

## Travaux dirigés de Génétique I : TD 1 et 2

**A- Pour chacune des définitions suivantes, donnez le terme approprié. (L'orthographe correcte des termes sera tenue en considération)**

Définition	Terme approprié
1. La séparation des paires de chromosomes homologues à la méiose.	Anaphase I
2. Un individu qui possède deux allèles différents à un même locus.	hétérozygote
3. Méthode pour croiser les gamètes et prédire les résultats.	Echiquier Punnett
4. Proportion de chacun des génotypes ; en % ou en chiffre.	Proportions génotypiques
5. Mutation consistant à la duplication d'un fragment de chromosome comportant un ou plusieurs gènes.	Duplication
6. Un gène situé à un locus influence plusieurs caractères	pleiotropie
7. Un gamète ne contient qu'un facteur de chaque caractère.	Pureté des gamètes
8. L'allèle normal code la version fonctionnelle de la protéine en quantité suffisante pour assurer le phénotype normal.	Dominance
9. Les paires de facteurs se séparent, indépendamment des autres paires, lors de la formation des gamètes.	Ségrégation indépendante
10. Transmission d'une seule différence allélique.	Monohybridisme
11. Une tétrade avec quatre spores, deux à deux identiques à chacun des deux types recombinés.	Ditype Recombiné
12. Un gène à un locus masque l'expression d'un autre gène à un locus.	Epistasie

Définition ou proposition	Terme approprié
1. Présentation de l'ensemble des chromosomes selon un ordre ou un classement caractéristique.	Caryotypage
2. a pour objectif l'étude de la structure et du fonctionnement normal et pathologique des chromosomes et de la chromatine.	Cytogénétique
3. étudie la biochimie des acides nucléiques, leur réparation, leur réplication, leur expression et leur régulation.	Génétique moléculaire
4. apparition de nouveaux individus à partir des anciens.	Reproduction sexuée
5. étudie statistiquement la transmission des gènes dans une population.	Génétique des populations
6. Période de la vie d'une cellule comprenant une interphase et la mitose qui lui fait suite.	Cycle cellulaire

**B- QCM/ vous pouvez choisir une ou plusieurs réponses par question en mettant sur la feuille de réponse la lettre correspondante.**

**Question 1 : La méiose ....**

- a- est une division cellulaire aboutissant à deux cellules filles identiques;
- b- affecte les cellules somatiques
- c- est une succession de deux divisions successives (proposition vraie)
- d- est toujours précédé d'une réplication de l'ADN (prop. vraie)

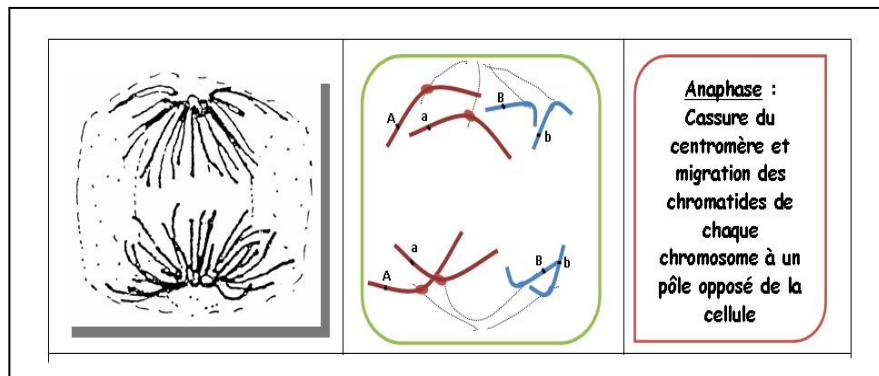
**Question 2 : La prophase de la deuxième division de la méiose ....**

- e- est précédé d'une réplication de l'ADN;
- f- affecte une cellule présentant des chromosomes à deux chromatides,
- g- est précédé de la télophase de la première division équationnelle,
- h- affecte deux cellules présentant des chromosomes à une chromatide,
- i- affecte deux cellules avec deux chromosomes à deux chromatides (prop. vraie).

**C- Répondez aux questions suivantes :**

- 1) Représentez avec une légende correcte l'anaphase de la mitose d'une cellule végétale à 4 chromosomes.

Réponse :



Titre : Schéma d'une cellule végétale en Anaphase de la mitose ( $2n = 4$ )

- 2) Soit une cellule de génotype  $A/a Bc // bC$ , donnez toutes les possibilités de génotype des gamètes que l'on peut avoir au moment de la formation des cellules sexuelles.

Réponse :

On discute deux cas différents :

- Si aucun crossing-over n'a lieu entre B et c :

$\underline{A} \quad \underline{B} \quad \underline{c} \quad \underline{a} \quad \underline{b} \quad \underline{C}$   
 Ou

- Si un crossing-over a lieu entre B et c on aura différents types de gamètes et on regroupe ceux qui se ressemblent:

Exemple :

$\underline{A} \quad \underline{B} \quad \underline{c} \quad \underline{a} \quad \underline{b} \quad \underline{c}$   
 $\underline{A} \quad \underline{B} \quad \underline{C} \quad \underline{a} \quad \underline{b} \quad \underline{C}$

Ainsi de suite : (dédoublément du chromosome portant B et c et celui avec b et C et schématisez le Crossing-over entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> chromatide).

- 3) On fournit pendant un temps très court un précurseur radioactif de la synthèse d'ADN à des cellules en phase S, les chromosomes apparaissent marqués en de nombreux sites distincts. Quelle est la signification de cette observation ?

Réponse : c'est mettre en évidence la réplication de l'ADN par modèle semi-conservatif. La base azotée (T) sera marquée et par conséquent le chromosome sera marqué.

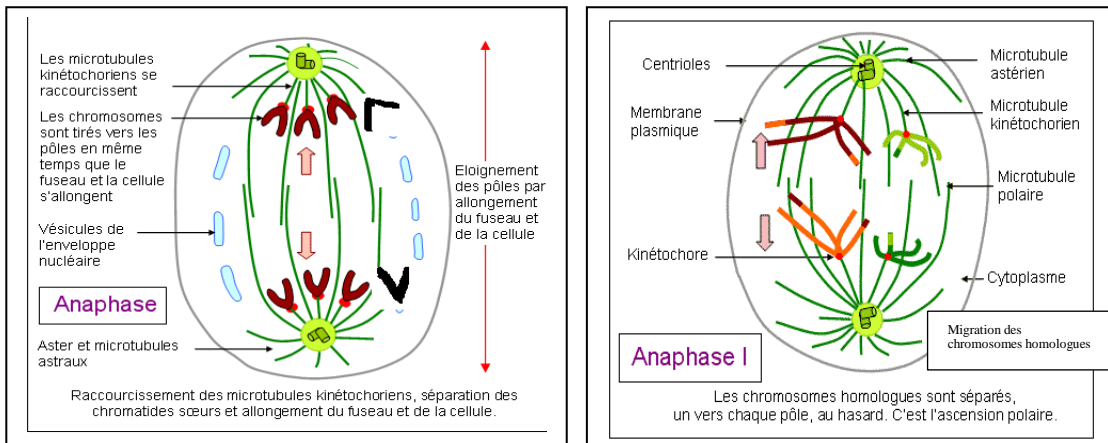
## Mitose, méiose & cycle cellulaire

### Exercice1 :

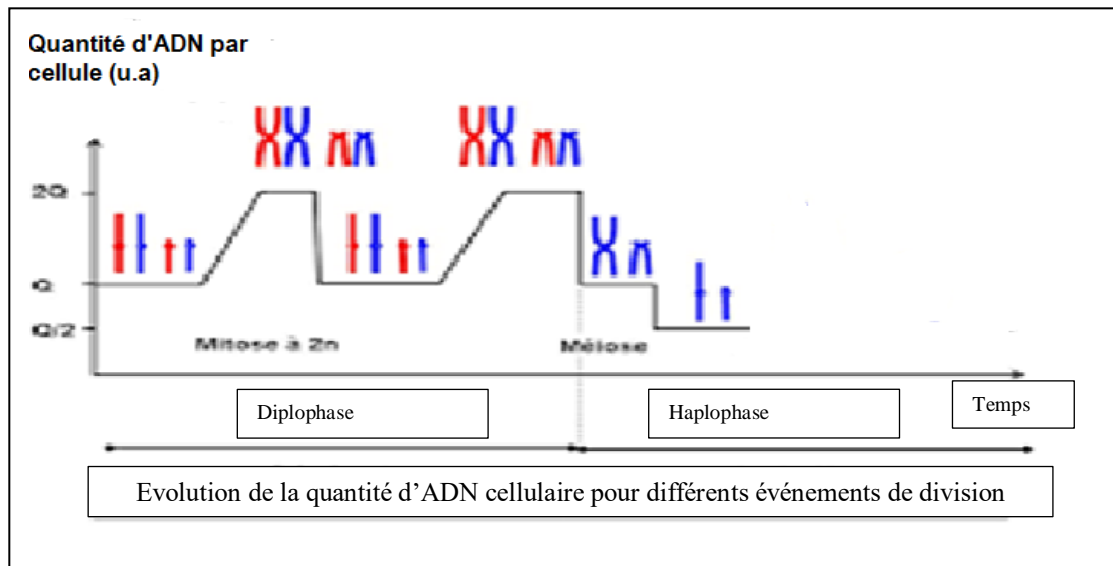
- 1) Représentez l'anaphase de mitose et de la méiose I d'une cellule à 4 chromosomes.

### Solution de l'exercice1 :

- 1) Représentation de l'anaphase de mitose et de la méiose I d'une cellule animale à  $2n = 4$  chromosomes.



2) Les variations morphologiques des chromosomes au cours de la mitose et la méiose.



3) Comparaison entre la méiose et la mitose

Propriétés	Mitose	Méiose
Duplication de l'ADN	Se produit pendant l'interphase avant le début de la mitose.	Se produit pendant l'interphase avant le début de la méiose.
Nombre de division	Une seule comprenant 4 phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase.	Deux divisions comprenant chacune 4 phases : méiose I : prophase I, métaphase I, anaphase I et télophase I. Méiose II : prophase II, métaphase II, anaphase II et télophase II.
Synapsis des chromosomes homologues	Absent	Se produit pendant la prophase I, formant des tétrades (groupe de 4 chromatides), s'accompagnant d'un enjambement entre les chromatides.
Nombre de cellules filles et	2 cellules diploïdes (2n)	4 cellules haploïdes (n) qui contiennent la 1/2

composition génétique	génétiquement identiques à la cellule mère.	du nombre de chromosomes de la cellule mère et qui sont génétiquement différentes les unes des autres et de la cellule mère.
Rôle dans l'organisme (ex. animal)	Développement d'un individu multicellulaire à partir d'un zygote, production d'un grand nombre de cellule servant à la cicatrisation des blessures, renouvellement des cellules sanguines et immunitaires, .... cancer	Production de gamètes (cellules sexuelles) ; réduction du nombre de chromosomes de moitié et création d'une variabilité génétique des gamètes.

- 4) Chez les organismes présentant une **reproduction sexuée**, une phase haploïde et une phase diploïde alternent. La méiose assure le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Elle suit une phase de réplication de l'ADN et se compose de deux divisions cellulaires successives qui conduisent à la présence d'un lot haploïde de chromosomes par cellule fille. Les deux brassages chromosomiques (intra et inter-chromosomique) sont responsables de la diversité. La fécondation rétablit la diploïdie en réunissant les lots haploïdes des gamètes d'une même espèce. Les individus sont différents les uns des autres car ils possèdent des allèles différents.

### Carte génétique dans le cas des tétrades

#### Exercice 1 :

	Nb d'asques	Spores			
		1 + 2	3 + 4	5 + 6	7 + 8
(1)	6	+	m	+	m
(2)	5	m	+	+	m
(3)	6	m	+	m	+
(4)	7	+	m	m	+
(5)	40	m	m	+	+
(6)	36	+	+	m	m

#### Solution d'exercice 1

Croisement entre les deux souches de *Neurospora* :

Souche (m) X souche sauvage (m +)

m / X m + /

Zygote : m // m + ou bien m + // m (pour simplifier : + // m)

En absence de crossing-over, on obtient des asques pré-réduits

1<sup>er</sup> cas : m m m m + + + + disposition 4 : 4

2<sup>ème</sup> cas : + + + + m m m m disposition 4 : 4

Les asques 5 et 6 correspondant à ces deux cas et par conséquent ils sont **pré-réduits**.

Les autres types d'asques (de 1 à 4) sont par conséquent **post-réduits** :

### Calcul de la distance entre le gène et son centromère :

Total des asques =  $76 + 24 = 100$  asques.

+ Les types d'asques **5 et 6 (76 / 100)** sont ceux où aucun crossing-over (C.O) n'est intervenu entre le gène « m » et son centromère, et par conséquent ; se sont des **asques pré-réduits**.

- Croisement :  $m \times m +$

Il y a formation du zygote de génotype :  $m // m +$  ou  $m + // m$

+ Par contre les asques 1, 2, 3 et 4 (24 asques / 100) sont ceux où un C.O a eu lieu entre « m » et son centromère : se sont des **asques post-réduits**.

Seulement  $\frac{1}{2}$  des spores de ces asques contiennent une chromatide remaniée entre m et le centromère.

La distance entre m et le centromère est donc de 12 unités :

$$\% \text{ post-réduction} = 24 \times 100 / \text{total des asques} = 24 \times 100 / 100 = 24\%$$

$$\% \text{ post-réduction} = 24\%$$

**Distance entre le gène et le centromère :  $d(\text{ct}, m) = \% \text{ post-réduction} / 2$**

$$d(\text{ct}, m) = 24 / 2 = 12 \text{ u.c.o}$$

L'origine des asques 1, 2, 3 et 4 peut-être schématisée comme suit :

Voir Schémas :

+ C.O entre 2-3 : asque (1)  $+ m + m$

Après mitose on obtient :  $++ m m ++ m m$ , donc une disposition 2 2 2 2

+ CO entre 1 – 3 asque (2)  $m + + m$

Après mitose on obtient :  $m m ++ ++ m m$ , donc une disposition 2 4 2

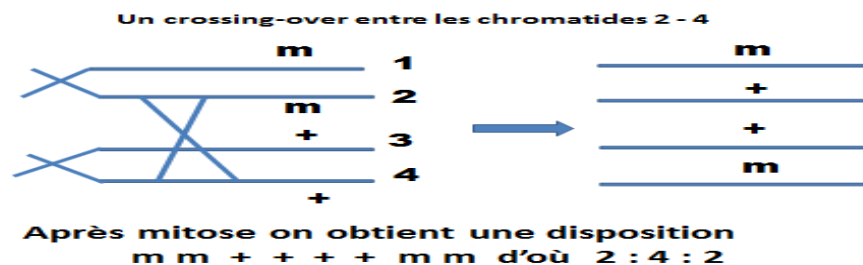
+ C.O entre 1 – 4 asque (3)  $m + m +$

Après mitose on obtient :  $m m ++ m m ++$ , donc une disposition 2 2 2 2

+ C.O entre 2 – 4 asque (4)  $+ m m +$

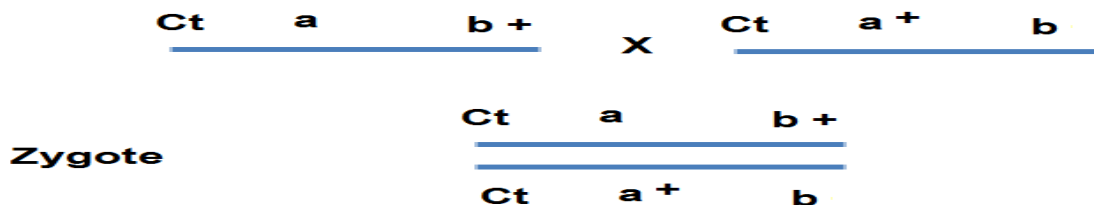
Après mitose on obtient :  $++ m m m m ++$ , donc une disposition 2 4 2

Autre exemple :



## Solution de l'exercice 2

Le croisement  $ab + \times a + b$  ; a et b deux gènes liés avec a est celui qui, des deux est le plus proche du centromère.



- **Tétrade 1 :  $a b + b a + + +$**

On remarque en 1<sup>er</sup> lieu que cette tétrade est un Tetratype parce que :

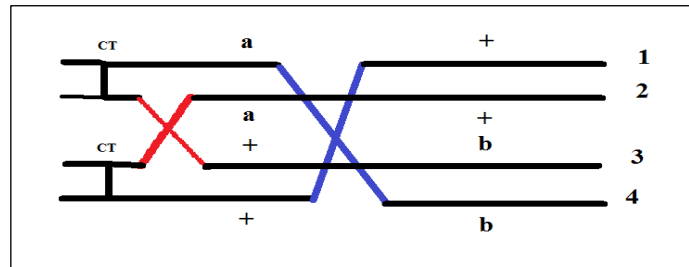
a b spore recombinée, + b : spore parentale ; a + : spore parentale alors que + : spore recombinée.

Deux parentales et deux recombinées = tétratype.

Un C.O a donc eu lieu entre a et b.

- D'autre part a est post-réduit : un C.O a donc eu lieu entre a et son centromère.
- b se situe plus loin que a par rapport au centromère, il est pré-réduit et les deux C.O situés entre b et son centromère ont touché soit les deux même chromatides soit les quatre chromatides.
- Origine du tétratype 1 : Un CO entre a et son centromère impliquant les chromatides 2 – 3 et un C.O entre a – b impliquant les chromatides 1 – 4.

Schéma :

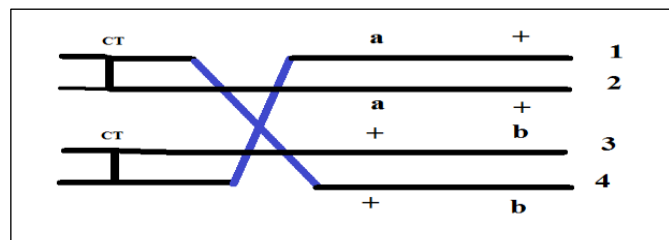


- **Tétratype 2 : + b a + + b a + DP**

On remarque + b : spore parentale, a + : spore parentale ; + b : spore parentale et a + : spore parentale et donc aucun C.O n'a eu lieu entre les deux gènes a et b.

Par contre a et b sont post-réduits donc un C.O a eu lieu entre a et le centromère : un C.O entre le centromère et a impliquant les deux chromatides 1 – 4.

Schéma :



- (1) **Tétratype 3 : a + + b a b + +**

L'asque 3 est un tétratype:

a + : spore parentale, + b : spore parentale ; a b : spore recombinée et + + : spore recombinée

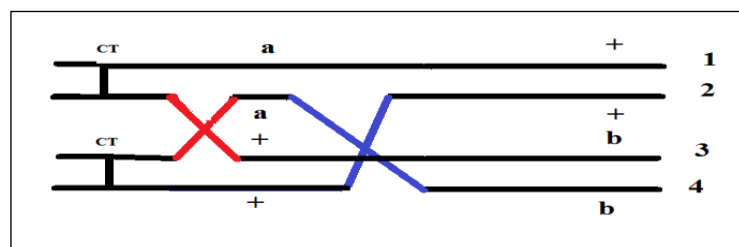
Il y a donc eu C.O entre a et b.

En plus, a est post-réduit et par conséquent, il y a un C.O entre a et le centromère.

Malgré les deux C.O ayant eu lieu entre b et son centromère, b reste post-réduit, ces deux C.O touchent trois chromatides.

Un C.O entre centromère et a impliquant les chromatides 1 – 4, et un C.O entre a et b impliquant les chromatides 2 – 4.

Schéma :



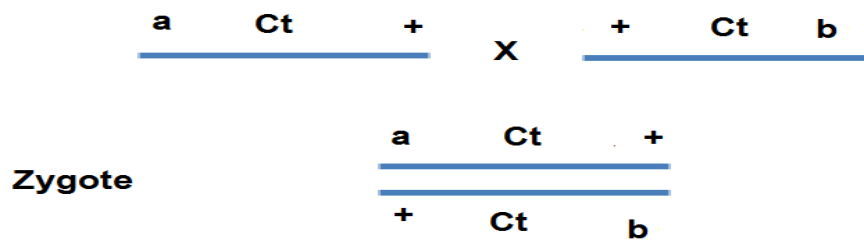
A partir des résultats ci-dessous, on va déterminer la liaison éventuelle entre a et b.

	Pourcentage d'asques	Spores			
		1 + 2	3 + 4	5 + 6	7 + 8
(1)	79	a +	a +	+ b	+ b
(2)	14	a +	+ +	a b	+ b
(3)	6	a +	a b	+ +	+ b
(4)	1	a +	+ b	a +	+ b

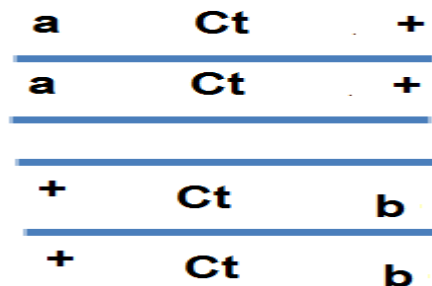
a- Distance de chaque gène à son centromère :

Parents : a + / x + b /

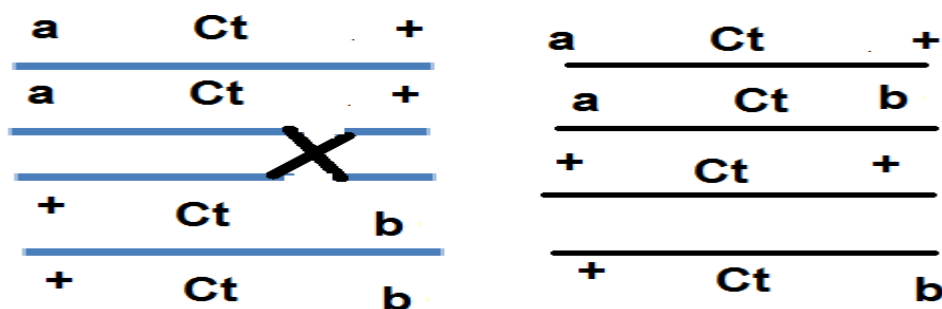
Zygote :



Tetrad 1 : pré-réduit pour a



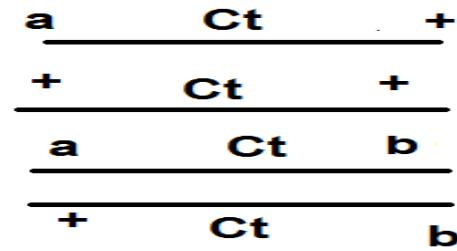
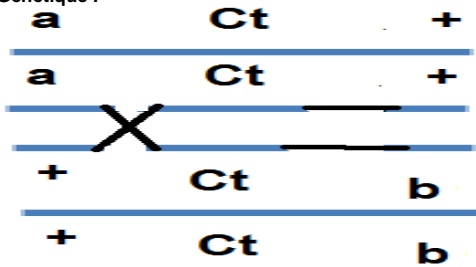
Tetrad 3 : est aussi pré-réduit pour a. (C.O entre le centromère et b impliquant les chromatides 2 – 3).



- Les types d'asques 1 et 3 (85% = 79 + 6) sont pré-réduits pour a et les types d'asques 2 et 4 (14 + 1 = 15%) sont post-réduits pour a.
- La distance entre le gène a et son centromère ; gène a est donc situé à 7.5 u.c.o de son centromère
- % post-réduction = 14 + 1 = 15%  
d (ct – a) = % post-réduction x 1/2

$$d (ct - a) = 15 / 2 = 7.5 \text{ u.c.o}$$

**Tetrad 2 :** Un C.O a lieu entre le gène a et son centromère impliquant les chromatides 2 – 3.



- Les types d'asques 1 (79) sont pré-réduits pour b.
- Les types 3 et 4 sont post-réduits pour b ( $6 + 1 = 7$ )

$$\% \text{ post-réduction} = 6 + 1 = 7\%$$

$$d(ct - b) = 7 / 2 = 3,5 \text{ u.c.o}$$

#### b- Liaison entre les 2 gènes : Distinguer les DP, DR et les tetratypes ?

##### Rappel :

**DP** : quatre spores 2 à 2 identiques à chacune des deux types parentales. Origine : absence de C.O ou double C.O touchant les même chromatides.

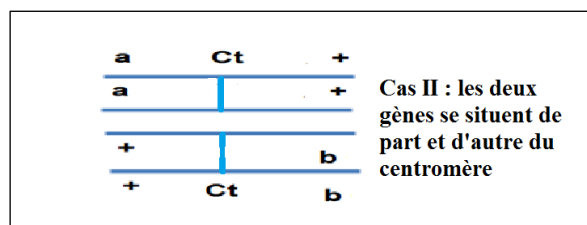
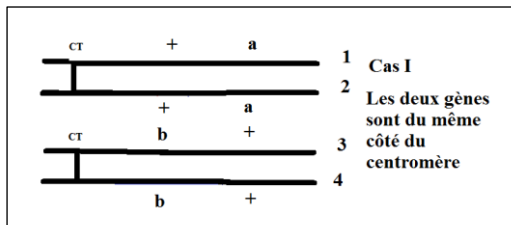
**T** : quatre spores différentes 2 parentales et 2 recombinées. Origine 1 C.O touchant deux chromatides ou 2 CO impliquant 3 chromatides.

**DR** : quatre spores deux à deux identiques à chacune des deux types recombinées. Origine 2 CO touchant quatre chromatides.

- Les types d'asques 1 et 4 sont des DP (spores parentales), alors que 2 et 3 sont des Tetratypes (T) (2 spores parentales et 2 spores recombinées), dans ce cas DR = 0
- Les gènes a et b sont donc liés.

Deux suggestions sont alors possibles

a et b sont situés soit du même côté (cas 1), soit de part et d'autre du centromère (cas 2)  
(voir schéma).



- L'interprétation des quatre types d'asques permet de choisir entre les deux types d'hypothèses.
- Le tableau ci-dessous donne le nombre minimum de C.O pour rendre compte de chaque type d'asque dans le cas 1 et le cas 2.

Types d'asques	Nombre de CO Cas 1	Nombre de CO
		Cas 2
1	0	0
2	1	1
3	2	1
4	1	2

Dans le cas 1, on remarque que la classe de recombinés (3) ne peut s'expliquer que par des doubles C.O or elle est plus nombreuse que la classe (4), la moins nombreuse qui s'explique par des doubles C.O. La disposition II est donc la plus probable. Un calcul direct de la distance entre a et b permet de confirmer cette disposition.