



Sélection et système de production chez les vaches laitières

Didier BOICHARD
INRA, UMR1313 GABI, 78350 Jouy en Josas
didier.boichard@jouy.inra.fr





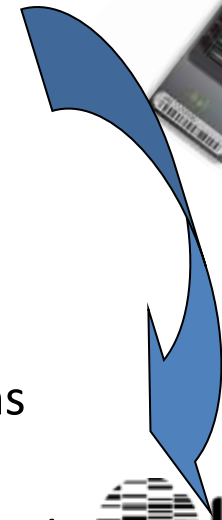
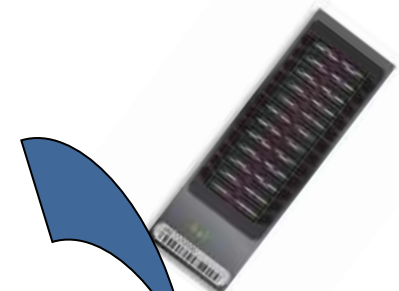
Les questions posées

- Quels changements avec la sélection génomique ?
- Quel niveau d'interaction génotype x milieu ?
- Quel génotype ?

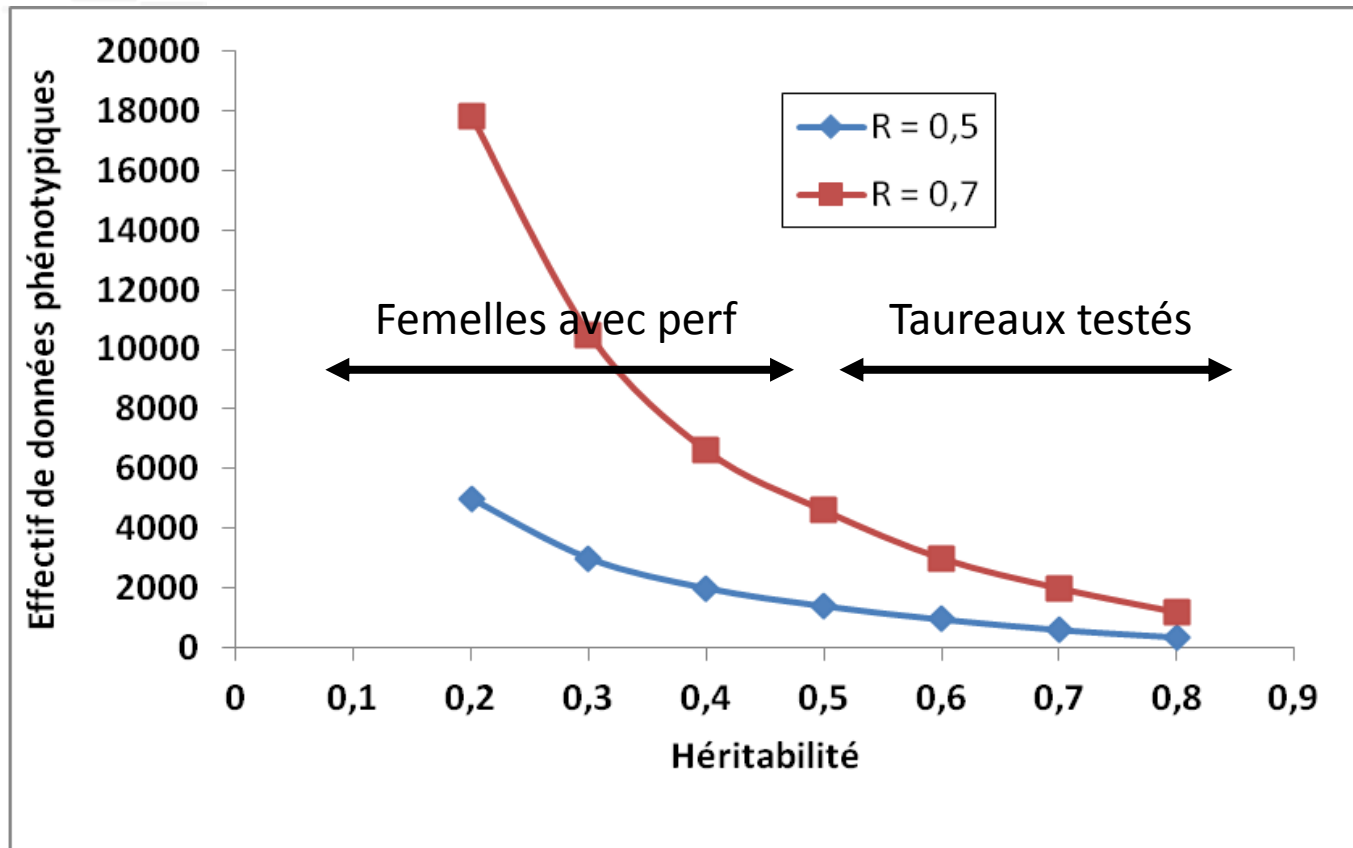


Sélection génomique

- sélection basée sur une estimation de valeur génétique des candidats à partir de l'information de marqueurs denses couvrant tout le génome
- Population de référence :
 - Population avec phénotypes et génotypes
 - Estimation des effets des marqueurs
- Population des candidats à la sélection
 - Population présentant les mêmes associations
 - Obtention des génotypes
 - Prédiction de la valeur à partir des effets estimés



Taille de la population de référence

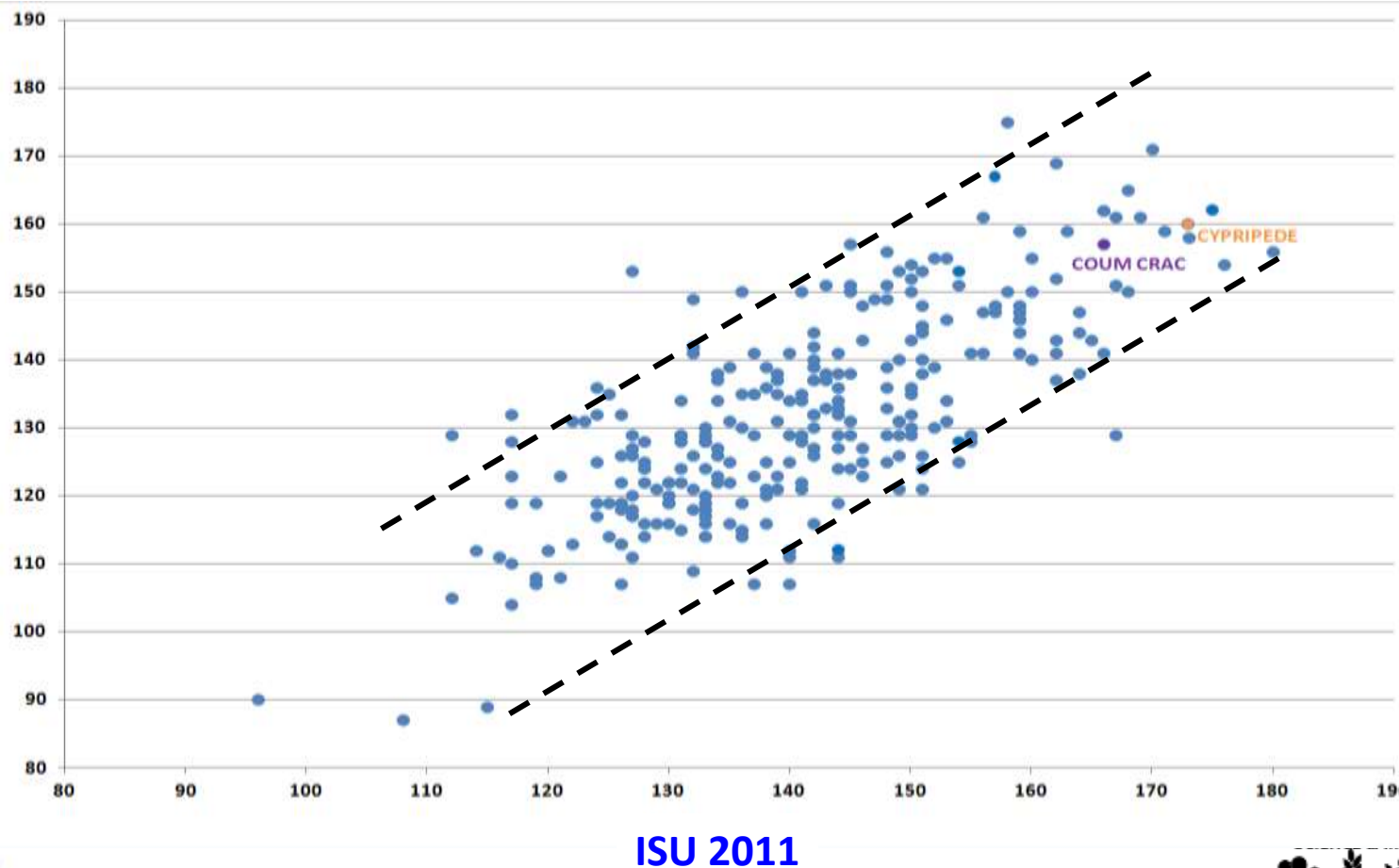


(Hayes et al, JDS, 2009)

Est-ce que c'est fiable ?

Evolution de l'index de synthèse (ISU) de 277 taureaux Holstein
sans filles en Juin 2011 et avec (beaucoup) des filles en Juin 2013

ISU 2013



ISU 2011

Conséquences de la sélection génomique

- Une sélection est théoriquement possible pour n'importe quel caractère, dès lors qu'il existe une variabilité génétique et que des phénotypes sont disponibles dans une population de référence
- Ce qui était impossible en sélection sur performances peut devenir possible avec la sélection génomique
 - Phénotypes concentrés dans une population de référence et non dans l'ensemble de la population
 - Progrès génétique potentiel augmenté, donc de la place disponible pour d'autres caractères
 - Héritabilité faible compensable par la taille de la population de référence

Changements en sélection (1)

- Fin du testage sur descendance
- Utilisation de taureaux jeunes avec quelques milliers d'inséminations seulement
- Nombre de taureaux nettement plus élevé (x5) qu'auparavant
- Large palette de taureaux, avec des caractéristiques très variées
- Notion de profils pour satisfaire une gamme large de besoins



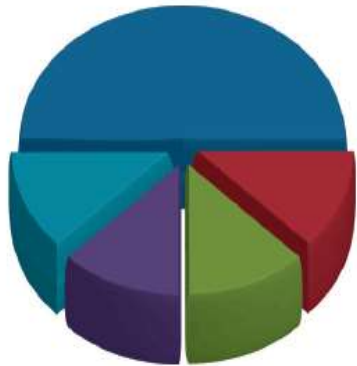
Changements en sélection (2)

- Une précision du même ordre pour tous les caractères « conventionnels » (=mesurés en routine)
- Progrès génétique plus équilibré, reflétant mieux le poids de chaque caractère, même sans changement d'objectif de sélection
- Situation très favorable pour les caractères fonctionnels, (fertilité, résistance aux mammites) généralement moins héritables



Evolution de l'objectif

Avant 2012



- 50% Production
- 12,5% Conformation
- 12,5% Fertilité
- 12,5% Santé de la mamelle
- 12,5% Longévité

Depuis 2012



- 35% Production
- 15% Conformation
- 22% Fertilité
- 18% Santé de la mamelle
- 5% Longévité
- 5% Vitesse de traite

Changements en sélection (3)

- La sélection pour de nouveaux caractères
- Il « suffit » de mettre en place une population de référence
- Des exemples :
 - Composition fine du lait (PhenoFinLait)
 - Santé des pieds
 - Caractères de santé en général





Changements en sélection (4)

- Une même précision des index pour les femelles et pour les mâles
- Pour la première fois, une opportunité de sélection intra troupeau si on augmente le nombre de filles par mère
- Intérêt de la semence sexée : on peut assurer le renouvellement du troupeau à partir de la moitié des vaches, choisies par l'éleveur
- La semence sexée, même chère, est rentable quasi immédiatement
- Le génotypage à 50€/femelle est rentable, retour en 4-5 ans

Autres intérêts du génotypage femelle

- Pour l'éleveur : Informations complémentaires riches
contrôle de filiation, information sur les anomalies
génétiques, plan d'accouplement beaucoup plus élaboré
 - Pour la race :
 - Renouvellement de la population de référence
 - Population de référence pour de nouveaux
caractères
- ⇒ Le génotypage femelle est donc stratégique, il faut
créer les conditions pour qu'il se développe
- ⇒ A l'avenir, le génotypage sera la règle





Première conclusion

- La sélection génomique est une opportunité pour l'AB
- Objectif de sélection et progrès génétiques plus équilibrés
- Plus grande palette de reproducteurs présentant des profils contrastés et une plus grande diversité, permettant de satisfaire des besoins variés
- Sélection intra troupeau beaucoup plus efficace, en combinant génotypage et semence sexée



Interactions génotype x milieu

- Peut on espérer que le progrès génétique attendu s'exprime dans le milieu de l'AB ?
- Deux grands types d'interactions
 - Les caractères diffèrent entre milieux, ce qu'on mesure par la corrélation génétique entre milieux
 - Les effets d'échelle : les corrélations sont égales à 1 mais les écarts liés à la génétique sont amplifiés ou régressés par rapport à l'attendu
- Entre races, les interactions peuvent être importantes sur les caractères fonctionnels

Interactions génotype x milieu intra population

- Les corrélations génétiques entre caractères exprimés dans différents milieu sont généralement très élevées
- Exemple d'Interbull : corrélations entre pays
 - Généralement supérieures à 0.8, souvent supérieures à 0.9
 - Quels que soient les caractères (une trentaine)
 - En dépit de systèmes de production, de niveaux de production, parfois de définitions, assez différents
 - Quand elles sont plus faibles, elles reflètent généralement des caractères mesurés très différemment
- Exemple en France : projet GeneSys
 - Corrélations > 0.95 entre environnements (Huquet et al, 2012)
 - Confirmation des études anciennes de Bonaiti et al
- En conclusion, les reclassements de reproducteurs sont relativement limités





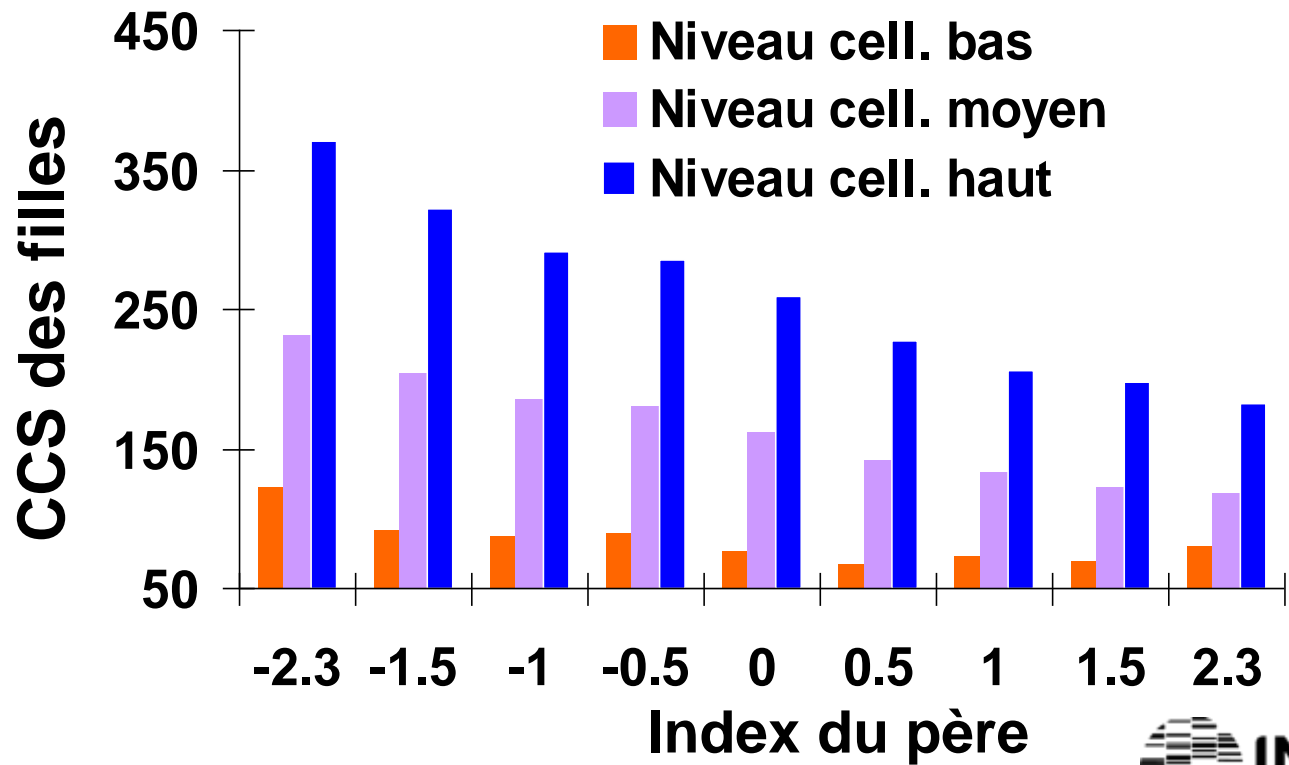
Interactions génotype x milieu intra population

- Les effets d'échelle sont assez importants
- L'héritabilité augmente dans le milieu favorisant l'expression du caractère
- Par exemple, un index de +1000 kg de lait se traduira par +750 à +1200 kg exprimés selon le milieu



Interactions génotype x milieu

- Exemple des index CEL



Interactions génotype x milieu

- Faut-il craindre des interactions génotype x milieu fortes ?
- Les index polygéniques des taureaux évalués sur descendance, et les index génomiques qui en sont déduits, intègrent des données obtenues dans tous les milieux
 - Ils sont donc robustes aux interactions G x E
- Les populations de référence futures seront femelles
 - Elles seront plus sensibles aux interactions G x E, d'où
 - Soit couvrir toute la gamme des élevages
 - Soit créer des populations spécialisées, au prix d'une perte de précision)



Objectifs de sélection

- Ne pas confondre Objectifs de sélection et Interaction GxE
- On peut avoir des objectifs différents car les poids économiques des caractères sont différents entre systèmes de production
 - Exemple : le poids de la fertilité est plus important dans les systèmes saisonnés
- Des objectifs différents impliquent des classements différents sur l'index de synthèse, mais pas forcément la présence d'interactions (qui se traduiraient par des classements différents sur les caractères élémentaires)



Choix du génotype

- La Holstein est numériquement dominante, mais elle n'est pas la mieux adaptée partout
 - C'est un génotype très productif mais très exigeant
 - Fertilité insuffisante pour une production saisonnée
 - Sensibilité aux mammites, longévité réduite
- Il sera difficile de l'adapter aux conditions à bas intrants
- Notre pays est riche de sa diversité raciale



Intérêt du croisement

- La femelle F1 bénéficie de l'hétérosis maximal, de sorte qu'elle cumule beaucoup d'avantages
- Mais une grande partie de cet avantage disparaît chez les $\frac{3}{4}$
- Il convient donc de définir sa stratégie à long terme
 - Absorption vers une autre race
 - Croisement rotatif 2 races : une femelle d'un père de race A est accouplée à un mâle de race B. On tend vers une composition de $\frac{1}{3}$ et $\frac{2}{3}$ des deux races.
 - ou 3 races : une femelle d'un père de race A et d'un gpm de race B est accouplée à un mâle de race C. On tend vers une composition ($\frac{1}{7}$, $\frac{2}{7}$ et $\frac{4}{7}$) après 5-6 générations
- Stratégie individuelle à replacer dans une organisation de population

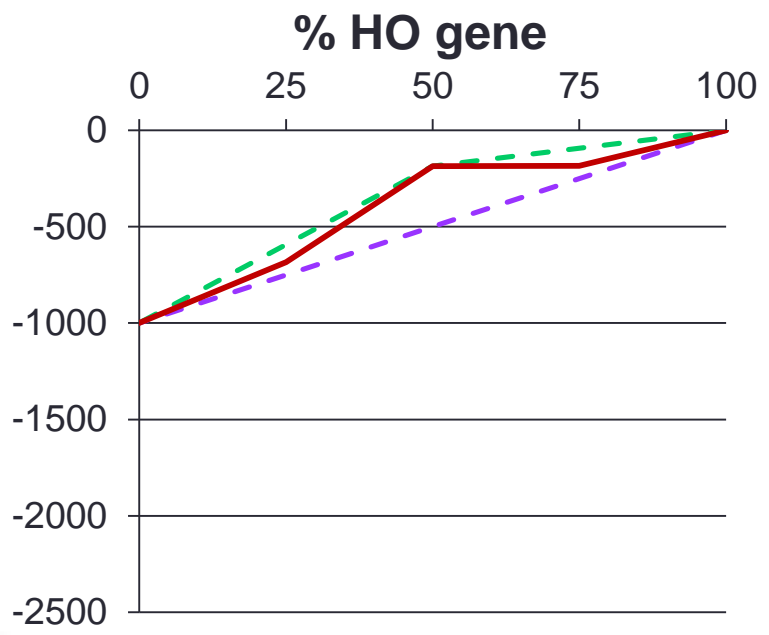




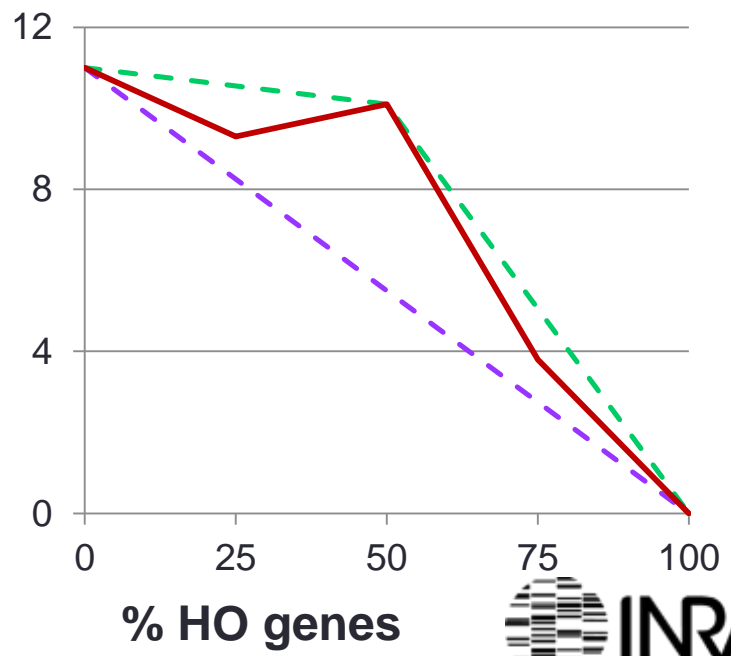
Intérêt du croisement

(Dezetter et al, 2014)

Lait (kg)



Taux de réussite IA (%)



--- Différence entre races (DR)
 --- DR+ Heterosis
 --- DR+ H + Recombination





Conclusion

- Choisir son génotype adapté à son milieu
- Une fois ce choix réalisé, les interactions G x E sont généralement assez réduites
- L'objectif de sélection peut être adapté aux conditions de production
- La gamme de reproducteurs est devenue large et diversifiée
- Le génotypage femelle offre des opportunités pour l'éleveur
- Ce sera la base de la sélection du futur, dans des populations globales ou éventuellement dans des sous-populations suffisamment grandes