



# L'évaluation génétique de la fertilité chez les bovins laitiers en France



Anne Barbat, Armelle Gion, Vincent Ducrocq

INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78 352 Jouy en Josas

# Rappel du contexte

- Objectif de sélection :
  - productivité
  - Qualité du lait
  - Conformation de la mamellejusqu'à récemment la fertilité était ignorée
- Evolution des préoccupations
  - Longévité et ses composantes
  - Résistance aux mammites
  - Fertilité femelle

# Rappel du contexte

- Mise bas **indispensable** pour initier la lactation
- Conséquences d'une mauvaise fertilité
  - coûts **directs** (insémination, vétérinaire)
  - augmentation des réformes
  - Moins de veaux
  - modification de la courbe de lactation
  - **allongement** de l'intervalle entre mise bas
  - décalage **saisonnier** des lactations suivantes
- Estimation : > 3 euros / par vache et par point de réussite à l'IA, augmente quand le niveau moyen diminue

# Différents facteurs de dégradation de la fertilité

- **La génétique** : responsable de 1/3 à 1/2 de la baisse du TR (soit  $\approx 0,3$  à  $0,5$  % par an )
- **Les pratiques d'insémination** : dilution des doses, arrêt de l'insémination le dimanche...
- **Les pratiques d'élevage** : augmentation de la taille des troupeaux, difficultés à détecter les chaleurs
- **L'alimentation et l'état corporel des vaches**
- **La consanguinité**

# Comment stopper cette évolution

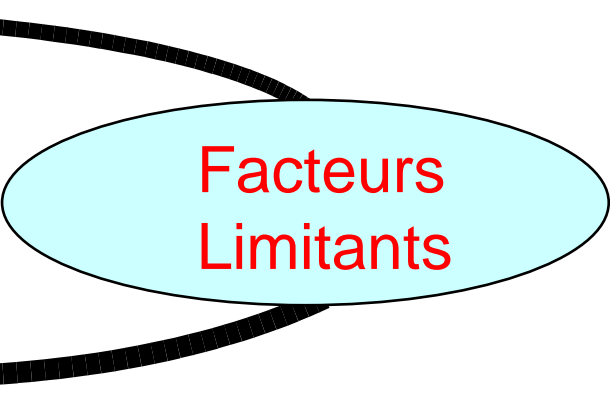
- Caractériser les reproducteurs pour leurs aptitudes 'fertilité', en particulier les taureaux pour la fertilité de leurs filles

évaluation génétique fertilité

- Inclure la fertilité dans l'objectif de sélection

# Différentes composantes de la fertilité

- Précocité de la génisse
- Reprise d'activité sexuelle post-partum et comportement d'oestrus
- Réussite à l'insémination
  - Composante mâle
  - Composante femelle
    - post partum
    - chez la génisse



Facteurs  
Limitants

# Les données disponibles

## Le matériel : la base de données SIG

- Base de données communes aux organismes d'élevage (EDE, CL, CIA, Upra, ARSOE, IE, INRA)
- Base complète et historique au CTIG (Inra, Jouy)
- Identification, situation physique, mouvements, généalogies : 90 millions de bovins
- Données de contrôle laitier : 60 millions de lactations, 350 millions de contrôles laitiers
- Inséminations artificielles

40 millions d'IA, + 4 millions chaque année

# Les données disponibles

Race	nb total d'animaux	nb ia sur génisses	nb ia sur vaches
Montbéliarde	1 883 919	1 602 059	3 182 955
Normande	1 729 154	1 405 035	2 925 477
Prim'Holstein	11 128 315	9 308 126	21 189 286
Abondance	76 300	55 016	131 355
Pie Rouge	52 591	36 382	88 754
Brune	83 625	61 996	134 492
Tarentaise	32 595	21 934	48 504
Simmental	80 641	57 495	118 630



# L'évaluation génétique

- Choix/Définition du caractère analysé

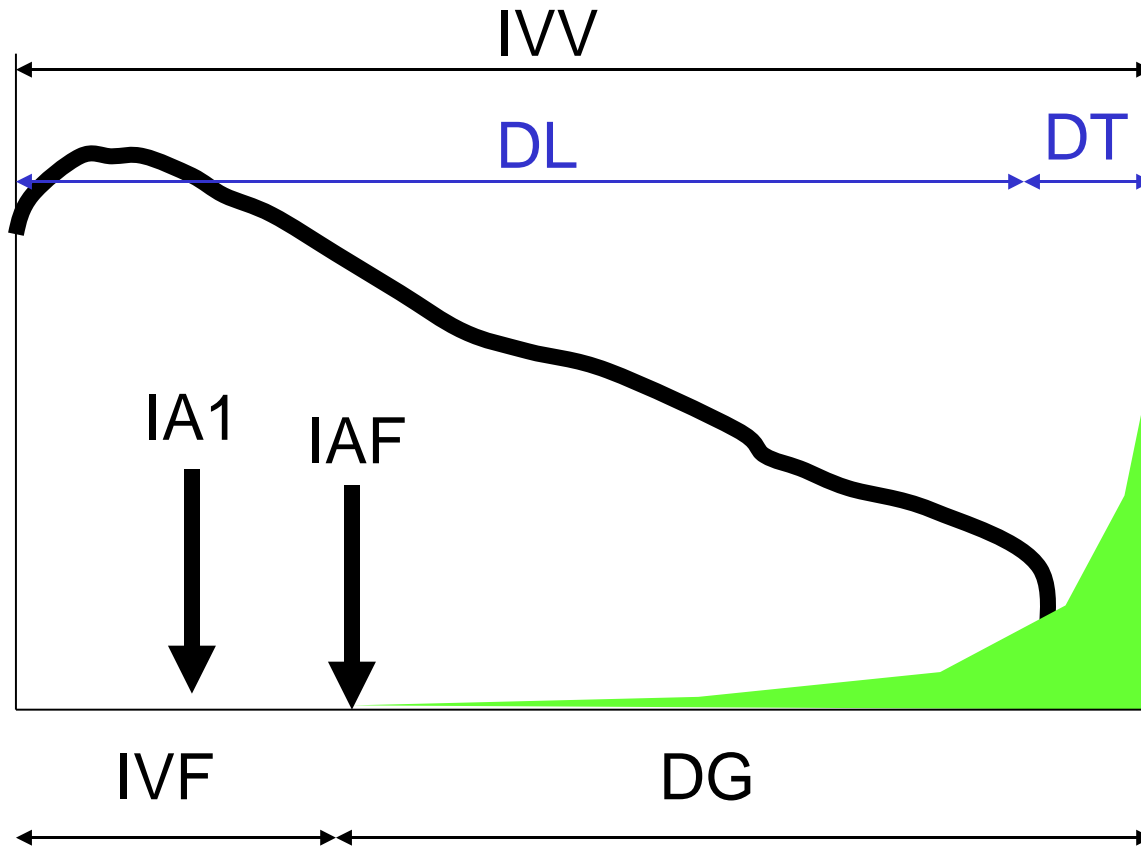
Succès / Echec de chaque IA

à partir des dates d'IA et de vêlages et des durées de lactation.

Deux caractères différents mais corrélés, le résultat chez la génisse et chez la vache en post partum

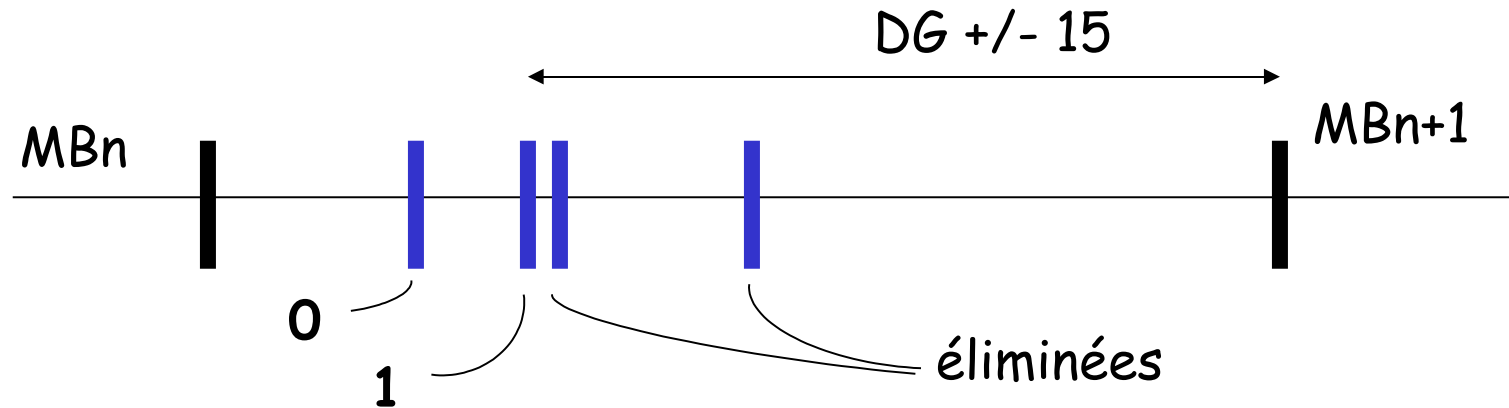
- Analyse des données avec un modèle statistique

# Définition des caractères



# Résultat de chaque IA

## 1. L'IA est suivie d'une mise bas



## 2. L'IA n'est pas suivie d'une mise bas

Détermination du statut de l'ia en fonction de règles :

- Cause de sortie si elle est enregistrée
- Ancienneté de l'ia
- Durée de la lactation en cours
- Probabilité de gestation pour les ia récentes

# Paramètres génétiques

- Héritabilité du taux de réussite très faible

De l'ordre de 1 à 2 %

⇒ difficile à sélectionner directement

- Variabilité génétique élevée

$\sigma_g = 5$  points TR

taureaux extrêmes :  $\pm 15\%$  de TR sur leurs filles

⇒ possibilité de sélection indirecte

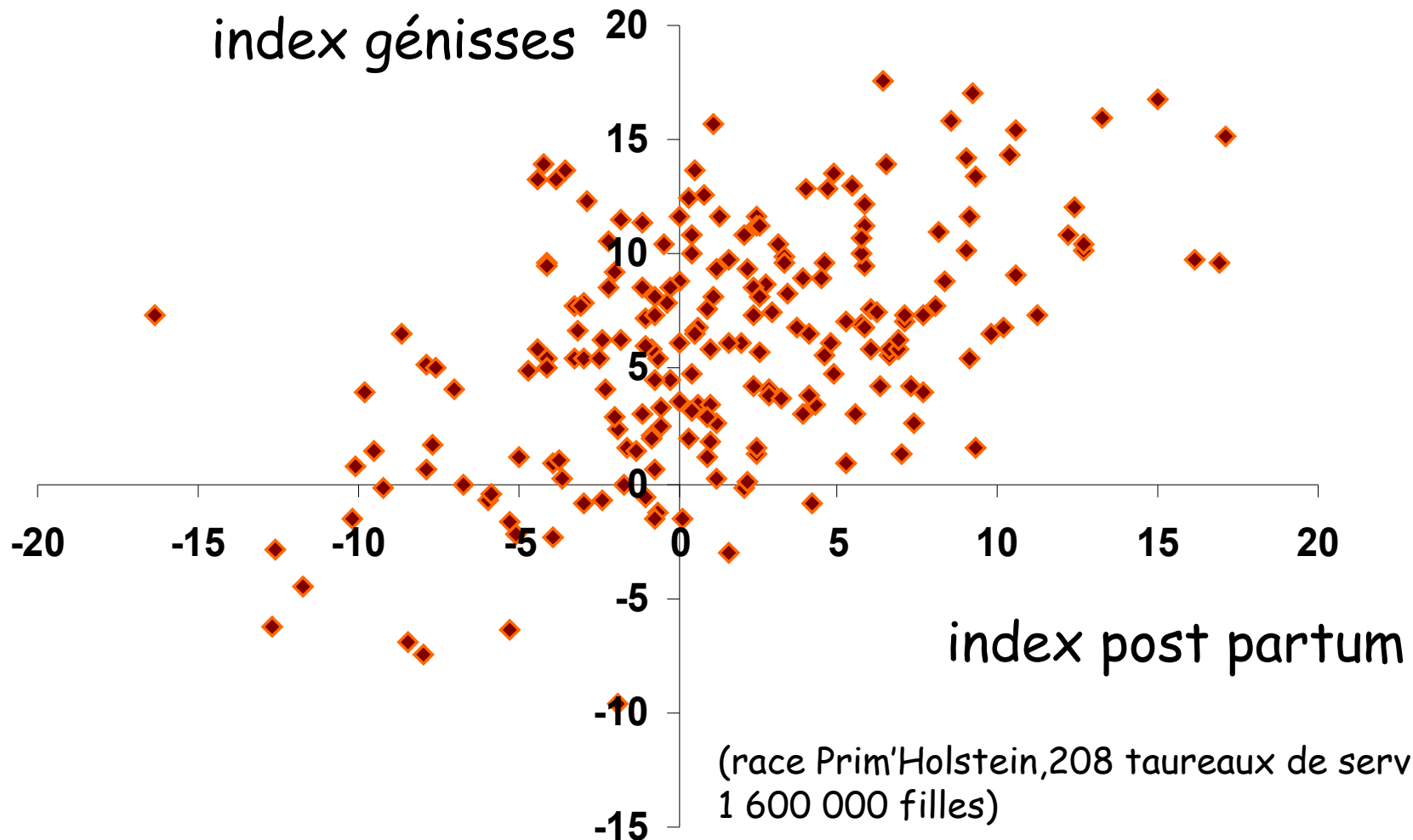
# Paramètres génétiques

- **Indépendance** entre fertilité mâle et fertilité femelle
  - ⇒ la fertilité mâle n'est pas un bon prédicteur
- Corrélation génétique proche de 1 entre niveaux de fertilité observés à **différents** numéros de lactation

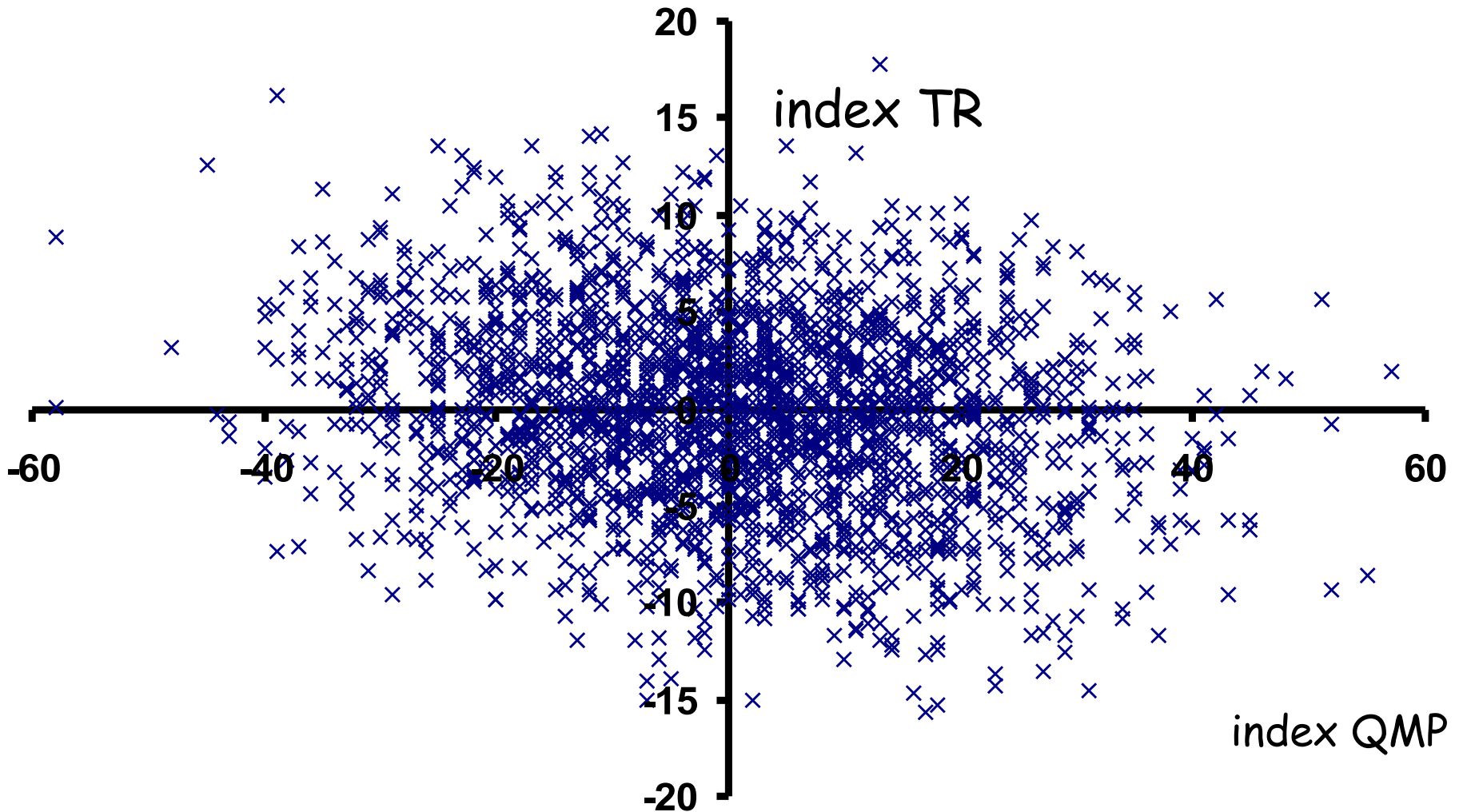
# Paramètres génétiques

- Corrélation génétique de l'ordre de 0,60 entre génisses et vaches en lactation
- ⇒ la fertilité en génisse n'est qu'un **prédicteur partiel** de la fertilité post-partum
- Opposition modérée avec la production (- 0,22 en MO et PH, - 0,28 en NO)

# Relation taux de réussite post partum/génisses

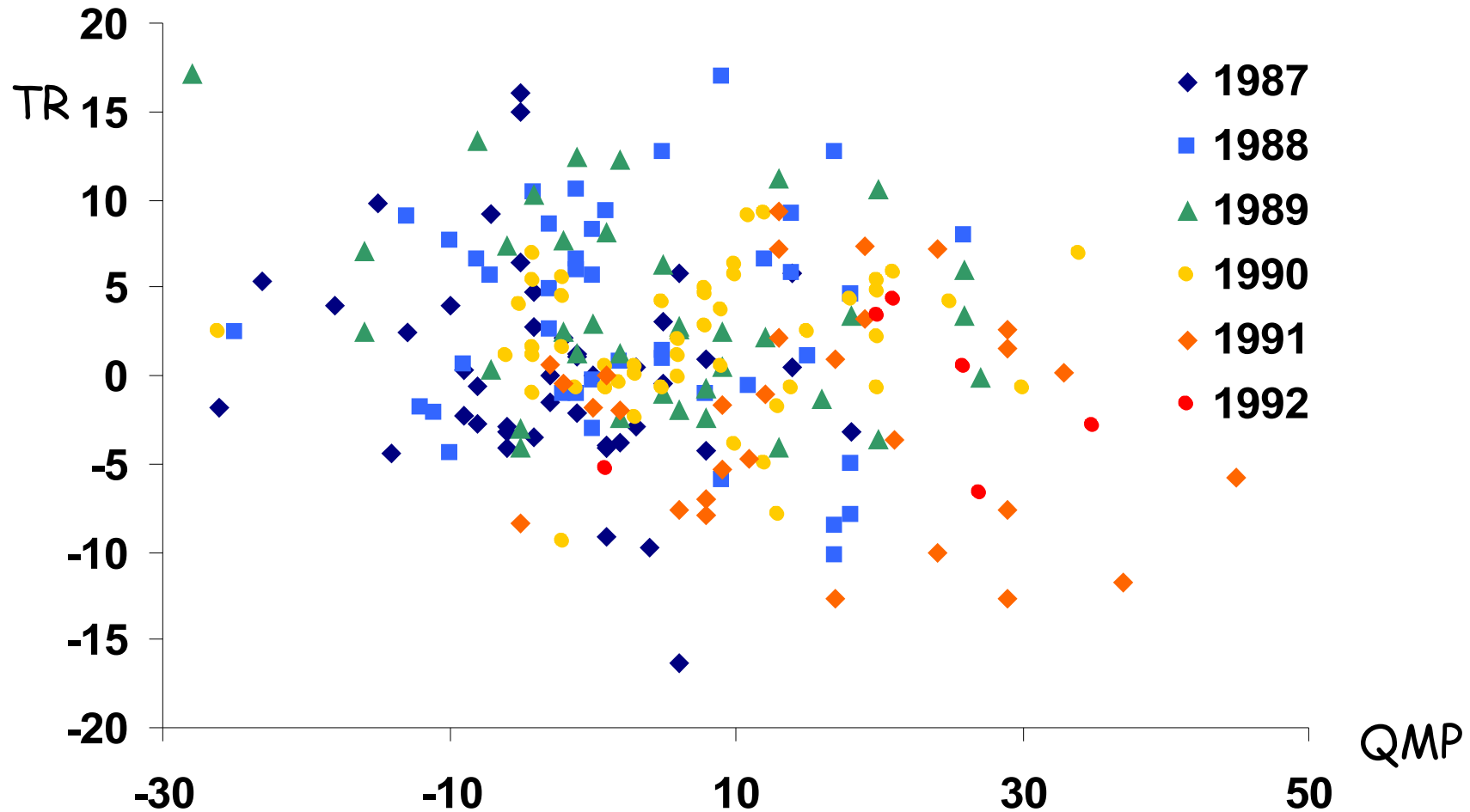


# Relation production / taux de réussite





# Relation production / taux de réussite pour les taureaux de service



# Les modèles d'analyse

## Rénovation du modèle en juin 2007 (vs modèle 1998)

- Passage à un modèle animal
- Estimation conjointe des fertilités « génisse » et « vache »
- Prise en compte d'autres caractères fonctionnels

## En pratique

- Analyses ia génisses et vaches séparées → performances corrigées (modèle mono-caractère)
- Analyse conjointe génisses et vaches pour Interbull
- Analyse multi-caractères → ISU + index FER comb

# Le modèle mono-caractère

Le modèle statistique prend en compte les effets suivants :

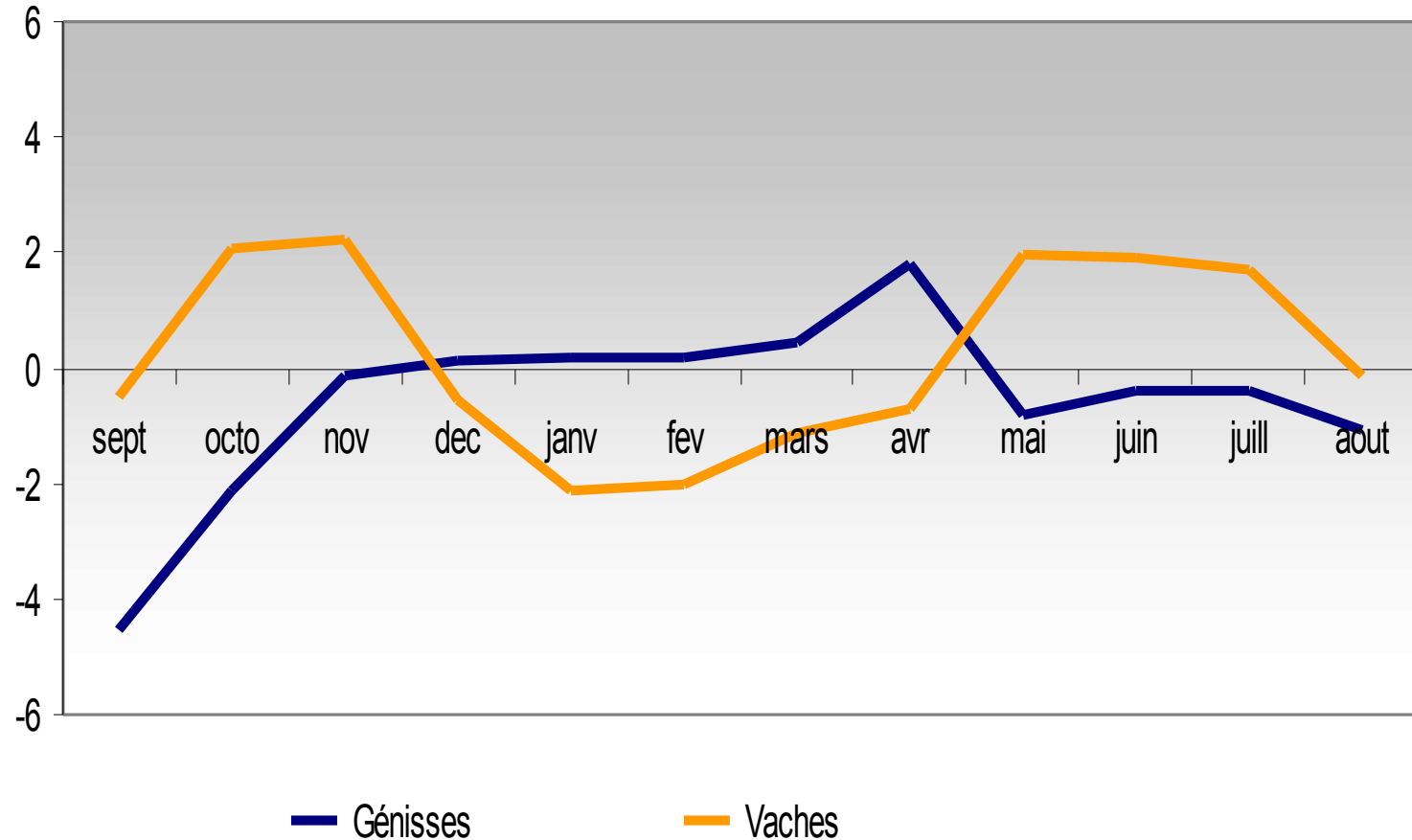
- Effet génétique + groupes de parents inconnus
- Effet d'environnement permanent (performances répétées)
- Troupeau x année
- Mois, Jour de la semaine (intra région année)
- Inséminateur x année
- Age à l'IA (génisses)
- Intervalle vêlage IA x rang vêlage (vaches)
- Rang du vêlage précédent l'IA (vaches)
- Race du taureau, Taureau x année
- % de consanguinité de la vache et du veau à naître

# Le modèle mono-caractère

- Effets « aléatoires » :  
Génétique, Environnement permanent et Taureau x année
  - suivent une distribution supposée connue
  - effet génétique tient compte des relations de parentés
  - autres effets sont indépendants, pas de relations de parenté entre les taureaux d'insémination.
- Autres effets sont « fixes » : estimés uniquement à partir des données.
- Héritabilité = 2 %.
- Part de la variance expliquée par l'effet d'environnement permanent est de 5% , et par l'effet taureau année de 1% .

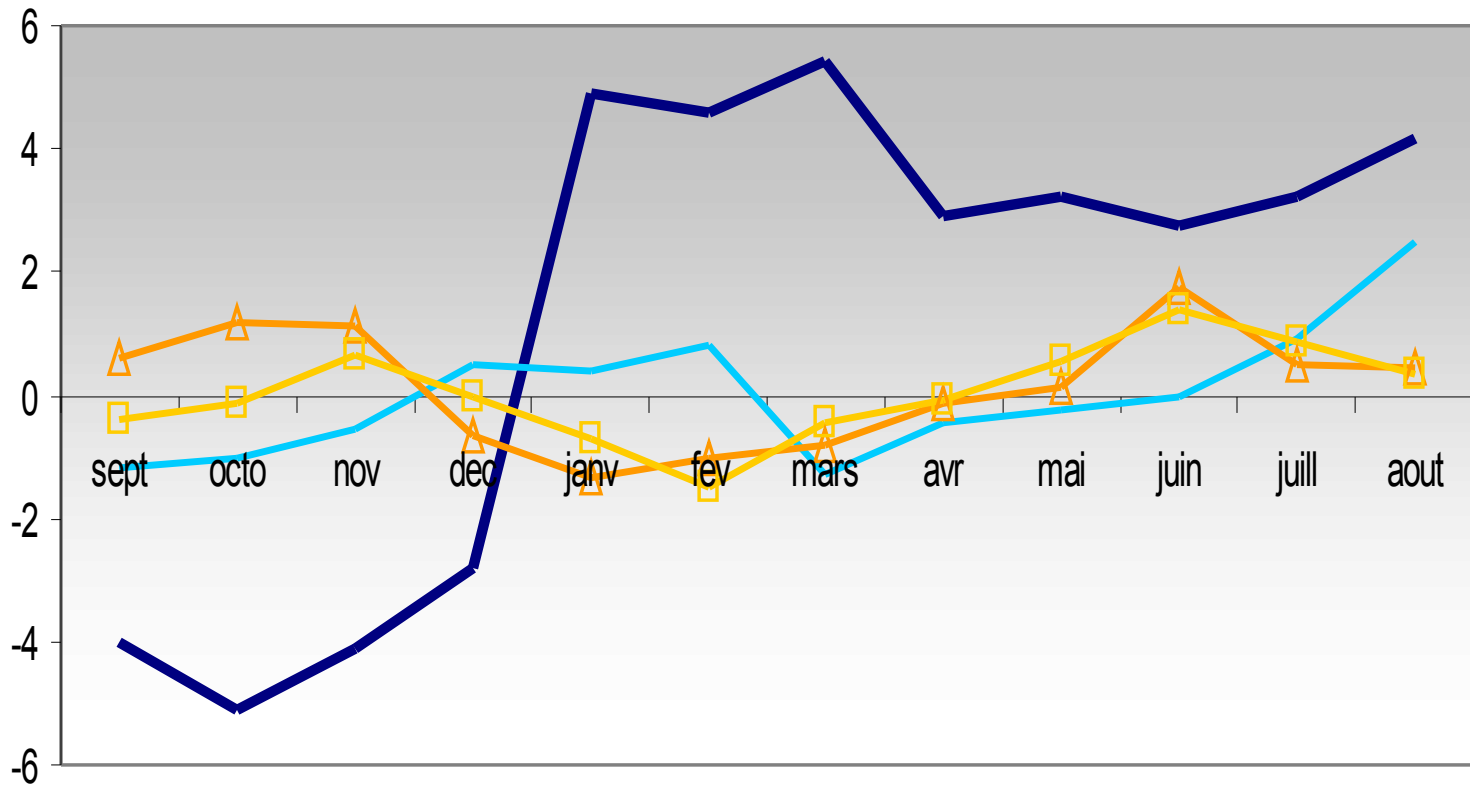
## Effet du mois d'IA sur la fertilité - Moyennes par campagnes 2000 à 2004 Montbéliarde - Doubs

% réussite IA



## Effet du mois d'IA sur la fertilité - Moyennes par campagnes 2000 à 2004 Race Normande

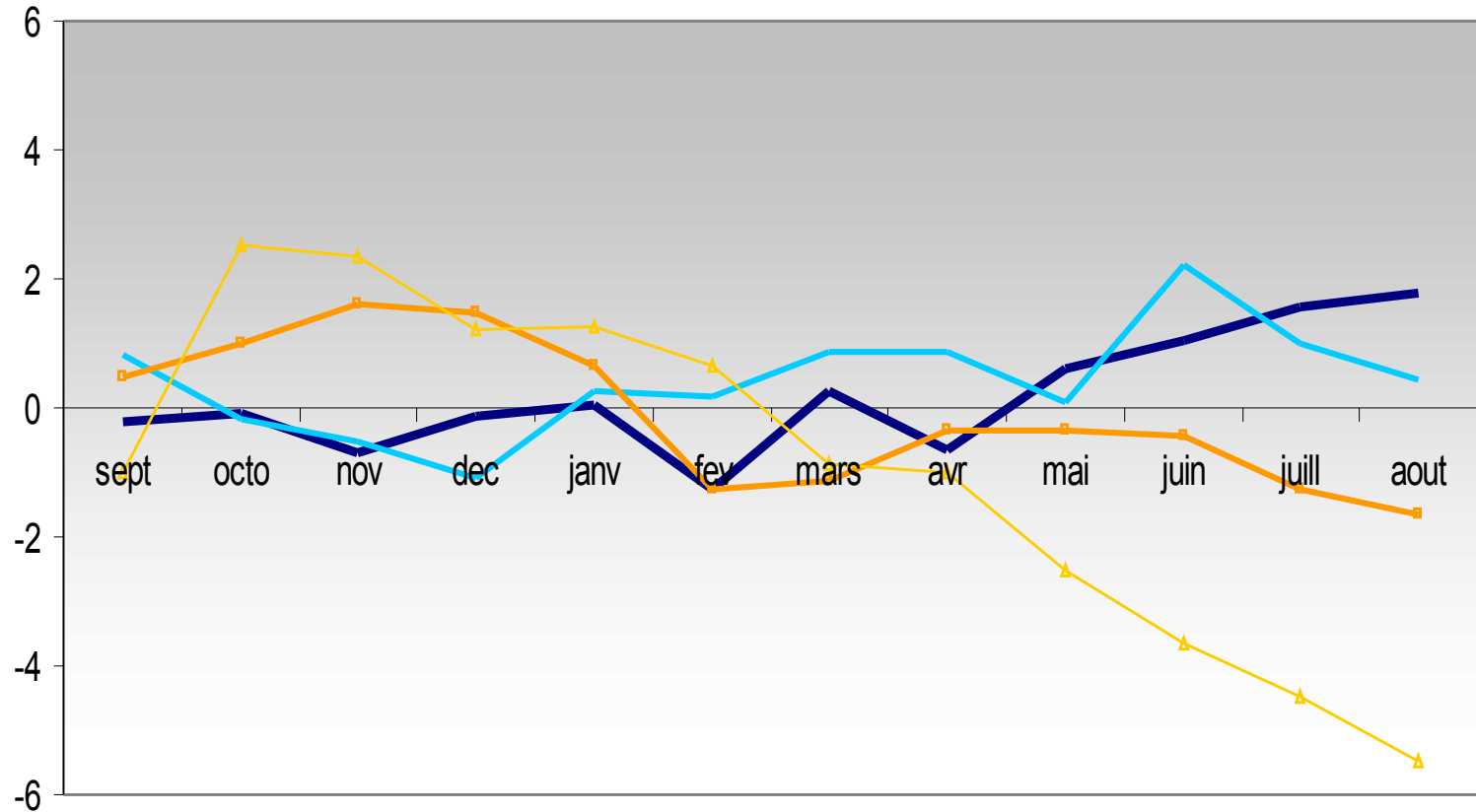
% réussite IA



— Génisses Basse-Normandie 
 — Génisses Bretagne 
 —△ Vaches Basse-Normandie 
 —□ Vaches Bretagne

## Effet du mois d'IA sur la fertilité - Moyennes par campagnes 2000 à 2004 Race Prim'Holstein

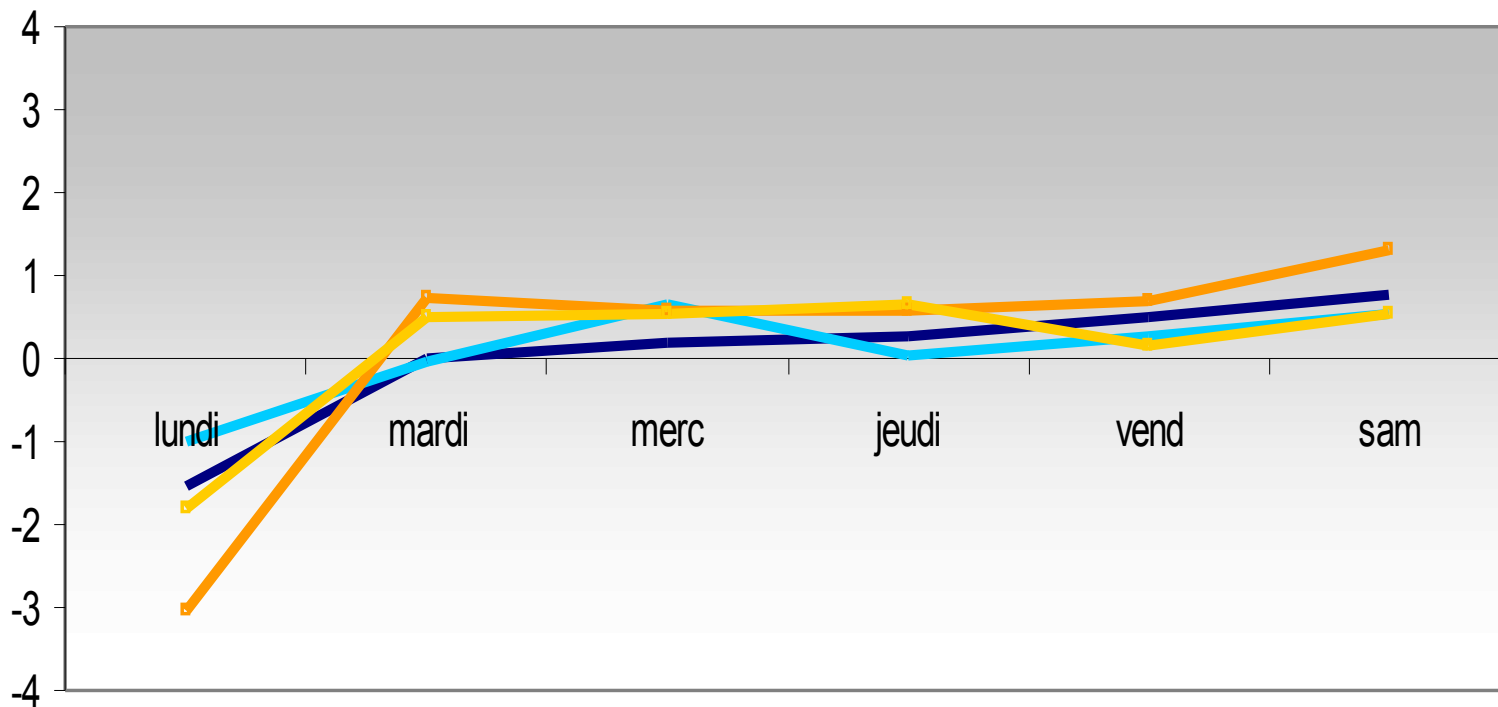
% réussite IA



■ Génisses Bretagne   
 ■ Génisses Massif-Central   
 ■ Vaches Bretagne   
 ■ Vaches Massif-Central

## Effet moyen du jour de l'IA sur la fertilité - Moyennes des campagnes 2000 à 2004 Race Prim'Holstein

% réussite IA

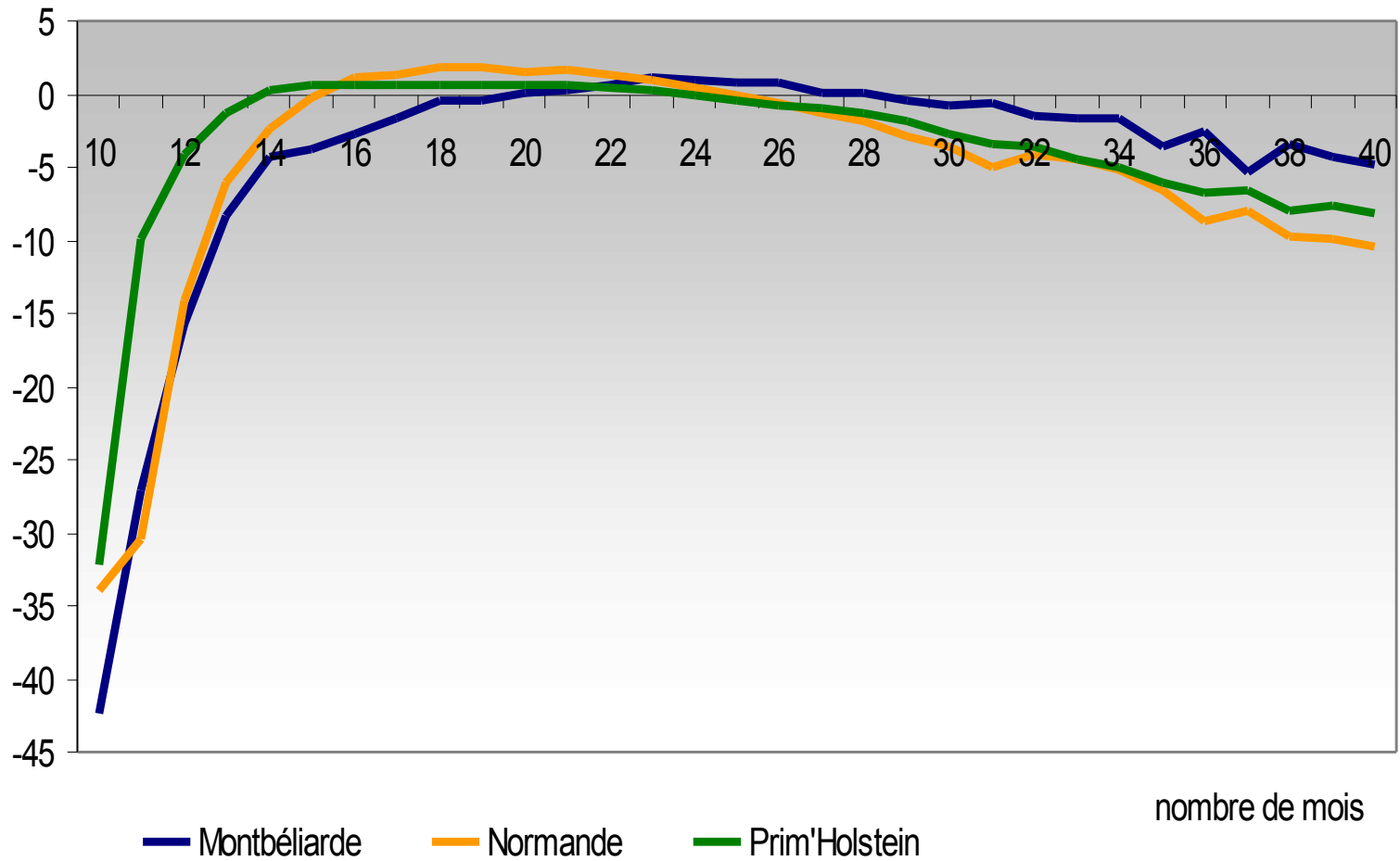


— Génisses Bretagne — Génisses Massif-Central — Vaches Bretagne — Vaches Massif-Central



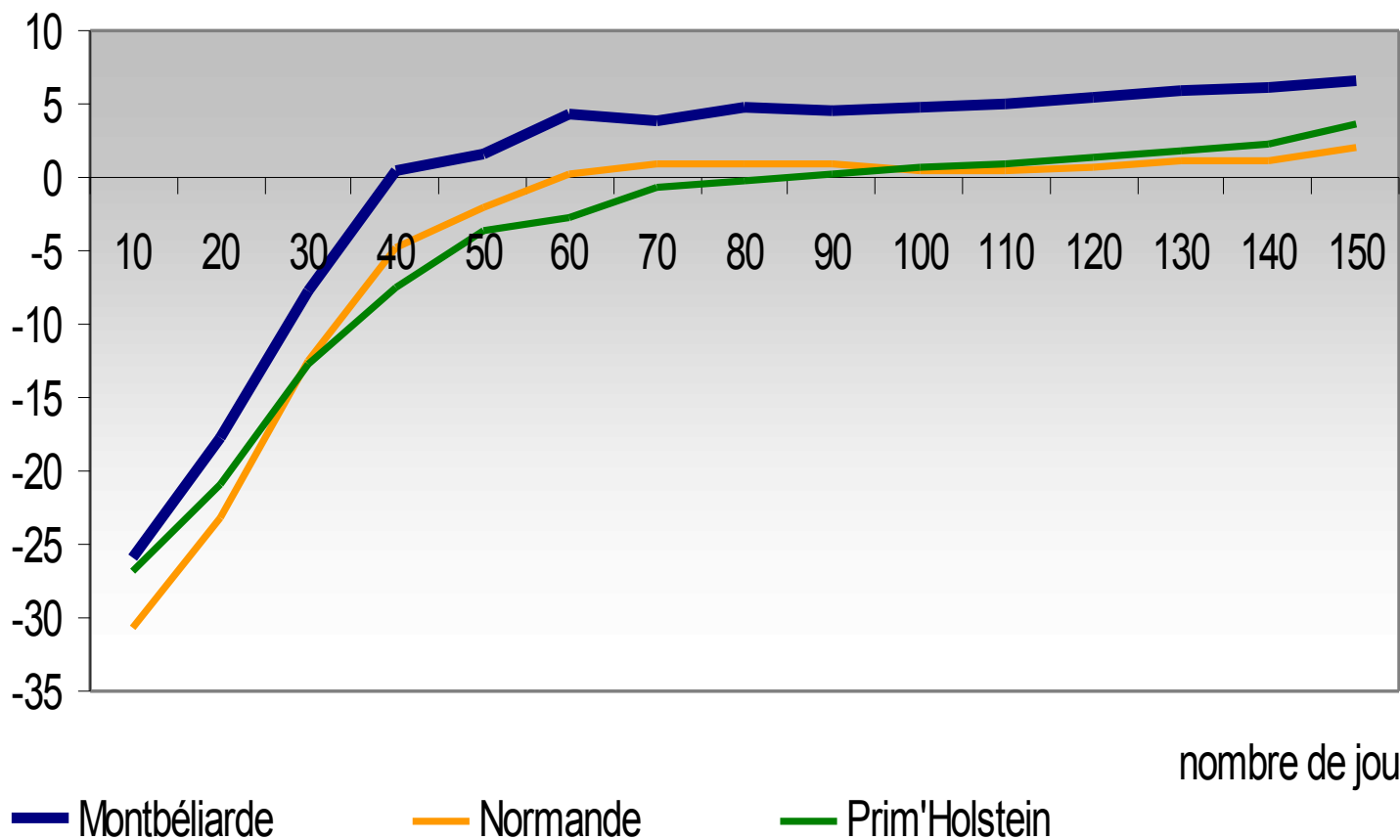
## Effet moyen de l'âge à l'IA sur la fertilité Génisse Campagnes 1996 à 2006

% réussite IA



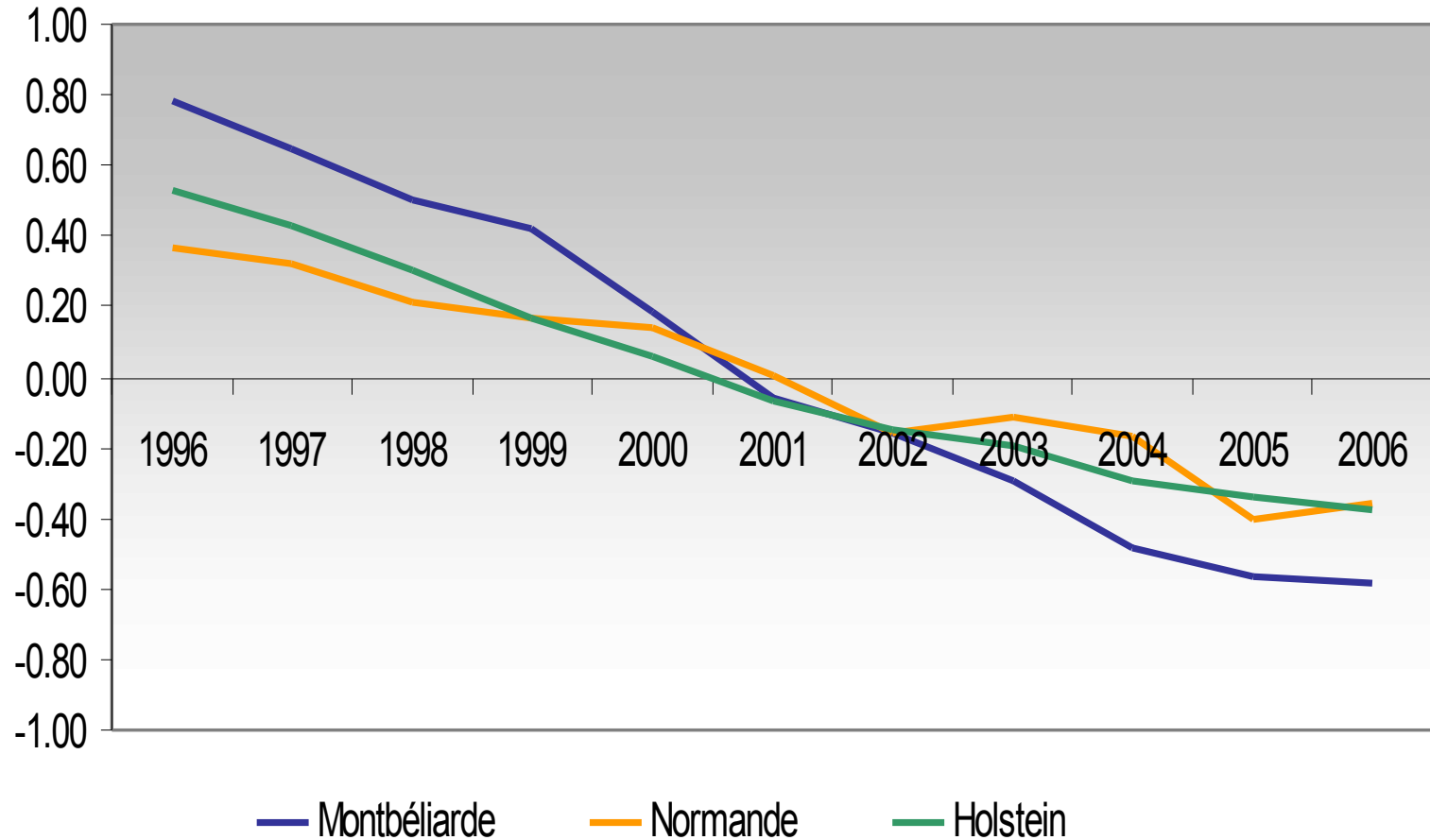
## Effet moyen de l'intervalle mise bas- IA sur la fertilité Vache Campagnes 1996 à 2006

% réussite IA



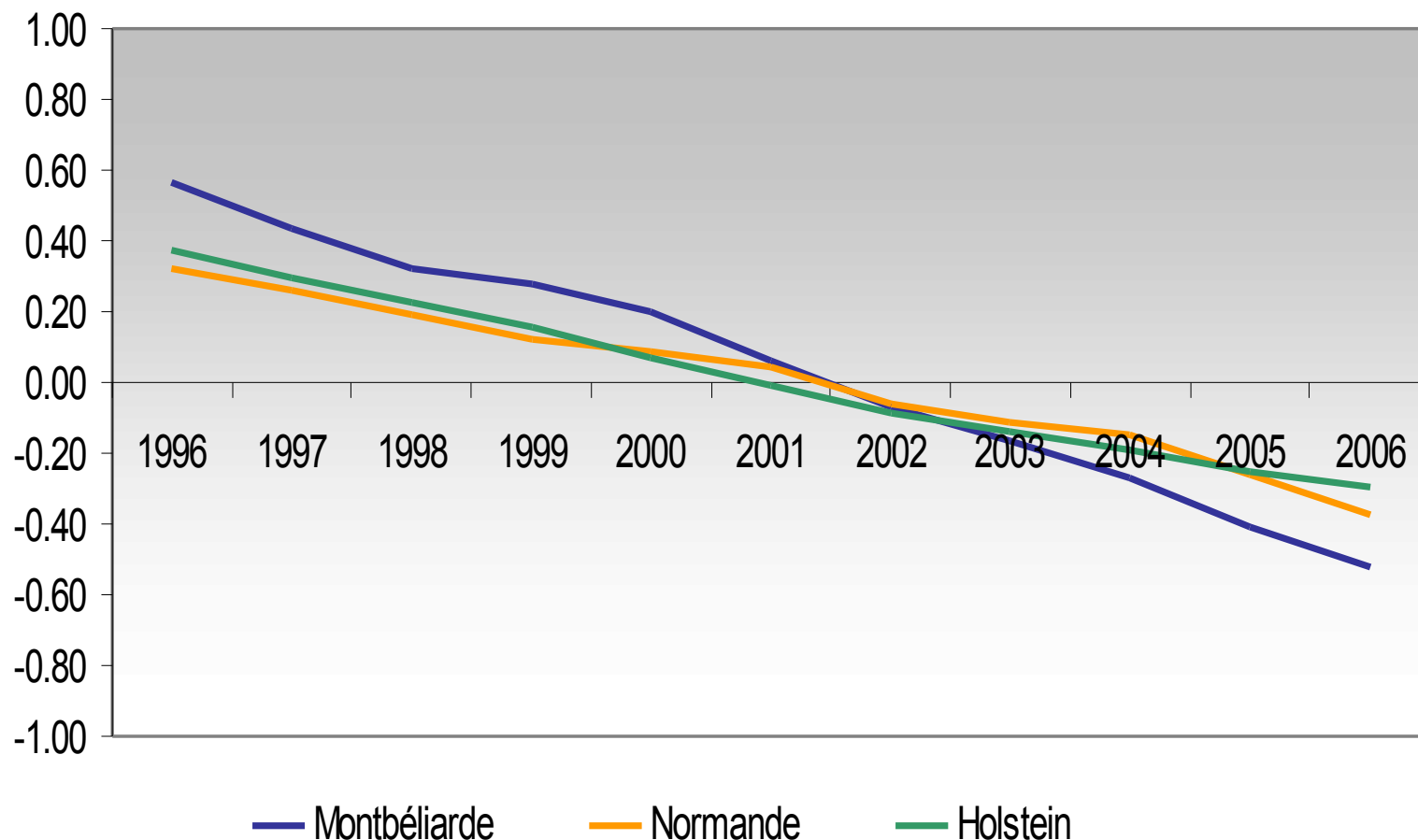
## Effet de la consanguinité sur la fertilité GENISSE par campagne

% réussite IA



## Effet de la consanguinité sur la fertilité VACHE par campagne

% réussite IA



# Les modèles multi-caractères

## Le modèle bi-caractère :

- Combine les informations sur vaches et sur génisses
- Corrélation de 0,60
- Index utilisés pour l'évaluation génétique internationale

## Le modèle multi-caractères :

- Calcul des index fertilité intégré dans le calcul ISU depuis juin 2007
- Combine les informations sur vaches et génisses avec une corrélation de 0,60 (nouveau)
- + **Production laitière** (corrélée négativement)
- + **caractères fonctionnels prédicteurs** (comptages cellulaires, longévité fonctionnelle et morphologie)

# Les modèles multi-caractères

Expression des index :

Index diffusés : FERc pour « Fertilité combinée »

Index exprimés en unité d'écart-type génétique

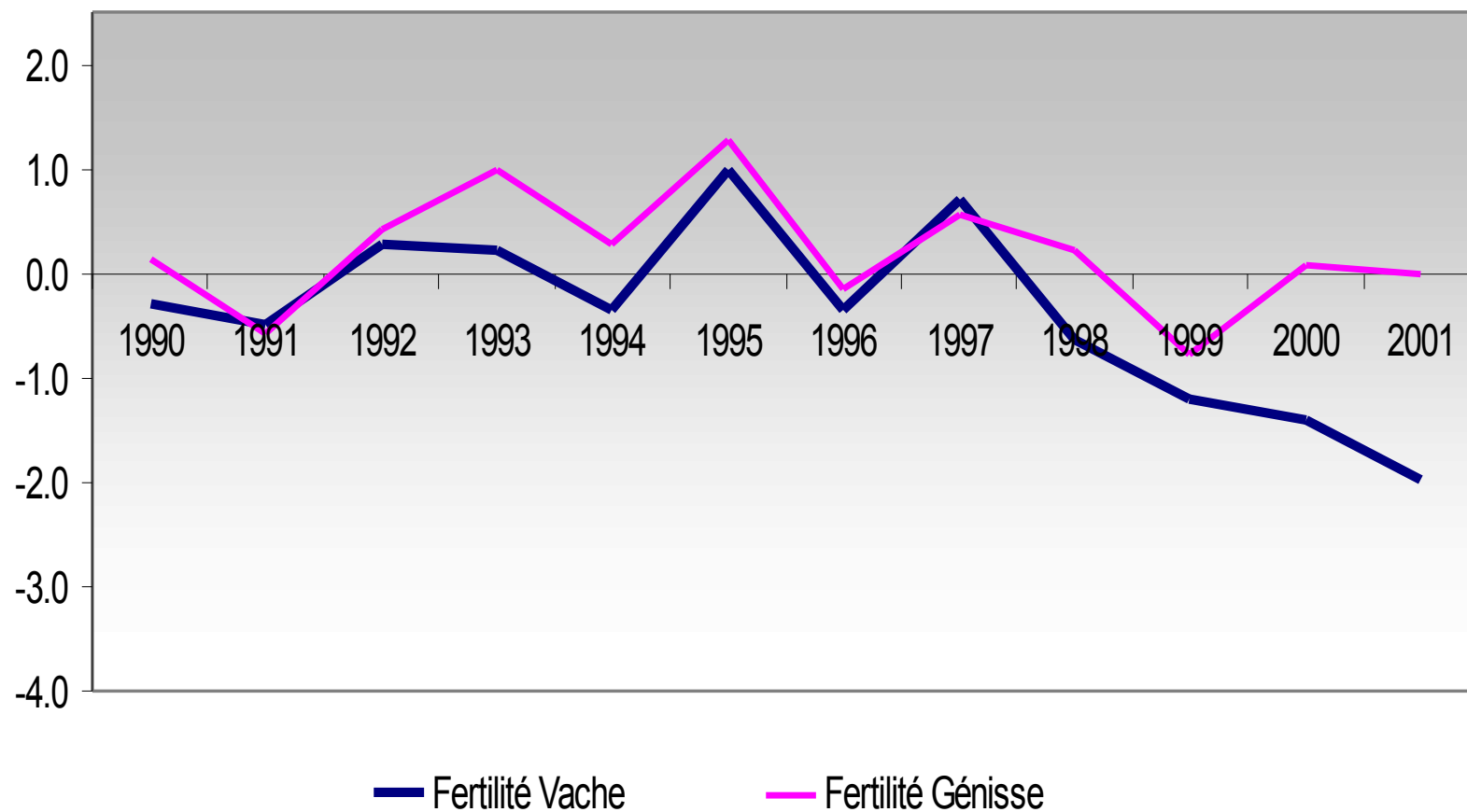
Variabilité génétique ré-estimée à 7 % :

1 pt d'écart d'index entre taureaux =

différence espérée de 3,5 % de TR sur leurs filles

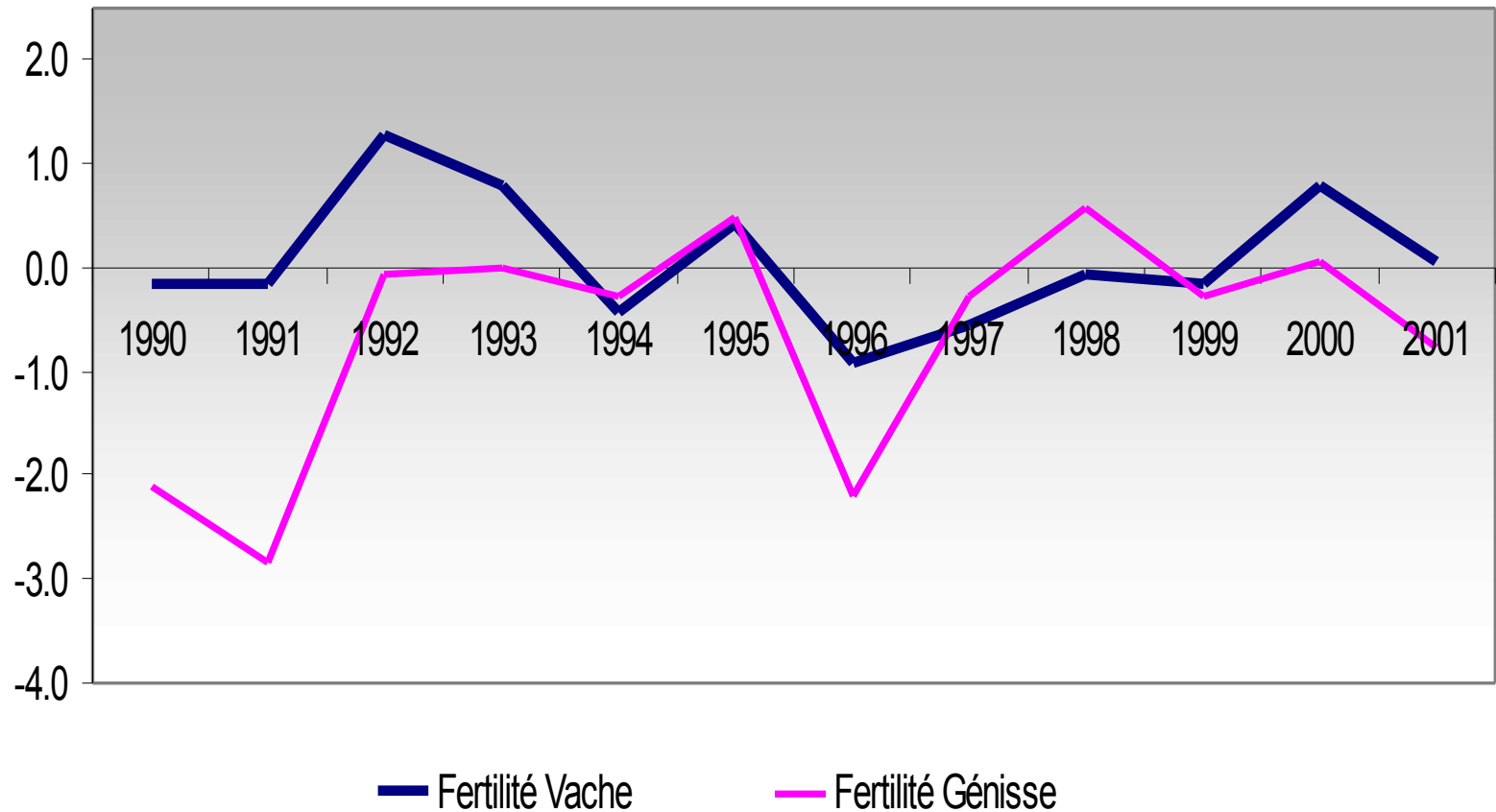
## Index Mâles en Race Montbéliarde par année de naissance (min de 30 IA par mâle)

% réussite



## Index Mâles en Race Normande par année de naissance (min de 30 IA par mâle)

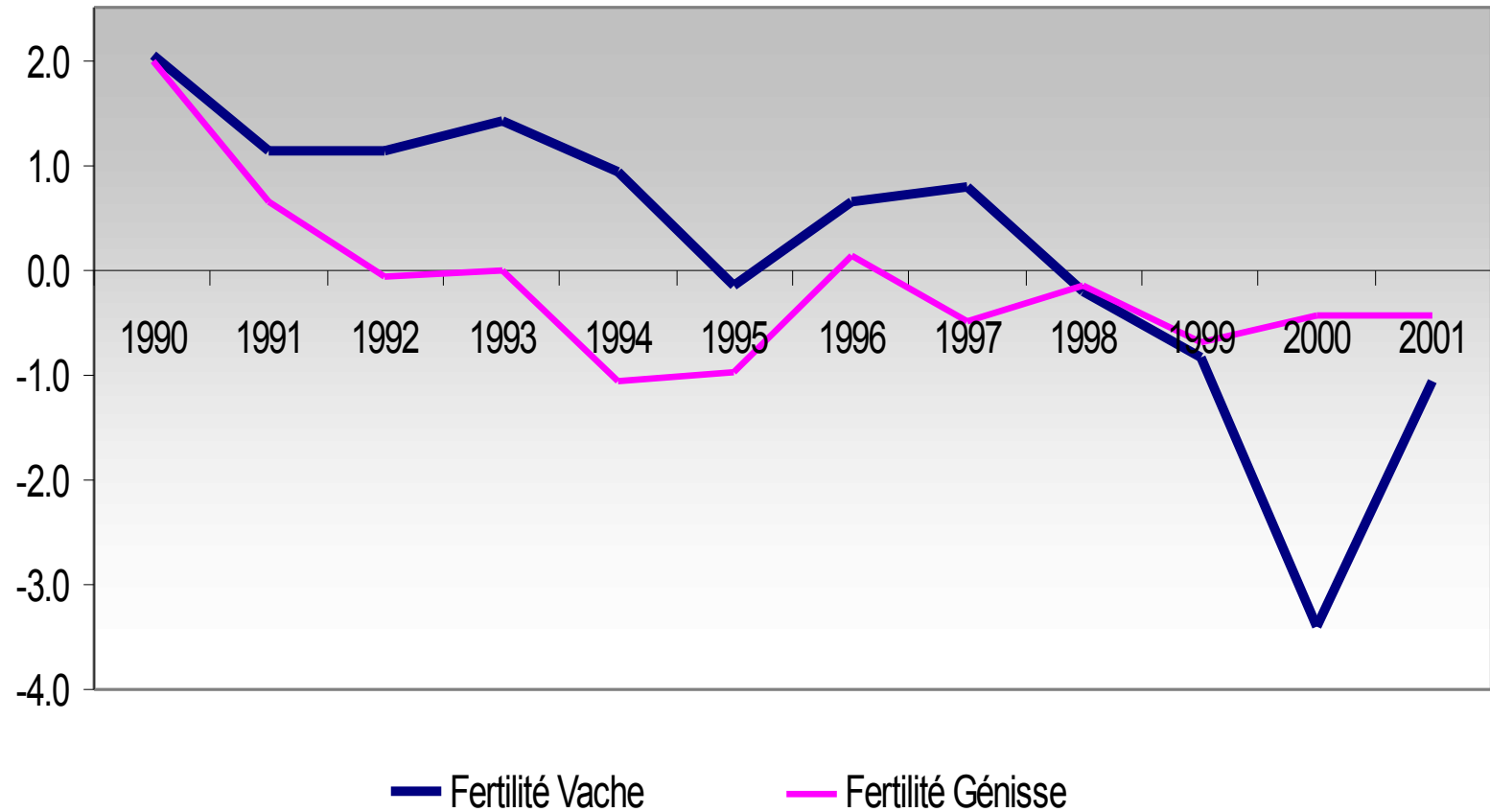
% réussite





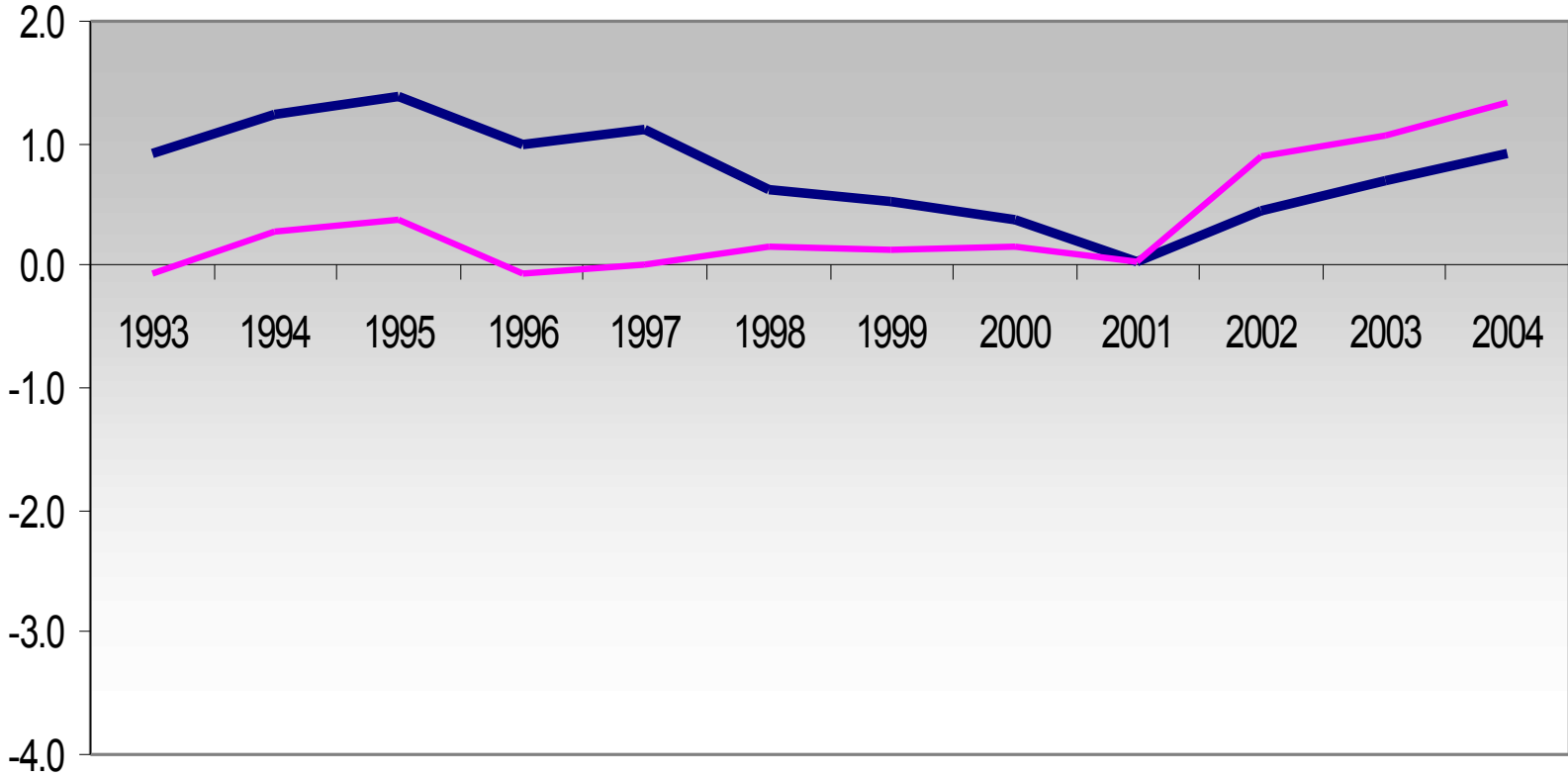
## Index Mâles en Race Prim'Holstein par année de naissance (min de 30 IA par mâle)

% réussite



### Index femelles en Race Montbéliarde par année de naissance (au moins 1 IA)

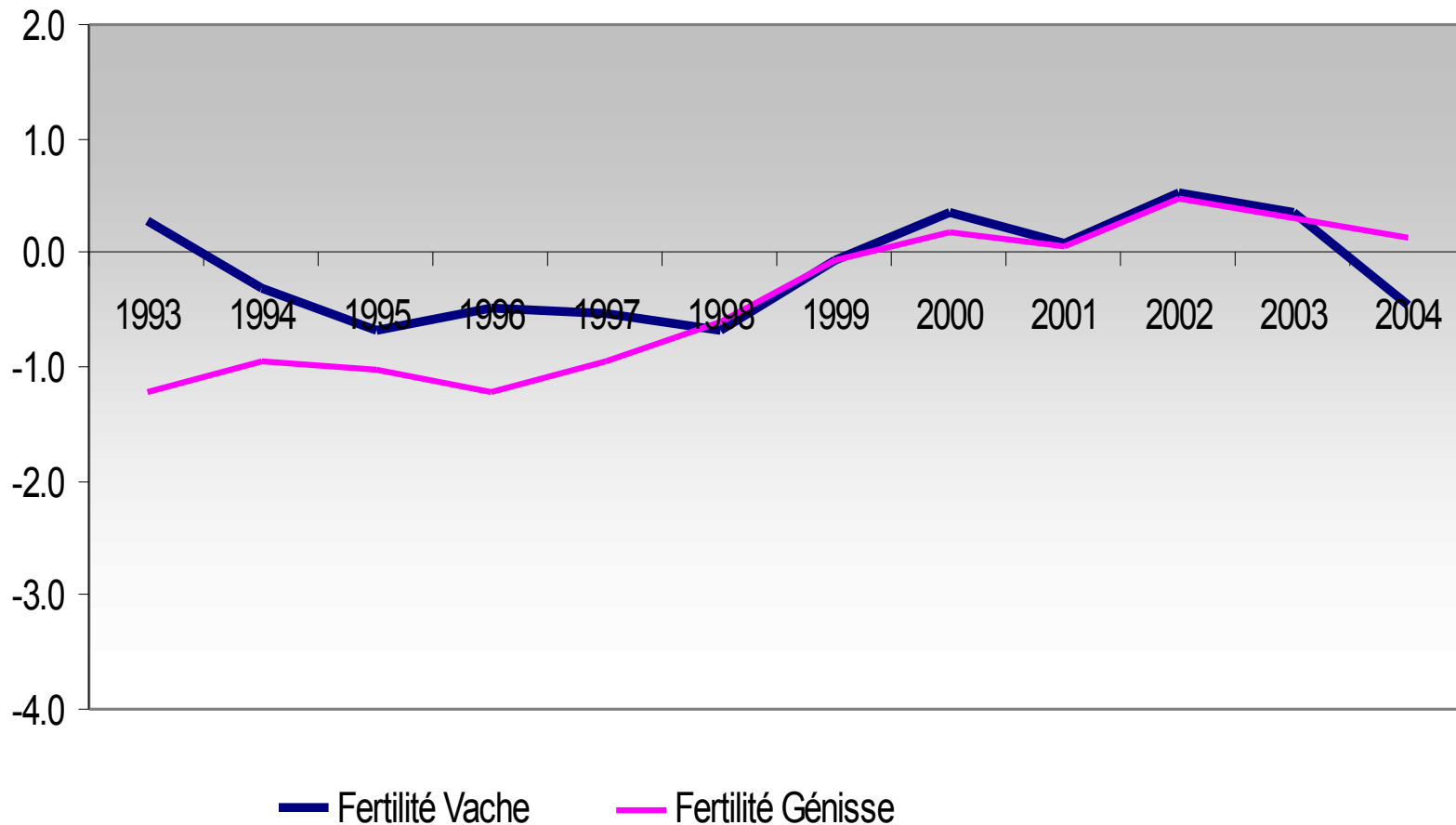
% réussite



— Fertilité Vache      — Fertilité Génisse

% réussite

### Index femelles en Race Normande par année de naissance (au moins 1 IA)

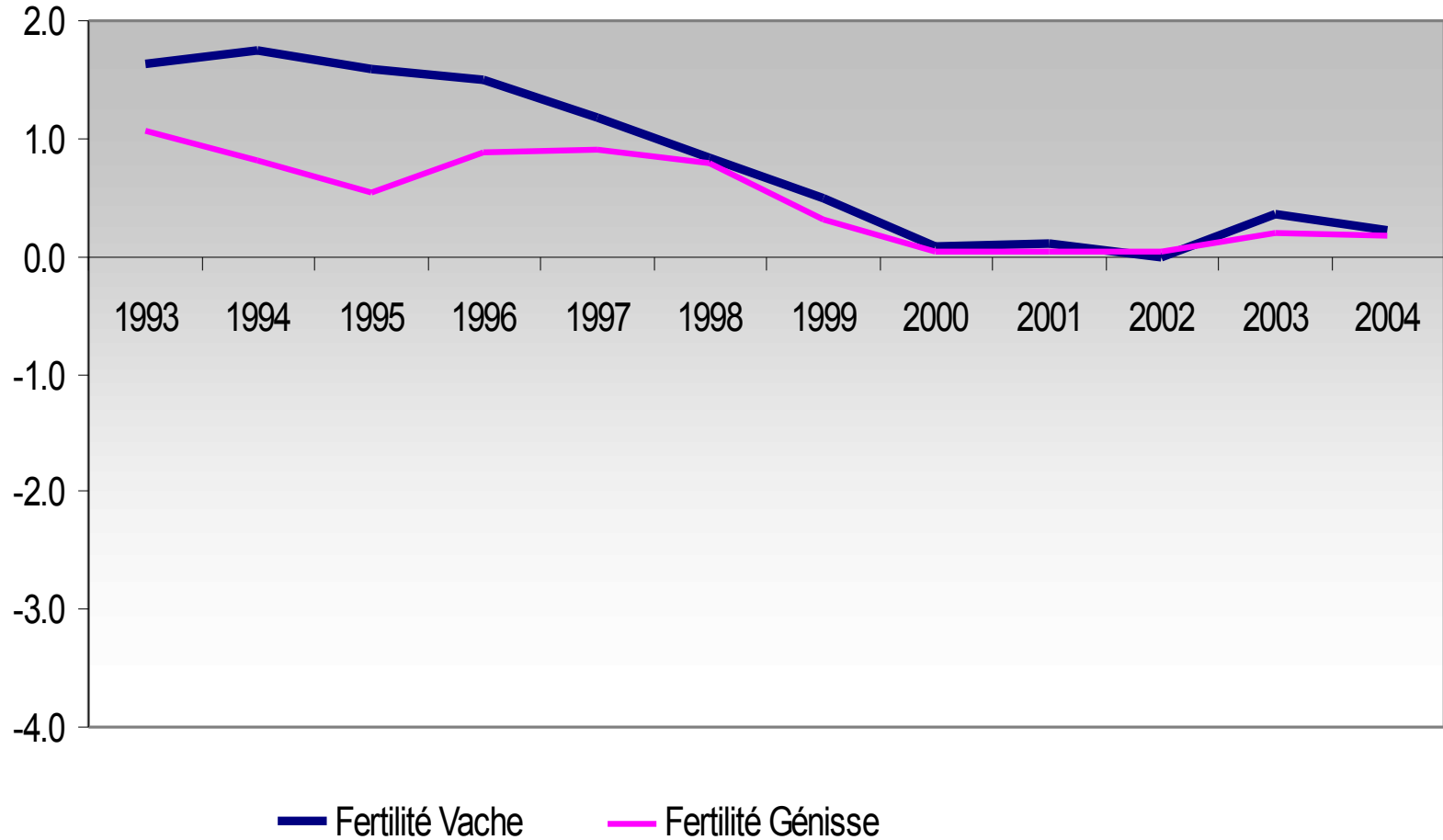


— Fertilité Vache

— Fertilité Génisse

% réussite

### Index femelles en Race Prim'Holstein par année de naissance (au moins 1 IA)



# La fertilité dans l'objectif de sélection

- En Juin 2001, Réforme de l'ISU (Index de Synthèse UPRA)
- Combinaison linéaire des caractères sélectionnés
- Coefficient = pondération de chaque caractère
- Jusqu'en 2001,

$$\text{ISU} = 0.65 \text{ INEL} + 0.30 \text{ Conformation} + 0.05 \text{ VT}$$

- Depuis Juin 2001

$$\text{ISU} = 0.50 \text{ INEL} + 0.125 \text{ Conformation} + 0.125 \text{ Longévité} \\ + 0.125 \text{ cellules} + 0.125 \text{ Fertilité}$$

# Réponse à la sélection

10% meilleurs taureaux

Objectif	Réponse	Holstein
ISU	INEL	32
2000	FER	-2
ISU	INEL	27
2001	FER	+0.5

# Conclusion / Perspectives

- Un virage a été engagé pour réorienter la sélection.
- Depuis juin 2007, l'indexation fertilité a été revue avec une meilleure prise en compte des données, des parentés et de la sélection entre génisses et vaches. Le modèle intègre la production laitière et d'autres caractères fonctionnels en tant que prédicteurs .
- L'objectif de sélection, redéfini en 2001, intègre la fertilité et voit le poids de la production diminuer
- **Objectif à terme étant de stopper toute dégradation.**

# Conclusion / Perspectives

- Envisager une augmentation du poids de la fertilité dans l'index de synthèse
- Indexation sur d'autres caractères de fertilité, en particulier l'intervalle mise-bas/première IA
- Apports de la génétique moléculaire dans la connaissance du déterminisme génétique de la fertilité et dans les programmes de sélection