

INTERACTIONS ENTRE GENOTYPE ET ENVIRONNEMENT

S. Mignon-Grasteau

2014

M2 – PA - Tours

Pourquoi parler d'interaction ?



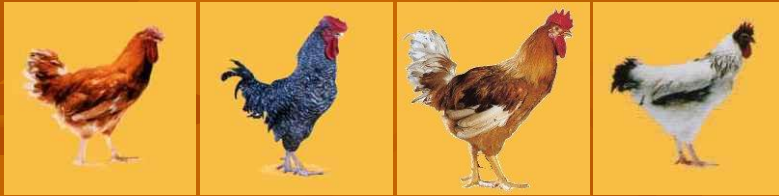
Distribution possible de volailles dans le monde entier :
Pays, régions, climats très différents

Intra-pays, conditions d'élevage très différentes et variées:
Standard, Certifié, Label, « Bio »

Définitions :

Génotype et environnement

Génotype



Lignées différentes



Présence / Absence d'un gène

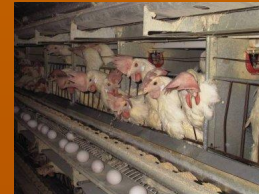


Différents individus intra-lignée

Environnement



Climat



Type d'élevage



Facteurs internes (sexe)



Autres individus

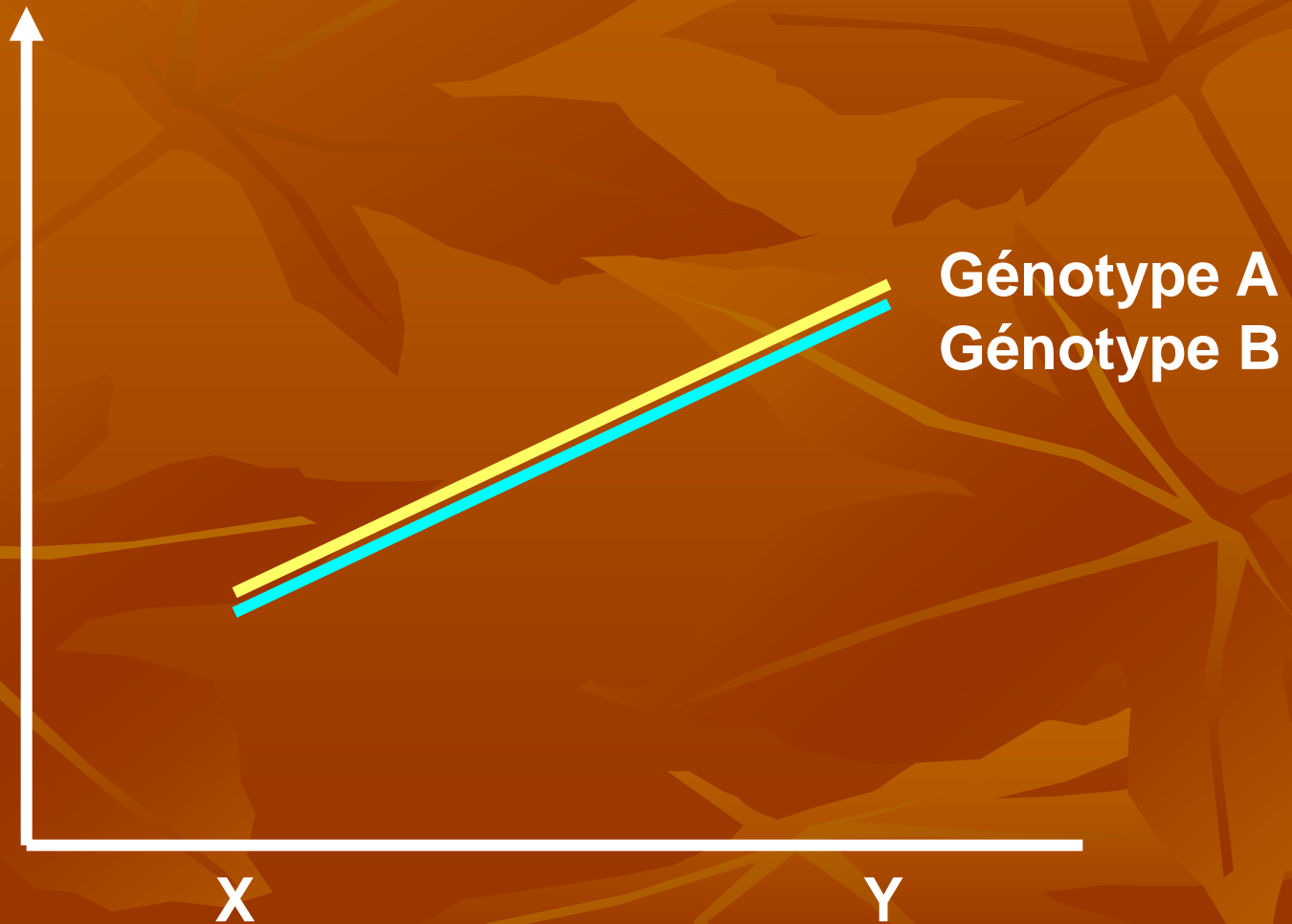
Qu'est ce qu'une interaction ?

Effet génotype



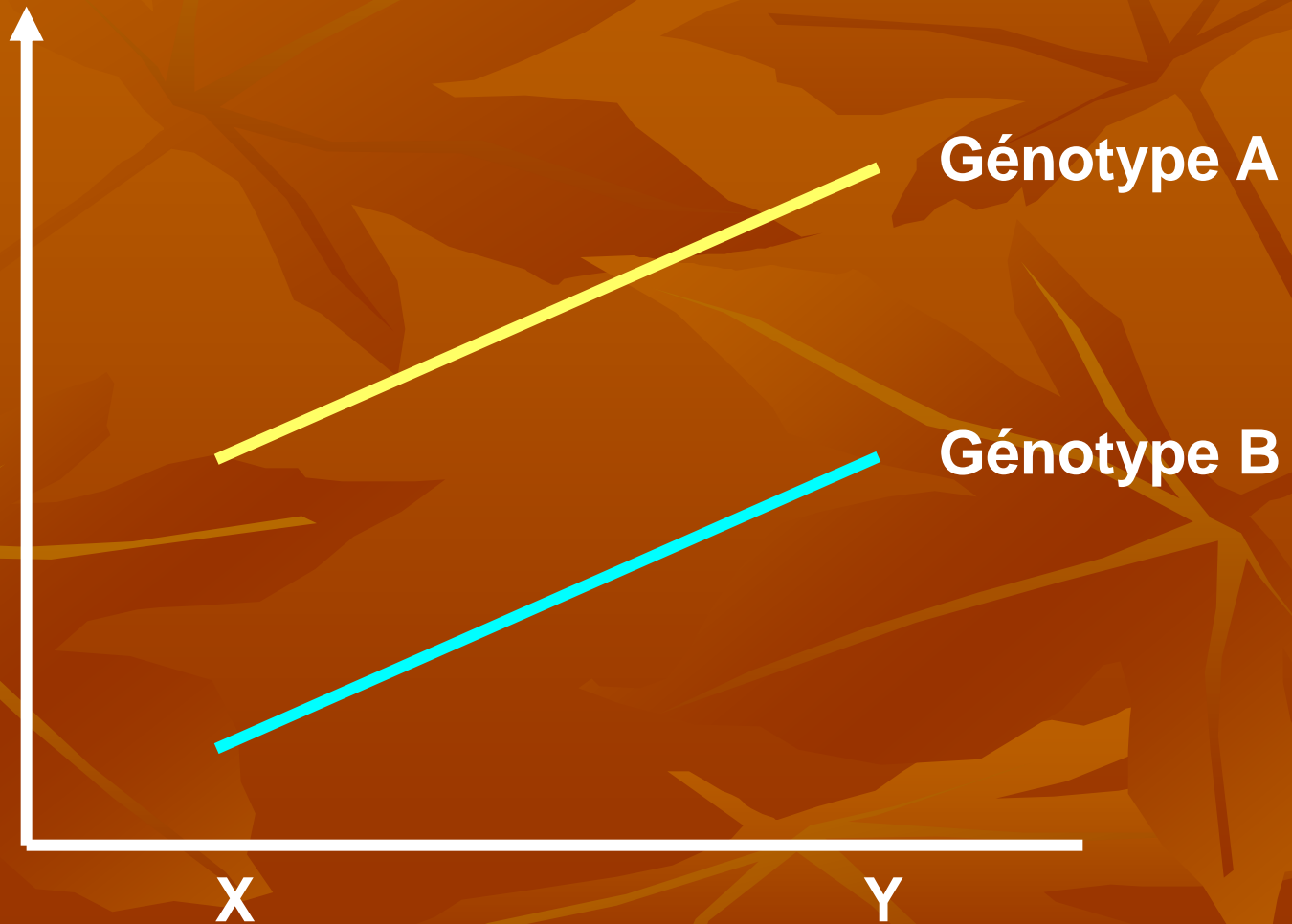
Qu'est ce qu'une interaction ?

Effet environnement



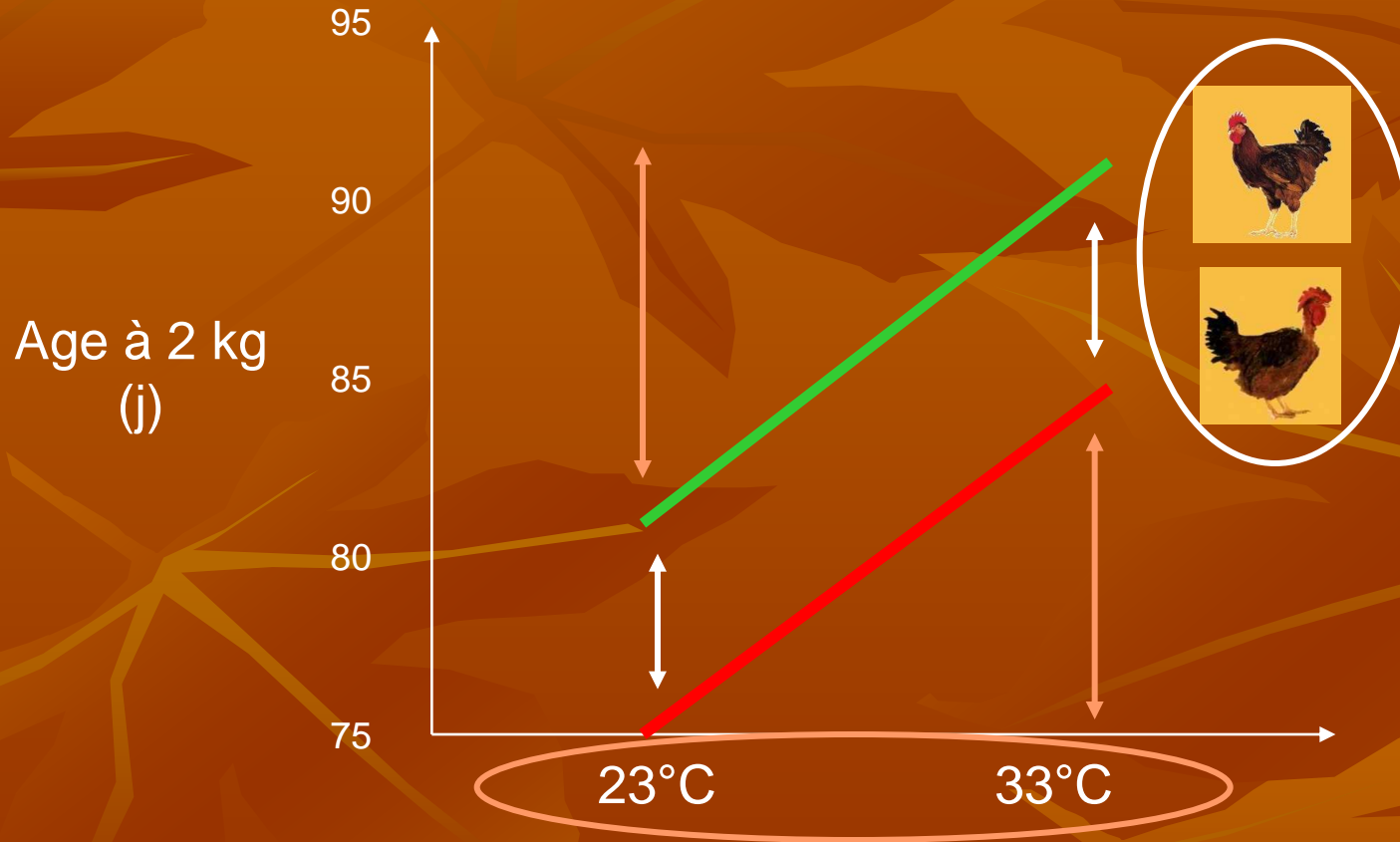
Qu'est ce qu'une interaction ?

Effet génotype + Effet environnement additif



Absence d'interaction

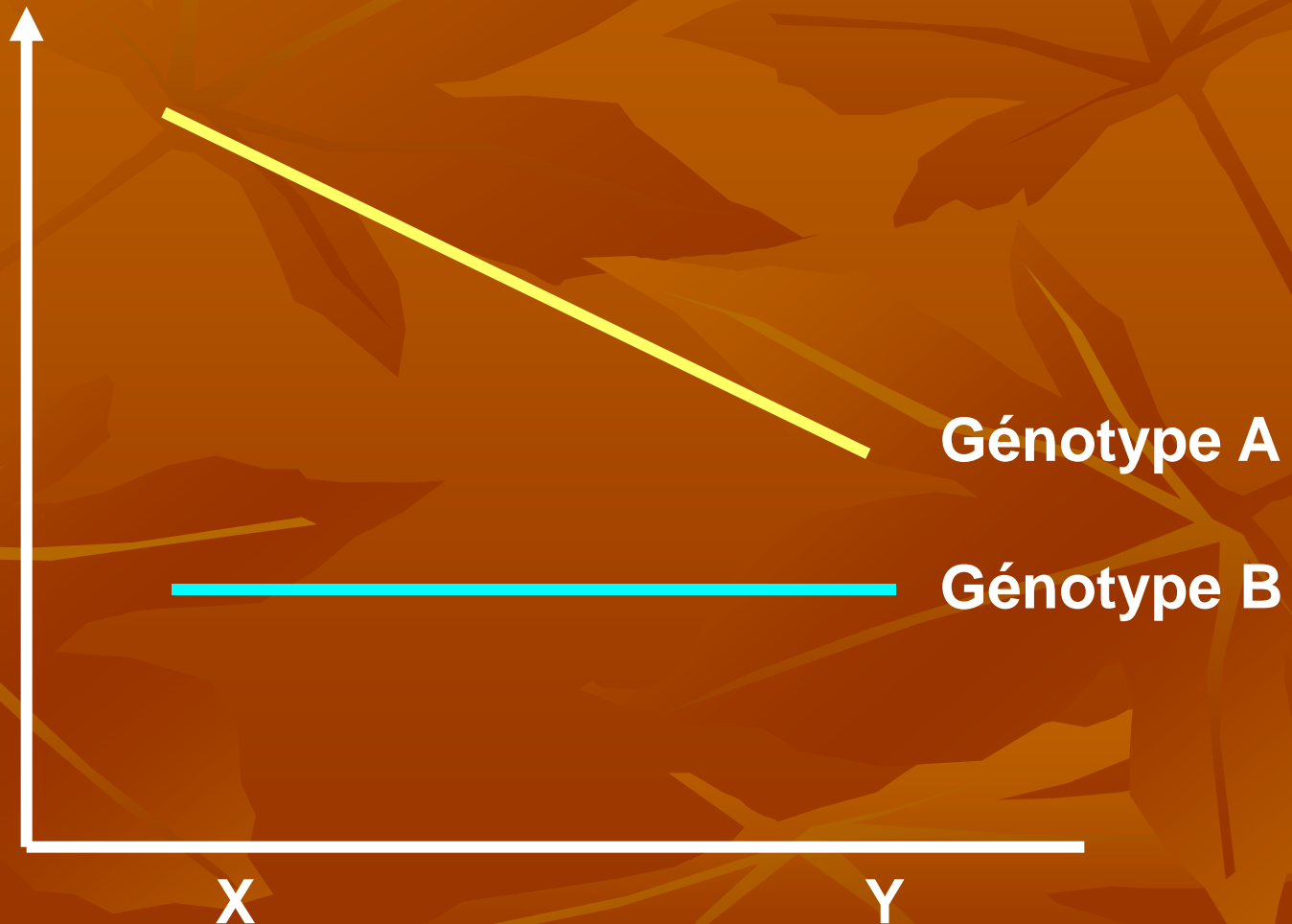
Phénotype = Effet du génotype (G) + Effet de l'environnement (E)



N'Dri et coll., 2005

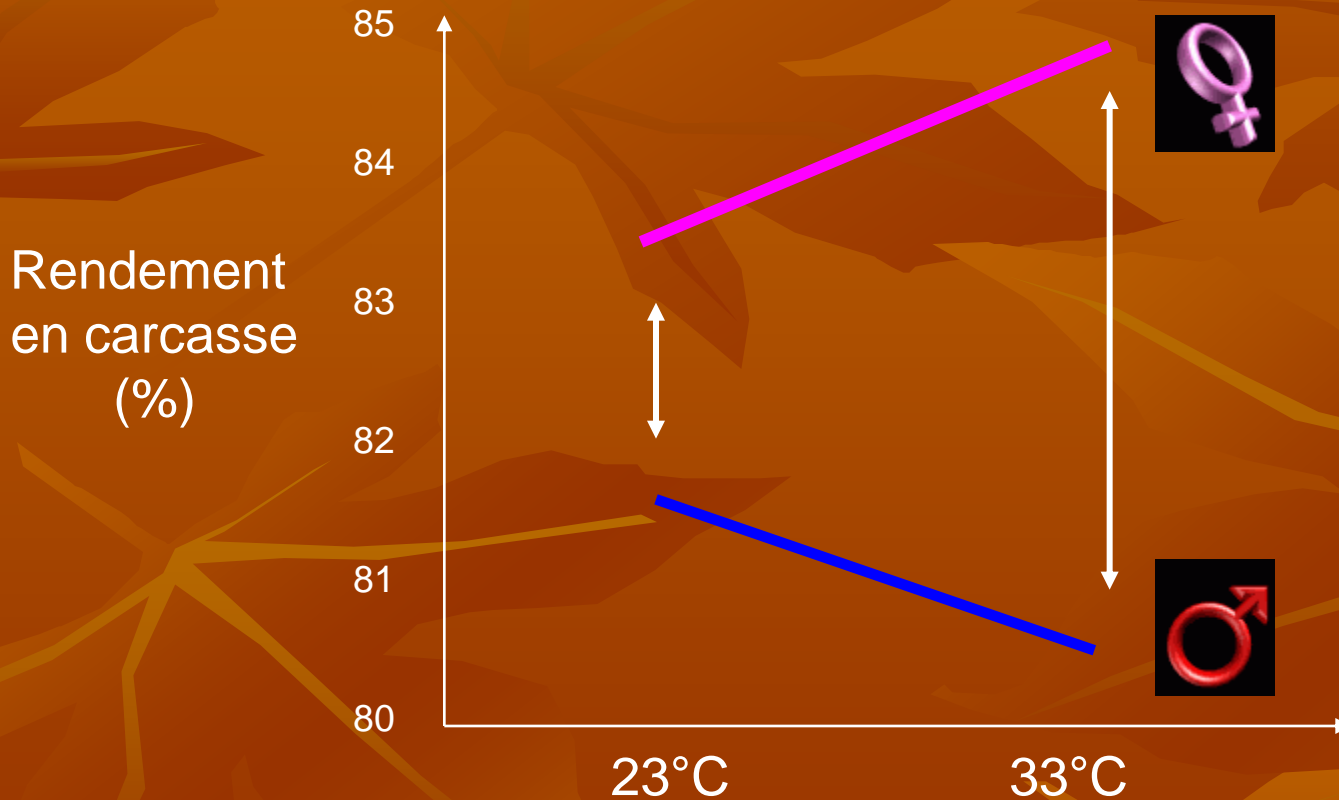
Qu'est ce qu'une interaction ?

Effet génotype + Effet environnement non additifs



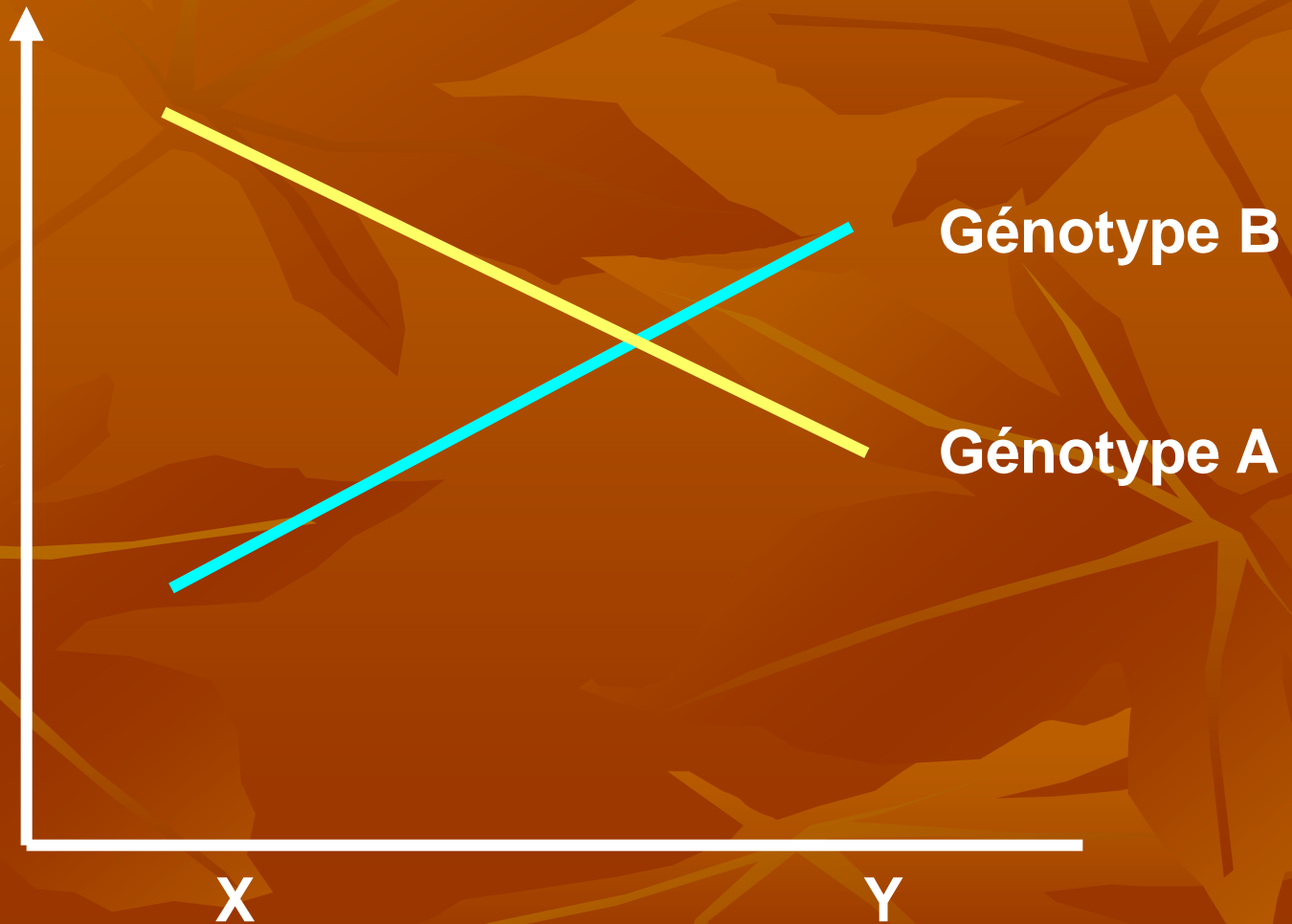
Interaction non croisée

Phénotype = génotype (G) + environnement (E) + interaction (I)



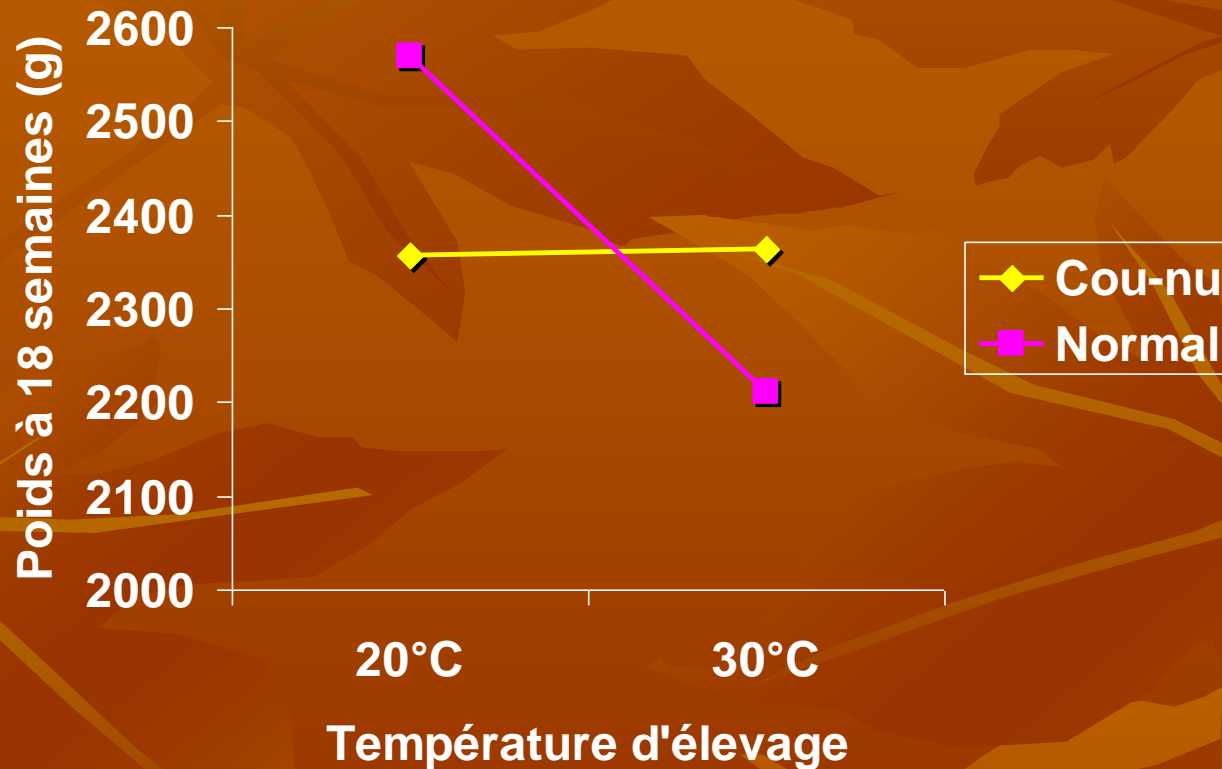
Qu'est ce qu'une interaction ?

Interaction croisée



Qu'est ce qu'une interaction ?

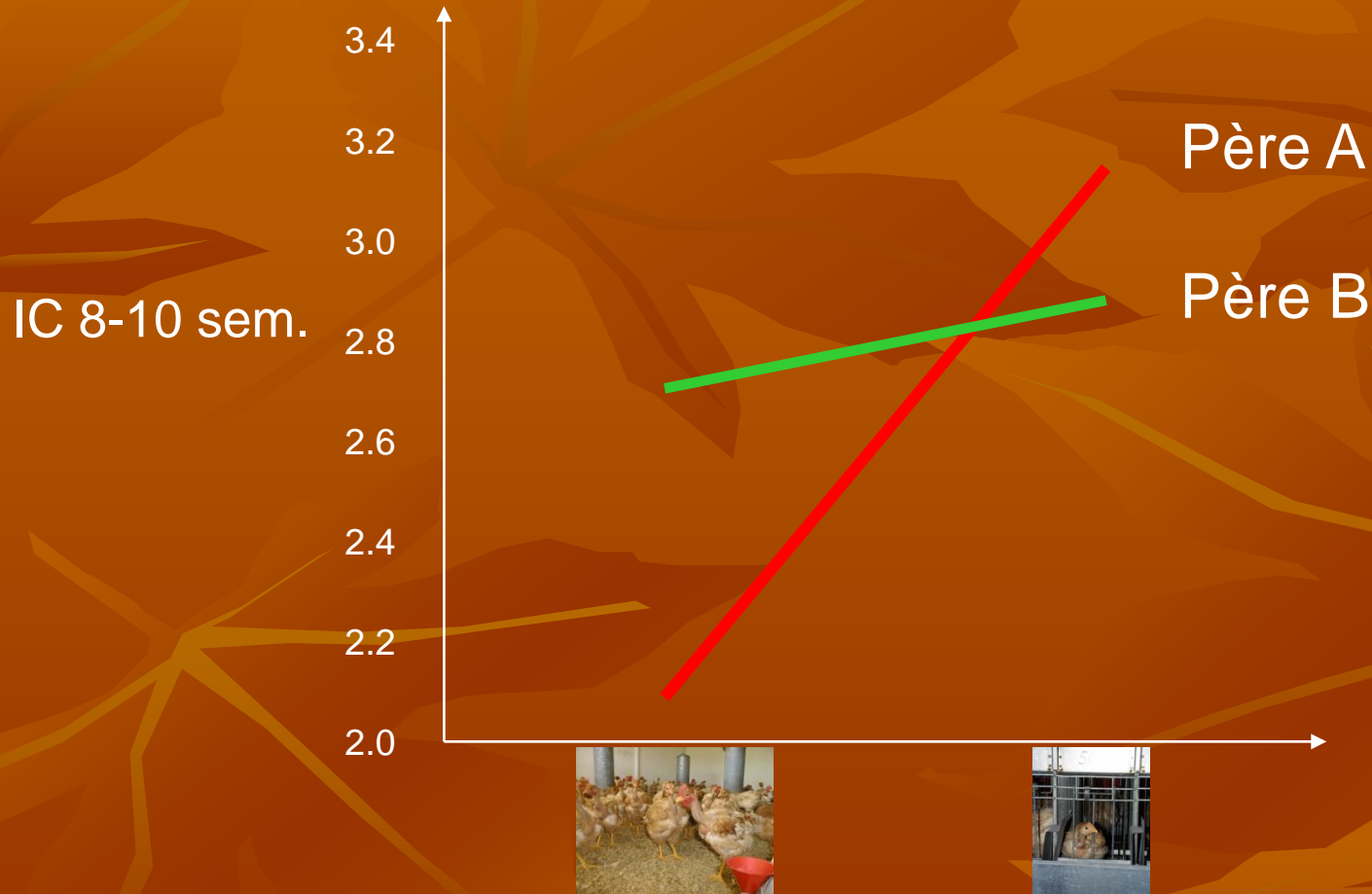
Interaction croisée



Monnet et coll. (1980)

Interaction croisée

Phénotype = génotype (G) + environnement (E) + interaction (I)



N'Dri, 2006

Que risque-t-on si on néglige la présence d'interactions ?



Sélection en environnement A



Elevage en environnement B



Erreur dans le choix du génotype ou du candidat à la sélection

Que risque-t-on si on néglige la présence d'interactions ?

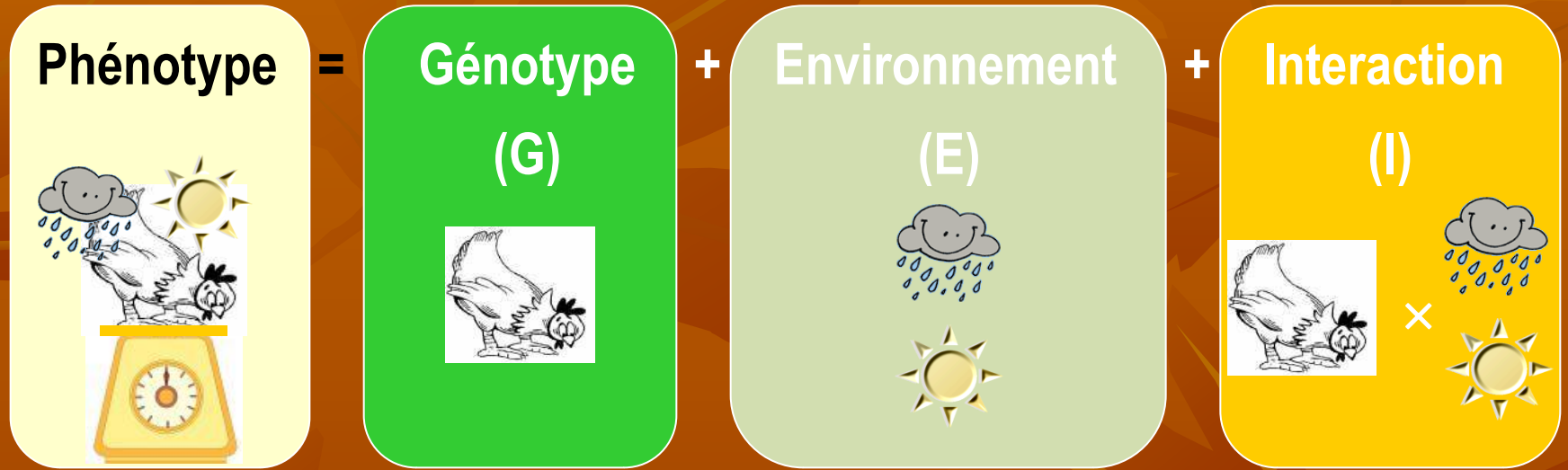


Mauvais choix de l'environnement de sélection



Mauvais choix du critère de sélection

Analyse de variance



Analyse de variance

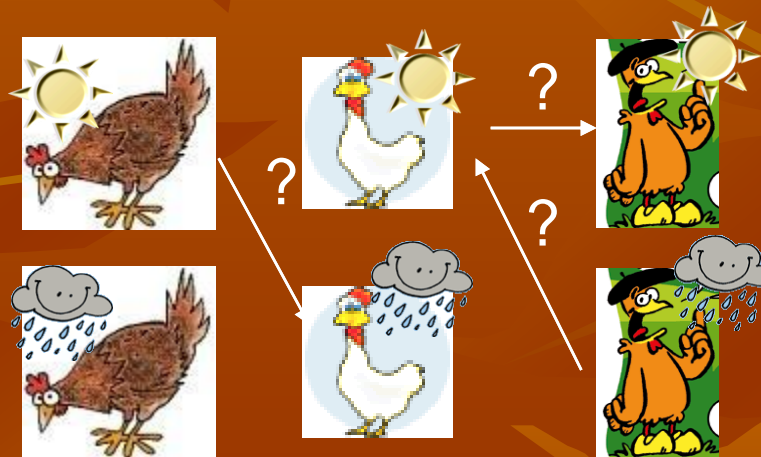
Phénotype = **génotype (G) + environnement (E)** + **interaction (I)**

Effets aléatoires

Effets fixés

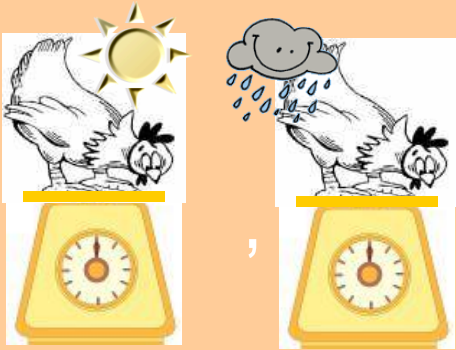
Estimation globale

Estimation des contrastes



Estimation des corrélations génétiques

Phénotype = Effets Génétiques



+ Effets
d'environnement



+ Résidus



Héritabilité en milieu 1

Héritabilité en milieu 2



Possibilité
de sélection
dans les 2 milieux

Estimation des corrélations génétiques

Phénotype

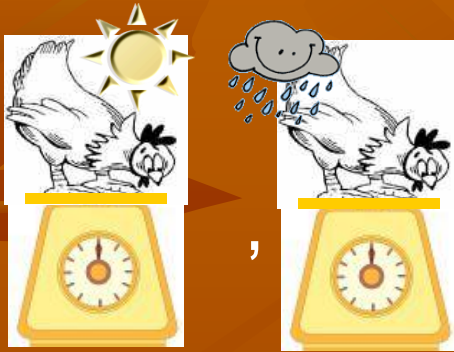
=

Effets Génétiques

+ Effets

d'environnement

+ Résidus



Gènes communs

Gènes spécifiques

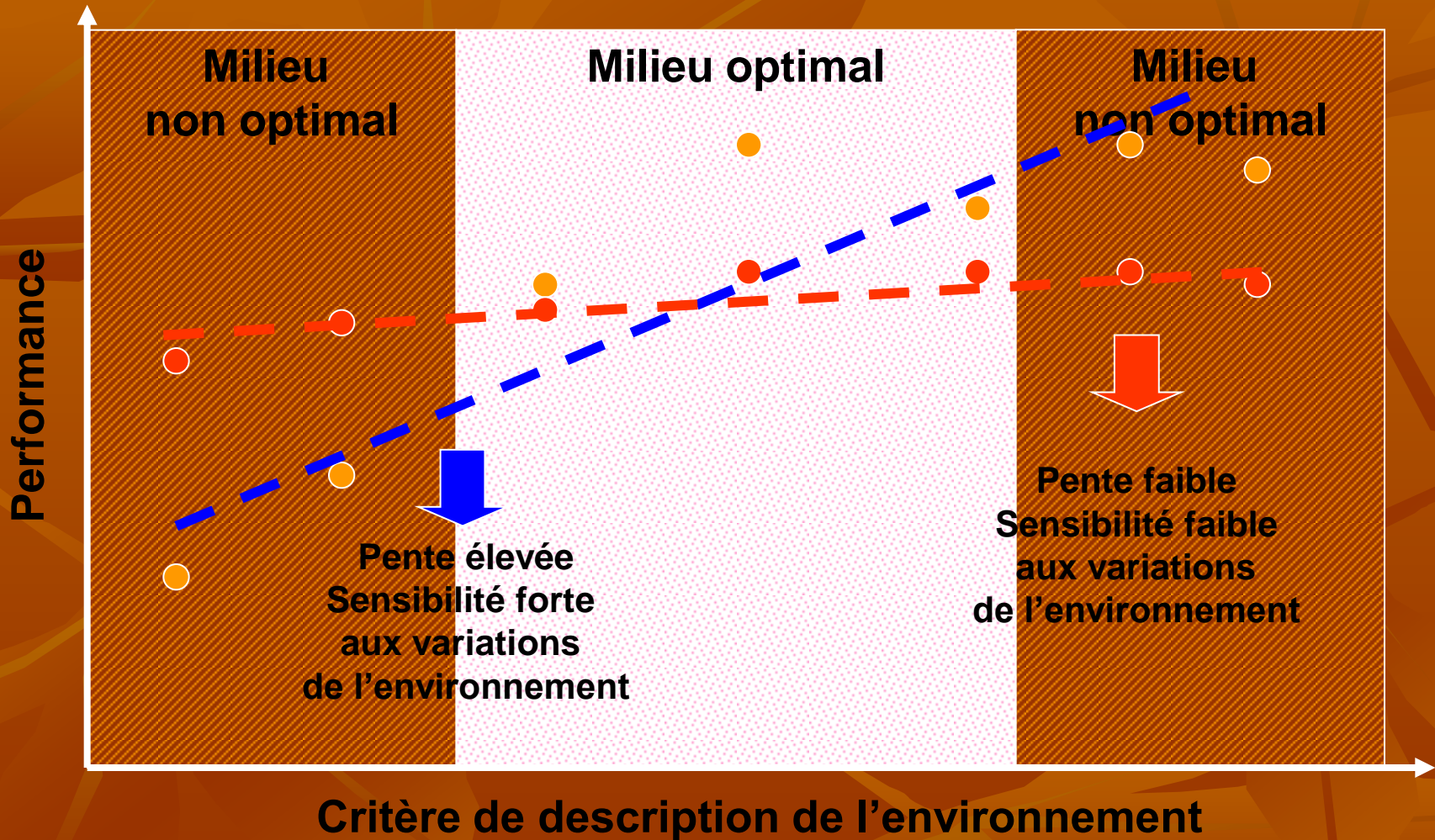


Corrélation
Génétique

<1 : interaction

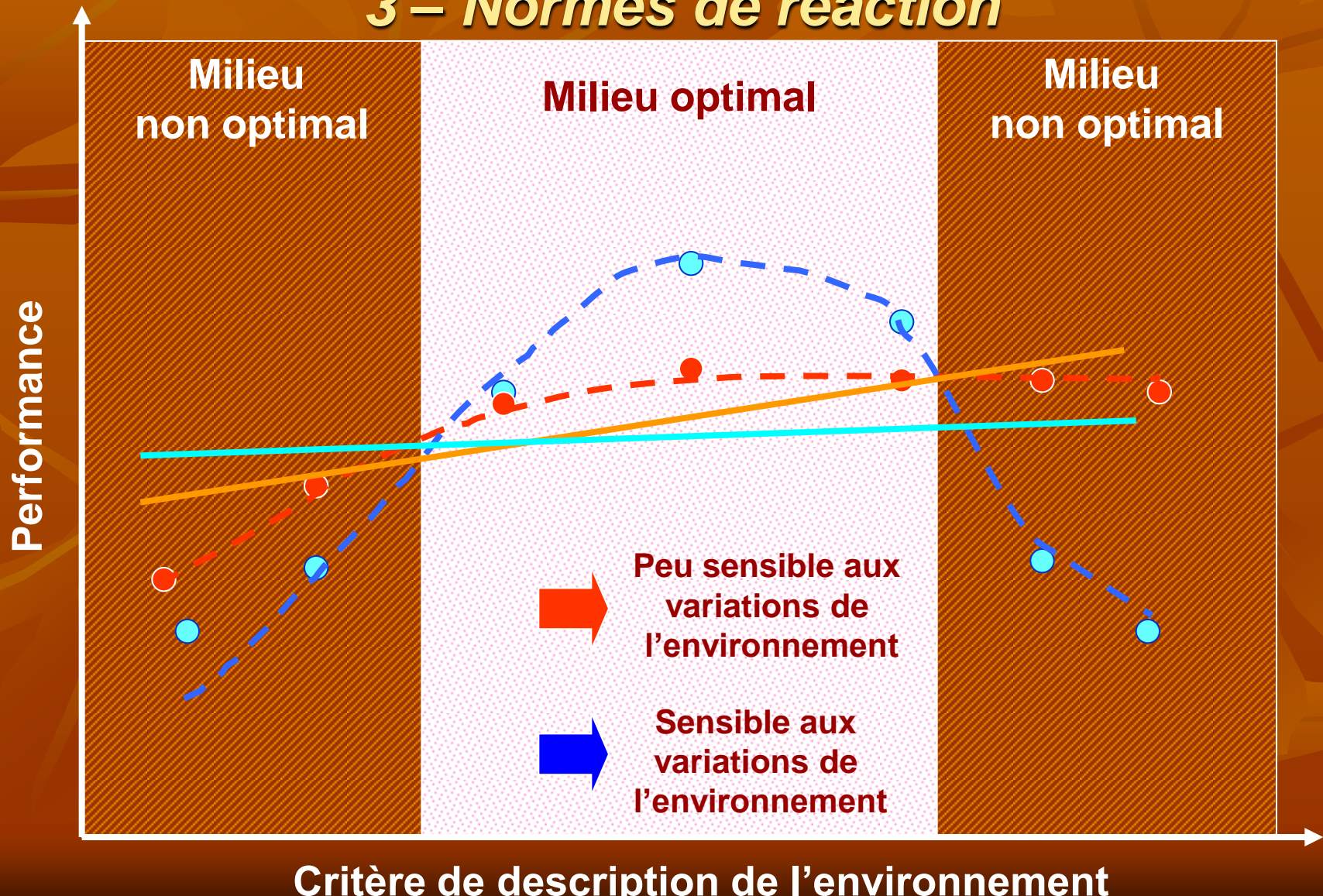
=1 : pas d'interaction

Normes de réaction



Comment évaluer l'importance de l'interaction ?

3 – Normes de réaction



Intérêts des méthodes

Analyse de variance

+

Simplicité



ou



?

Corrélation génétique

+



ou



-

Limité à 5-6 environnements

Normes de réaction

+

Non limité sur le nombre d'environnements

-

Beaucoup d'animaux

Quelles questions se poser ?

1. Quel génotype ?

- Entre populations
- Intra-population

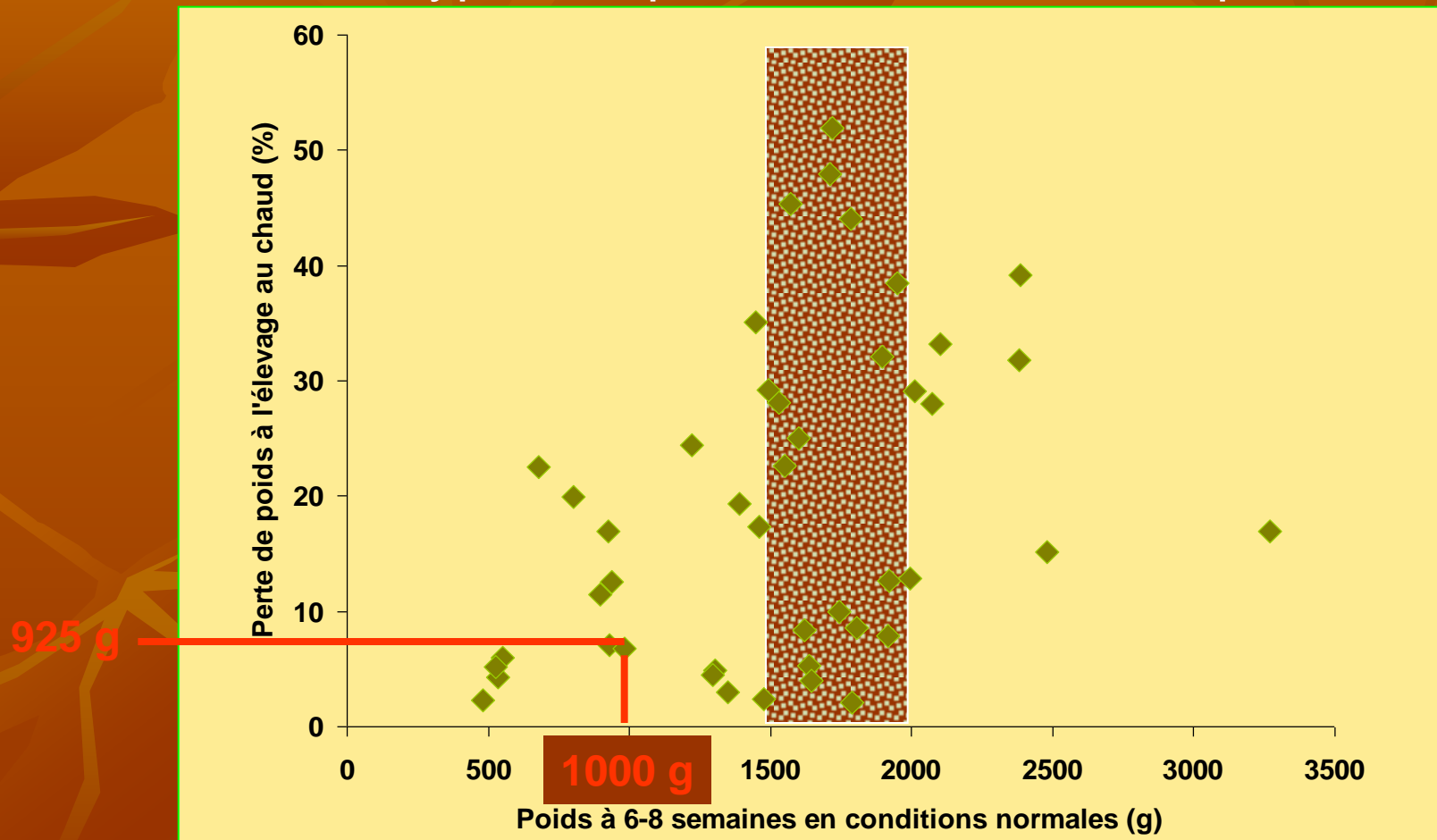
2. Quel environnement ?

- Optimal ou non optimal
- Un seul environnement ou plusieurs

3. Quel critère de sélection choisir ?

Choix du génotype

1. Génotype très performant en milieu optimal ?



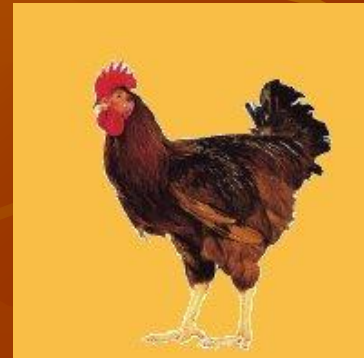
Choix du génotype

2 – Interaction entre génotype et température

- Faut-il choisir un génotype particulier pour l'élevage au chaud ?



Poulet Cou Nu
Porteur du gène « Na »



Poulet normalement emplumé
Non porteur du gène « Na »

Choix du génotype

2 – Interaction entre génotype et température



En température normale :

- 17 °C la nuit
- 23°C le jour

En température élevée :

- 27°C la nuit
- 33 °C le jour

Choix du génotype

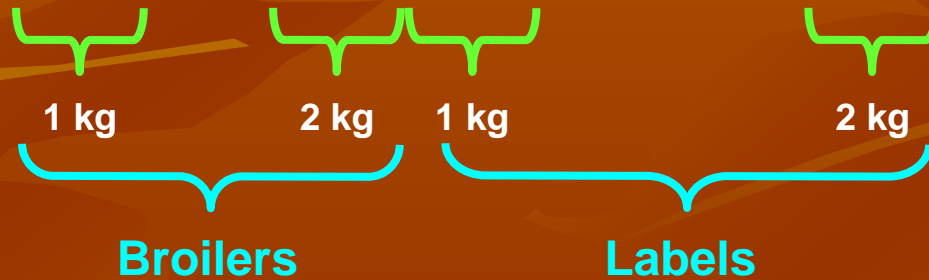
2 – Interaction entre génotype et température

• Croissance

Pesées des femelles



Courbe de croissance (A2K)



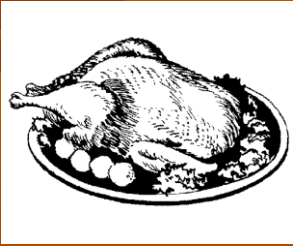
Labels
et Broilers

- Paramètres physiologiques de résistance à la chaleur

Choix du génotype

2 – Interaction entre génotype et température

- Composition corporelle



- Qualité de la viande



- Qualité organoleptique





Choix du génotype


2 – Interaction entre génotype et température

Analyses de variance à effet fixé

Uniquement avec les mâles (Broilers + Label)

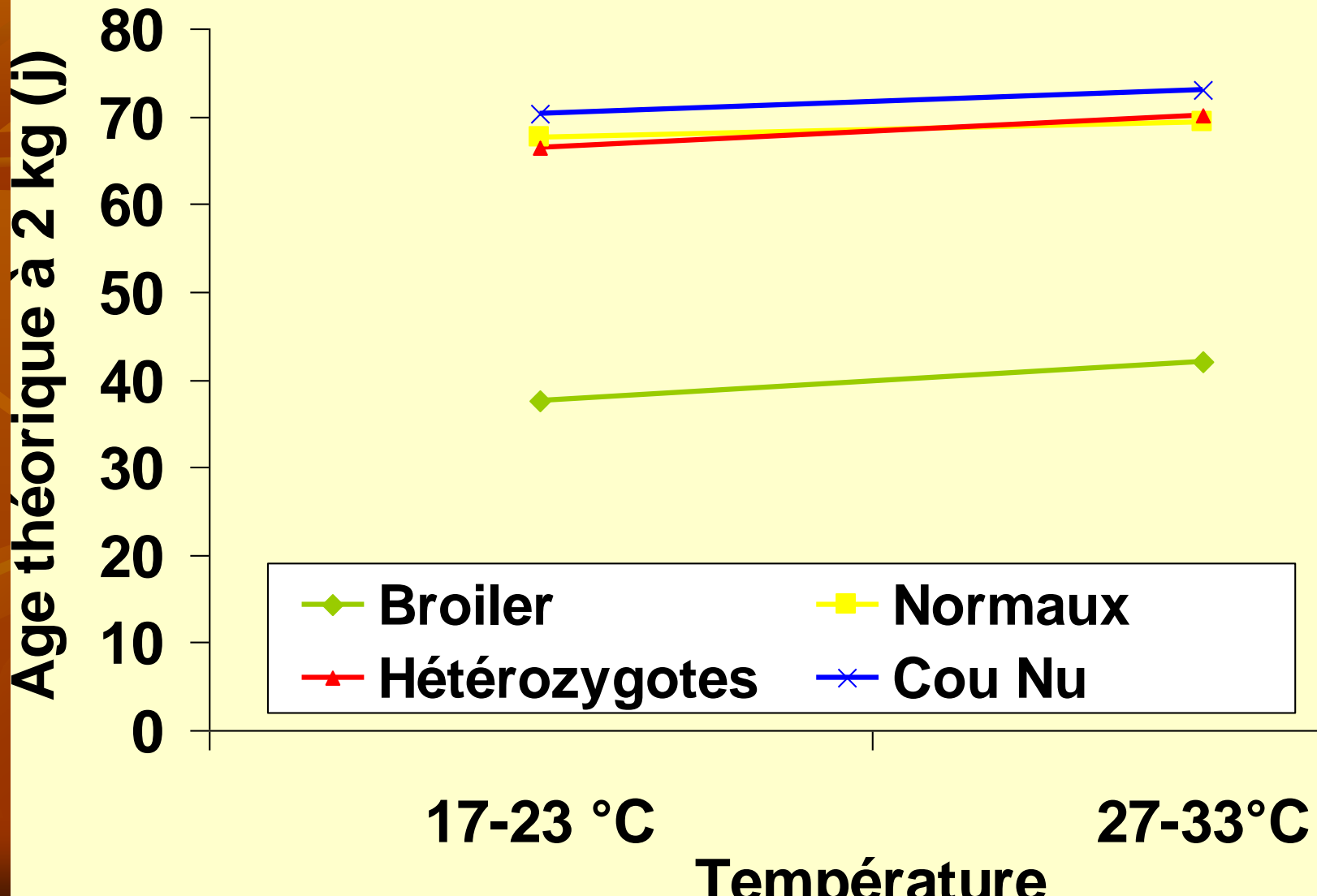
- Peu d'interactions G×E 
- Présence d'interactions G×E 
 - % carcasse
 - % cuisse
 - Indice de jaune du filet
 - pH ultime du filet
 - Variation de température corporelle entre les périodes «chaude» et «froide»

Uniquement intra-label (Mâles + femelles)

- Présence d'interactions triples G×S×E 
- Croissance
- Engraissement
- Variation de température corporelle entre les périodes «chaude» et «froide»

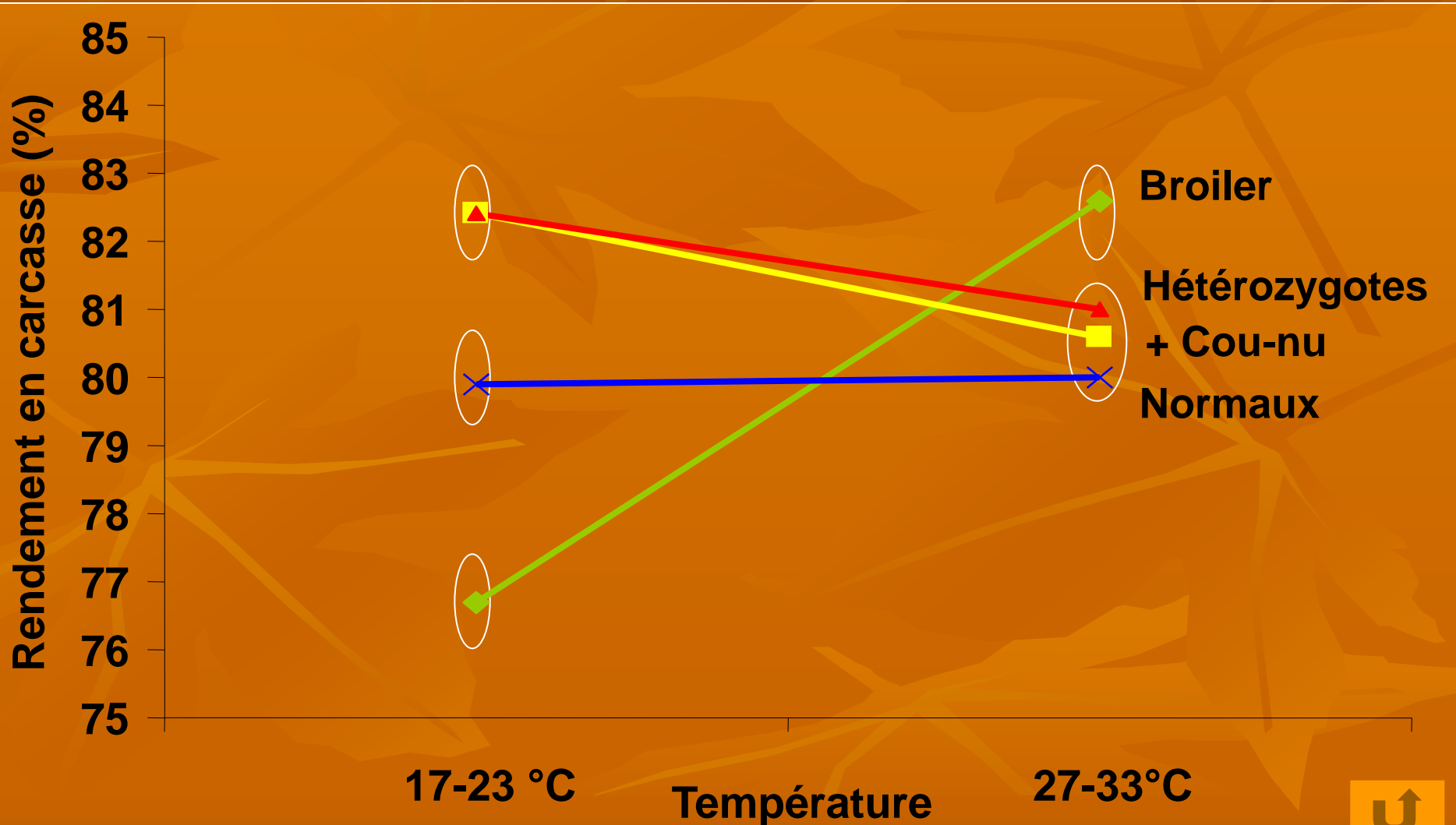
Choix du génotype

2 – Cas sans interaction



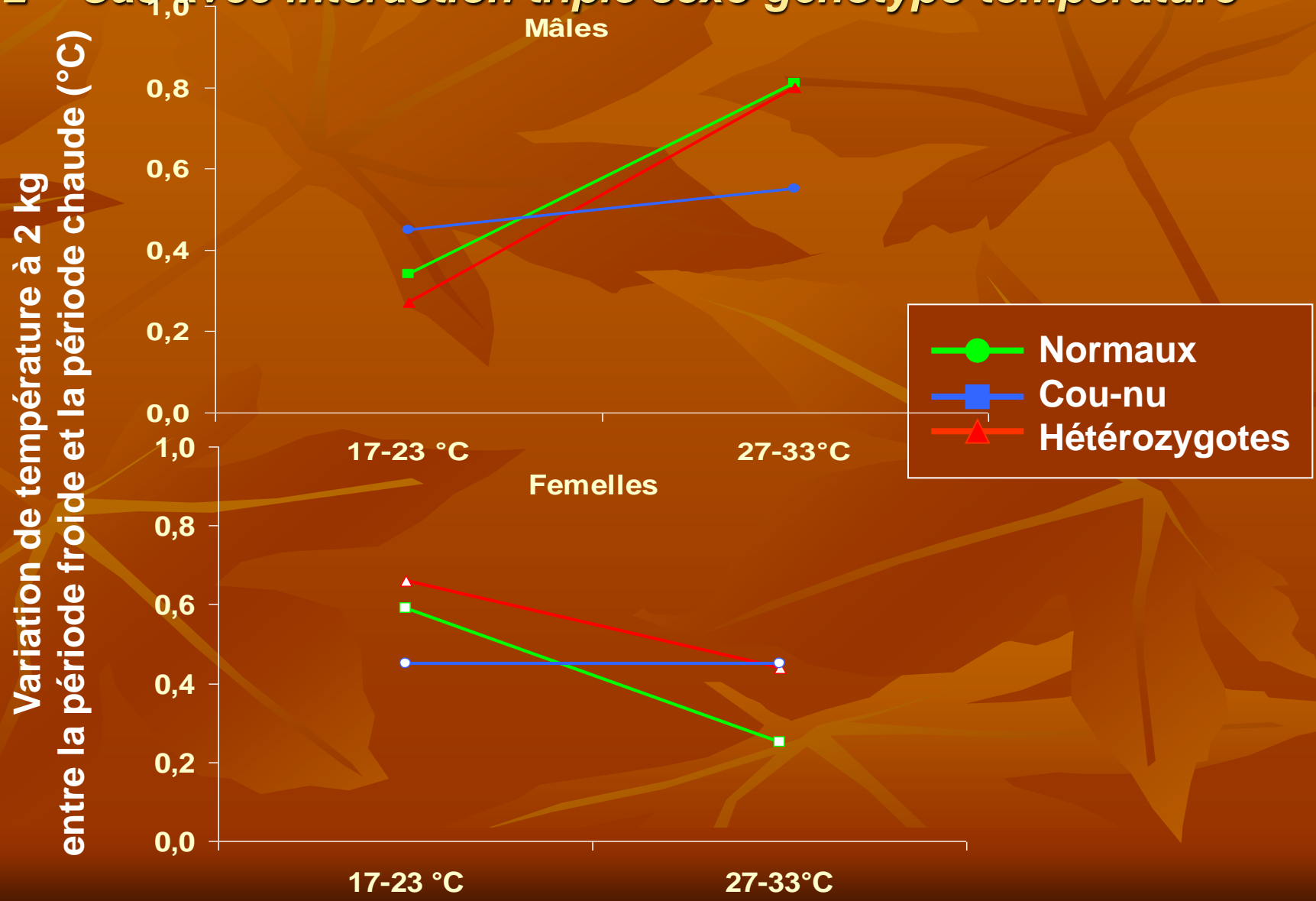
Choix du génotype

2 – Cas avec interaction génotype-température



Choix du génotype

2 – Cas avec interaction triple sexe-génotype-température



Choix du génotype

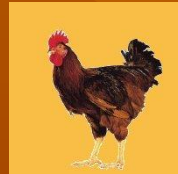
2 – Cas avec interaction triple sexe-génotype-température

1. Chez le poulet label, pas de nécessité de préférer un génotype à un autre pour l'élevage au chaud



Na/Na

=

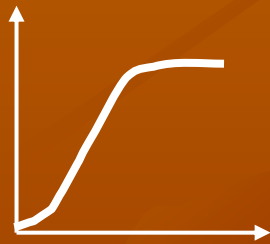


na/na

2. Présence et type d'interactions différente selon les caractères

Choix du génotype

2. label ou standard pour l'élevage au chaud ?



37.5 j
+12%

70.9 j
+4%

Même quantité
de viande
produite / jour
pour les 2 génotypes



35.5%

3.8%

Choix du génotype

Utilisation de gènes majeurs



**Différence de croissance
entre élevage au chaud
ou à température normale**

-21%

-16%

+2%

Utilisation de croisements

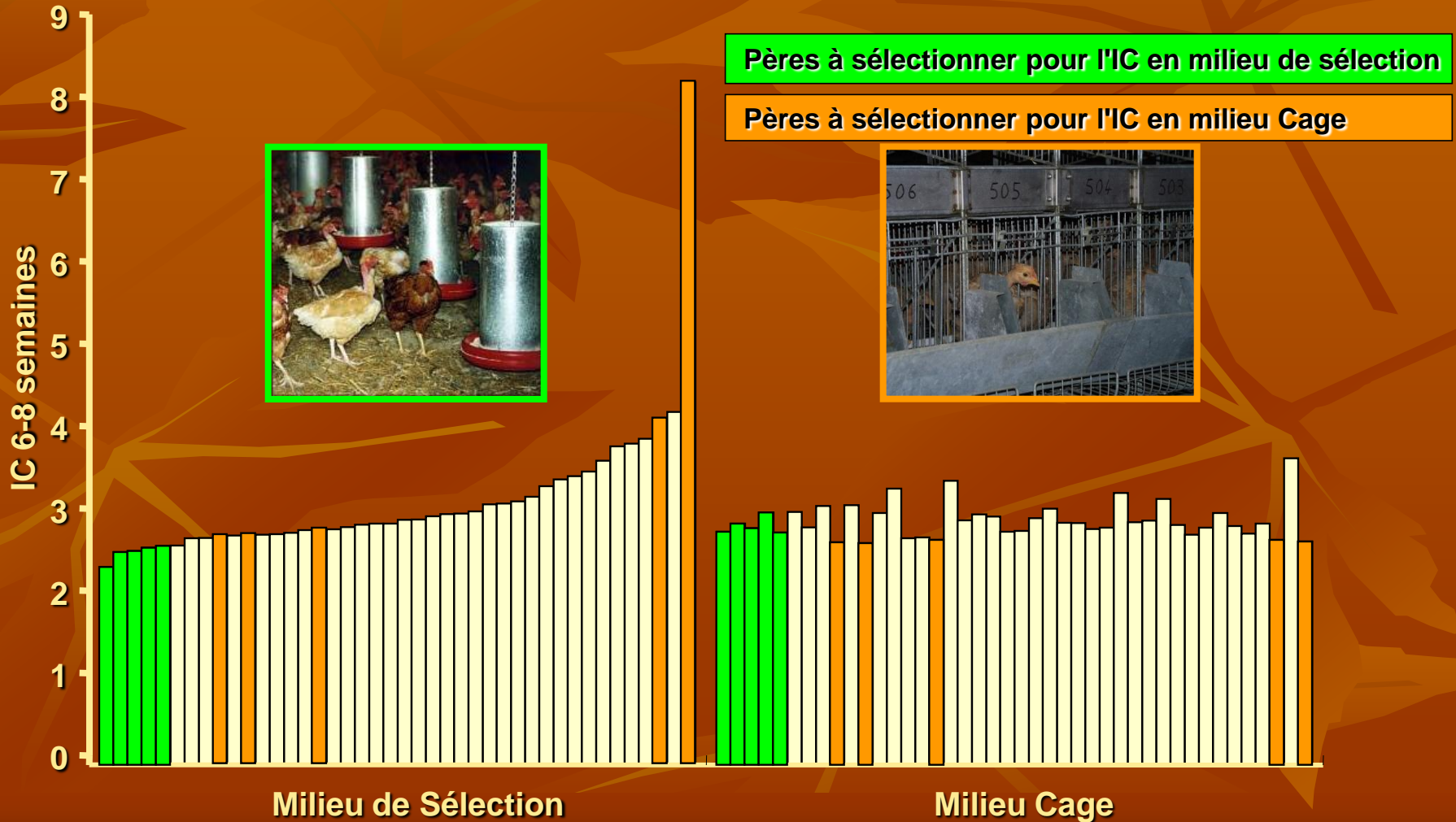
**Fort potentiel génétique
×
Locales**

>

**Lignées à fort potentiel génétique,
Lignées locales**

Choix du candidat à la sélection

3 – Classement des pères sur l'indice de consommation mesuré en cage et au sol



Choix du milieu/critère de sélection

4 – Etude de l'interaction génotype-milieu d'élevage

But de l'étude : double

Maintien de la sélection
en claustration ?

ou

Sélection directe dans
le milieu de production ?



Critères et milieu
de **sélection**
de l'**indice**
de **consommation**
chez le poulet label ?

Choix du milieu/critère de sélection

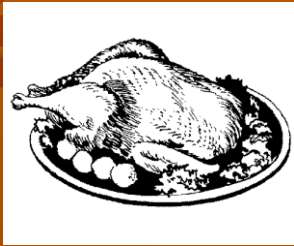
4 – Etude de l'interaction génotype-milieu d'élevage



Choix du milieu/critère de sélection

4 – Etude de l'interaction génotype-milieu d'élevage

- Composition corporelle



- Courbe de croissance



- Indice de consommation



Choix du milieu/critère de sélection

4 – Présence d'interactions ?



$r_g = 0.84-0.90$

$r_g = 0.84-0.93$

Composition
corporelle

$r_g = 0.84-0.95$



Interaction présente, mais de faible amplitude

Choix du milieu/critère de sélection

4 – Présence d'interactions ?



$r_g > 0.99$

$r_g = 0.68-0.84$

Courbe de
croissance

$r_g = 0.68-0.84$



➔ **Interaction présente, d'amplitude plus conséquente**

Choix du milieu/critère de sélection

4 – Choix du critère et milieu de sélection du poids ?



Poids à 8 semaines
Milieu « Sélection »



Poids à 12 semaines
Milieu « Production »

$$r_g = 0.83$$



Maintien du critère et du milieu actuel

Choix du milieu/critère de sélection

4 – Choix du critère et milieu de sélection de l'indice de consommation?

• Indice de consommation



$$h^2=0.33$$

Sélection directe Possible

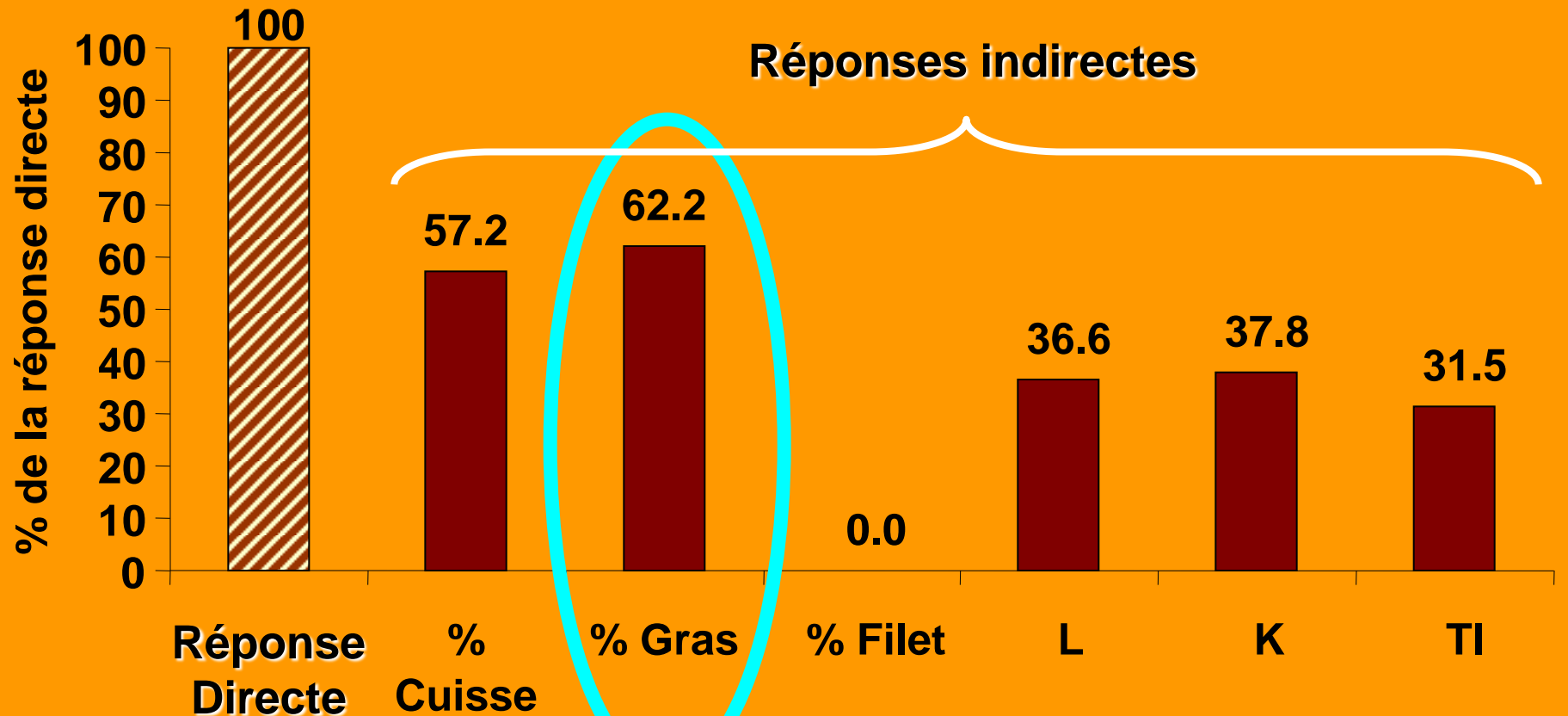
- Obligation de placer les animaux en cage
- Même réponse qu'au sol ?

Sélection indirecte

- Sur quel critère ?
- Dans quel milieu ?

QUELQUES EXEMPLES

4 – Réponses attendues à la sélection - cage

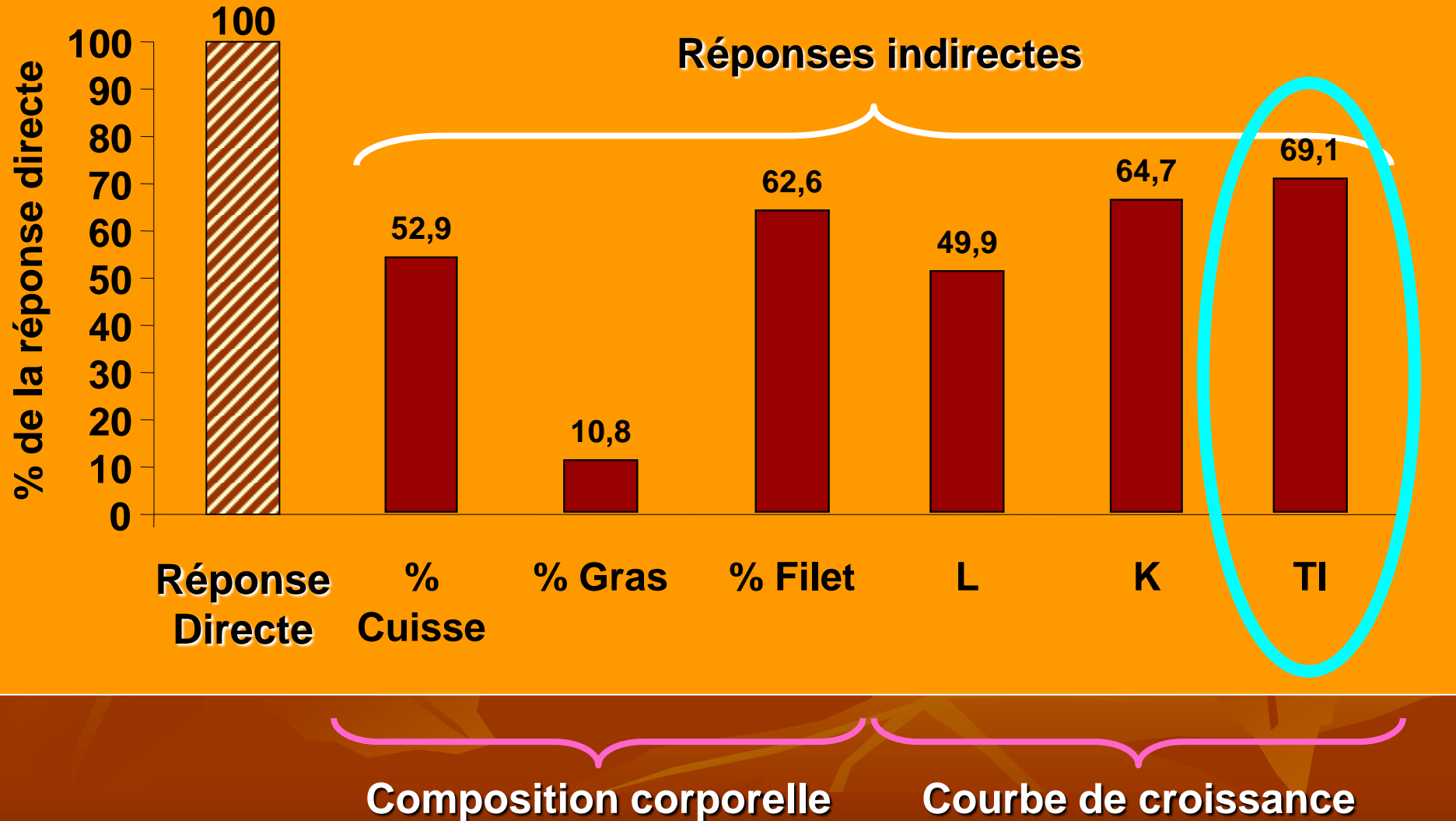


Composition corporelle

Courbe de croissance

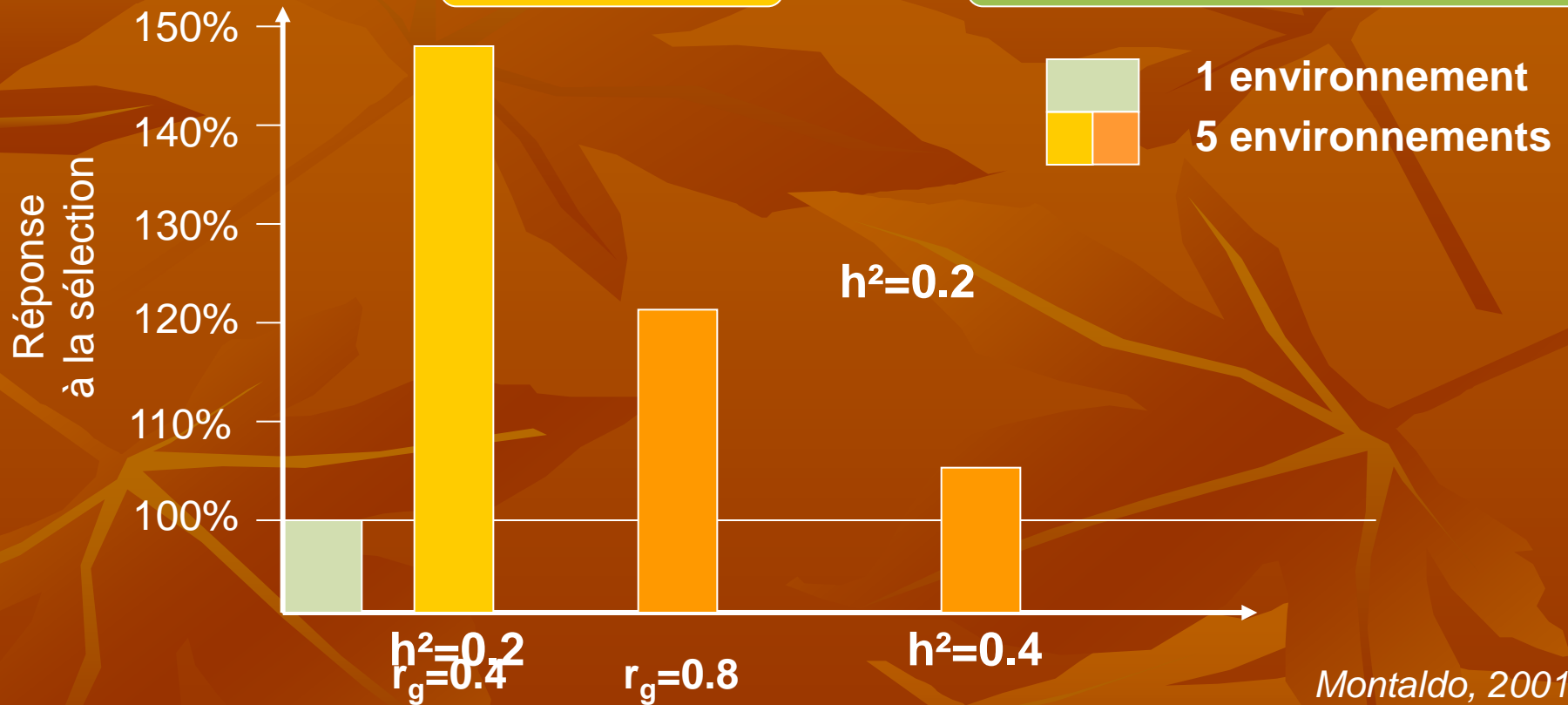
QUELQUES EXEMPLES

4 – Réponses attendues à la sélection - production



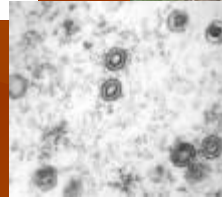
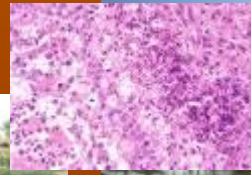
Dans combien d'environnements faut-il tester les animaux ?

Suivant le niveau d'héritabilité et des corrélations génétiques



Montaldo, 2001

Que faire si les environnements sont nombreux ?



QUELQUES EXEMPLES

5 – Normes de réaction

- Utile pour prendre en compte des environnements multiples



- Qu'on peut évaluer sur un critère quantitatif



QUELQUES EXEMPLES

5 – Normes de réaction - Modèles

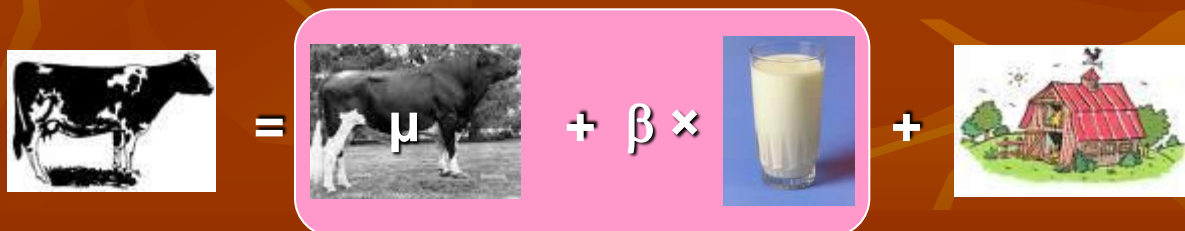
Avec interaction simple : $Y = G + E + G \times E$



Avec interaction par groupe de valeurs : $Y = G + G \times E + E$



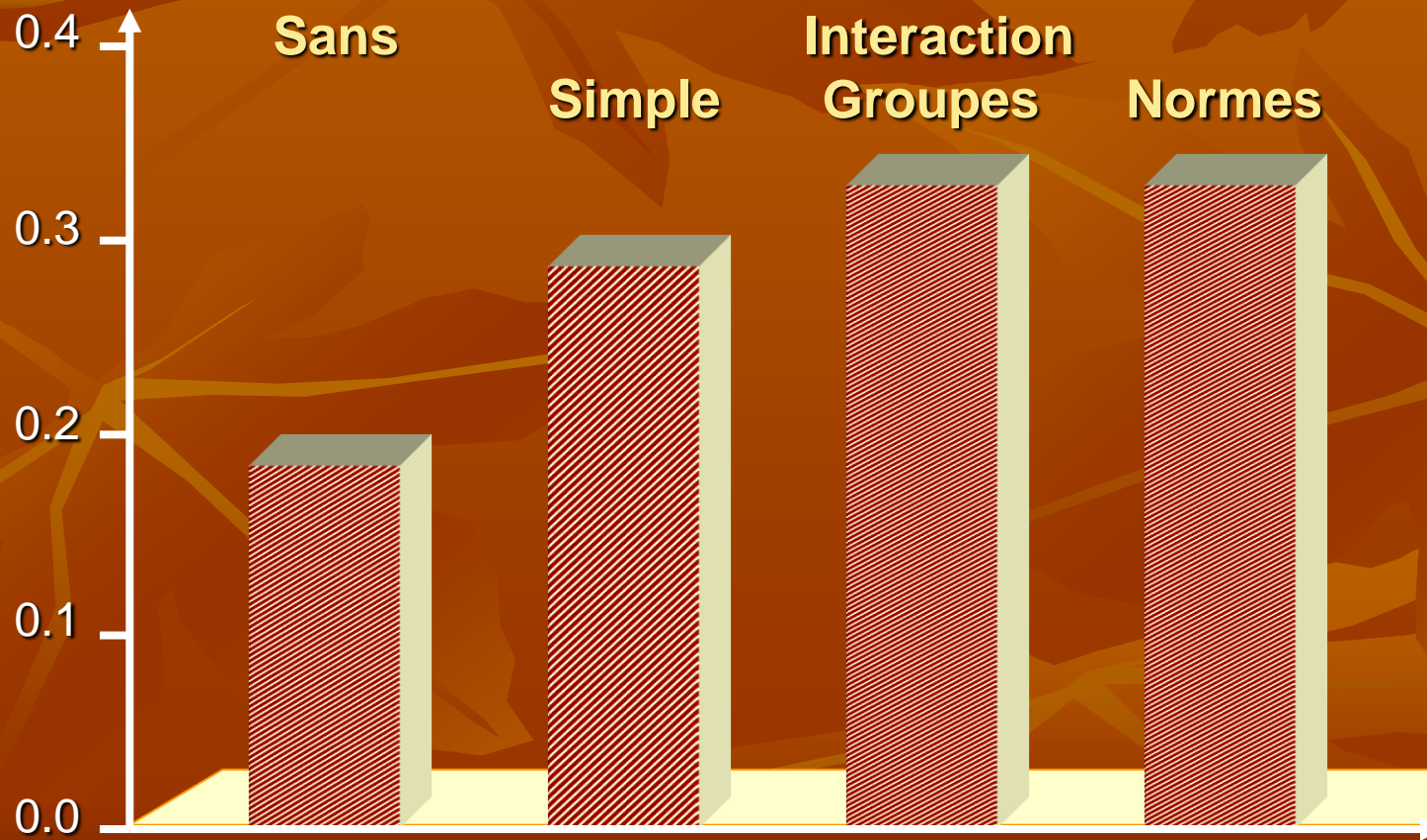
Avec norme de réaction : $Y = G(E) + E$



QUELQUES EXEMPLES

5 – Normes de réaction

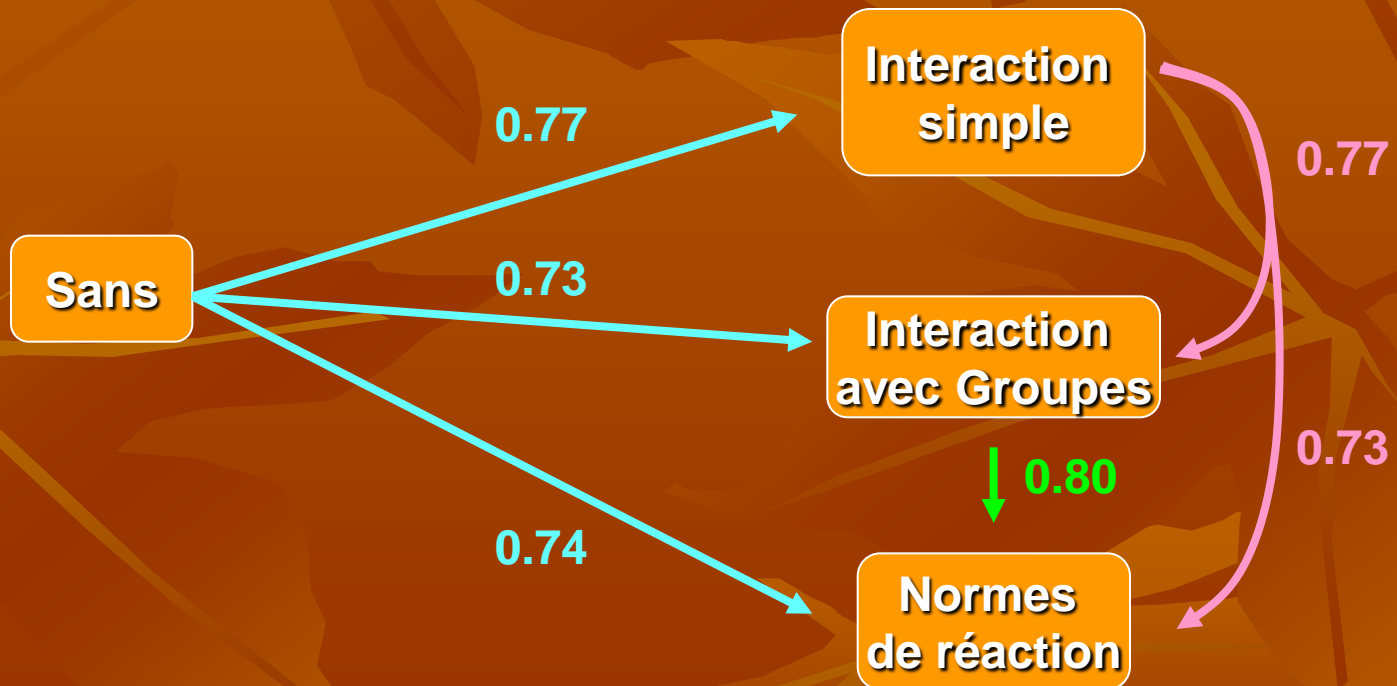
- Estimation des paramètres génétiques dans les différents modèles



QUELQUES EXEMPLES

5 – Normes de réaction

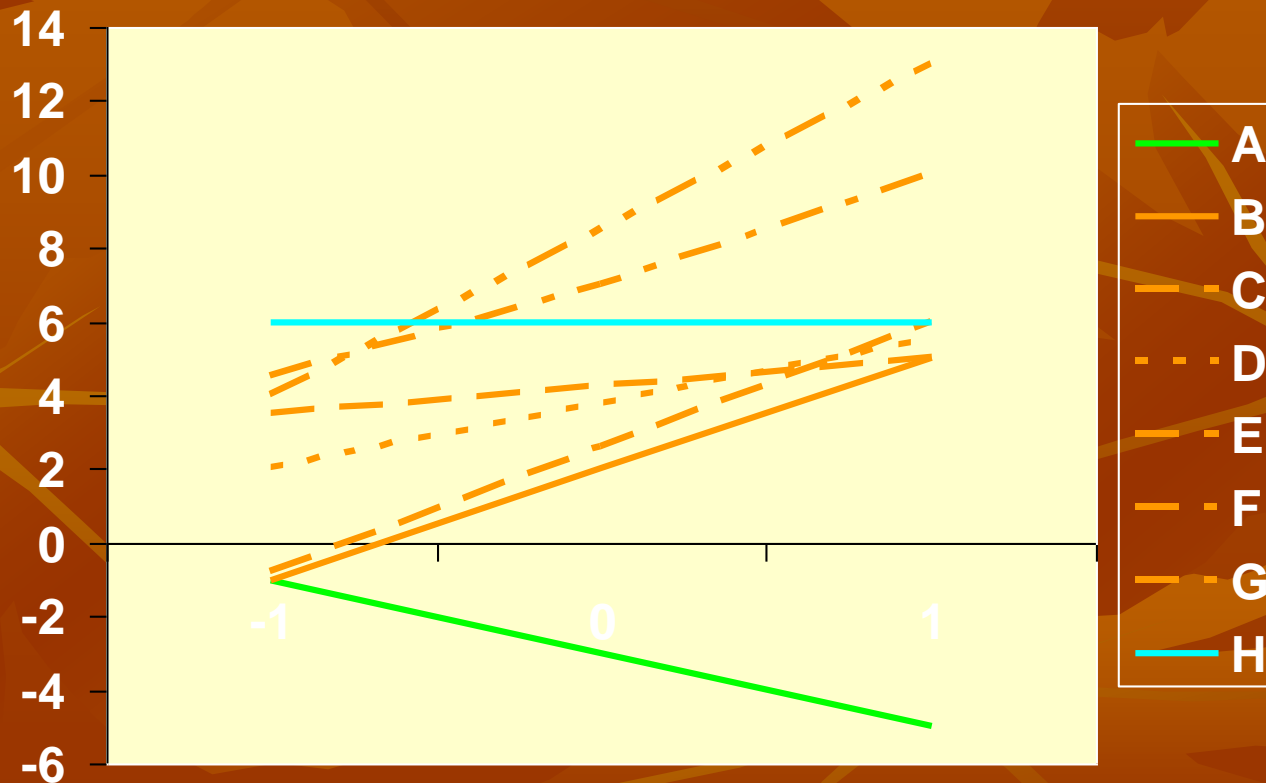
- **Corrélation entre les valeurs génétiques obtenues avec les différents modèles**



QUELQUES EXEMPLES

5 – Normes de réaction

- Différences de classement en fonction de l'environnement



QUELQUES EXEMPLES

5 – Et si l'environnement, c'est les autres ?

- **Environnement**



**Prise en compte de la variabilité
due aux autres membres du groupe ?**

QUELQUES EXEMPLES

5 – *Et si l'environnement, c'est les autres ?*



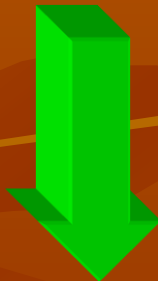
=



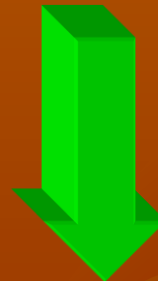
+



+



7 % de la
variabilité totale



20 % de la
variabilité totale

Comportement
de picage

Conclusions

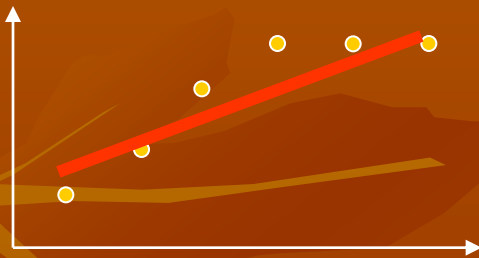


Optimiser sur un grand nombre d'environnements

Sélection sur la performance dans un environnement particulier



Sélection sur la sensibilité aux fluctuations de l'environnement



Présence d'une composante génétique de cette sensibilité

En pratique ...

Quels génotypes sont les plus sensibles ?

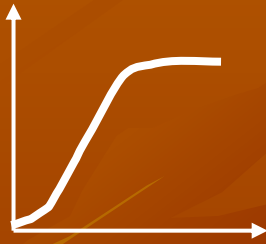


En pratique ...

Quels caractères ?



*Croissance
Survie*



Rejets



Bien-être animal

