

## TD de génétique quantitative:

### Probleme:

1. Chez une plante, la hauteur varie de 6 à 36 cm. Lorsque l'on croise des plantes de 6 cm avec des plantes de 36 cm, toutes les plantes  $F_1$  ont une hauteur de 21 cm. Dans la génération  $F_2$ , on observe une variation continue de la hauteur. La plupart des plantes mesurent environ 21 cm et 3/200 ont une taille identique au parent  $P_1$  de 6 cm.

a. Quel est le type d'hérédité illustré ici et combien de gènes sont impliqués dans la transmission de ce caractère ?

### Réponse :

L'exemple ci-dessus montre une hérédité polygénique pour un caractère à variance continue dont les allèles contribuent de manière additive au phénotype. Le rapport 3/200 en  $F_2$  permet de déterminer le nombre de gènes impliqués. Ce rapport est équivalent à  $1/66.7$ , très proche de  $1/64$ . Si on utilise la formule  $1/4^n = 1/64$  (ou  $1/64$  est égal à la proportion, en  $F_2$ , de phénotypes aussi extrêmes que n'importe quel parent  $P_1$ ). Comme  $n = 3$ , on peut conclure que 3 gènes sont impliqués.

b. Quelle est la contribution relative de chaque allèle additif à la hauteur ?

### Réponse :

la variation entre les deux phénotypes extrêmes est de :

$$36 - 6 = 30 \text{ cm.}$$

Comme il y a six allèles additifs potentiels ( $AABBCC$ ), chacun contribue pour  $30/6 = 5$  cm à la hauteur de base de 6 cm qui est le résultat lorsqu'aucun des allèles additifs n'est présent ( $aabbcc$ ).

c. Donner tous les génotypes possibles qui produiront des plantes de 31 cm.

**Réponse :**

tous les génotypes qui auront 5 allèles additifs produiront des plantes de 31 cm (5allèles x 5 cm + 6 cm de base = 31cm).

Les génotypes *AABBcc*, *AABbCC*, *AaBBCC* produiront des plantes d'une hauteur de 31 cm.

d. Dans un croisement différent de la F<sub>1</sub> mentionnée précédemment, une plantes de phénotypes et de génotype inconnus a été croisée par test-cross et donne les résultats suivants :

¼ 11cm

2/4 16cm

¼ 21cm

Un étudiant de génétique astucieux réalise que la plante inconnue ne peut avoir qu'un seul phénotype, mais peut avoir 3 génotypes, quels sont-ils ?

**Réponse :**

lorsqu'une plante est soumise à un test-cross c'est-à-dire croisée avec un génotype *aabbcc*, elle peut contribuer pour 1, 2 ou 3 allèles additifs et donner les 3 phénotypes dans la descendance. Comme aucune plante de 6cm n'est observée dans le résultat, le parent inconnu ne peut pas avoir tous les allèles non additifs (c'est-à-dire *abc*). Seules les plantes homozygotes pour un locus et hétérozygotes pour les deux autres peuvent générer ce résultat. Le parent inconnu peut donc avoir l'un ou l'autre des 3 génotypes suivants :

*AABbCc*

*AaBbCC*

*AaBBcc*

Par exemple, pour le premier génotype (*AABbCc*) on aura :

*AABbCc* x *aabbcc*

¼ *AaBbCc* 21 cm

¼ *AaBbcc* 16cm

¼ *AabbCc* 16cm

$\frac{1}{4} Aabbcc$  11cm

Ce qui correspond aux rapports observés.

2. Les résultats donnés dans le tableau page 635 représentent des longueurs d'épis de maïs.

Pour chaque lignée parentale et pour la génération  $F_1$ , calculez la moyenne de la longueur des épis.

Réponse : les valeurs moyennes peuvent être calculées comme suit :

$$\bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n} P_A : \bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n} = \frac{378}{57} = 6.63$$

$$P_B : \bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1697}{101} = 16.80$$

$$F_1 : \bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n} = \frac{836}{69} = 12.11$$

3. Pour les plants de maïs décrits dans le problème 2, comparez la moyenne obtenue pour la  $F_1$  avec celle des deux autres parents. Cela vous renseigne-t-il sur le type d'action génique impliqué ?

Réponse : la moyenne de la  $F_1$  (12.11) est environ égale à la demi-somme des valeurs des 2 parents 6.36 et 16.80. ceci indique que les gènes impliqués ont probablement un effet additif.

4. La moyenne et la variance de la longueur de la corolle dans deux lignées fortement homozygotes de tabac (*Nicotiana*) et leur descendance sont données ci après :

Un parent ( $P_1$ ) a des corolles courtes et l'autre parent ( $P_2$ ) à des corolles longues. Calculez l'hérédité au sens large ( $H^2$ ) de la corolle chez cette plante.

<b>souche</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	<b>Variance (mm)</b>
$P_1$ [courte]	40.47	3.12
$P_2$ [longue]	93.75	3.87
$F_1$ [ $P_1 \times P_2$ ]	63.90	4.74
$F_2$ [ $F_1 \times F_2$ ]	68.72	47.70

**Réponse :** la formule pour estimer l'héritabilité au sens large est  $H^2 = V_G/V_P$ , où  $V^G$  et  $V_P$  sont respectivement les variances génériques et phénotypiques. Le principal objectif de ce problème est d'estimer la valeur de deux composantes de variation phénotypique : facteurs génétiques et environnementaux.  $V_P$  est une mesure combinée de la variance génétique et environnementale. comme les deux parents sont des lignées pures, on peut estimer qu'ils sont homozygotes et leurs variances de 3.12 et 3.87 peuvent être considérées comme le résultat de l'influence environnementale. La moyenne de ces deux valeurs est de 3.50. la  $F_1$  est, elle aussi, génétiquement homogène et donne donc une valeur supplémentaire de l'impact des facteurs environnementaux. En faisant la moyenne de cette valeur moyenne parents on obtient :

$$\frac{4.74 + 3.50}{2} = 4.12$$

Nous obtenons ainsi une bonne idée de l'impact environnemental sur le phénotype. La variance phénotypique dans la  $F_2$  est la somme des composantes génétique  $P_1$  et environnementale ( $V_E$ ). nous avons déjà estimé la variance environnementale à 4.12 la valeur 47.70 moins 4.12 nous donne donc une estimation de  $V_G$  (43.58). L'héritabilité devient alors 43.58/47.70 soit 0.91. cette valeur, donnée en pourcentage, indique que 91% de la variation de la longueur de la corolle est due à une influence génétique.

	Longueur de l'épi en cm																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Parent A	4	21	24	8													
Parent B									3	11	12	15	26	15	10	7	2
$F_1$					1	12	12	14	17	9	4						

## Problèmes et sujets de réflexion :

1. Quelle est la différence entre une variation continue et une variation discontinue ? quel est le type de variation le plus attendu dans une situation d'hérédité polygénique ?
2. Définissez les termes suivants : (a) polygène, (b) allèles additifs, (c) corrélation, (d) vrais jumeaux et faux jumeaux, (e) héritabilité et (f) QTL.
3. Une plante homozygote avec des fleurs de 20 cm de diamètre est croisée avec une plante homozygote de la même espèce dont les fleurs font 40 cm de diamètre. La  $F_1$  ont toutes des fleurs de 30 cm de diamètre. Dans la génération  $F_2$ , sur 514 plante, 2 ont des fleurs de 20 cm de diamètre, 2 ont des fleurs de 40 cm de diamètre et les 510 plantes restantes ont des fleurs de diamètre intermédiaire.
  - a. Si on considère que les allèles impliqués ont une action additive, combien de gènes contrôlent le diamètre de la fleur chez cette plante ?
  - b. Quelle est la distribution des diamètres de fleurs pourrait-on espérer dans la descendance d'un back-cross entre une plante  $F_1$  et une plante parentale à fleurs larges (40 cm) ?
  - c. Calculez la moyenne, la variance et l'écart-type pour le diamètre de la fleur dans la descendance du back-cross évoquée en (b).
4. Une lignée de blé à grains couleur rouge foncé est croisée avec une lignée à grains blanc, ce qui produit en  $F_1$  des grains d'un rouge intermédiaire. Lorsque les plantes  $F_1$  sont croisées entre elles, la génération  $F_2$  produit possède le ratio de couleurs suivant : 1 rouge foncé, 4 rouge foncé moyen, 6 rouge moyen, 4 rouge clair et 1 blanc. Des croisements complémentaires montrent que les grains rouge foncé et blanc correspondent à de vraies lignées.
  - a. Sur la base du ratio des descendants de la  $F_2$ , combien de gènes sont impliqués dans la production de la couleur des grains ?
  - b. Combien de gènes additifs sont nécessaires pour produire chaque phénotype possible ?

- c. Donnez des symboles à ces allèles et listez tous les génotypes possibles qui conduisent à la forme de grains rouge intermédiaire et aux grains rouge claire.
- d. Essayez de prédire les résultats en  $F_1$  et  $F_2$  du croisement d'une lignée pure rouge moyen avec une plante à grains blancs.
5. La taille des humains dépend de l'action de gènes à allèles additifs. Considérons que ce caractère est contrôlé par quatre loci R, S, T et U et que les effets de l'environnement sont négligeables. Considérons aussi qu'au lieu de la situation classique allèles additifs *versus* allèles non additifs, il y a des allèles additifs et des allèles partiellement additifs. Les allèles additifs contribueront pour deux unités et les allèles partiellement additifs contribueront pour une unité de taille.
- a. Deux individus de taille modérée peuvent-ils produire dans leur descendance des enfants qui seront plus grands ou plus petits que leurs parents ? si oui, comment ?
- b. Si un individu, dont la taille correspond à la plus petite taille possible déterminée par ses gènes, se marie avec un individu de taille intermédiaire ou moyenne, pourront-ils avoir des enfants plus grands que le parent le plus grand ? justifiez votre réponse.
6. Une lignée de plantes a une hauteur moyenne de 24 cm, une seconde lignée, de la même espèce mais originaire d'une région géographique différente, a elle aussi une hauteur de 24 cm. Lorsque les plantes de ces deux lignées sont croisées entre elles, les plantes  $F_1$  ont la même taille que les plantes parentales. Toutefois,