

**INRA**  
SCIENCE & IMPACT

## LES INTERACTIONS GENOTYPE\*ENVIRONNEMENT :

MECANISMES ET ENJEUX A L'HEURE DE LA SELECTION GENOMIQUE



Pascale LE ROY 27 / 03 / 2014

## LE CONTEXTE

- Entre pays, les échanges de lignées et/ou de reproducteurs se sont généralisés




- Intra-pays, les systèmes de production se sont diversifiés (logement, alimentation ...)

**Les populations de volailles doivent être améliorées dans et pour des environnements d'élevage de plus en plus variés et variables**

**INRA** SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E 27 / 03 / 2014

01  
LES INTERACTIONS  
GENOTYPE \* ENVIRONNEMENT

INRA SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E .03  
27 / 03 / 2014

Le Génotype

Population (race ou lignée)

Individu

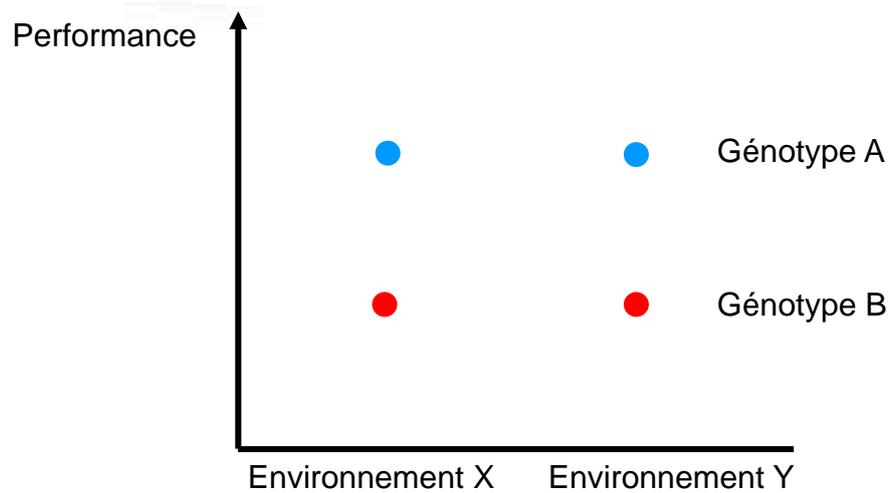
Génome

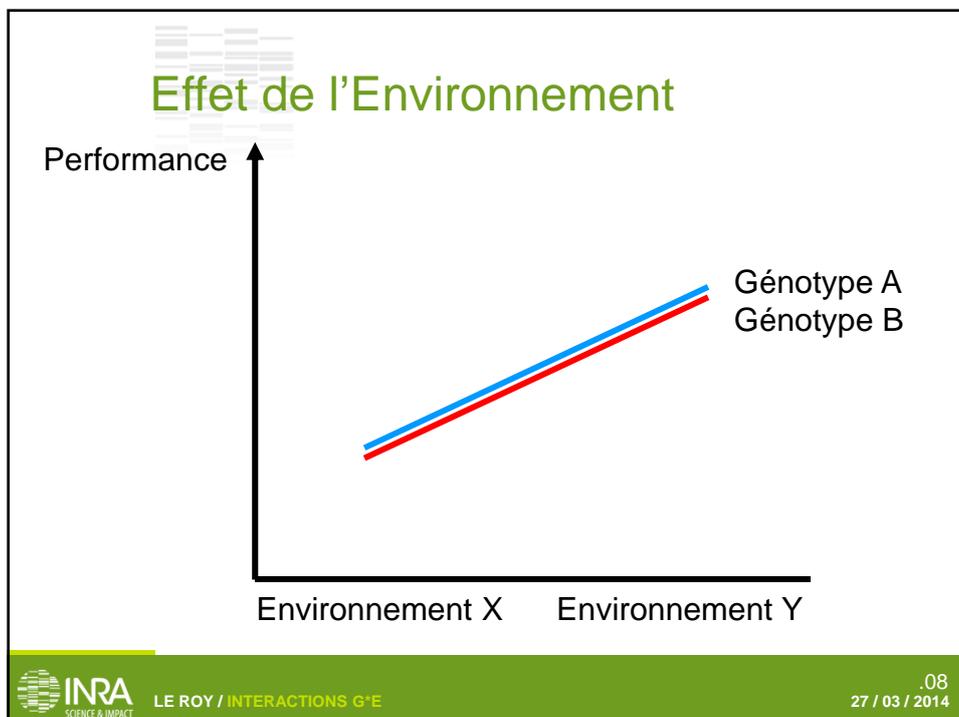
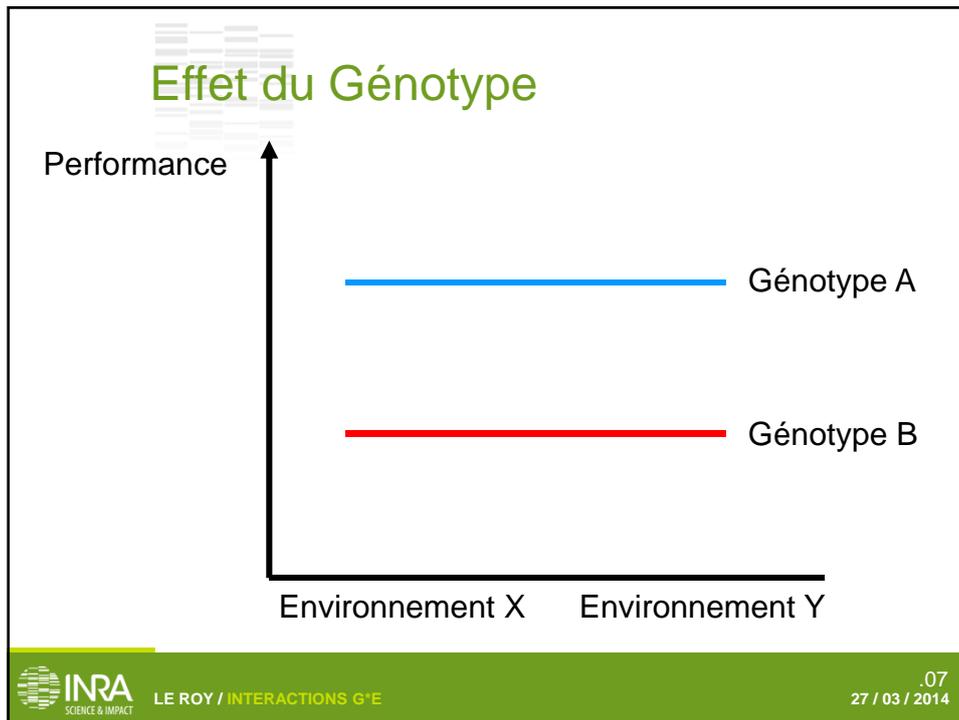
INRA SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E .04  
27 / 03 / 2014

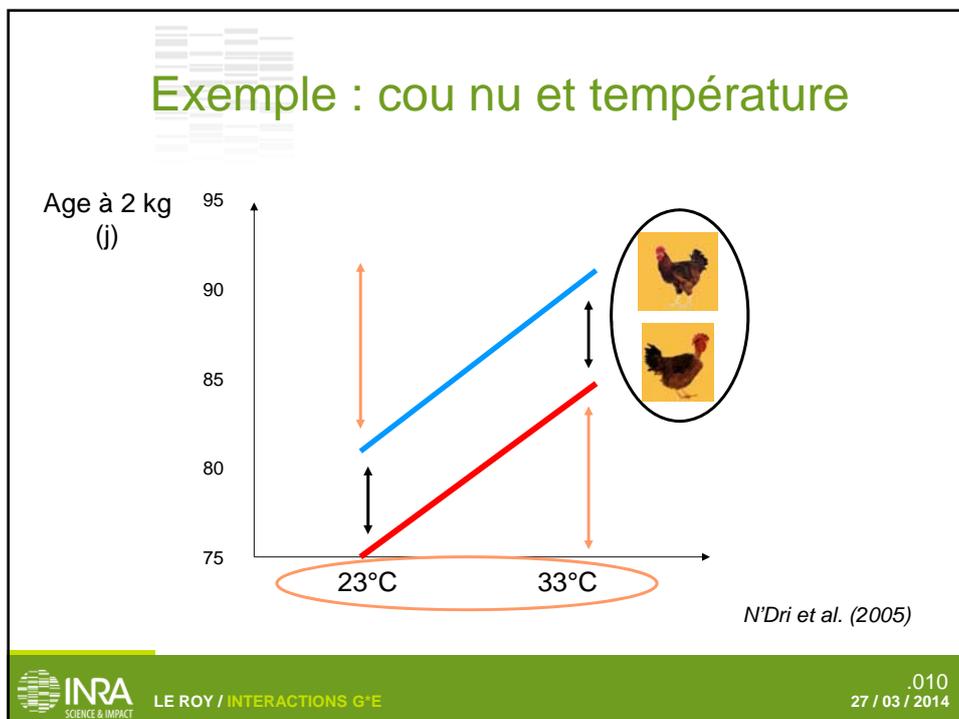
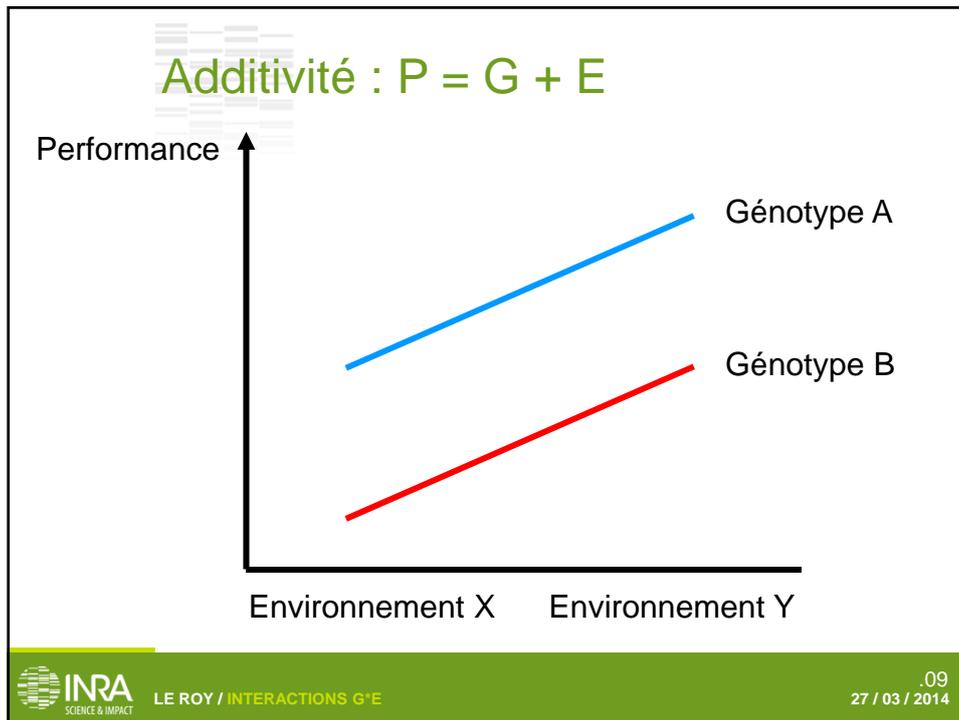
## L'Environnement

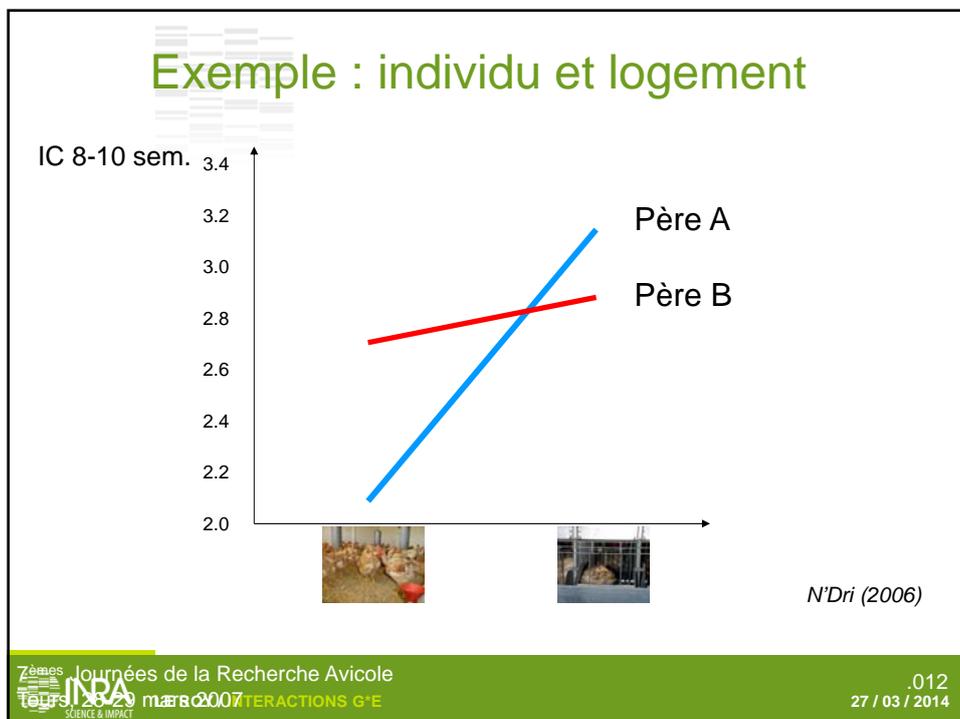
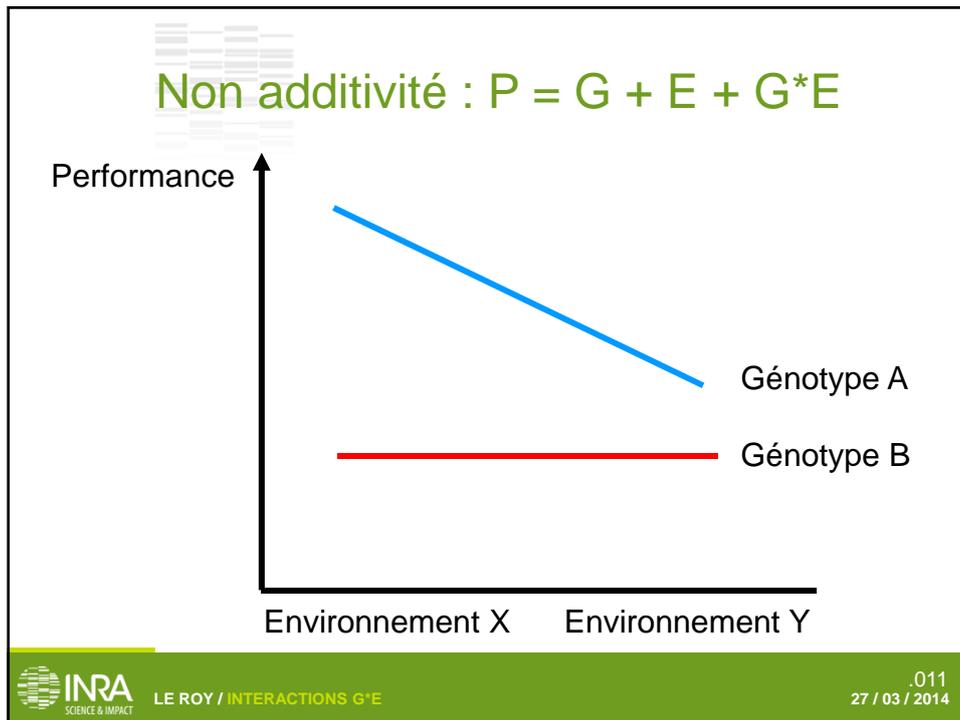
- Température
- Humidité
- Type de logement (cage, sol, volière, plein air ...)
- Les parasites, les pathogènes
- Les autres individus
- Le sexe
- ...

## Effet du Génotype









\_02  
LES MECANISMES SOUS-JACENTS

INRA  
SCIENCE & IMPACT

LE ROY / INTERACTIONS G\*E

.013  
27 / 03 / 2014

Trois modèles explicatifs majeurs

The graph plots Performance on the y-axis and Environnements on the x-axis. There are four data points for each model, showing an increasing trend in performance across environments. The blue stars represent a model where performance increases significantly with environment, while the red dots represent a model where performance remains relatively constant across environments.

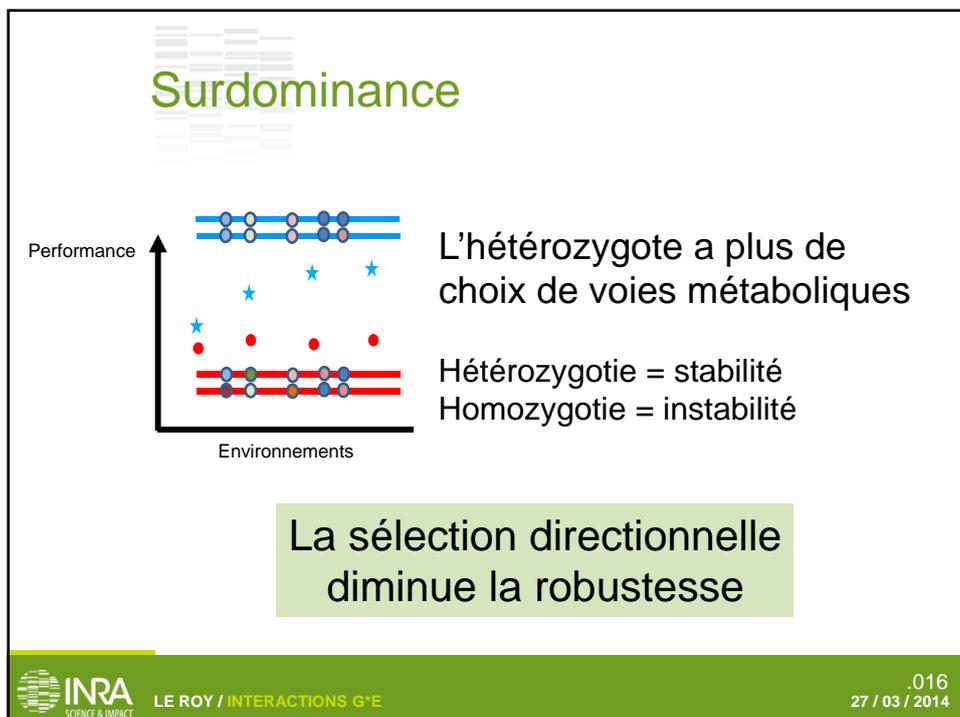
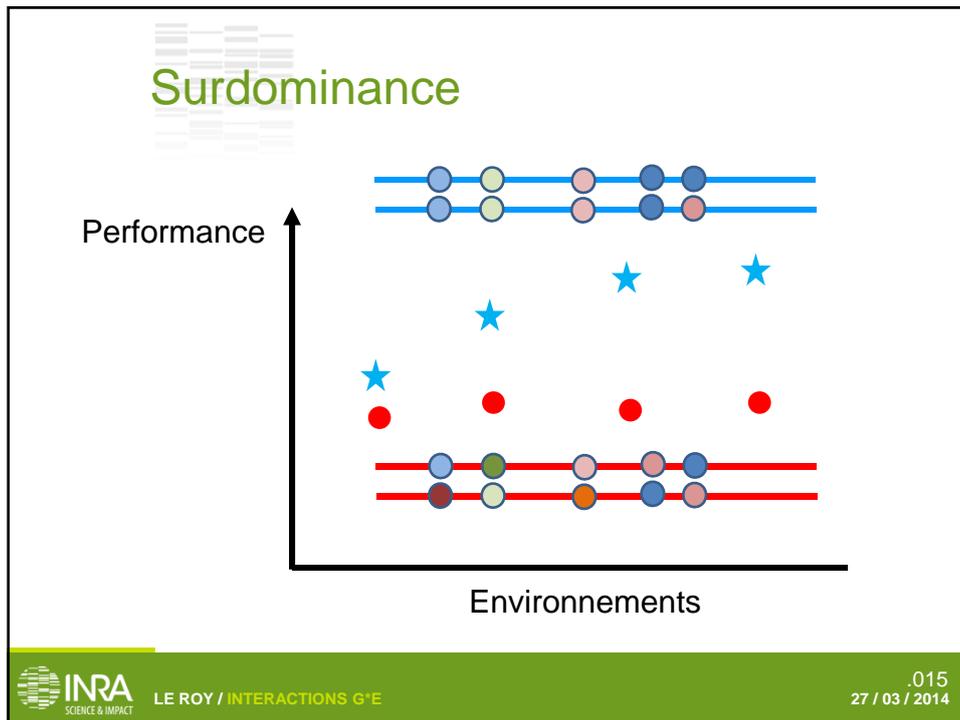
- Le modèle de « surdominance »
- Le modèle « pléiotropique »
- Le modèle « épistatique »

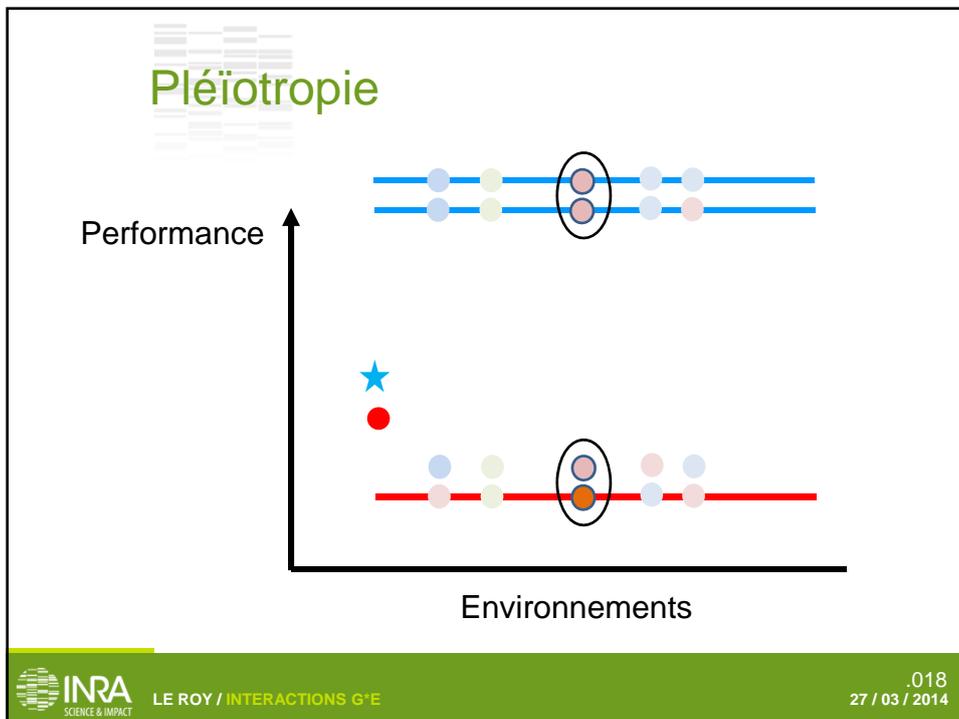
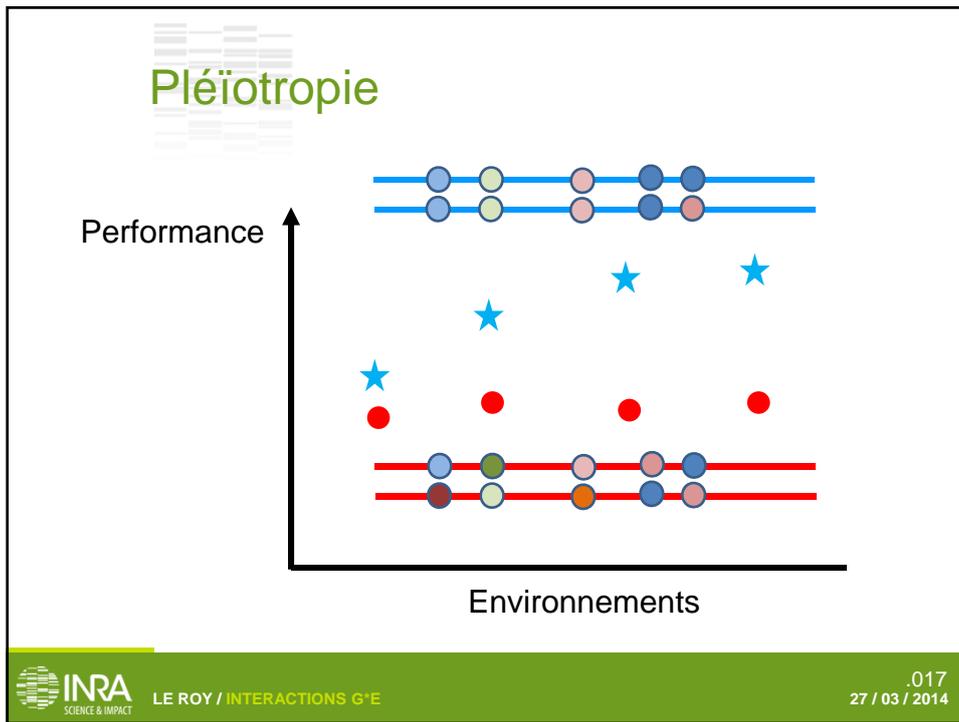
*Bodin et al. (2010)*

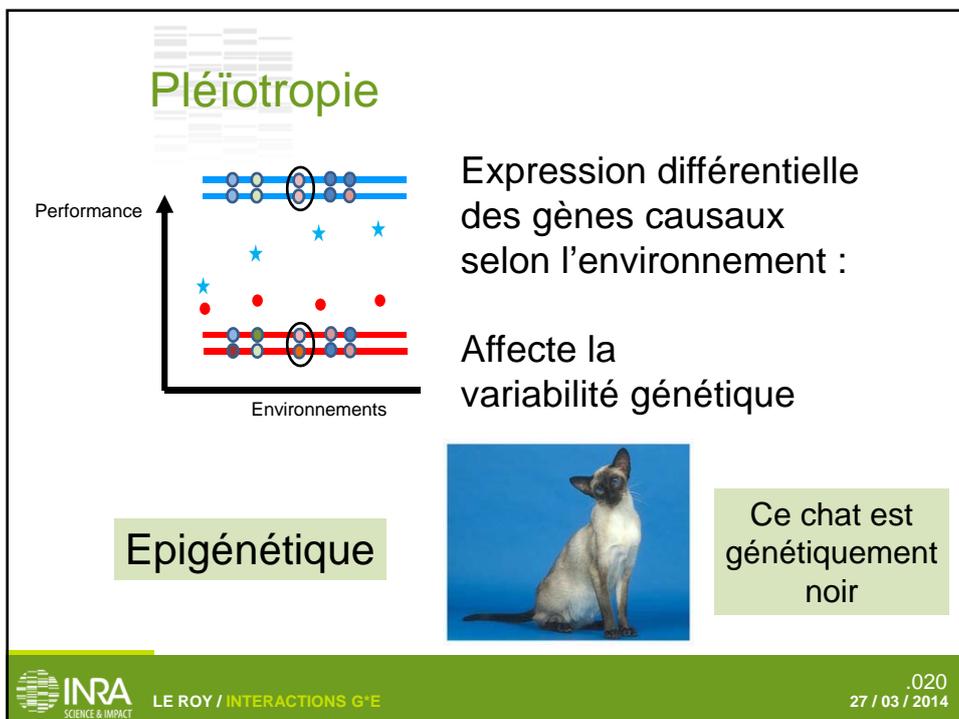
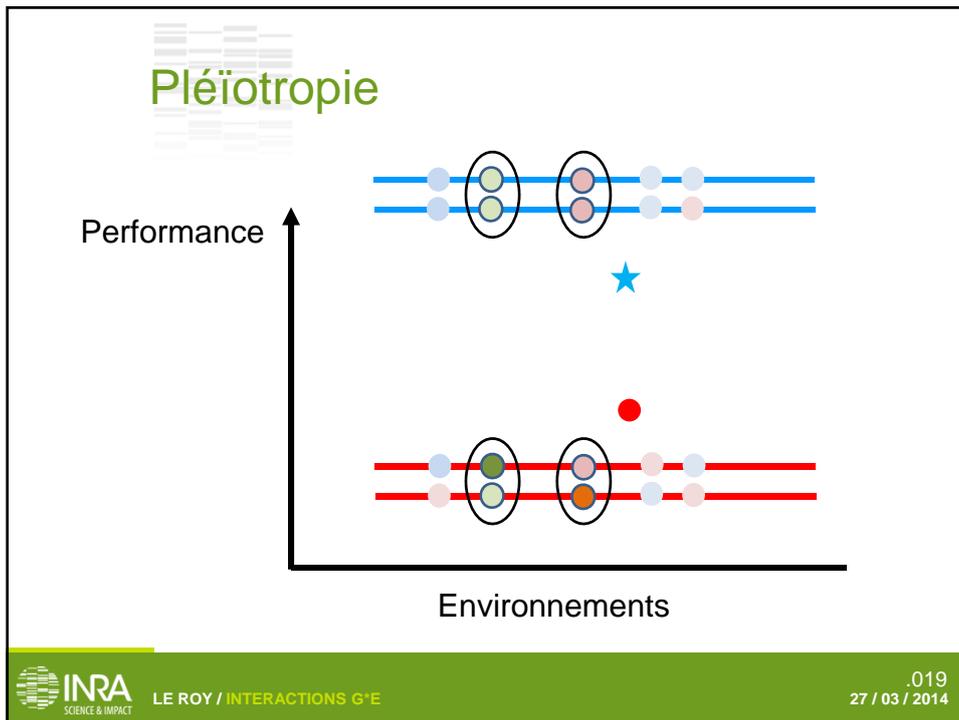
INRA  
SCIENCE & IMPACT

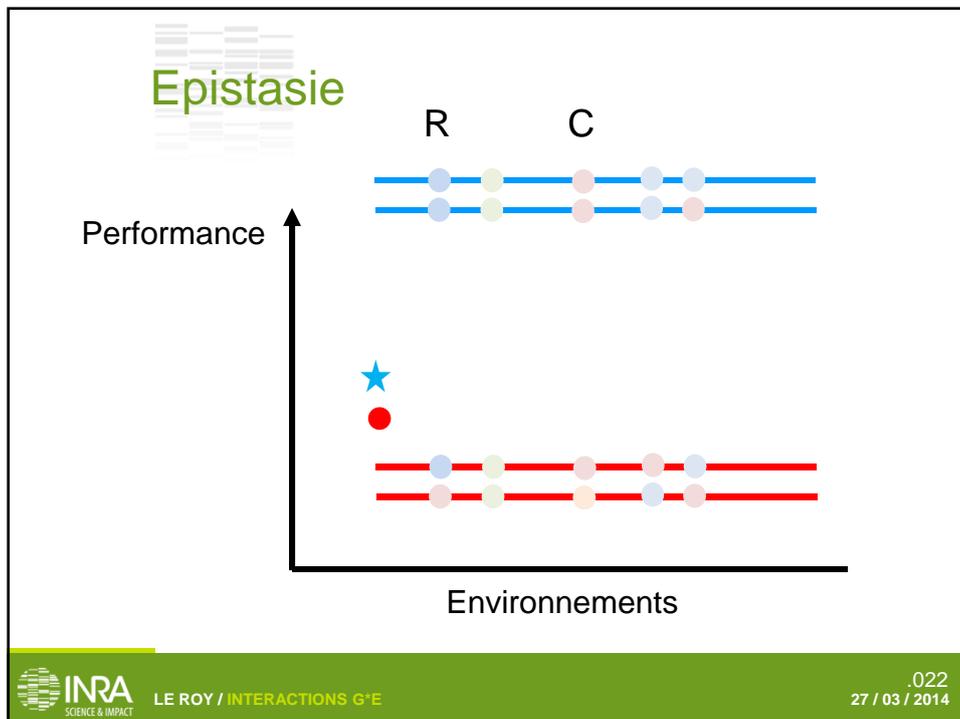
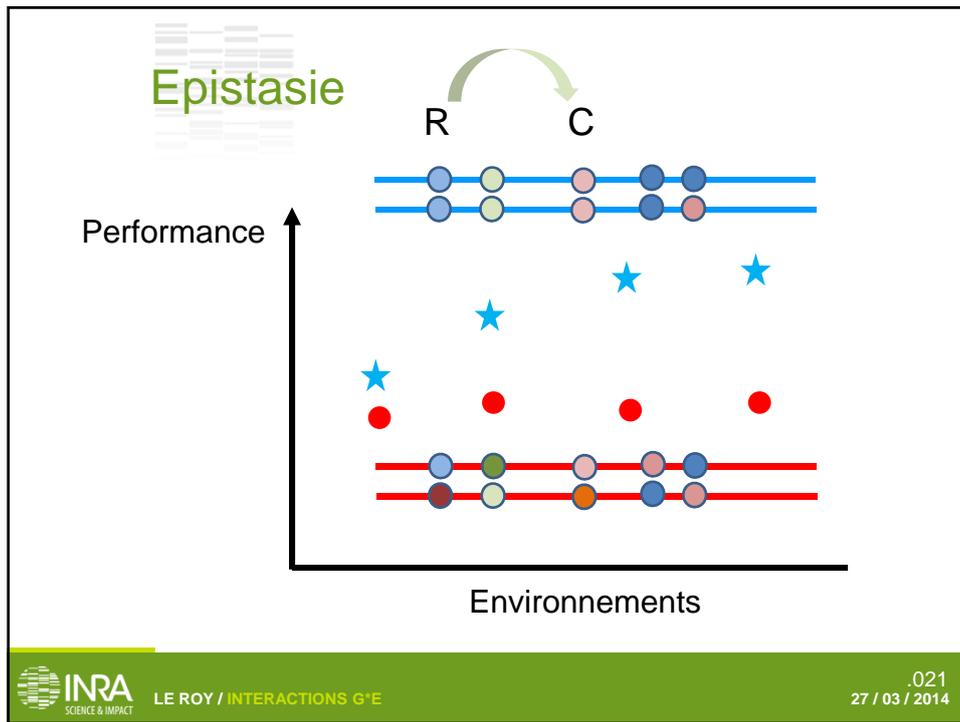
LE ROY / INTERACTIONS G\*E

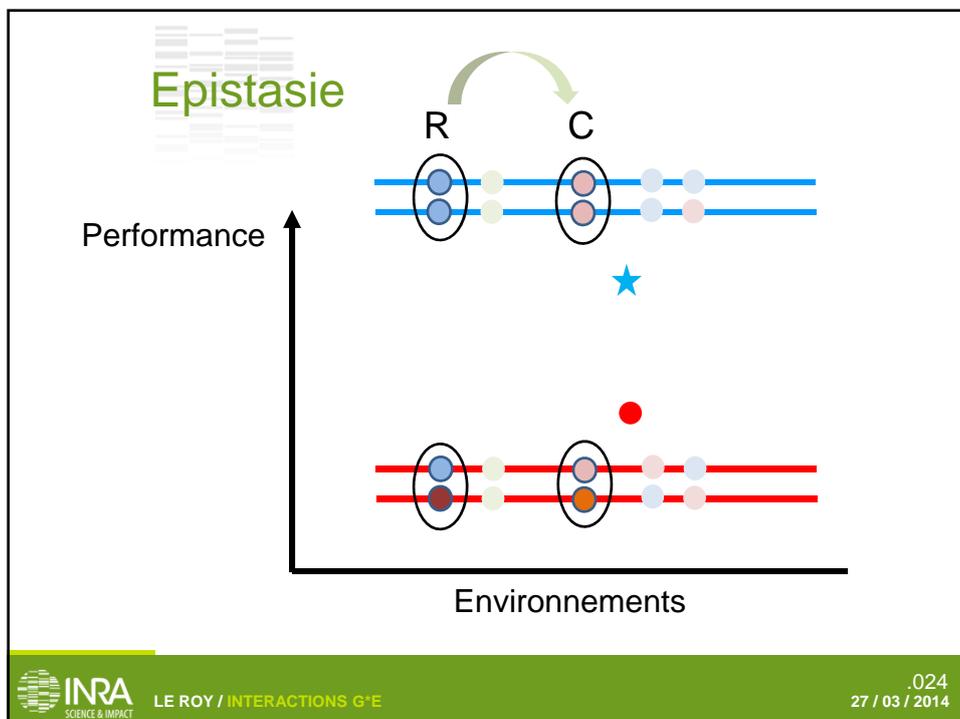
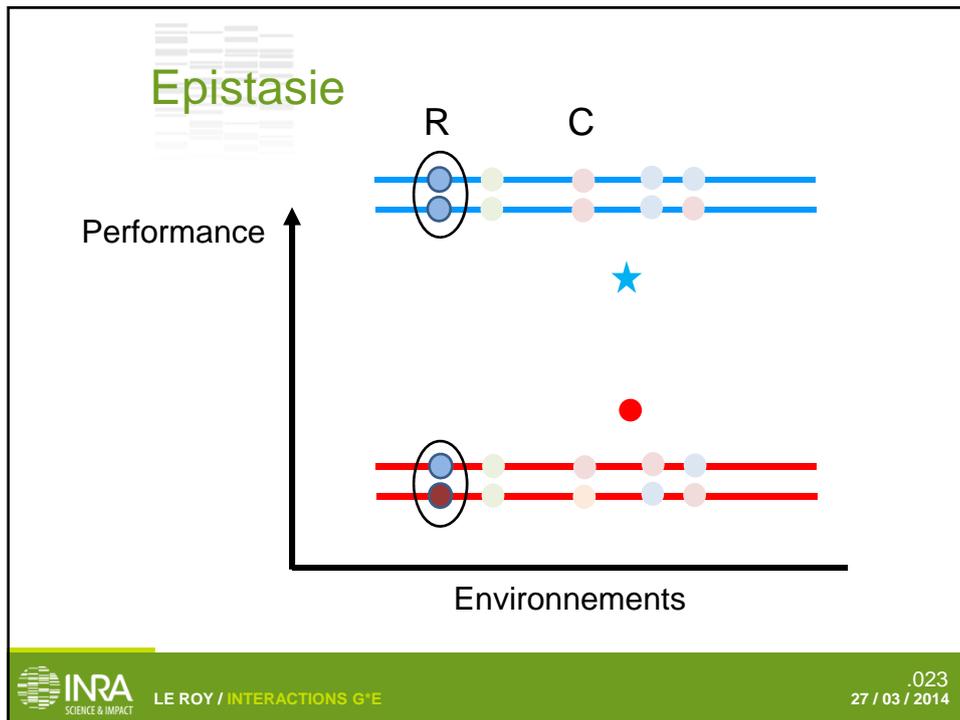
.014  
27 / 03 / 2014











## Epistasie

Performance

Environnements

Expression différentielle de gènes régulateurs selon l'environnement :

Affecte la variabilité résiduelle

Sélection canalisante

INRA SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E .025 27 / 03 / 2014

## Trois modèles explicatifs

- Le modèle de « surdominance »
- Le modèle « pléiotropique »
- Le modèle « épistatique »

... majeurs mais pas uniques, ni exclusifs

*« Il n'y a pas de raison pour que la nature dans sa perversité ne nous fournisse pas des résultats contradictoires »*

Scheiner et Lyman (1991)

INRA SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E .026 27 / 03 / 2014

**\_03**  
**LES ENJEUX**

.027  
27 / 03 / 2014

INRA  
SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E

### Le progrès génétique

Candidats à la sélection

Reproducteurs sélectionnés

Descendants des reproducteurs sélectionnés

$\Delta G$   
est le progrès génétique

**G ?**

.028  
27 / 03 / 2014

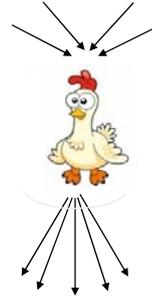
INRA  
SCIENCE & IMPACT LE ROY / INTERACTIONS G\*E

## En pratique

Sélection « phénotypique » :  
 Estimer G à partir des phénotypes {apparentés} au candidat  
 = évaluation en race pure et élevage de sélection

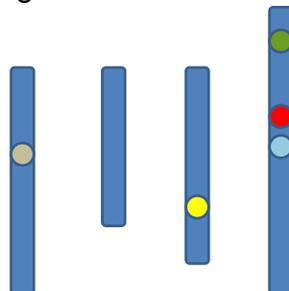
Génome

Génétique = 1/2



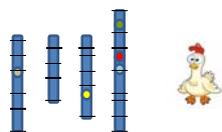
## L'évaluation génomique

Principe de la sélection « génomique » :  
 Estimer G à partir des effets des gènes portés par le candidat  
 = déconnexion possible entre le phénotype et le génotype

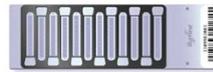


## Pister tout le génome

On ne connaît pas les gènes qui affectent le caractère  
 On trace **tous** les segments du génome  
 grâce à des marqueurs génétiques



Exemple chez la Poule



Puce 600k SNP



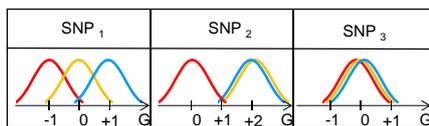
LE ROY / INTERACTIONS G\*E

.031  
27 / 03 / 2014

## Principe de la SG

Etape 1 (population de calibration) :  
 estimation de l'effet apparent des  
 marqueurs sur le caractère

Etape 2 (population en sélection, n générations) :  
 sélection sur cette valeur apparente



...  
SNP<sub>600k</sub>



Génotype :

SNP<sub>1</sub> = 1 1  
 SNP<sub>2</sub> = 2 2  
 SNP<sub>3</sub> = 1 2  
 ...  
 SNP<sub>600k</sub> = 1 1

$$\hat{G} = -1 + 2 + 0 + \dots + (\text{SNP})_{600k}$$



LE ROY / INTERACTIONS G\*E

28 / 03 / 2013

.032  
27 / 03 / 2014

## Exemple : le projet UtOplGe

438 coqs  
de lignée pure

↓

31 381 filles  
croisées





Génotype  
pour 600k SNP

½ Régime alimentaire  
« Haute énergie »

½ Régime alimentaire  
« Basse énergie »



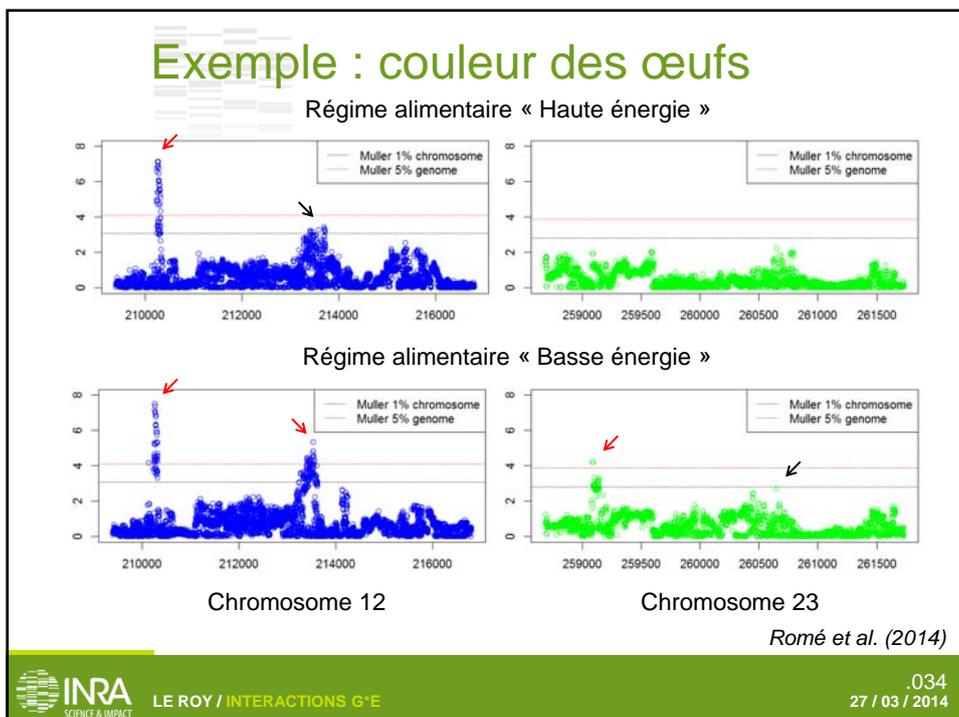


Phénotype sur  
la qualité des œufs



LE ROY / INTERACTIONS G\*E

.033  
27 / 03 / 2014



## CONCLUSION

Historiquement les interactions  
Génotype x Environnement ont été assez peu  
prises en compte en sélection

Les milieux variant plus, leur importance grandit

Il existe différents mécanismes génétiques  
pour les expliquer

La mise en place des évaluations génomiques  
devrait permettre de mieux les comprendre  
et de mieux les gérer

