

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



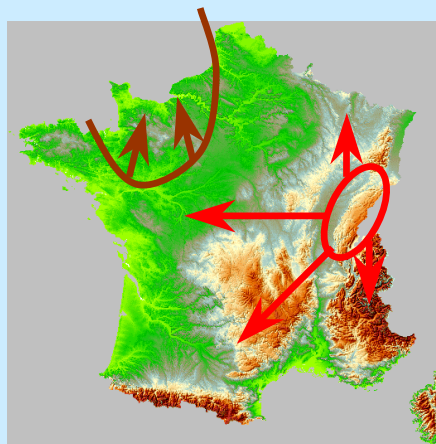
Prim'Holstein
2 848 000 / 1 747 000



Normande
577 000 / 252 000



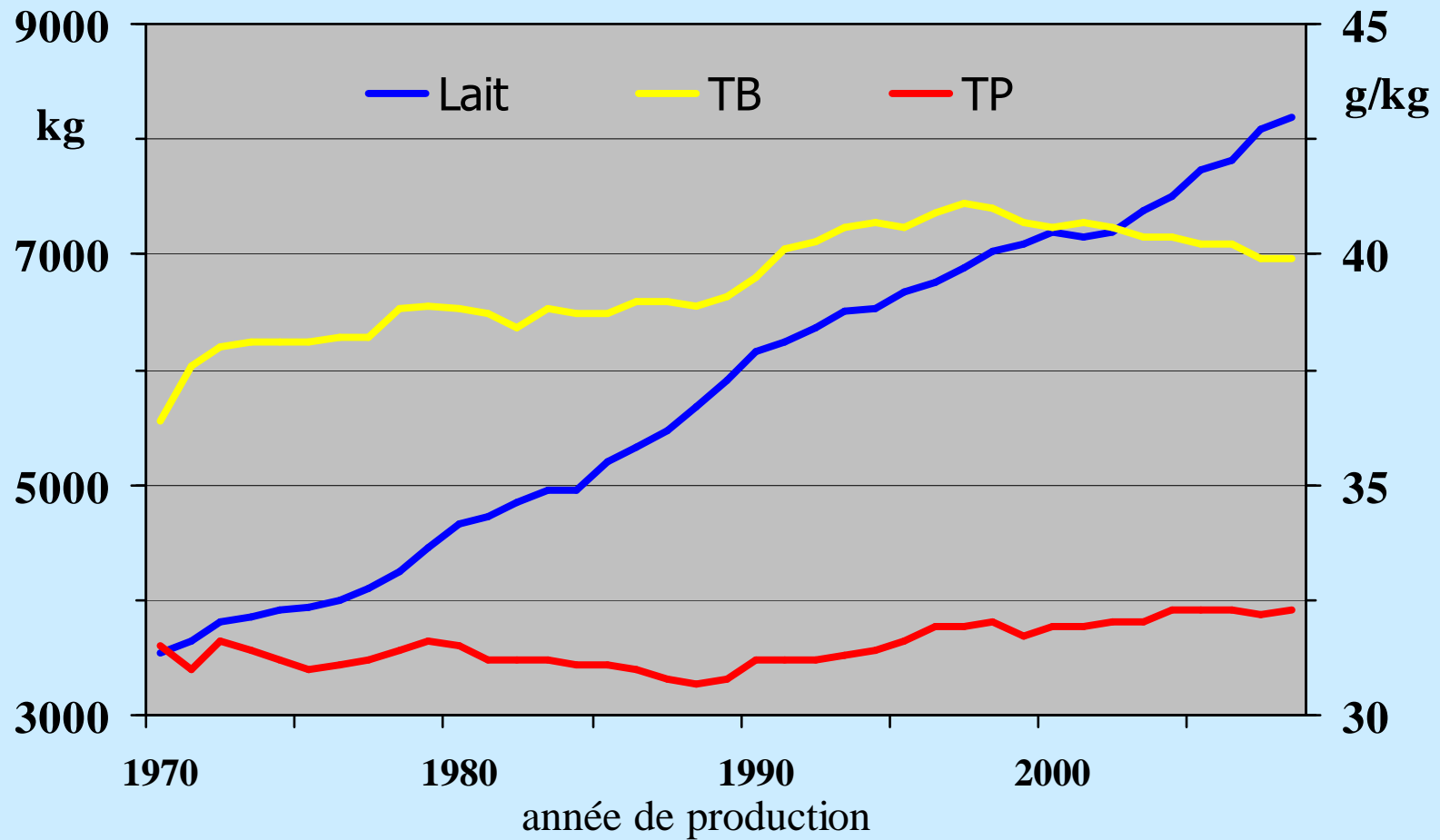
Montbéliarde
685 000 / 383 000



Effectifs :
RGA 2000 / CL 2007

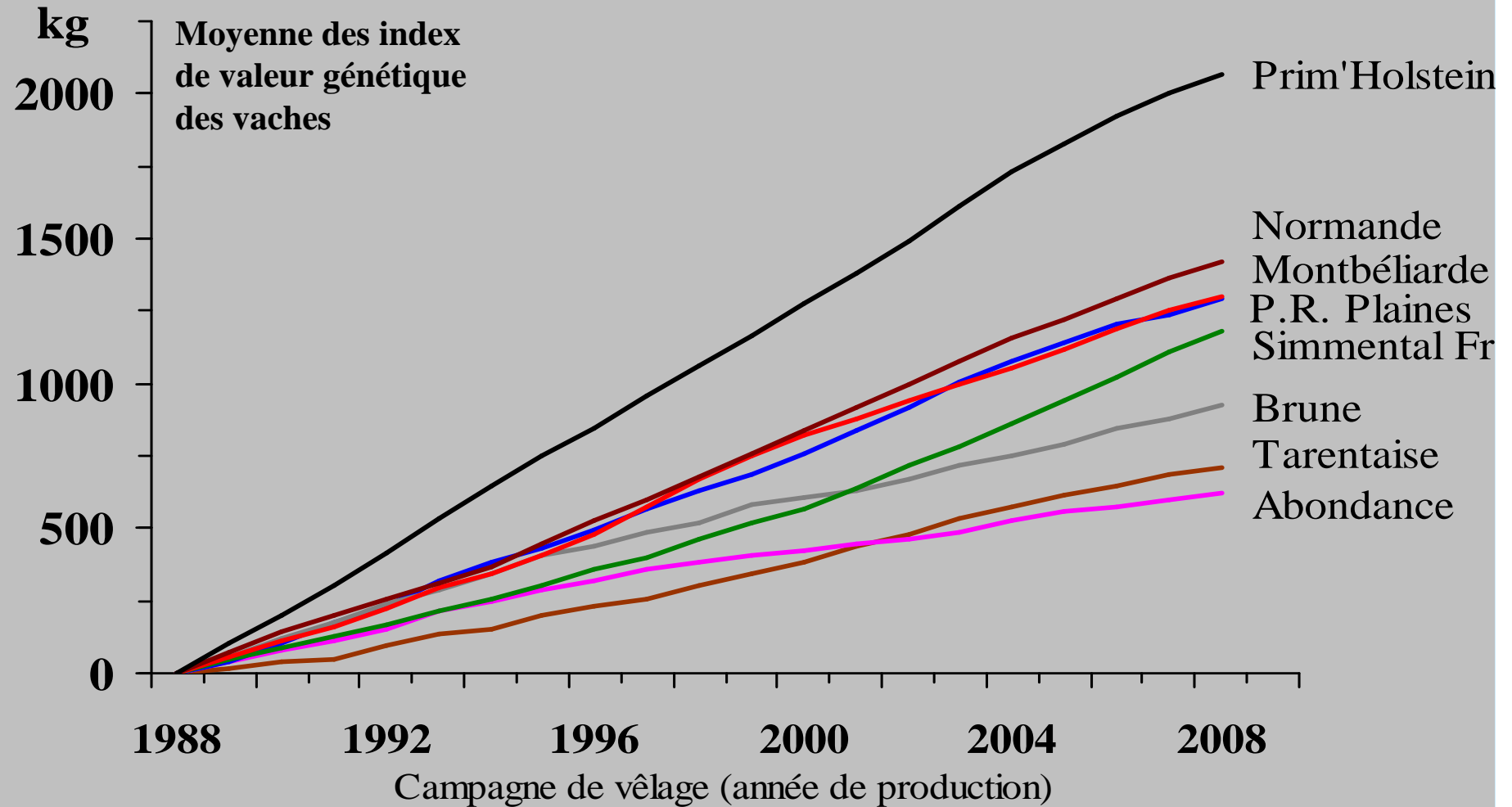
Photos : SOPEXA, OS

Evolution des performances laitières



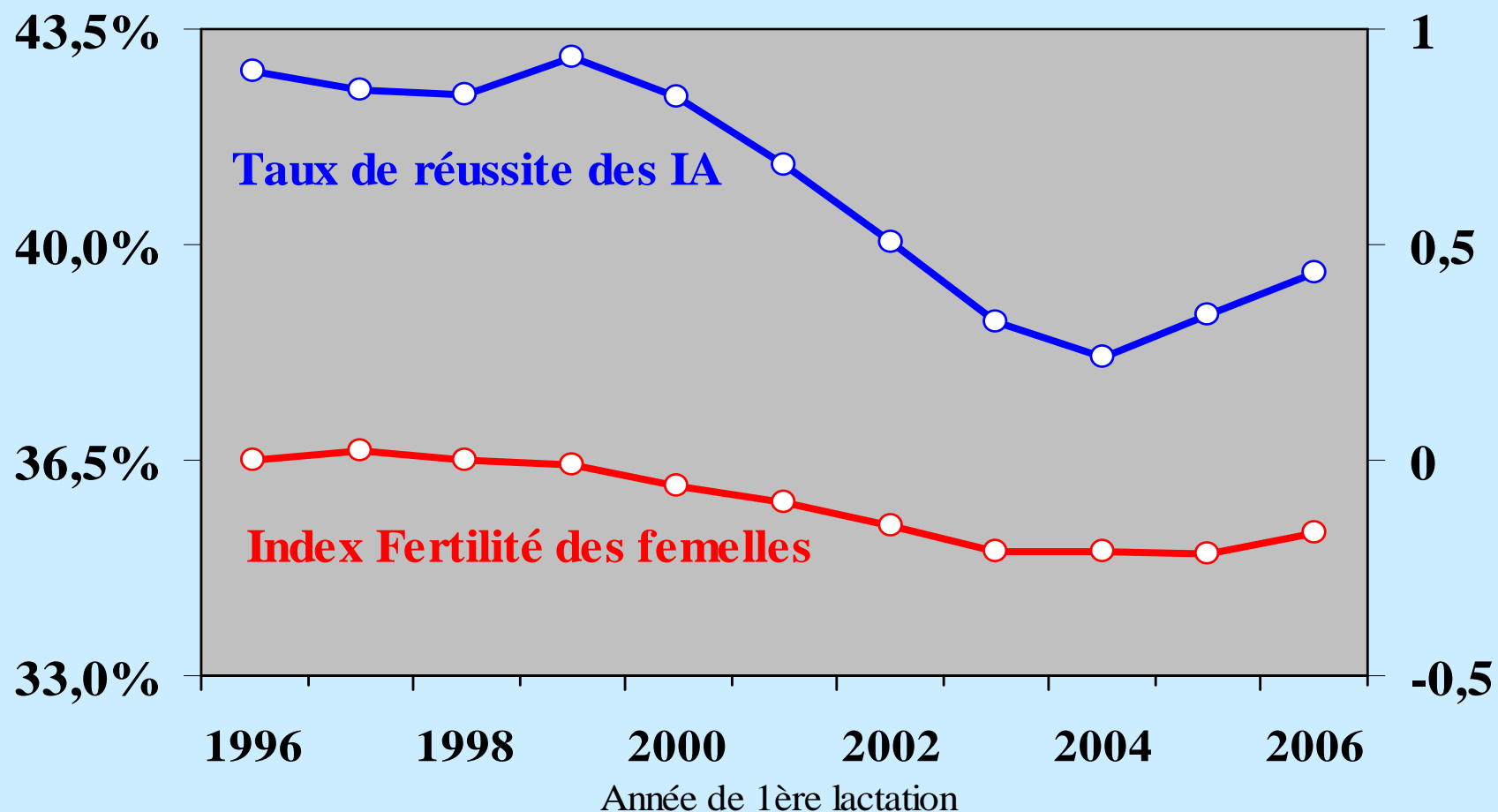
Source : France Contrôle laitier

Evolution des 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



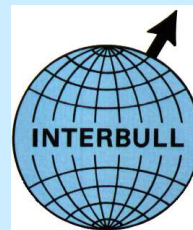
2006 – Loi d'Orientation Agricole

Organismes de sélection

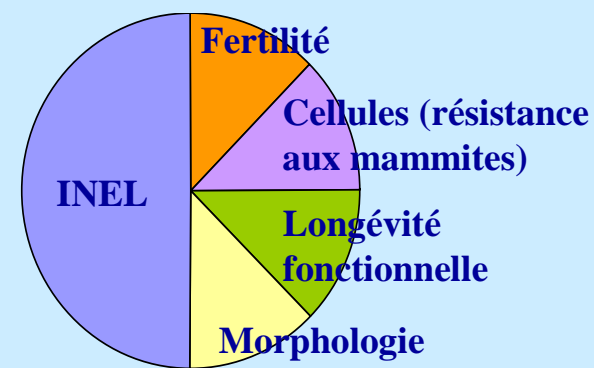
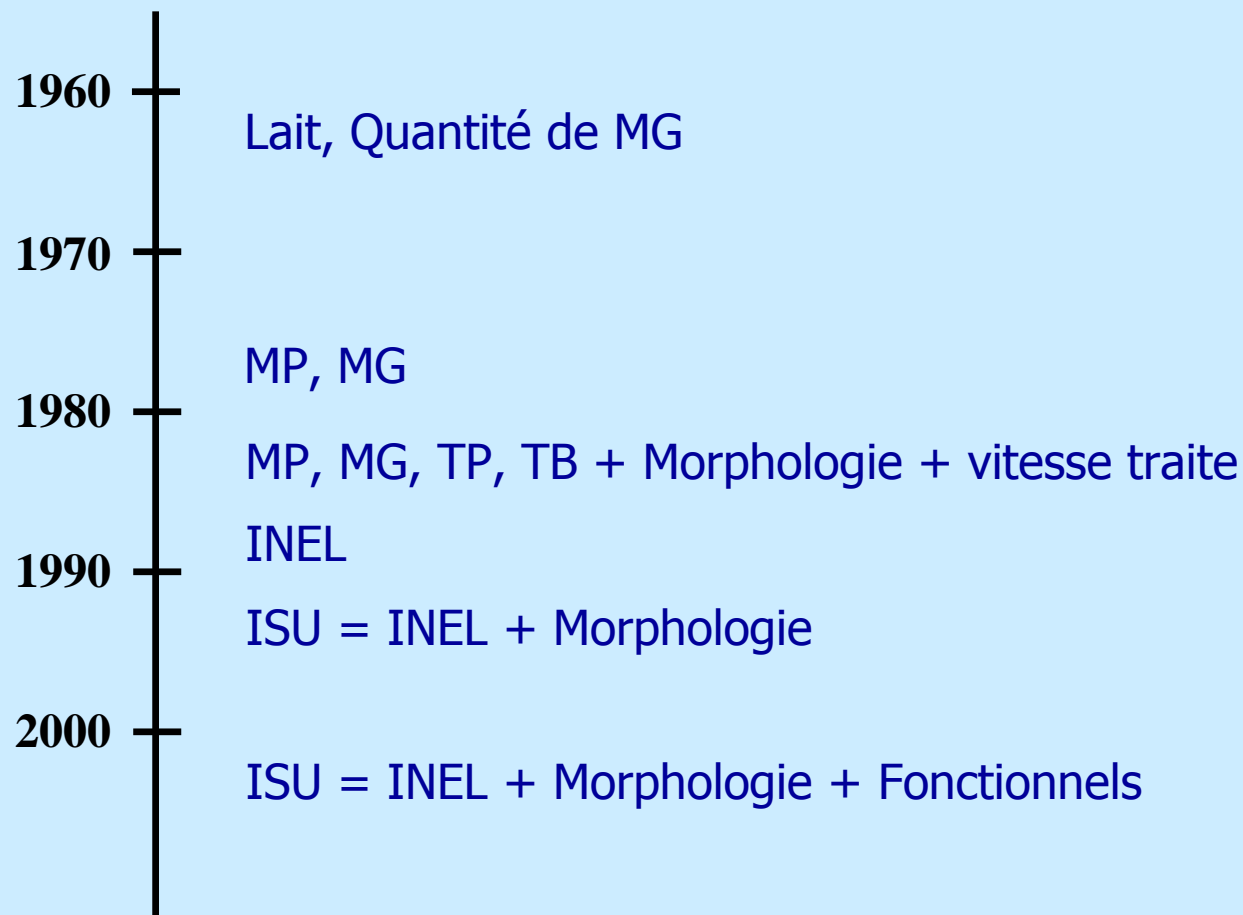
Entreprises de sélection

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,

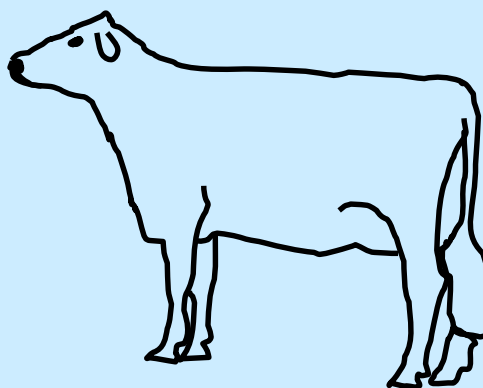
- Moins nombreux
- Mieux formés et plus exigeants
- Chefs d'entreprise mais plus lointains de leur travail

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

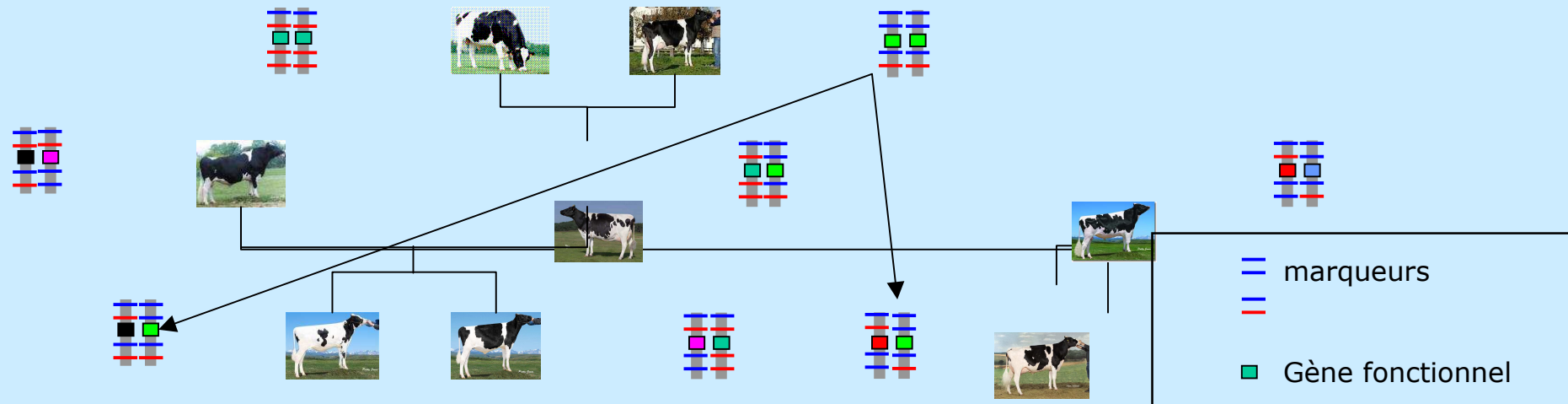
Sans problème, autonome, robuste



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

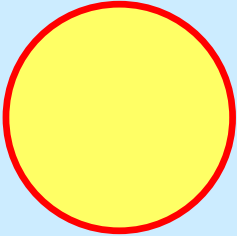


- Typage à partir d'un prélèvement sanguin
- Pour quelques centaines d'Euros par animal

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

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

La sélection génomique pour les taureaux

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

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**