

Quelques exemples de simulations dans le contexte de la génétique quantitative et de populations

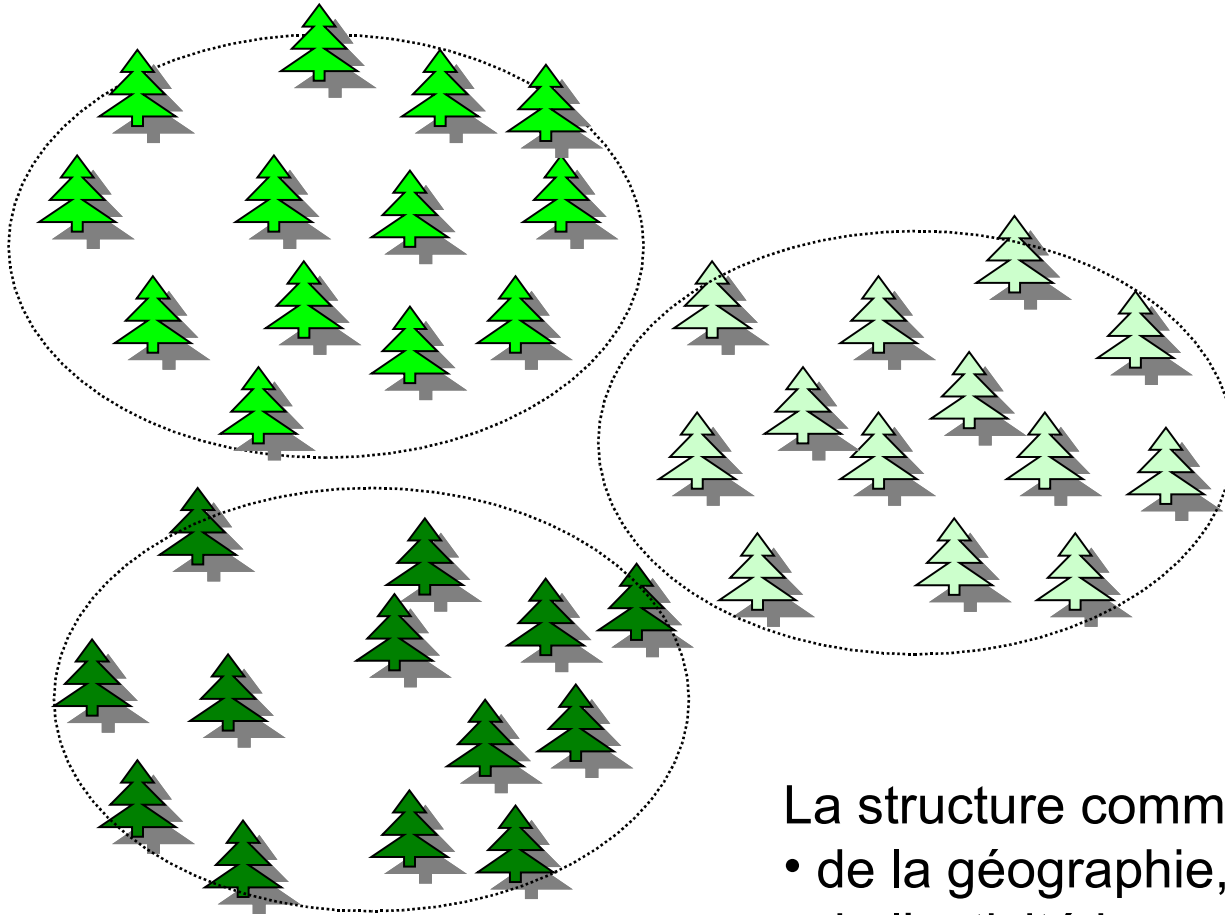
- La structure génétique des populations
- Les caractères corrélés
- Grands et petits gènes

Leopoldo Sanchez

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) - Centre d'Orléans
Unité Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières

La structure génétique des populations

La structure génétique des populations

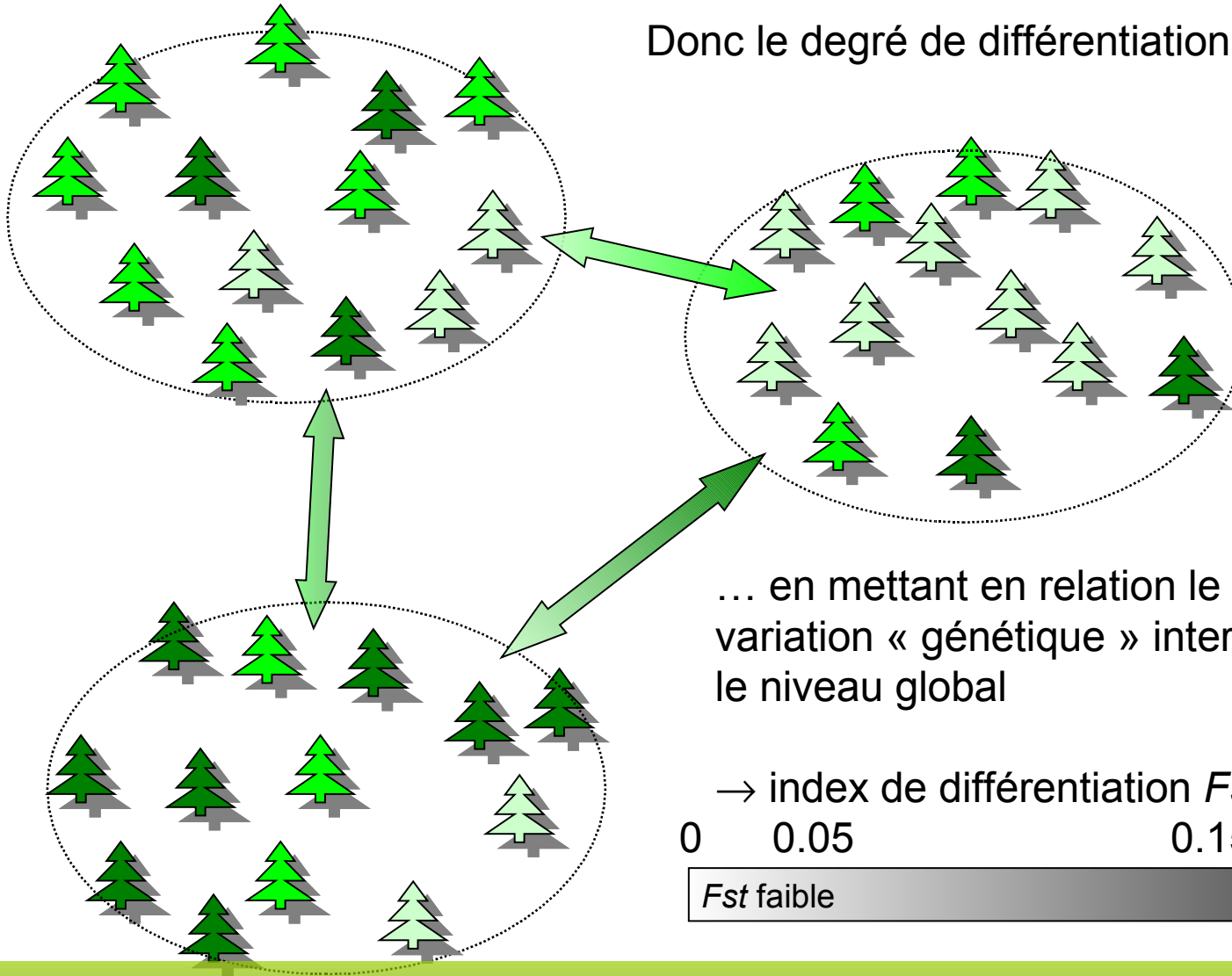


La structure comme « empreinte » :

- de la géographie, du climat, de l'évolution
- de l'activité humaine

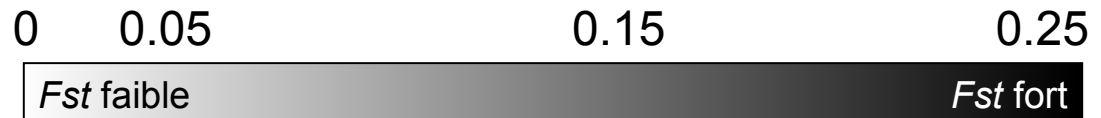
Comment quantifier la structure ?

Donc le degré de différenciation peut être quantifié:

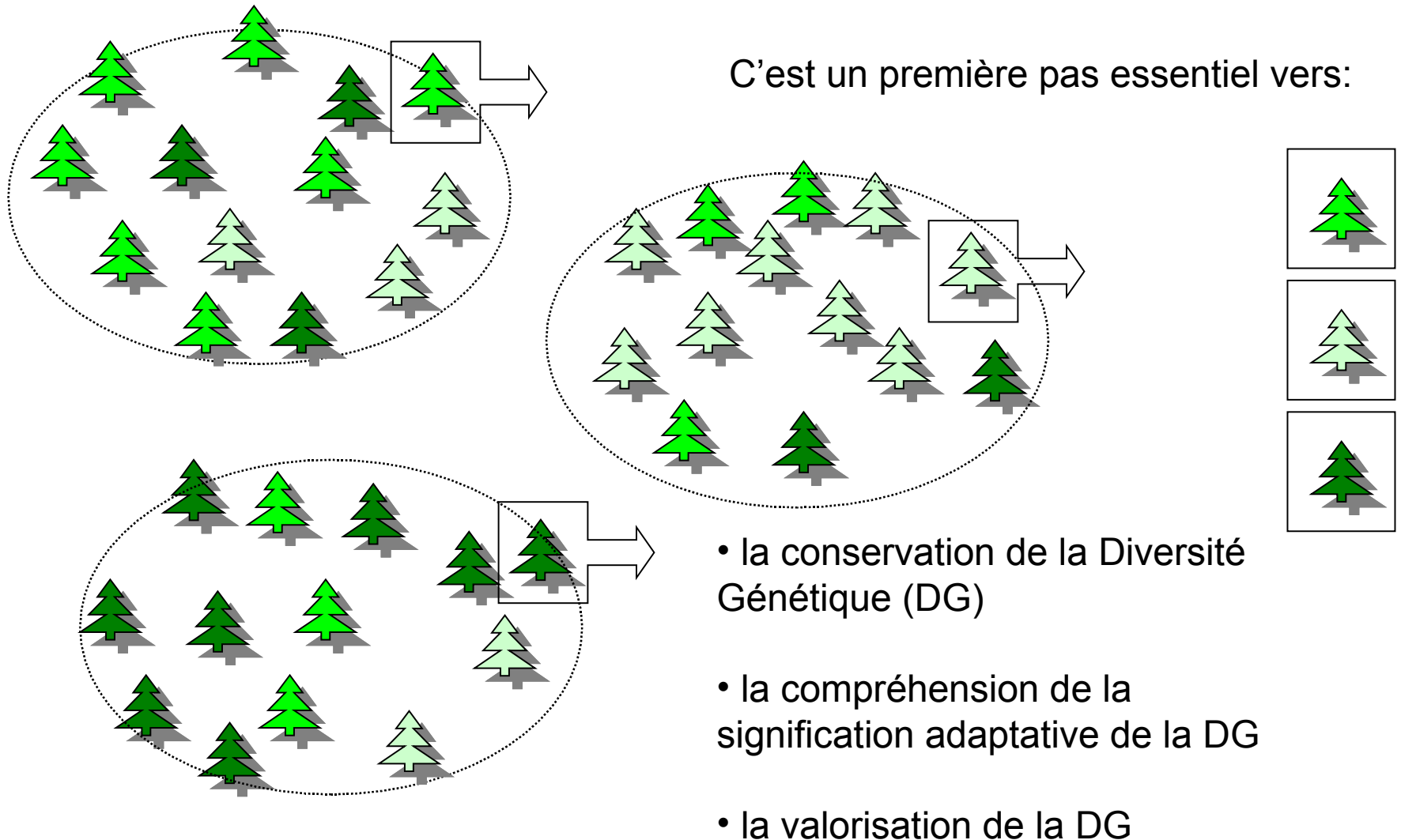


... en mettant en relation le niveau de variation « génétique » inter-population avec le niveau global

→ index de différenciation F_{st}



Pourquoi la structure génétique est-elle importante?

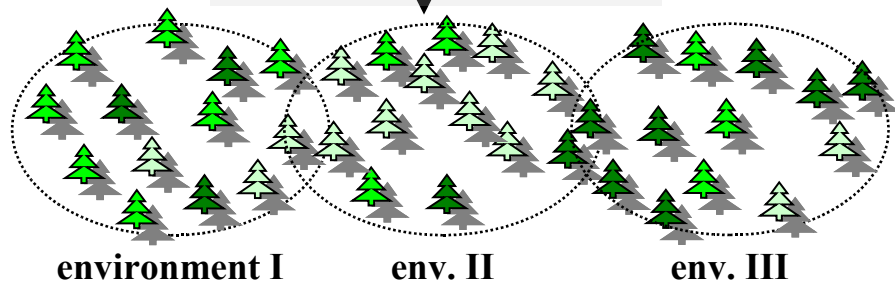


modèle d'évolution

[Bataillon et al, 1996; Le Corre & Kremer, 2003]

Initial population,
in mutation drift
equilibrium

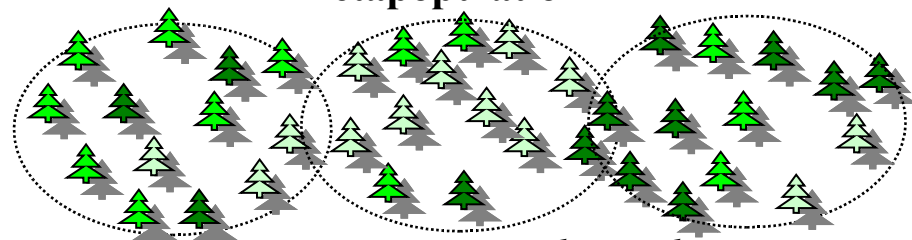
sampling with replacement



⚙ mutation, drift,
migration and selection

5000 generations

metapopulation



sampling without
replacement

base collection

Estimation differentiation
genetique (F_{ST})

core collections

modèle d'optimisation

[Brachet, Mariette & Sanchez, sous presse]

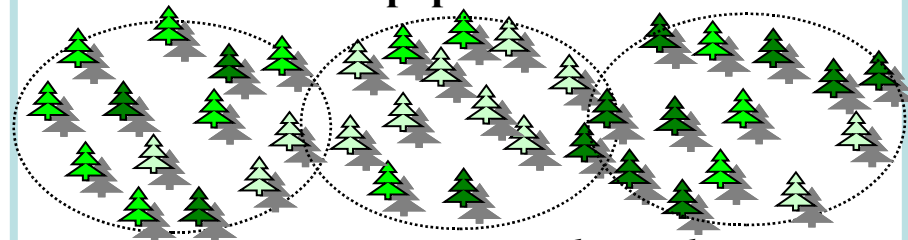
Differentiation
 F_{ST} *a priori*

"Gene pool"

optimisation
(simulated annealing)

⚙ implicit
mutation, drift,
migration and
selection

metapopulation

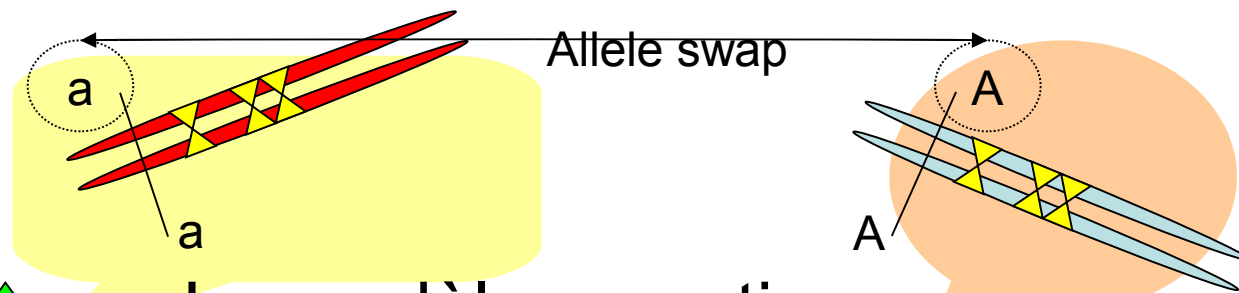


sampling without
replacement

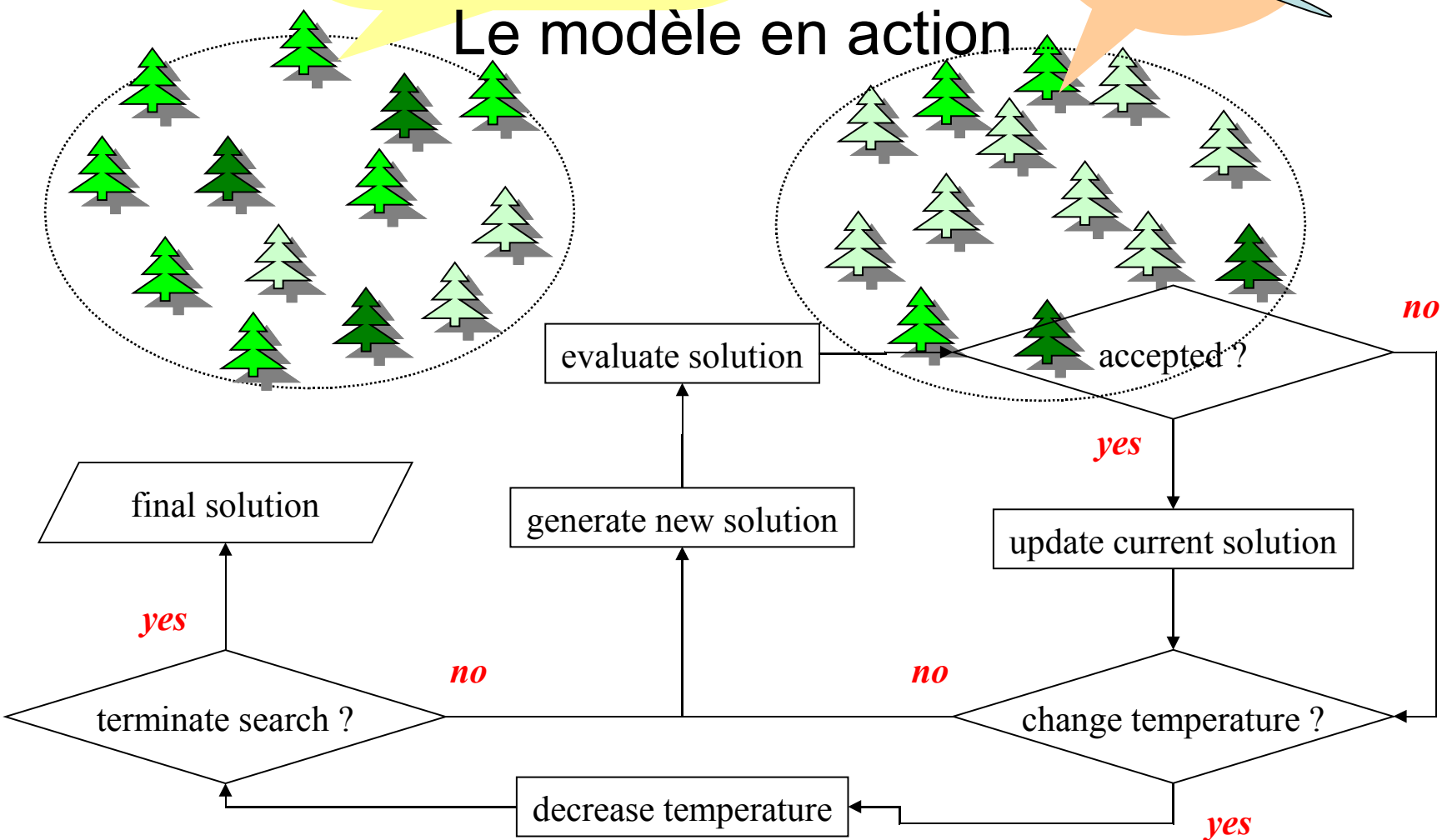
base collection

Estimation differentiation
genetique (F_{ST})

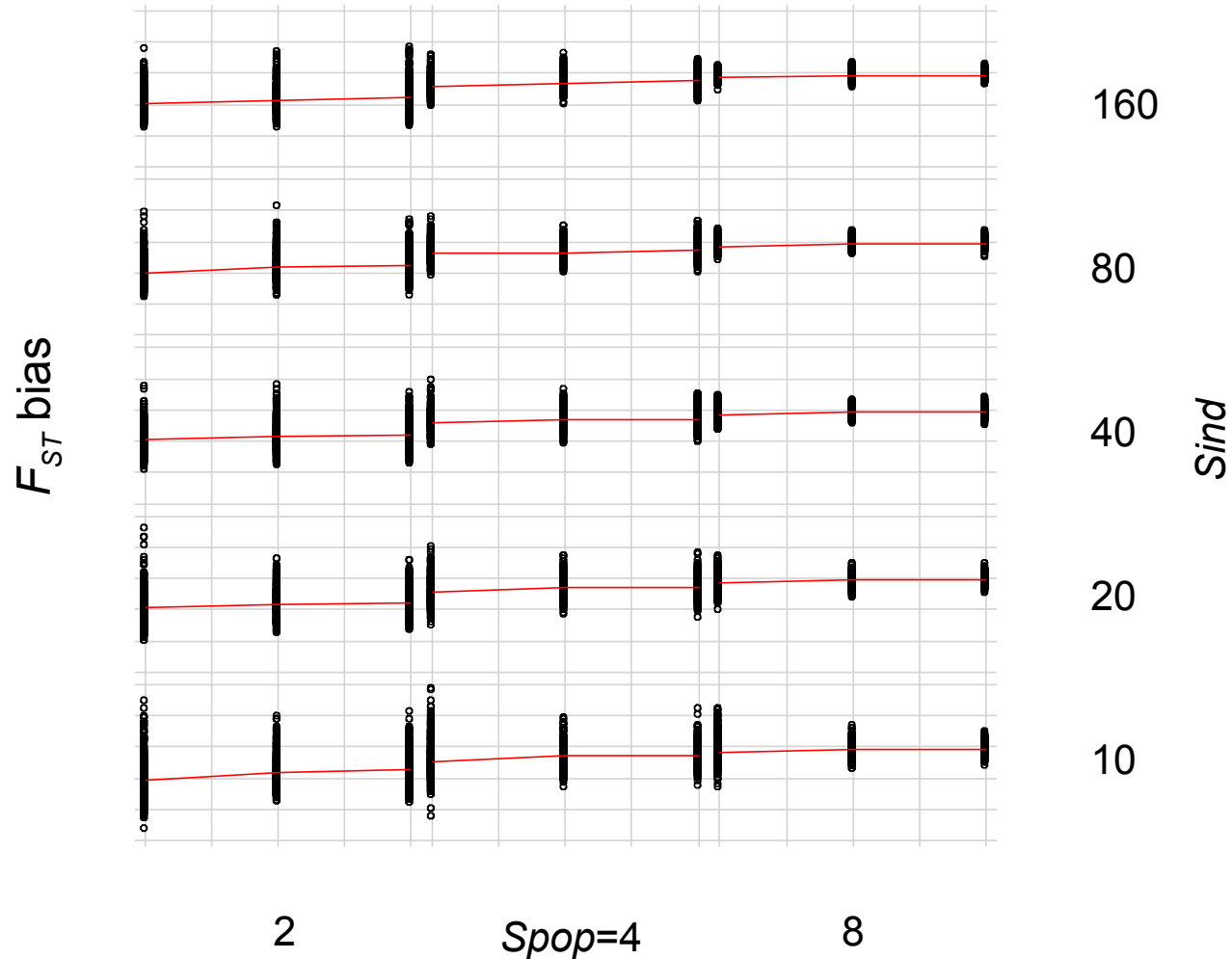
core collections



Le modèle en action



Structure génétique et échantillonnage



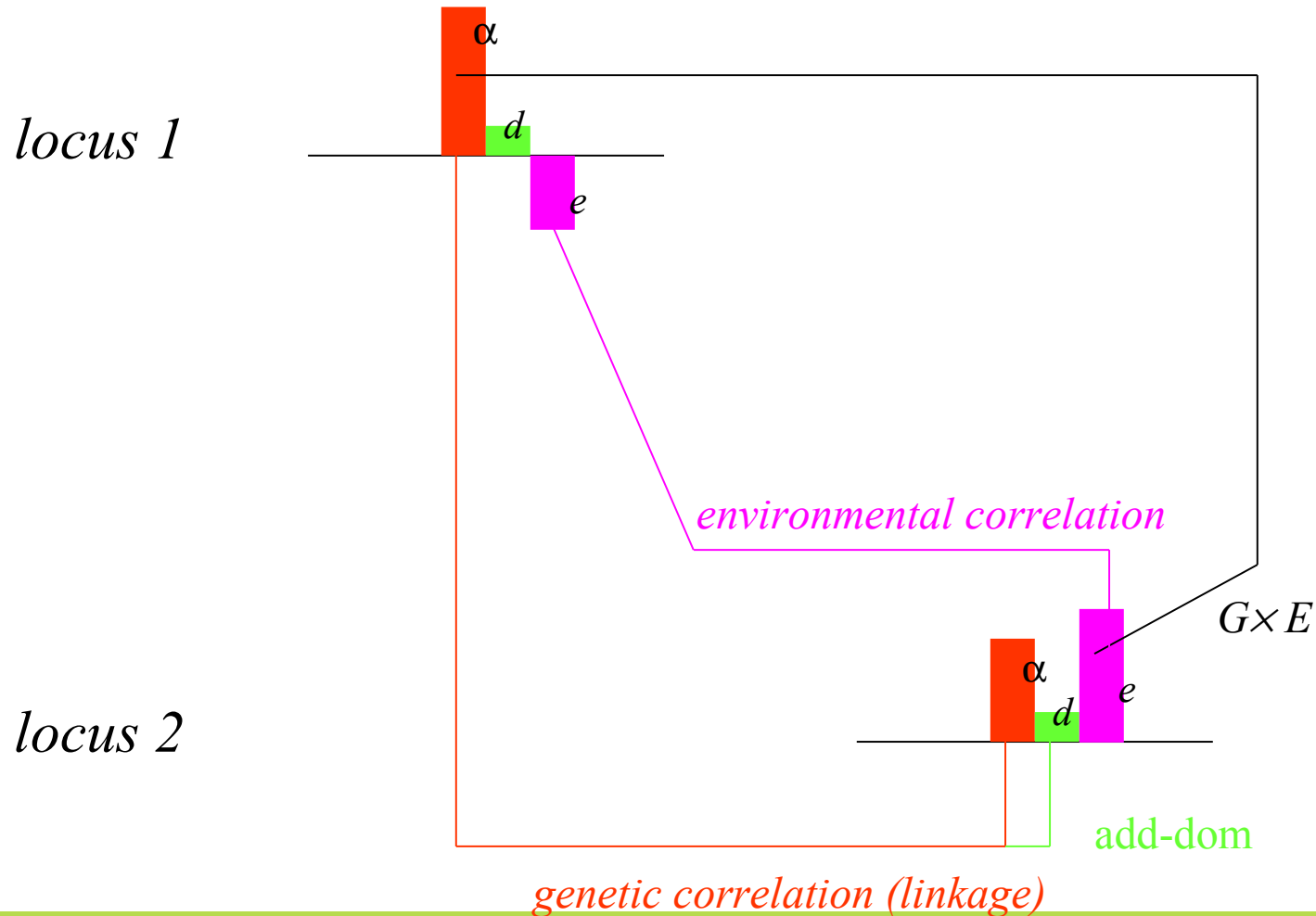
[Brachet, Mariette & Sanchez, sous presse]

Les caractères génétiquement corrélés

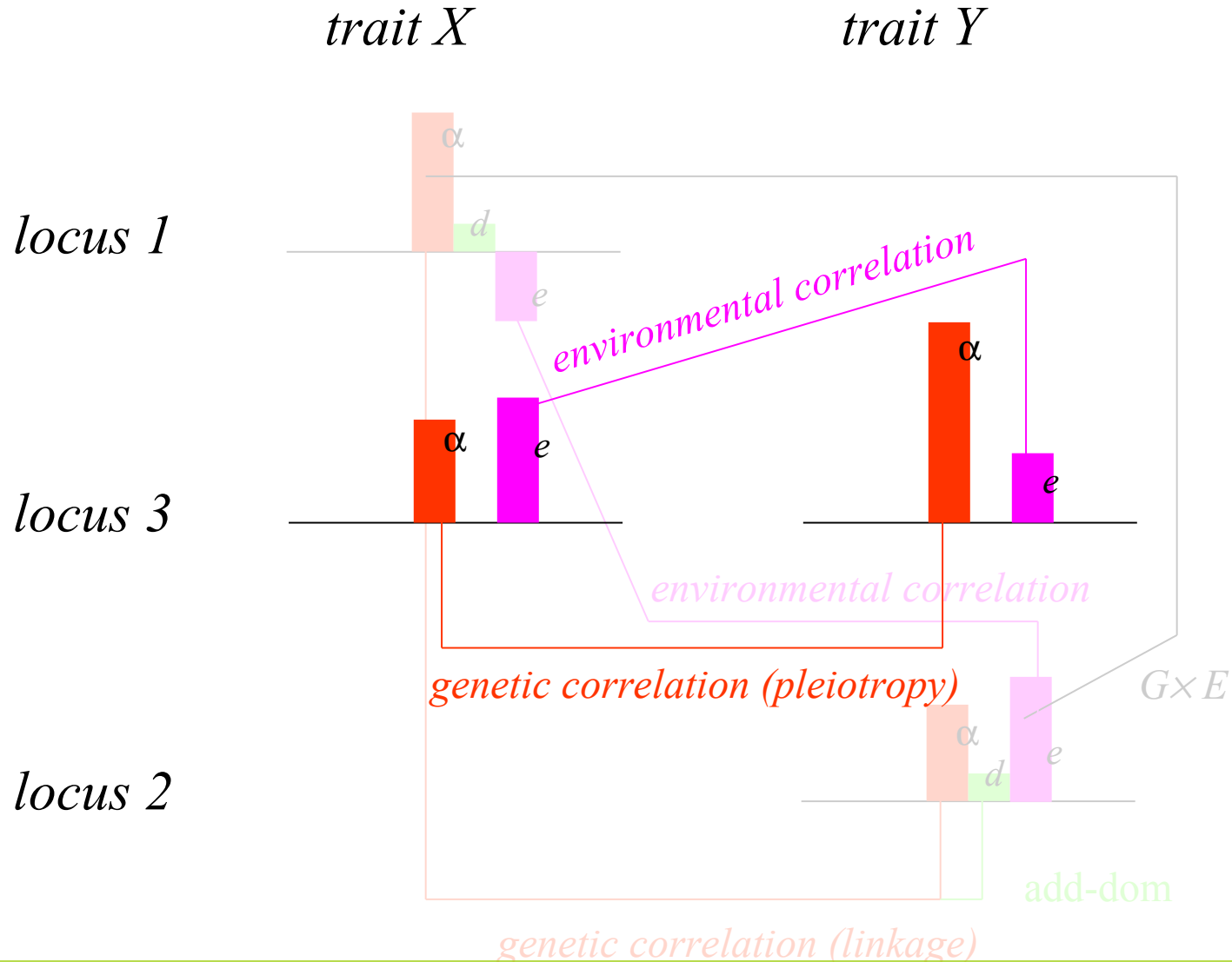
Les caractères génétiquement corrélés

 $\text{trait } X$

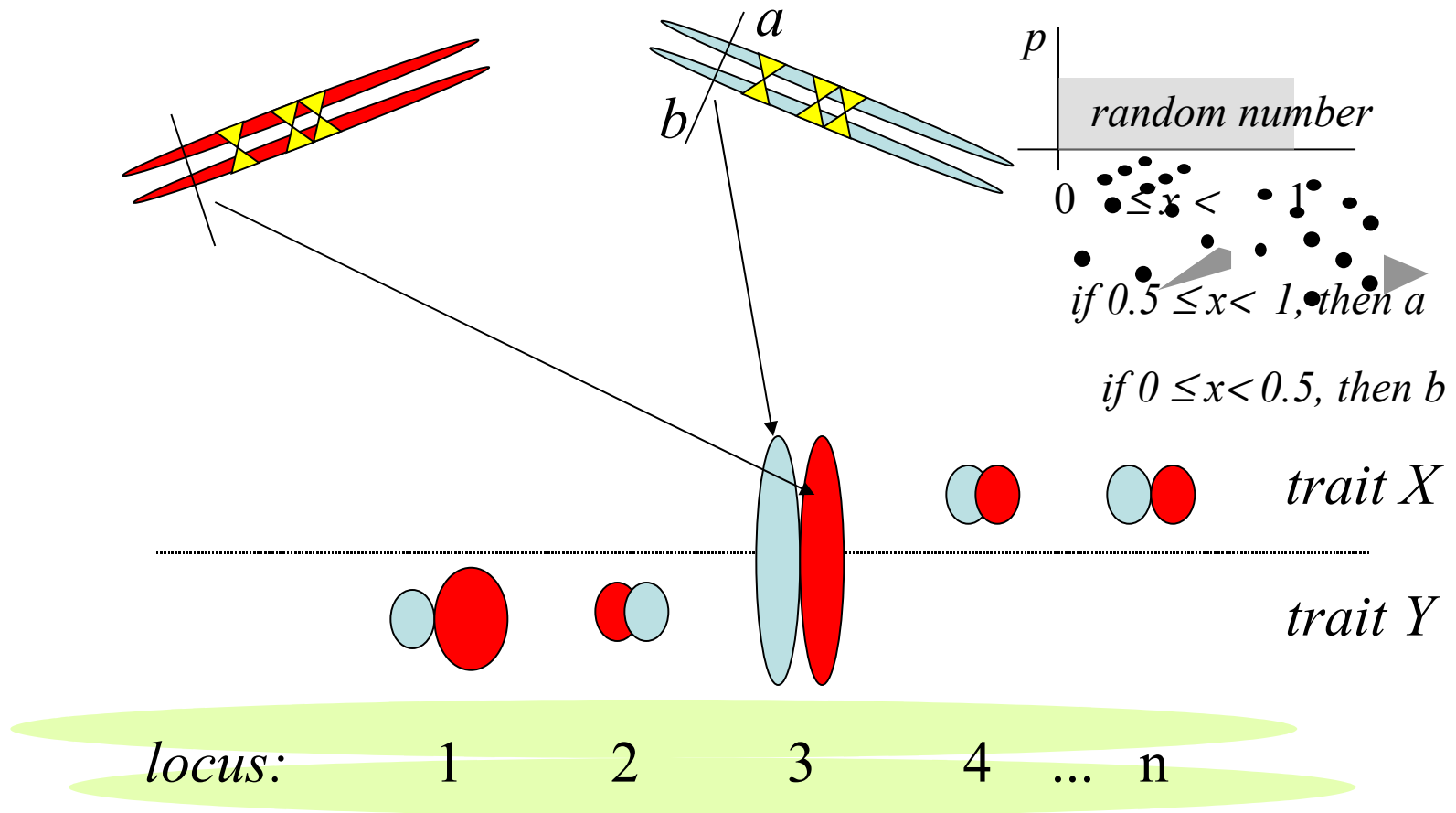
```
trait Y
```



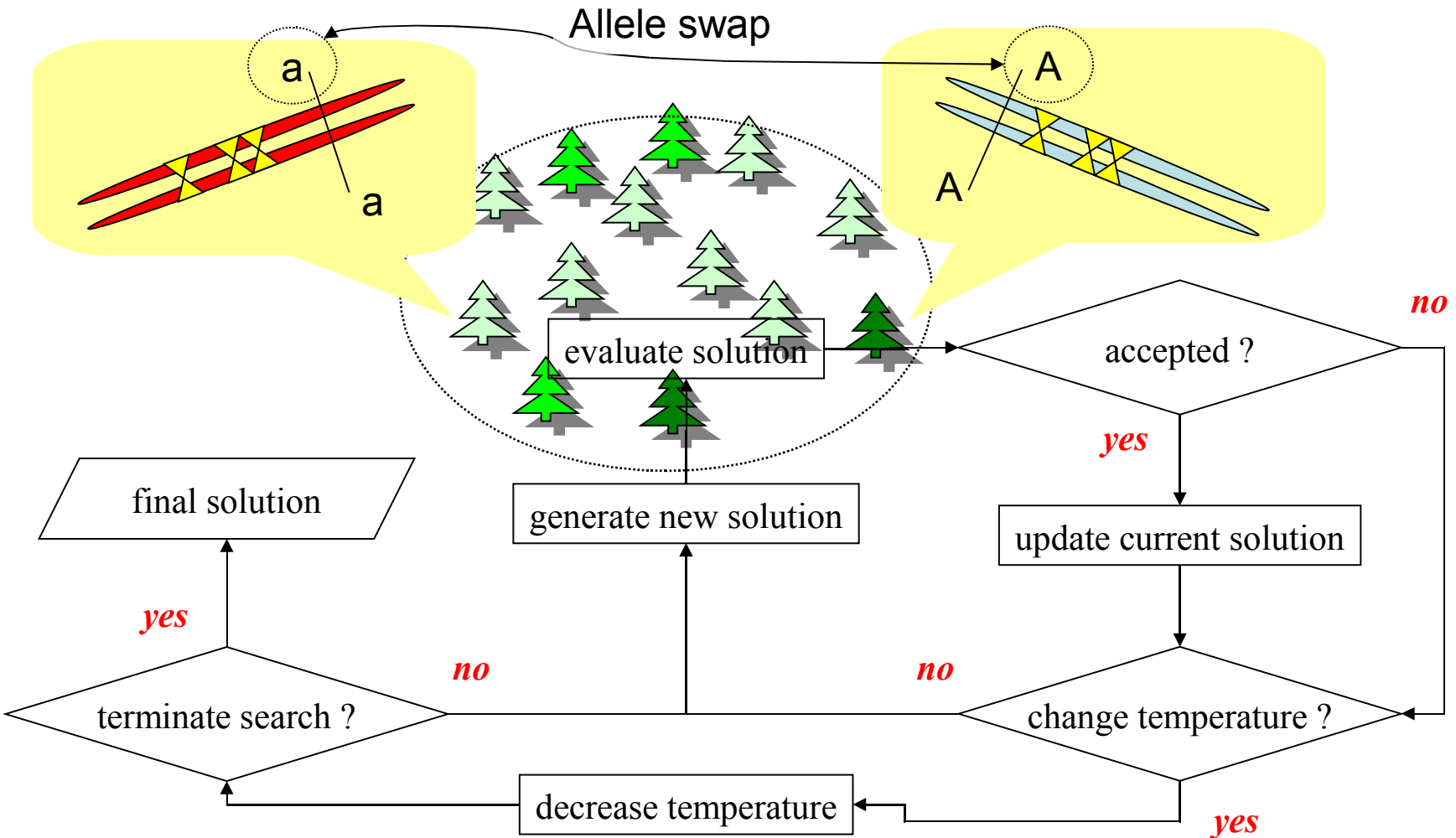
Les caractères génétiquement corrélés



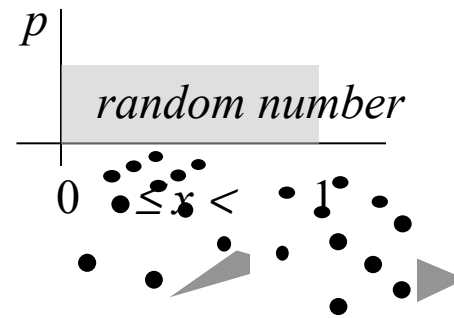
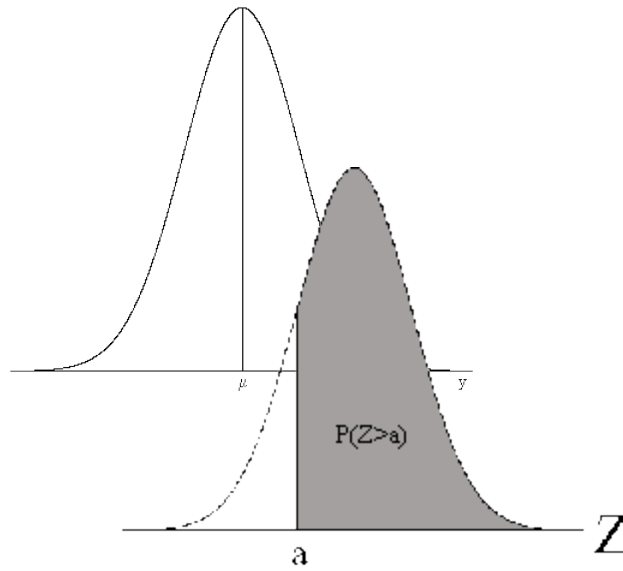
Modèle génétique et corrélation pléiotropique



Modèle génétique et corrélation LD



Modèle écart environnement



$$x = P(Z > a)$$

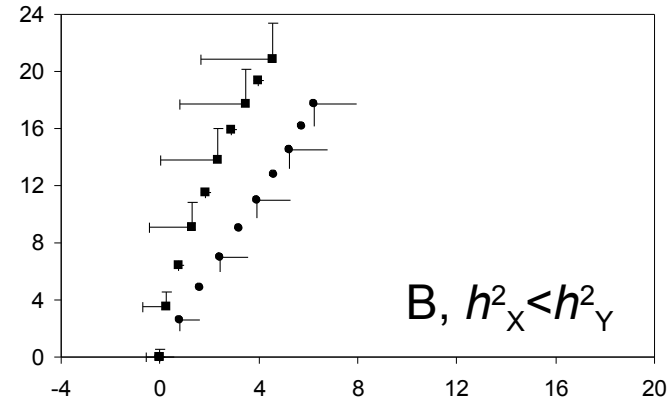
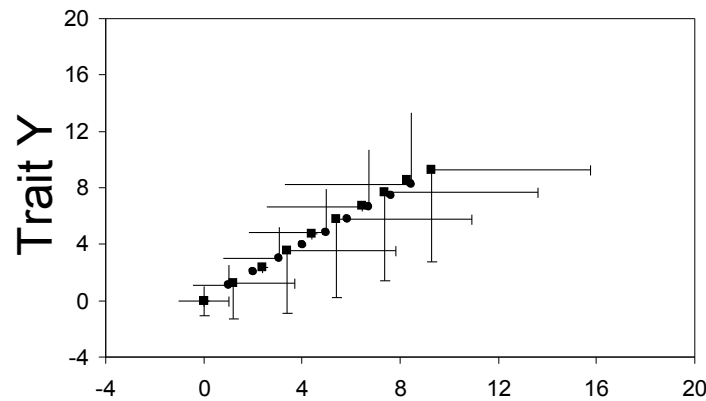
$a \rightarrow$ normal deviate

$$e = a \times (Ve)^{1/2}$$

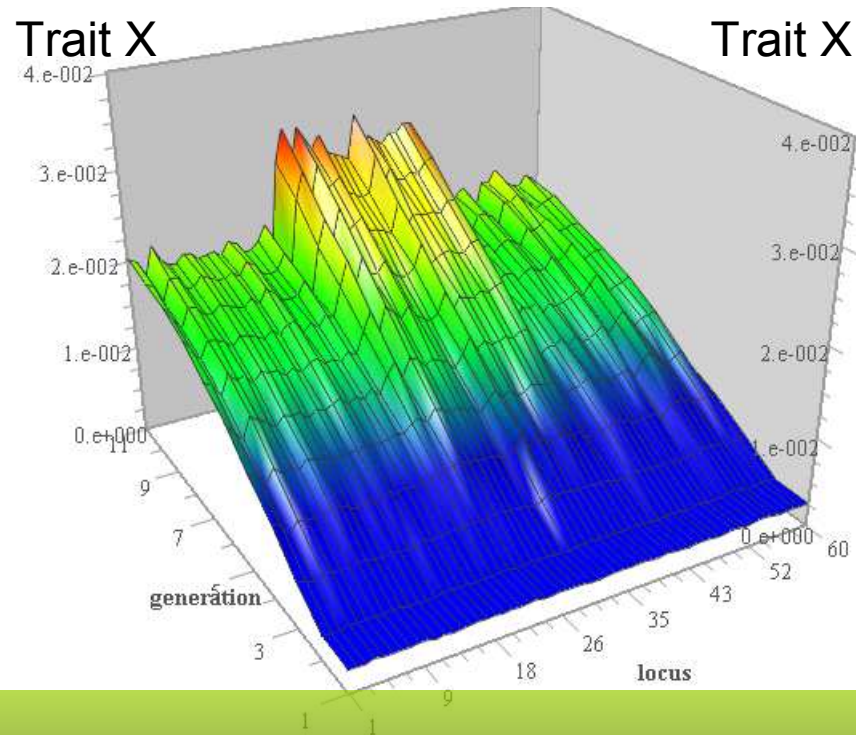
Σ genotypic values + e = phenotype

Effet de la co-sélection de caractères corrélés

[Sanchez, Yanchuk & King 2008]

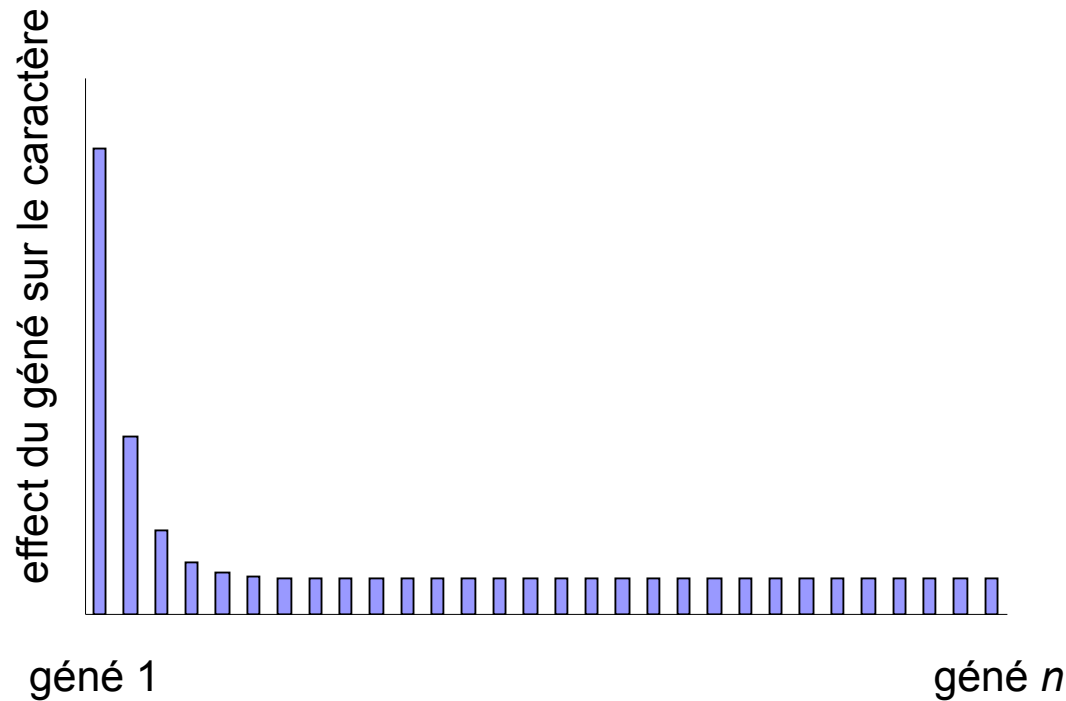


HS
IC



Grands et petits gènes

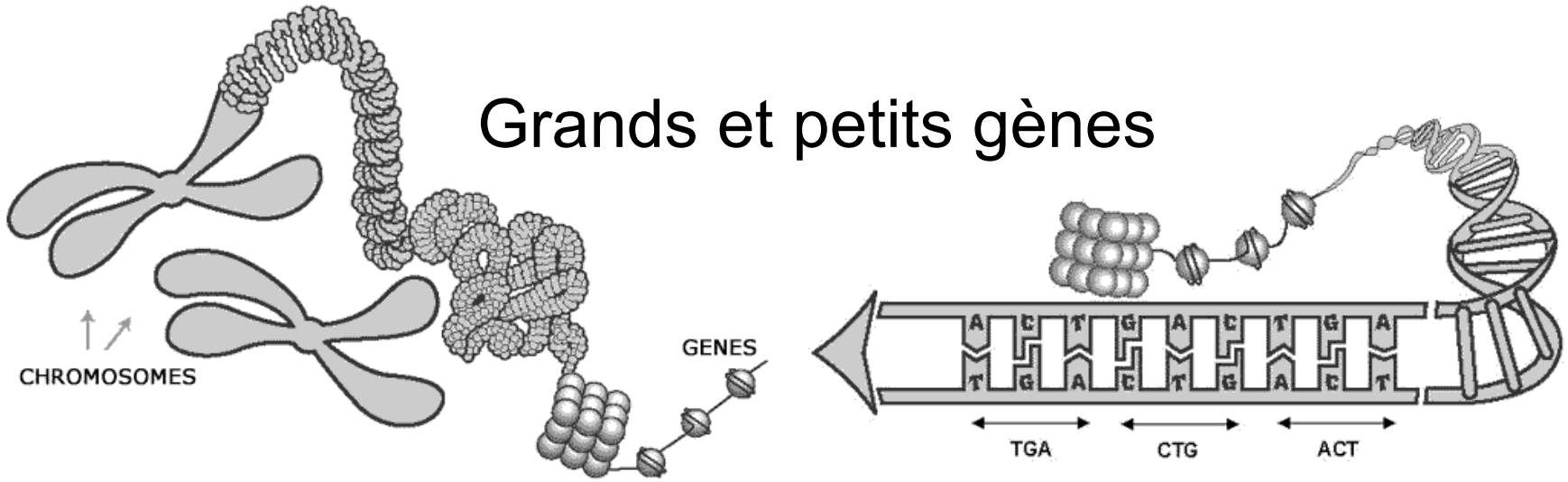
Grands et petits gènes: effets des gènes majeurs sur la variation génétique des populations sélectionnées



Trudy Mackay: « ...variation for quantitative traits is not accounted for by a very large number of loci with equal and small effects. »

Annu. Rev. Genet., 2001; 35: 303-339

Grands et petits gènes

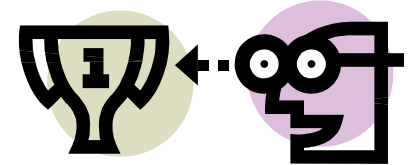
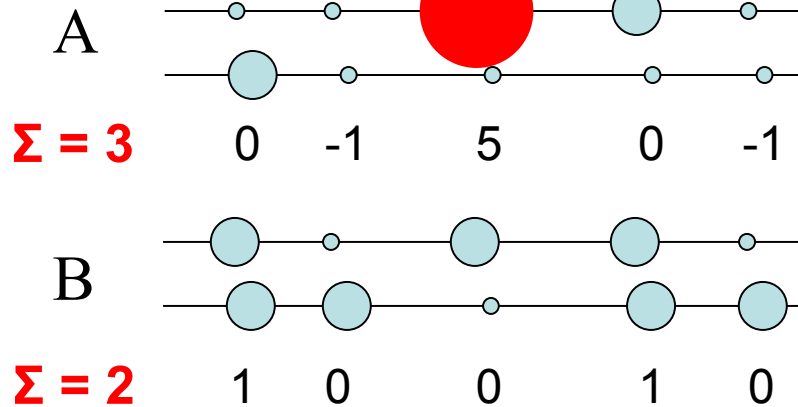


● ×5

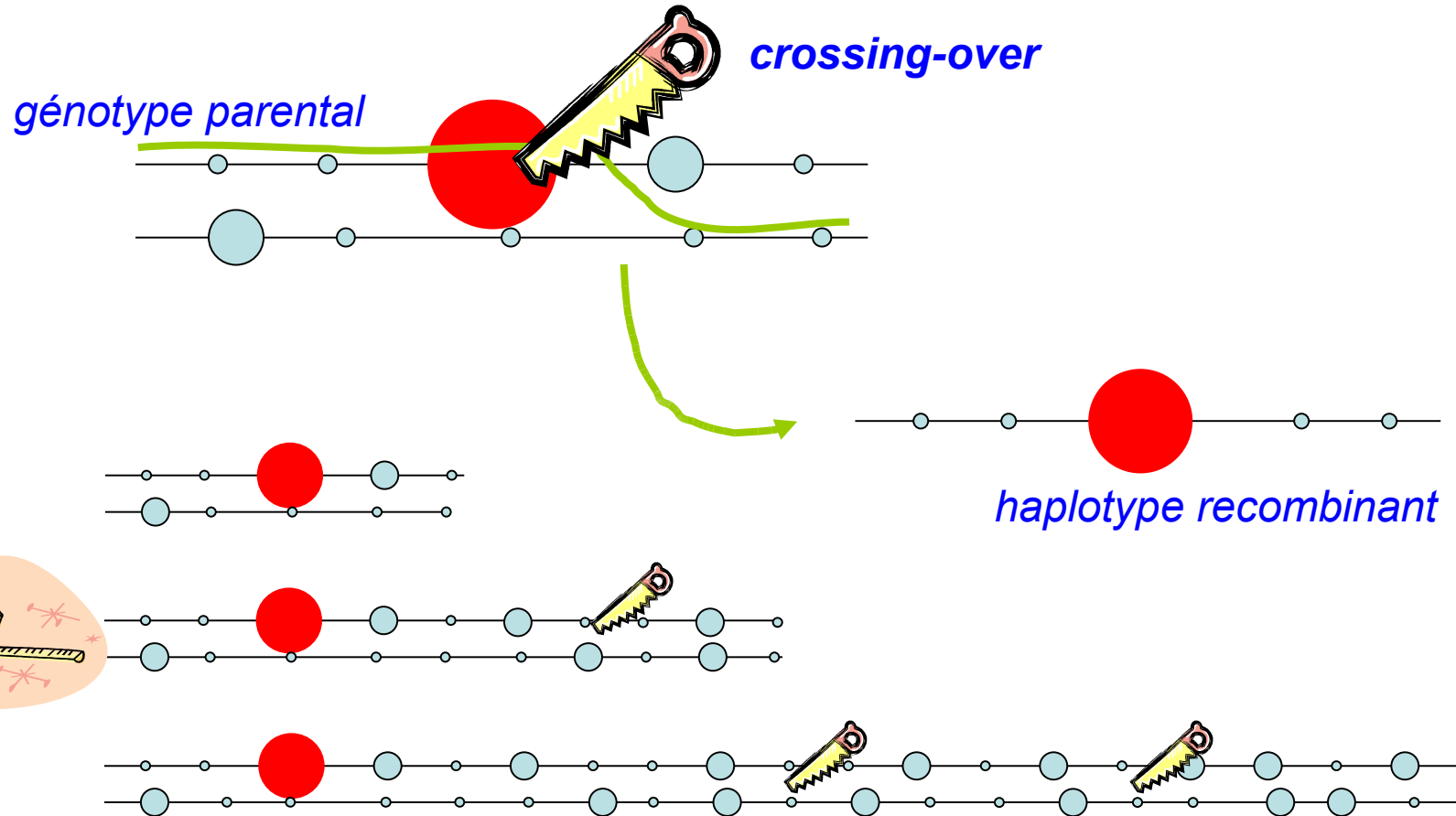
● 1

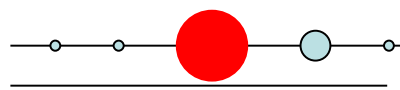
● 0

● -1

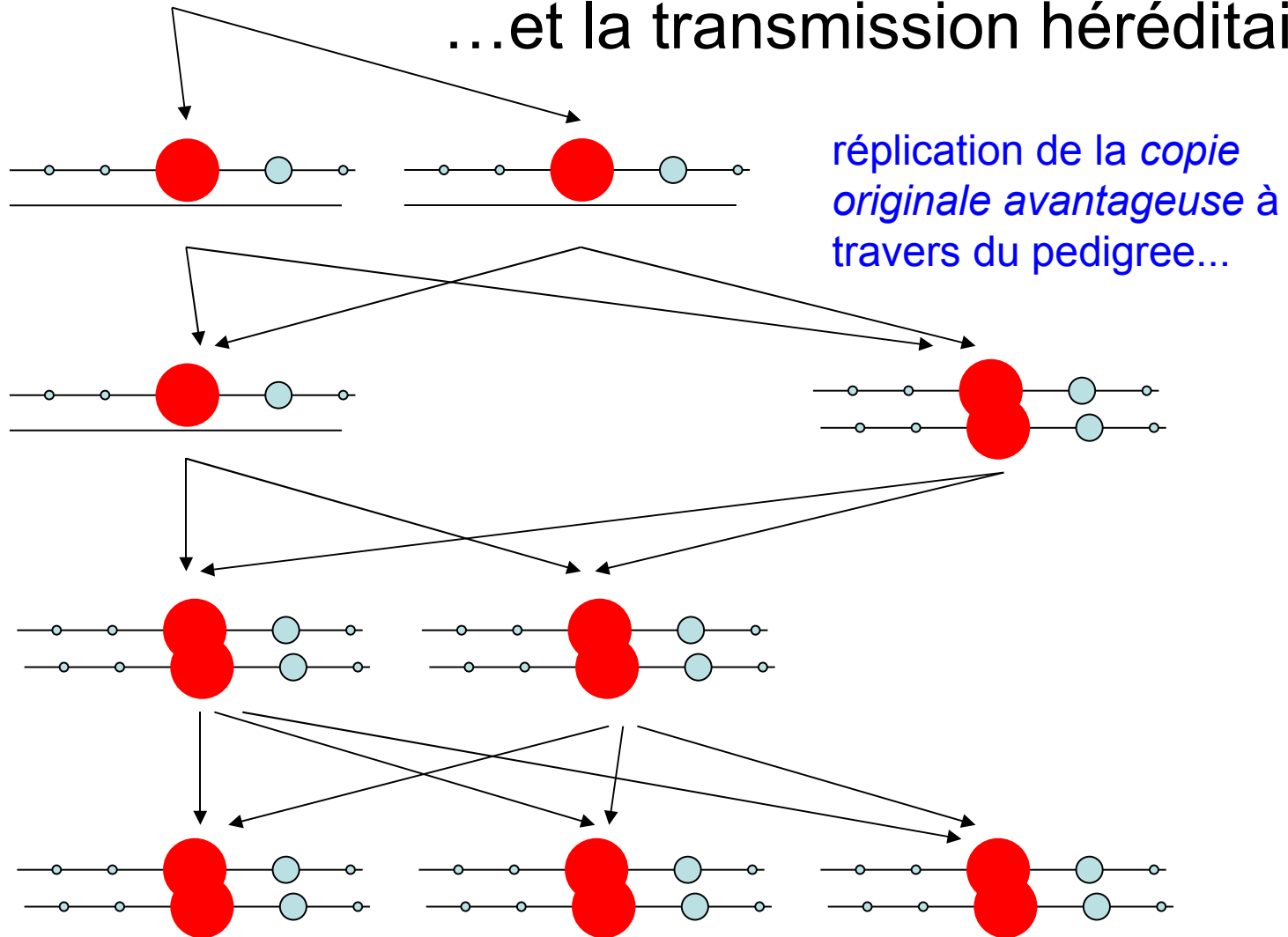


Des gènes, des distances et des liaisons





...et la transmission héréditaire



... et les *petits gènes* ont fait en attendant de *l'auto-stop* avec le *grand gène*

Conséquences de l'auto-stop de petits gènes

réduction de l'intensité de sélection des petits:

[... les “*meilleurs*” des petits ne sont pas choisis, mais ceux “*chanceux*” qui partagent le même “*véhicule avantageux*” du grand]

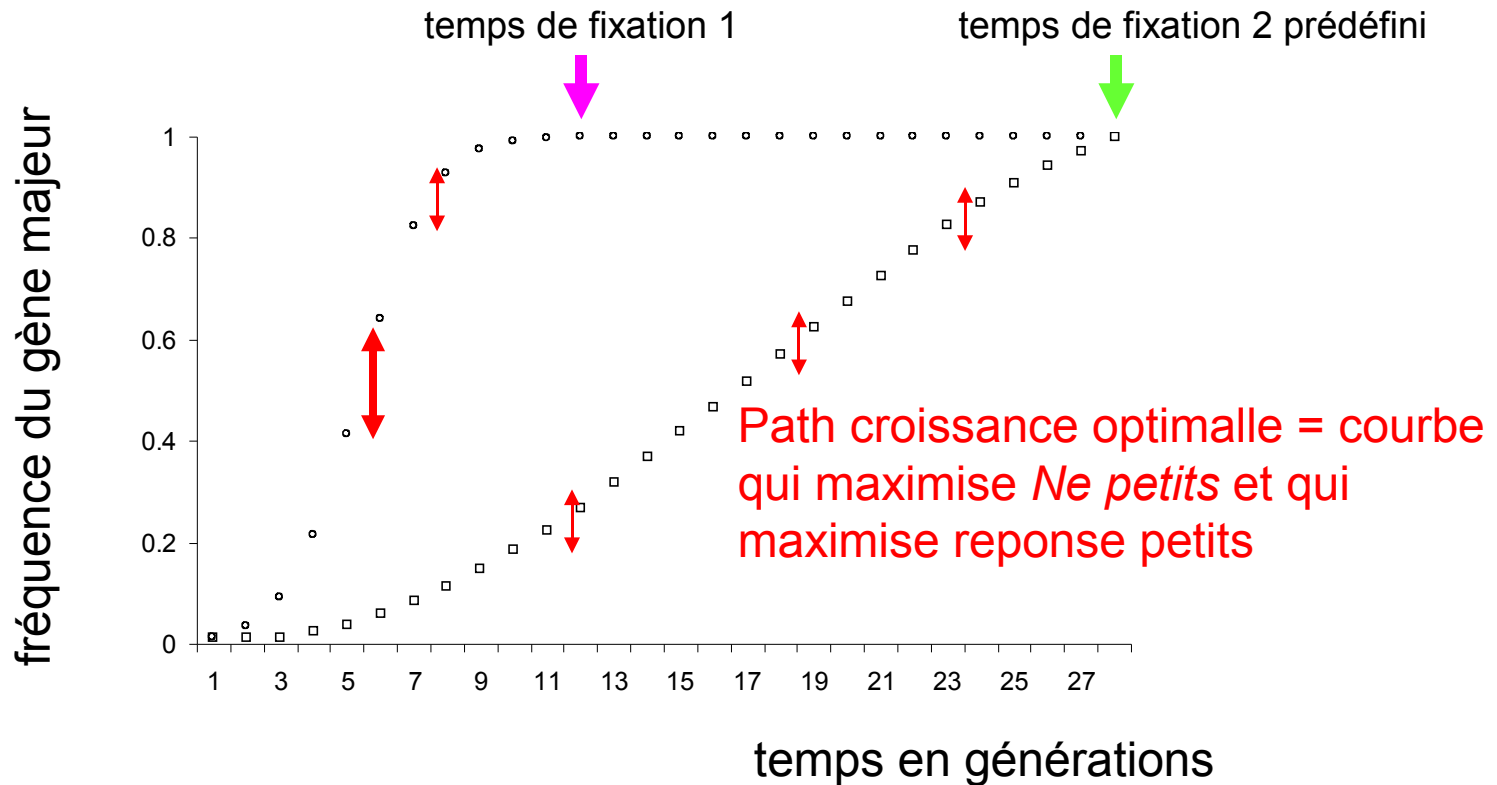
perte de la diversité génétique et l'augmentation de l'endogamie:

[... dû à partager le même “*véhicule avantageux*” du grand pendant tout le voyage, *personne* n'entre, *personne* sort]

resultat = perte de la réponse sélective à long terme des petits

les petits gènes perdent leur avantage sélectif près du gène grand, et ils se comportent en tant que gènes neutres soumis à la dérive

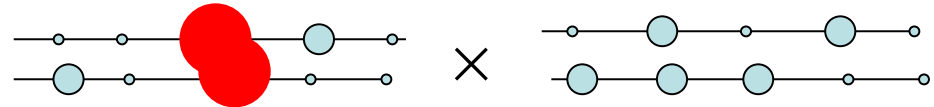
Y a t'il des solutions ? ...



[Sanchez, Santiago & Caballero 2006]

... et pour les croisements?

double porteur $\times$ meilleur non-porteur



porteur simple $\times$ 2^e meilleur non-porteur



non-porteur $\times$ non-porteur



Pattern de croisements optimale qui favorise le *crossing-over* entre gène grand et meilleurs voisins

...

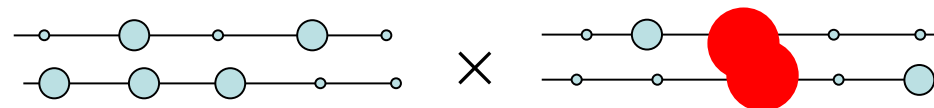
non-porteur $\times$ non-porteur



2^e meilleur non-porteur $\times$ porteur simple

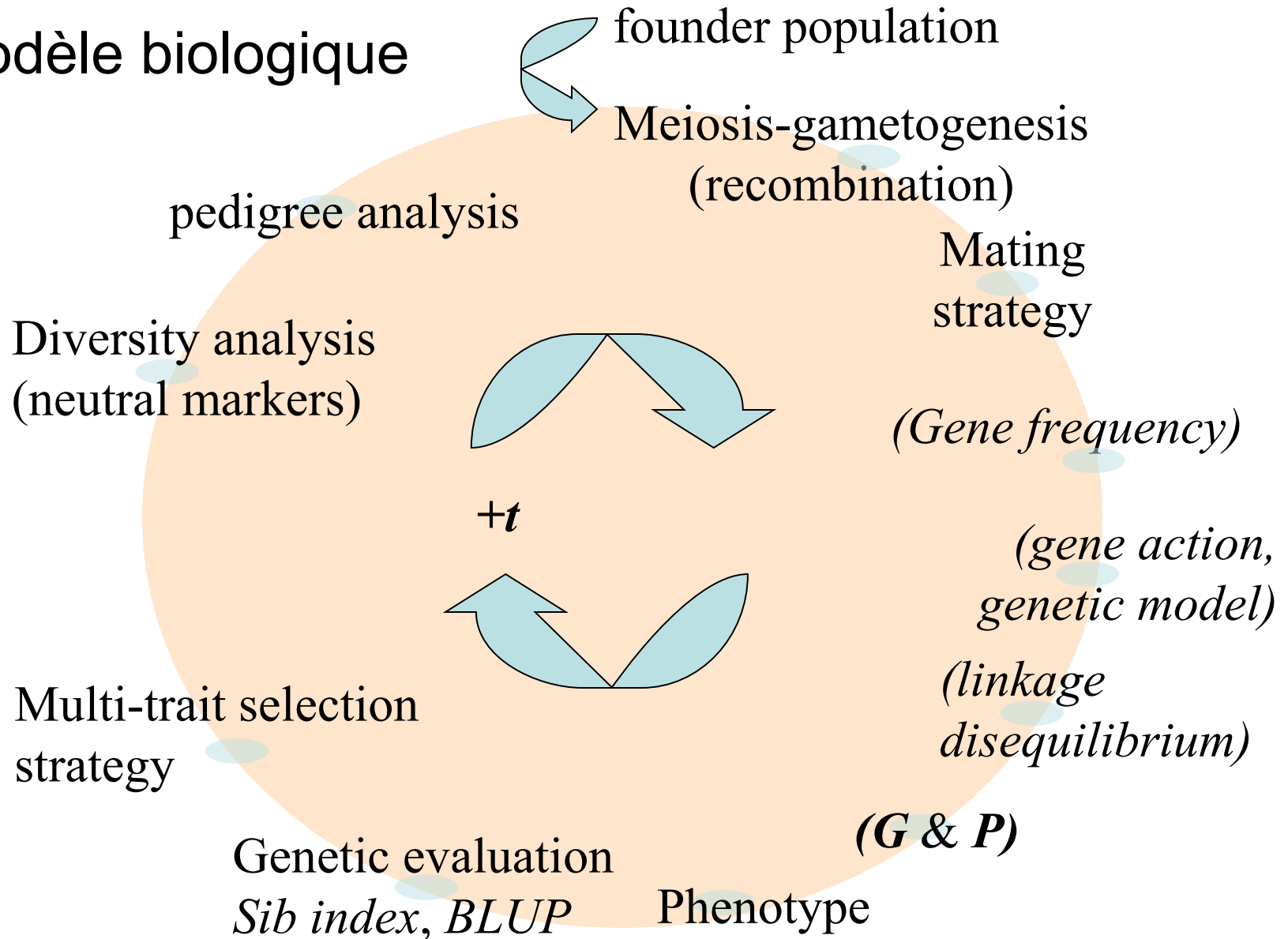


meilleur non-porteur $\times$ double porteur

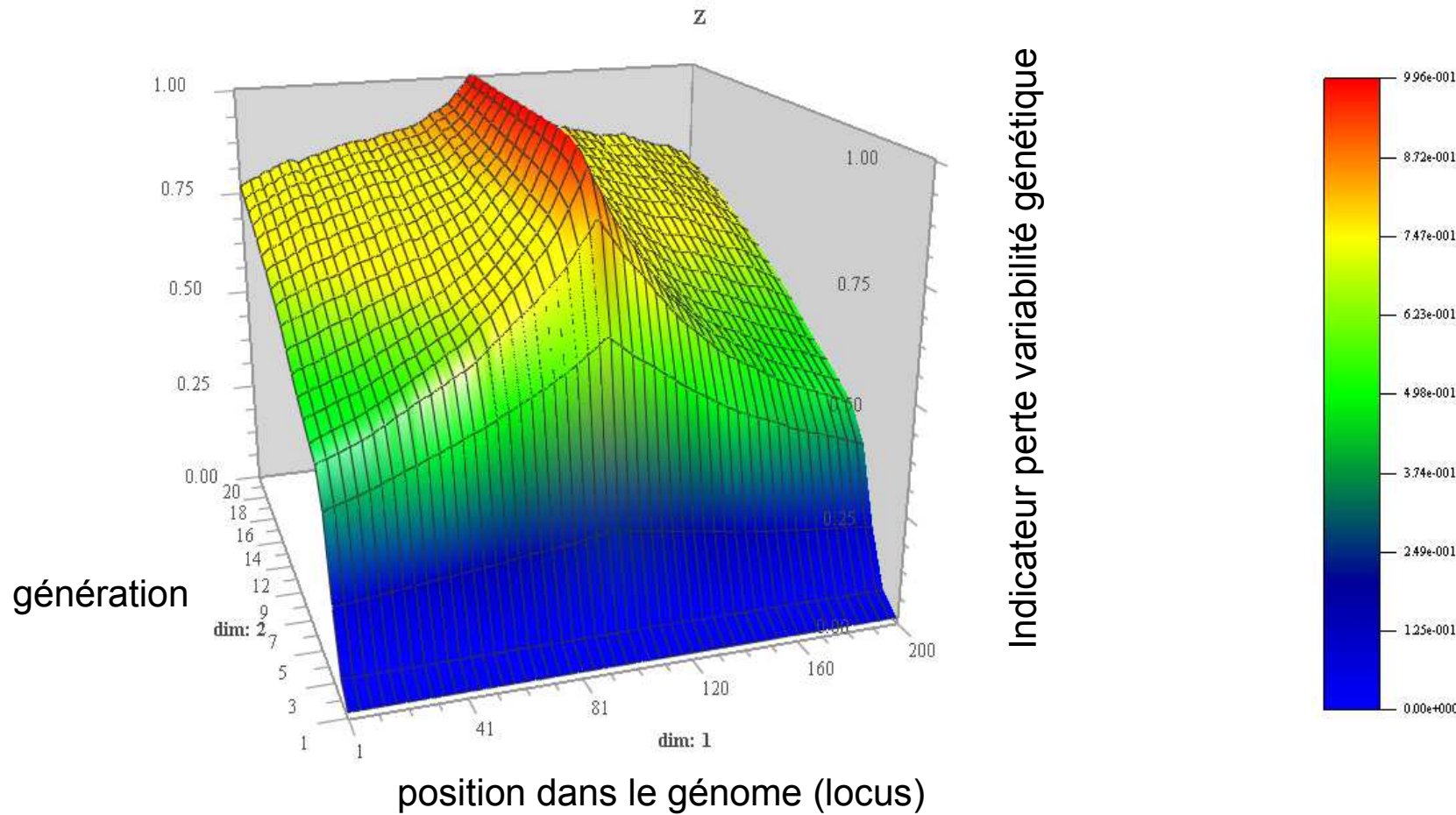


[Sanchez, Santiago & Caballero 2006]

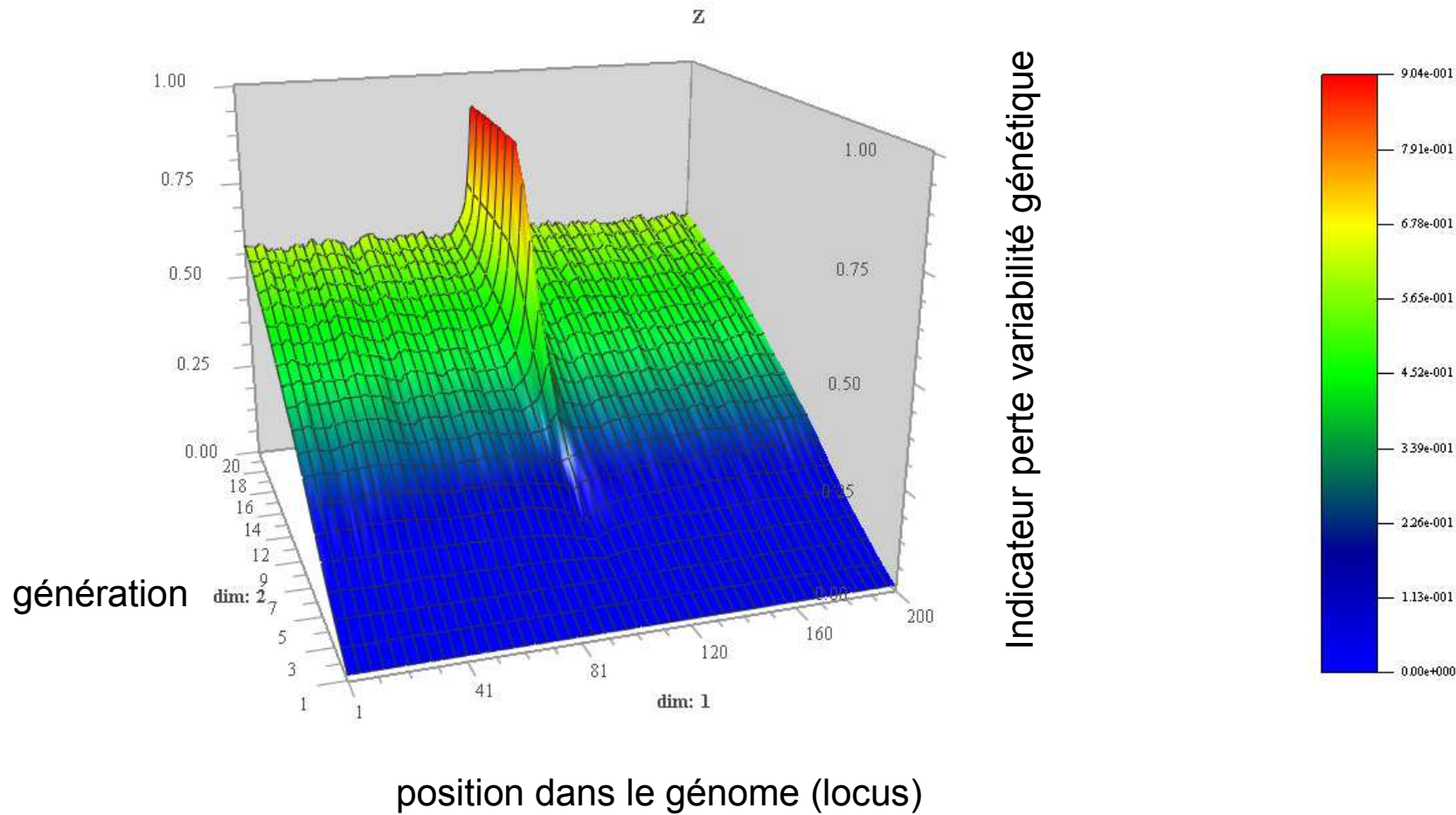
Modèle biologique



Effet de sélection d'un gène majeur (sans contraintes) sur le voisinage



Effet de sélection d'un gène majeur (avec système optimisé) sur le voisinage



D'autres travaux au sein de notre Unité de Recherches nécessitant de la simulation (et de l'expertise extérieur...)

- Gestion optimale de ressources génétiques au sein des populations
Techniques d'optimisation multi contraintes et multi fonctions
- Plasticité phénotypique
Construction de réseau de gènes