

5. La génétique des haploïdes

La plupart des eucaryotes inférieurs, y compris les levures et les moisissures, sont des haploïdes (n chromosomes) capables de brassier leurs gènes par le biais de la méiose. L'haploïdie décrit une cellule qui ne possède qu'une copie de chaque chromosome.

L'haploïdie présente plusieurs avantages pour l'analyse génétique :

- Le génotype (le contenu en gènes) s'exprime directement en phénotype : ces organismes ne possèdent qu'un seul allèle de chaque gène (l'une des formes d'un gène).
- On peut analyser tous les produits d'une seule méiose.
- Ce sont des organismes faciles à cultiver, de petite taille.
- On peut produire un grand nombre de descendants à partir d'un seul croisement.

Le but recherché dans l'étude des haploïdes : possibilité d'analyse des tétrades afin de tracer les cartes génétiques des organismes concernés par détermination de la distance en un gène et le centromère et la distance entre deux gènes.

Deux organismes haploïdes seront étudiés durant cette partie : *Saccharomyces cerevisiae* (levure) et *Neurospora crassa* (moisissure).

1. Le cycle du développement :

Les levures et les moisissures ont deux façons de se reproduire :

- **La reproduction asexuée** : elle se fait par mitose (mécanisme de division cellulaire) qui donnent naissance à des cellules identiques à la cellule mère.
- **La reproduction sexuée** : elle demande la fusion de deux types de cellules de signes contraires.

1.1. La reproduction asexuée :

Elle a lieu par bourgeonnement de spores en un mycélium (constitué d'hyphes).

Chez *Neurospora crassa* : ces organismes ont 7 chromosomes. Ce nombre est transmis dans toutes les cellules et toutes les générations. Le mycélium d'une spore va produire des conidies de même génotype que celui de la spore dont il est issu.

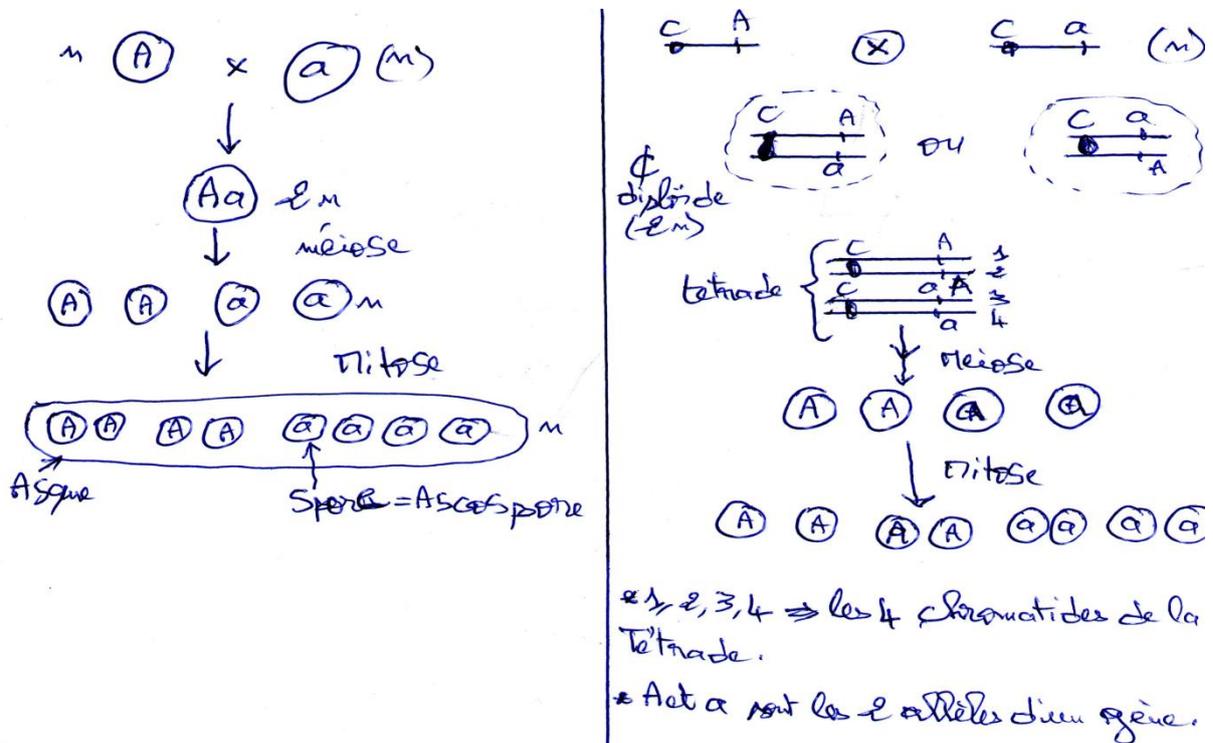
1.2. La reproduction sexuée :

- Chez *Neurospora crassa* :

Il existe deux types de spores A et a haploïdes qui peuvent fusionner et donner une cellule diploïde transitoire (2n) qui va passer par une division méiotique.

Deux caractéristiques sont notées chez cette moisissure :

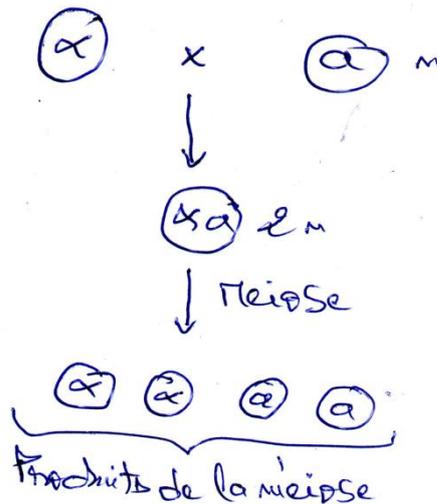
- Une mitose suit après une méiose : on passe de quatre à huit spores.
- Les tétrades de spores sont ordonnées : les spores (ascospores) sont disposées dans l'asque comme étaient disposés les chromosomes dans la cellule diploïde transitoire.



- Chez *Saccharomyces cerevisiae* :

Il existe deux types cellulaires a et α, il est possible qu'il fusionne pour donner une cellule diploïde transitoire qui va également passer par une méiose mais qui n'est pas suivie par une mitose.

Chez cette levure les tétrades ne sont pas ordonnées et se répartissent au hasard.



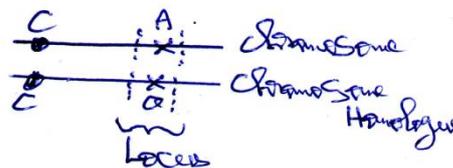
2. Analyse génétique des produits de la méiose :

L'analyse des tétrades ordonnées ou non ordonnées permet de calculer la distance gène - centromère (tétrades ordonnées) ou non (tétrades non ordonnées).

2.1. Pour un caractère :

La transmission d'un caractère génétique est associée au comportement d'une paire de chromosomes homologues comme dans la méiose.

Un gène donné qu'on va nommer **A** occupe une place définie appelée **locus** sur un chromosome donné. Le chromosome homologue porte au locus correspondant un gène « alternatif » **a**. ce gène a contrôle le même caractère que le gène **A** mais conduit à un phénotype différent. On dit que les deux gènes **A** et **a** situés au même locus sont des **allèles**.



3.1.1. Analyse des tétrades : Exemple de *Neurospora crassa*

Chez cette moisissure, les conidies des lignées (variétés, souches) sauvages sont roses, on va les noter (+). Les lignées mutantes ont des conidies blanches, elles sont appelées albinos (al). (+) et (al) sont des allèles du caractère couleur des conidies.

On réalise le croisement entre ces deux souches. Lorsqu'on isole les ascospores d'un asque dans l'ordre, on obtient deux types d'asques :

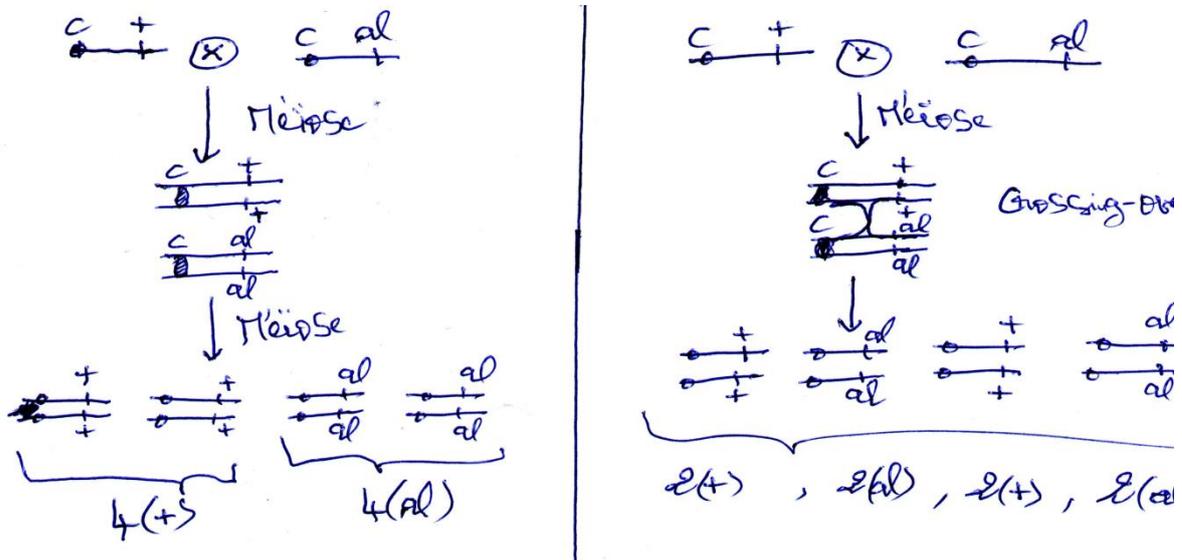
- 1^{er} type : 2(+), 2(+), 2(al), 2(al) ou 4(+), 4(al)
- 2^{ème} type : 2(+), 2(al), 2(+), 2(al)

La disposition des produits sauvages et mutants est différente.

- **Analyse génétique :**

La ségrégation peut se produire à la première division méiotique (anaphase I) ou la deuxième division méiotique (anaphase II). Ceci dépend de l'absence (1^{ère} division) ou la présence (deuxième division) d'un crossing over (chiasma) entre les loci des allèles envisagés et le centromère correspondant.

Le 1^{er} type d'asques obtenu sans crossing over est appelé **pré-réduit** et le deuxième, obtenu après crossing over, est appelé **post-réduit**.



3.1.2. Détermination de la distance gène – centromère :

Les expériences ont permis de remarquer que plus la distance est grande entre le centromère et le gène, plus les crossing over sont fréquents. Une formule mathématique permet de calculer cette distance gène – centromère :

$$D(c - \text{gène}) = \left[\frac{\text{nombre d'asques pos-réduits}}{2} / \text{total des asques pré et post-réduits} \right] \times 100$$

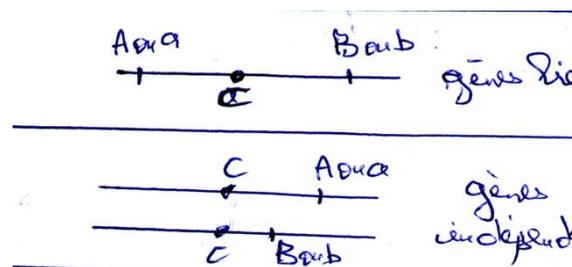
Chez les levures, on ne peut pas appliquer cette formule car les tétrades ne sont pas ordonnées.

2.2. Pour deux caractères :

La transmission de deux caractères génétiques est associée au comportement de deux chromosomes homologues ou de deux chromosomes non homologues.

a- Si un gène (A/a) occupe un locus sur un chromosome donné et le gène (B/b) occupe un autre locus sur le même chromosome, on dit que **les deux gènes sont liés**.

b- Si un gène (A/a) occupe un locus sur un chromosome donné et le gène (B/b) occupe un locus sur un autre chromosome non homologue, on dit que **les deux gènes sont indépendants**.



3.2.1. Analyse des tétrades :

L'analyse méiotique chez les haploïdes concernant deux caractères a permis les asques en trois classes quelque soit le cas (gènes liés ou indépendants) :

- **1^{er} type** : tous les produits ont le même phénotype que celui des deux parents. Ce sont les produits d'une méiose sans crossing over. On les appelle **Ditype Parental (DP)**.
- **2^{ème} type** : la moitié des produits de la méiose a le même phénotype que ceux des parents, l'autre moitié est recombinée et donc issue d'un crossing over. Ce type est appelé **Tétratype (T)**.
- **3^{ème} type** : aucun phénotype des produits de la méiose n'a le phénotype des parents. Ils sont issus de deux ou plus de crossing over, on les appelle **Ditype Recombiné (DR)**.

3.2.2. Détermination de la distance gène – gène :

Des relations mathématiques permettent, d'abord, de savoir si deux gènes sont liés ou non chez les haploïdes :

- Les deux gènes (A/a) et (B/b) sont sur deux chromosomes différents, c'est-à-dire **indépendants**, ceci implique que : la fréquence des DP est presque égale à celle des DR.

$$DP \approx DR$$

- Les deux gènes (A/a) et (B/b) sont sur le même chromosome, c'est-à-dire **liés**, ceci implique que : la fréquence des DP est beaucoup plus grande que celle des DR.

$$DP \gg DR$$

La relation mathématique permettant de calculer la distance entre deux gènes est :

$$D (\text{gène - gène}) = [(DR + T/2) / \text{total}] \times 100$$

3. Établissement de la carte génétique :

Morgan a fait l'hypothèse que les gènes sont disposés linéairement sur le chromosome et que la fréquence de recombinaison traduit leur position relative.

On a suggéré alors que la fréquence de recombinaison peut être utilisée comme mesure de la distance entre deux gènes et que leur disposition linéaire sur le chromosome peut constituer la base d'une carte génétique.

Une unité sur la carte correspond à 1% de recombinaison ou de crossing over (1 cM) et, puis, la distance correspond ainsi au pourcentage de la recombinaison.

