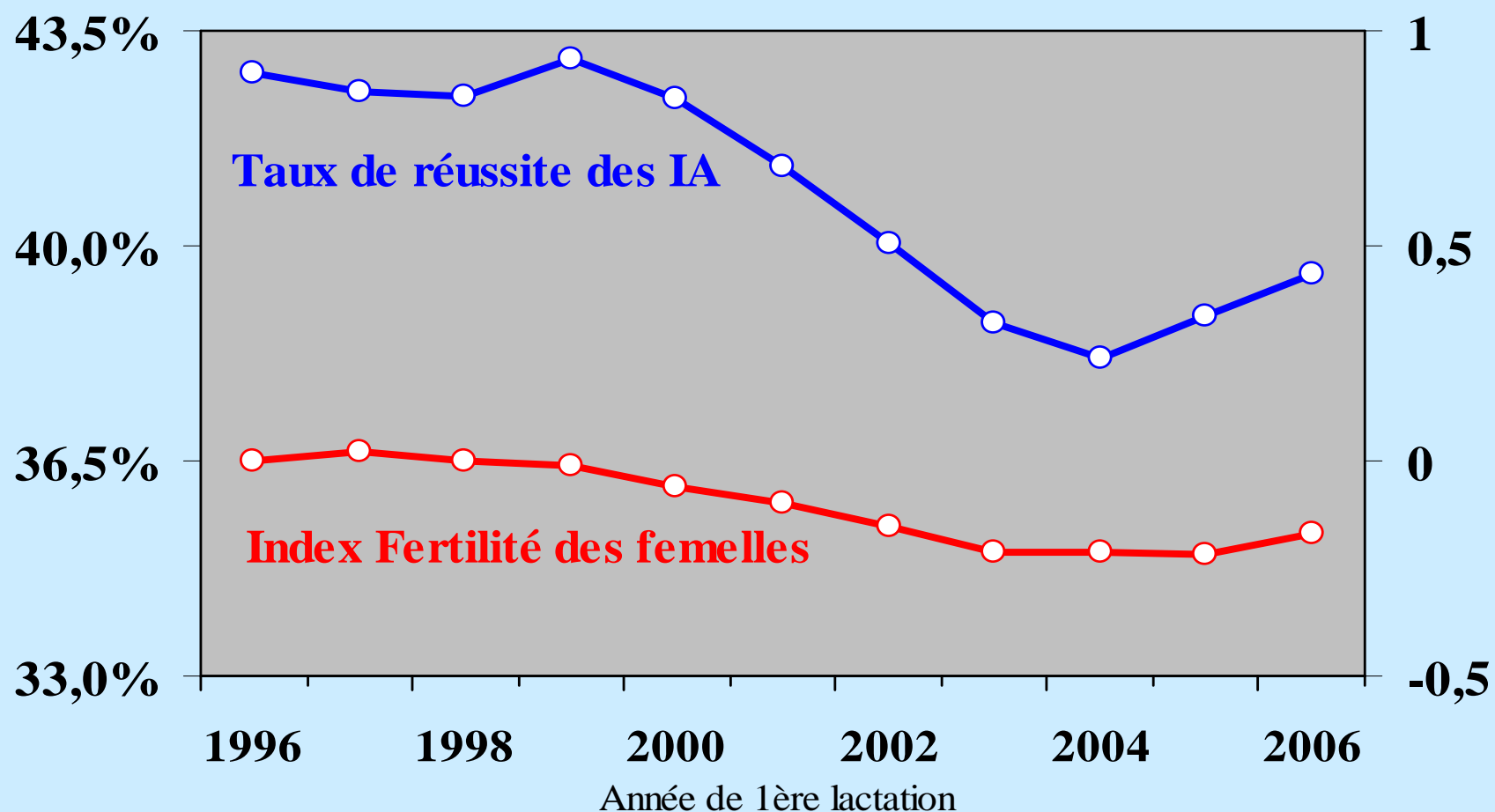
Source : France Contrôle laitier

# Evolutions génétiques estimées : le lait



Source : INRA/Institut de l'Élevage

# Evolution de la fertilité (race Holstein)



Source : INRA/Institut de l'Élevage

# Innovations dans les méthodes d'évaluation génétique

- 1966 : Comparaison aux contemporaines
  - 1973 : BLUP (*Best Linear Unbiased Predictor*) : évaluation conjointe des effets génétiques et de milieu, prise en compte du progrès génétique
  - 1989 : BLUP modèle animal : prise en compte directe de tous les effets et tous les liens de parenté
  - 1995 : la France participe aux évaluations internationales Interbull
  - 1998 : prise en compte de l'hétérogénéité de variance
  - 2001 : Sélection (évaluation génétique) Assistée par Marqueurs (SAM)
  - 2009 : Prise en compte des contrôles élémentaires
- + Méthodes adaptées pour de « nouveaux » caractères : analyse de survie pour la longévité, modèles à seuils pour la facilité de vêlage, ...

# Evolution de l'organisation

Définition des objectifs de sélection

Mise en œuvre de la sélection

1968 – Loi sur l'élevage

UPRA

Centres de  
Production de Semence



2006 – Loi d'Orientation Agricole

Organismes de sélection

Entreprises de sélection

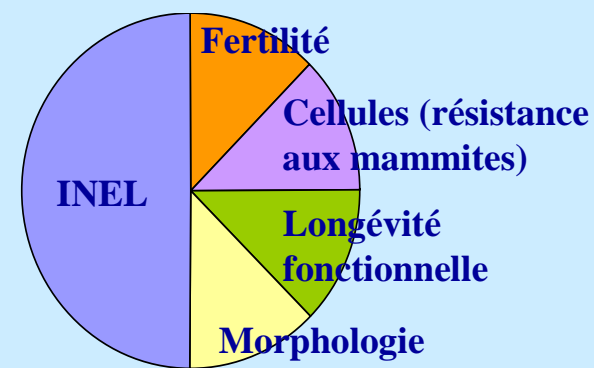
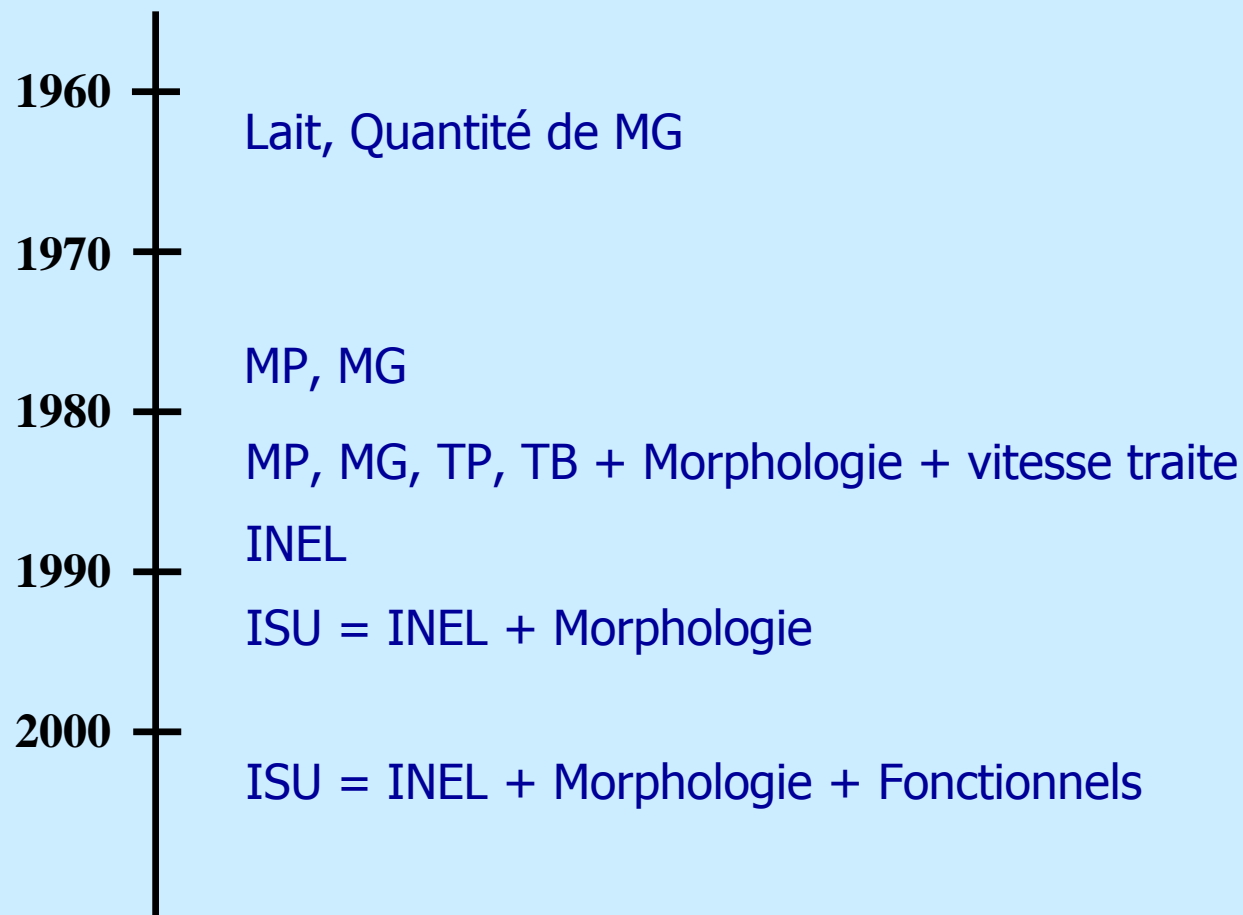
Renforcement de la place  
des filières et des gestionnaires de territoires

Concentration  
Internationalisation





# Evolutions des objectifs de sélection



Ex. ISU en Prim'Holstein

# Éléments de contexte, en Europe

## Années 2010 : Suppression des quotas laitiers

- Baisse du prix du lait
- Accroissement de la taille des exploitations

## Des éleveurs,

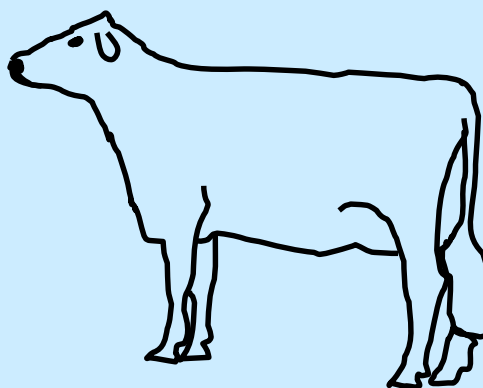
- Moins nombreux
- Mieux formés et plus exigeants
- Chefs d'entreprise mais plus lointains de leur travail

## Des consommateurs et des citoyens,

- Aux demandes encore plus segmentées
- Encore plus exigeants en matière de sécurité sanitaire
- Plus soucieux du bien-être animal et de l'environnement

# La vache idéale de demain

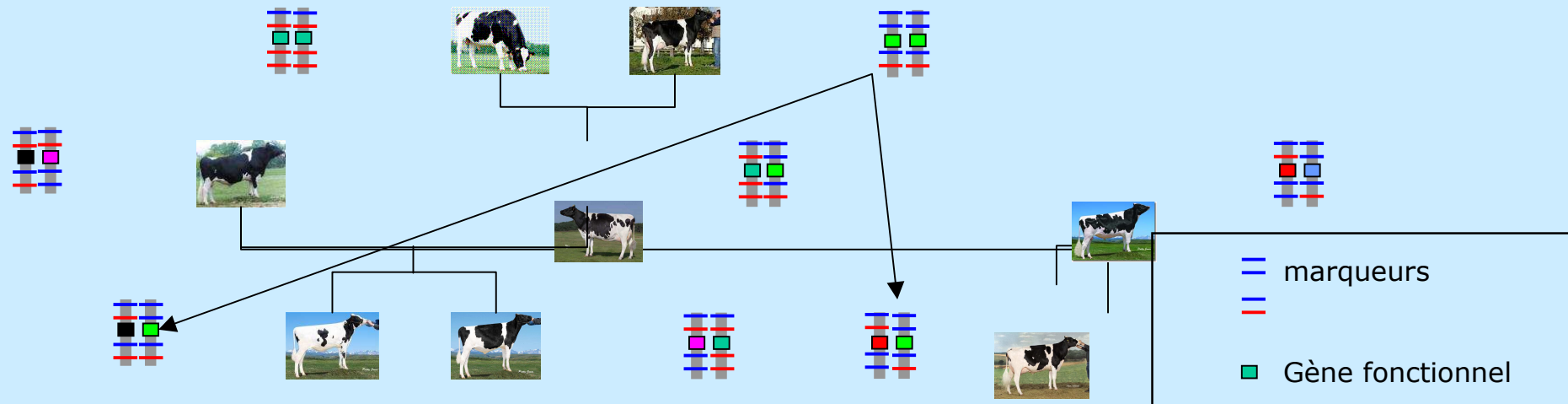
**Sans problème, autonome, robuste**



**Sobre, émettant peu de rejets**

**Produisant un lait riche,  
aux composantes proches des besoins de l'homme**

# Sélection Assistée par Marqueurs (SAM) = évaluation génétique assistée par marqueurs



- Chaque région QTL est suivie plus ou moins étroitement à l'aide de marqueurs
- Les recombinaisons entre marqueurs et gène sont plus ou moins rares
- En estimant l'effet des marqueurs, on estime l'effet du gène sous-jacent au QTL (au taux de recombinaison près)

**SAM (depuis 2001 en France) : 45 microsatellites, 8 caractères**

Emprunté à F. Guillaume (Institut de l'Élevage)

# Les marqueurs SNP

**Single Nucleotid Polymorphism = Mutation ponctuelle**

```
ACGACATACCATTACCCACACACACAACAACA  
ACGACATACCATTACACACACACACAACAACA
```

- Modérément polymorphes : 2 allèles
- En très grand nombre dans le génome : plusieurs dizaines de milliers

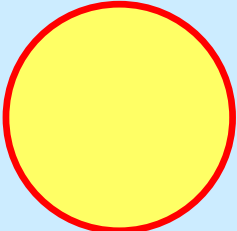


- Typage à partir d'un prélèvement sanguin
- Pour quelques centaines d'Euros par animal

# Principe de la sélection génomique

**Nb. gènes fonctionnels dans le génome bovin  $\approx$  30 000**  
**Nb. marqueurs sur la puce à SNP bovine = 54 000**

Population de référence =  
ensemble (plusieurs milliers) de vaches qui sont typées (54 000 SNP)  
et font l'objet d'un contrôle des performances (lait et fonctionnels)



Equations de prédiction de la valeur génétique  
à partir des seuls génotypes aux marqueurs SNP  
= somme de tous les effets  
des segments chromosomiques  
tels qu'estimés sur la population de référence

# La sélection génomique pour les vaches

<b>Evaluation génomique</b>	CD Lait	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	<b>0,70</b>
	CD Fert	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,51</b>
<b>Evaluation classique</b>	CD Lait	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,45</b>
	CD Fert	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	Age (ans)	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

# La sélection génomique pour les taureaux

<b>Evaluation génomique</b>	CD Lait	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	
	CD Fert	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	
<b>Evaluation classique</b>	CD Lait	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,70</b>
	CD Fert	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,20</b>
	Age (ans)	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>



# Mise en œuvre de la sélection génomique

**En France, depuis juin 2009 :**  
**diffusion sans restriction de la semence de jeunes taureaux**  
**connus sur seuls index génomiques**

Autres pays  
où la sélection génomique est pratiquée ou en cours de mise en place :

Etats-Unis, Canada,  
Pays-Bas, Danemark, Suède, Finlande, Allemagne,  
Nouvelle-Zélande

# Conséquences : contrôle des performances

**Dans un premier temps, maintien des opérations de base :  
identification, état civil, contrôle des performances**

## **Si forte baisse des coûts de génotypage,**

- 10% des élevages sous contrat :
  - Génotypes aux SNP
  - Contrôle classique et pour les nouveaux caractères
- Autres élevages : contrôle classique ou allégé

# Conséquences : sélection des taureaux

## Régression (disparition ?) de l'épreuve de la descendance

- Réduction des coûts
- Raccourcissement de l'intervalle de génération
- Abandon de la sur-diffusion des « champions »  
et des accouplements au cas par cas → « paquets »
- Possibilité réelle de sélectionner  
sur les caractères peu héritable (ex. Fertilité)
- Meilleure réactivité des programmes

# Conséquences : organisation de la sélection

- **Dépendance accrue vis-à-vis du savoir-faire moléculaire**
- **Accroissement de l'écart entre les éleveurs et l'information conduisant à une décision de sélection**
- **Nécessité d'un effort de formation, à tous les maillons**
- **Mutualisation nécessaire des moyens, ressources et savoir-faire, entre opérateurs de la sélection, organismes d'encadrement et recherche**

# Conclusions

**Dans les dernières décennies, des évolutions majeures**

**Réduction des coûts et des contraintes, élevage durable**

- **Facilité d'élevage**
- **Autonomie animale**
- **Robustesse**

**Intégration de données moléculaires « en masse »**

- **Régression de l'épreuve de la descendance**
- **profondes modifications de l'organisation de la sélection**