

# Cours 1 : Méiose et généralité

## I – La reproduction

✚ **Reproduction** : processus biologique permettant la production de nouveaux organismes d'une espèce à partir d'individus préexistants issus de cette même espèce.

→ Permet d'assurer la survie des espèces

→ Les organismes d'espèces différentes sont incapables de se reproduire entre eux

### Il y a deux types de reproduction :

- **La reproduction asexuée** : à partir d'un seul individu, quelque soit son sexe, celui se divise et donne de nouveaux organismes qui lui sont similaires.
- **La reproduction sexuée** : deux individus de sexe différent font rencontrer leur gamète, celles-ci réalisant alors la fécondation sans forcément de rapport sexuel.  
Si accouplement : **reproduction interne**  
Pas d'accouplement : **reproduction externe** (ex : poisson)

La reproduction peut être couplée à un **système de dispersion** ce qui permet :

- De coloniser de nouveaux biotopes (= nouvelles parties de l'environnement)
- D'augmenter les chances de survies de l'espèce.

*Ex : les végétaux, les poissons (l'absence de fécondation interne permet de disperser la colonie dans le biotope aquatique)*

### 1) **Reproduction sexuée = multiplication asexuée = reproduction végétative**

- ✚ **Désigne tous les autres moyens de multiplication d'une espèce où n'interviennent ni gamètes ni fécondation**
- ✚ Principalement utilisé par les plantes mais pas seulement
- ✚ Mode de reproduction quasiment ubiquitaire dans l'environnement

Conséquences :

- **Le sexe des parents et enfants reste identique**
- **L'ensemble des individus/cellules issus de la cellule mère sera quasiment un clone naturel de ce parent**
- **L'information génétique va être transmise dans son intégralité → individus similaires, mais NON IDENTIQUES au géniteur car possible mutation de NOVO**

### Exemples :

- *Modèle le plus fréquent : le fraisier donne un stolon qui s'enracine dans la terre donnant ainsi un nouveau plan de fraisier*
- *Les algues ont la particularité de bourgeonner : elles créent un rameau qui se détache et s'implante dans le sol*
- *Les champignons : aspergillus = dans les moisissures d'environnement ou patho humaine, bourgeonne aussi*
- *Les bactéries : paramécie*

**Caractère sexuée ou non est une division dichotomique arbitraire : on peut avoir à la fois une reproduction sexuée et une reproduction asexuée selon les individus**

→ Typiquement chez les algues !

## 2) Reproduction sexuée

- ✚ Implique la participation de 2 organismes de même espèce et de sexe différent
- ✚ Correspond à la réunion de 2 gamètes ; mâles (**SPERMATOZOÏDE**) et femelle (**OVOCYTE** et non œvule car celui-ci n'existe pas vraiment). Ces gamètes sont des cellules **haploïdes** (n chromosomes) obtenus par **méiose**.
- ✚ La fécondation = réunion des 2 gamètes, restaure la **diploïdie** et permet d'obtenir par fusion un œuf ou zygote avec 2n chromosomes.
- ✚ **Source de brassage génétique très importante**
- ✚ Relativement récente (800 millions d'années)

### Conséquences :

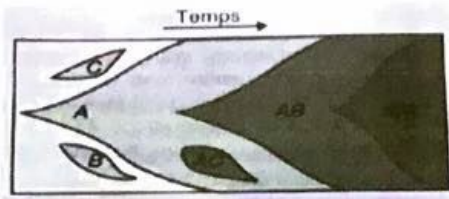
- **Un individu n'est jamais identique à ses deux parents**
- **Elle permet la diversité au sein d'une même espèce**
- **Elle permet l'adaptation à l'environnement**
- **Elle a un rôle dans l'évolution et la survie des espèces**

Il faut 2 lignées cellulaires différentes :

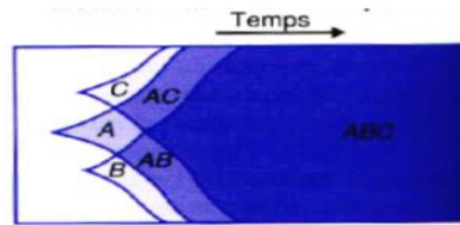
- Les **cellules somatiques**, toujours **diploïdes** (2nK), se chargeront de maintenir l'organisme dans sa globalité.
- Les **cellules germinales**, **haploïdes** (nK), participeront à la fécondation via la reproduction sexuée.

Ce mode de reproduction, notamment grâce aux brassages génétiques, correspond à un **avantage sélectif** permettant une **adaptation à l'environnement**.

En effet, de nombreuses mutations apparaissent rapidement au sein d'une espèce, modifiant ainsi le capital génétique d'une population. En comparaison, avec le mode de reproduction asexuée, il faudrait plusieurs centaines ou milliers d'années pour être capable de s'adapter à l'environnement en faisant apparaître une mutation transmissible à suffisamment d'individus.



reproduction asexuée

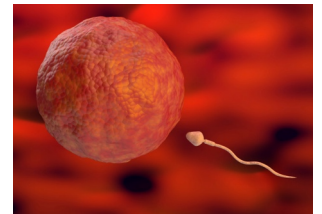


reproduction sexuée

→ Rapidité d'installation des mutation « bénéfiques » pour la population comparée à la reproduction asexuée

Les gamètes doivent remplir 3 conditions :

- **Taille suffisante** → *apport des réserves nutritives pour leur survie et celle de l'embryon lors des premiers stades de développement*
- **Mobiles et nombreux** → *augmente les chances de rencontre en particulier lors d'une reproduction externe durant laquelle les chances sont moindres*
- **Coût de fabrication raisonnable**



Les deux gamètes sont totalement différents, c'est l'**anisogamie**. ++

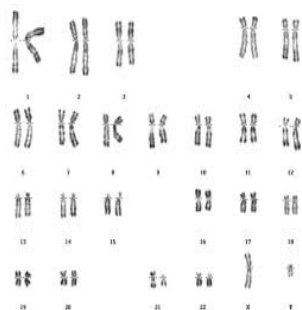
Importante différence de taille sachant que l'ovocyte II est la cellule la plus volumineuse de l'organisme. Le spermatozoïde est bien plus petit mais n'en apporte pas moins d'information génétique, celle-ci étant concentrée dans sa tête et extrêmement protégé par un système d'enzyme et de condensation de l'ADN.

Le spermatozoïde est mobile tandis que l'ovocyte aura un transport passif et apportera les réserves nutritives du futur embryon, d'où sa taille importante.

### 3) Cycle vital

L'espèce humaine possède 23 chromosomes différents : si la cellule est diploïde alors on a 23 paires de chromosomes = 46 K, si la cellule est haploïde on a 23 K.

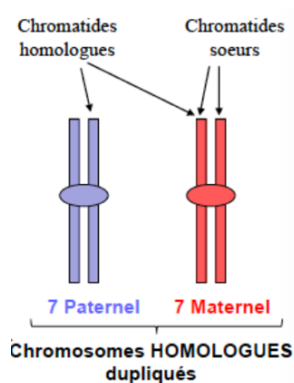
Caryotype male d'une cellule diploïde



22 **paires** d'autosomes

1 **paire** de gonosomes (X et Y)

23 **paires** de chromosomes homologues = 46



Une paire est composée de 2 K homologues (1 provient de la mère, l'autre du père) chacun a 2 **chromatides soeurs**

Pour une cellule germinale, le passage de diploïde à haploïde est permis par la **gamétogénèse** : pour chaque paire d'homologue, la cellule fille recevra soit le chromosome d'origine paternel, soit d'origine maternel (= brassage). La fécondation réunit les gamètes male et femelle : 2 cellules haploïdes à une cellule diploïde

#### 4) Les supports de la reproduction sexuée

✚ **Appareil génital** : ensemble des organes anatomiques qui vont participer à l'ensemble du phénomène de reproduction

✚ **La gonade** :

- Assure la **gamétogénèse** = production des gamètes
- Assure la production d'hormones → principalement les hormones stéroïdiennes (testostérone chez l'H et œstradiol chez la F) qui permettent de déterminer les caractères sexuels I ou II et jouent un rôle sur le comportement sexuel  
→ Possible seulement si la différenciation sexuelle est correcte

✚ **Le tractus génital** :

- Permet d'avoir une activité sexuelle
- Permet de transporter les gamètes
- Permet la fécondation et le développement de l'embryon

## II – La mitose

### 1) La division cellulaire

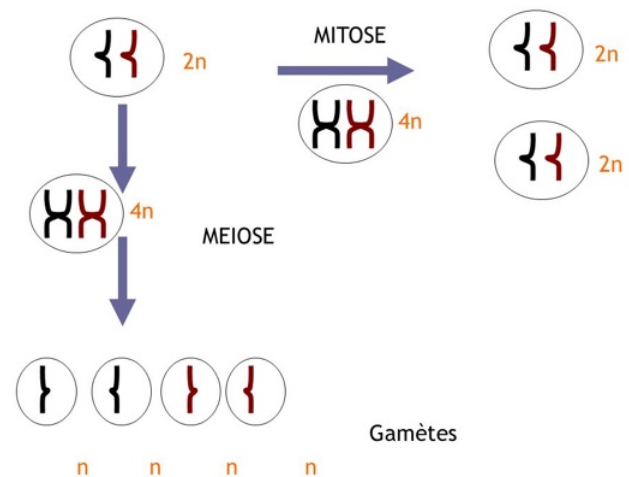
Il existe deux types de division cellulaire :

✚ **La mitose** : Ensemble des processus permettant d'obtenir à partir d'une cellule mère diploïde, deux cellules filles identiques diploïdes ( $2n$ )

→ concerne les cellules somatiques

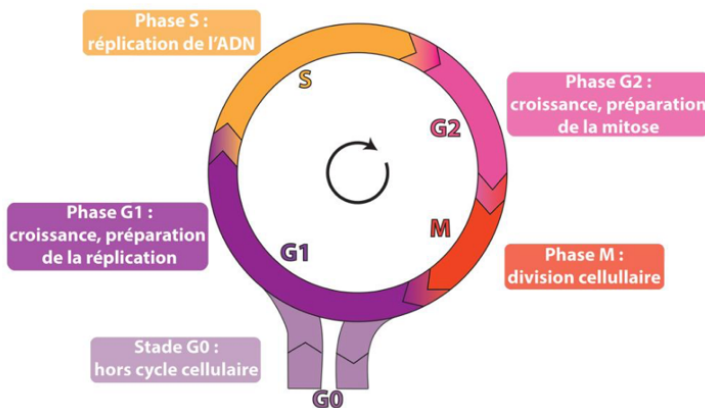
✚ **La méiose** : Ensemble des processus permettant la formation des gamètes haploïdes

→ concerne **UNIQUEMENT les cellules germinales**



### 2) Mitose et cycle cellulaire

La mitose est un phénomène continu dicté par le cycle cellulaire. La plupart des cellules de l'organisme sont en phase G0 c'est à dire en dehors du cycle cellulaire. Une partie d'entre elles vont passer en phase G1 et débiter le cycle :



Il existe 4 phases :

**G1** : phase de croissance, préparation à la réplication

**S** : phase de réplication

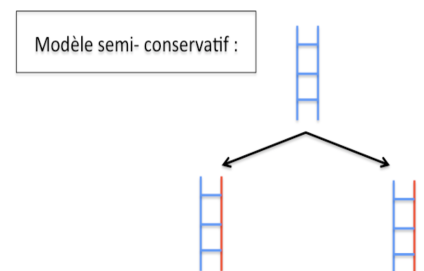
**G2** : phase de préparation à la mitose

**M** : phase de division, très courte

$G1+S+G2 =$  phases interphasiques

### 3) Réplication de l'ADN

- Elle a lieu pendant la phase S en interphase
- Elle est nécessaire pour la division cellulaire (mitose) et permet de dupliquer le génome d'une cellule avant sa division.
  - Avant : cellule possédant  $2nK$  à une seule chromatide
  - Après : cellule possédant  $2nK$  à deux chromatides
- On commence par une décompaction de l'ADN : les brins s'écartent et chacun servira de modèle pour la réplication du brin fils.
- Chacune des molécules va hériter d'un brin d'ADN parental et d'un brin nouvellement synthétisé → réplication **semiconservative** de l'ADN



La réplication est normalement **identique**. Cependant, il arrive que des erreurs se produisent, celles-ci parfois réparées, parfois non corrigées. Dans ce dernier cas, on parlera de **mutation de novo**.

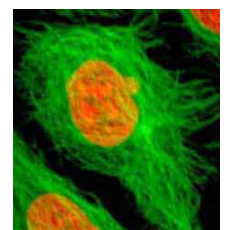
### 4) Déroulement de la mitose

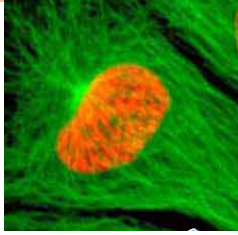
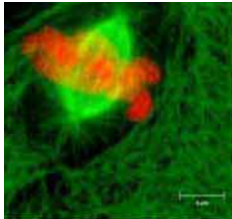
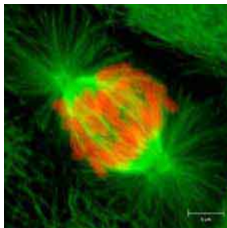
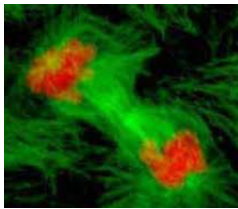
La mitose comprend **4 phases** : ++++

- 1) Prophase
- 2) Métaphase
- 3) Anaphase
- 4) Télaphase (puis cytokinèse = séparation des deux cellules filles)

Mémo : PRO – META – ANA – TELO

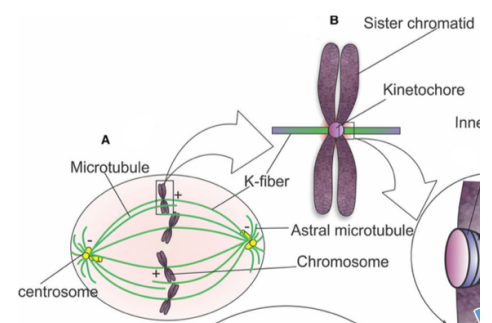
**En interphase**, avant la mitose, le noyau de la cellule est délimité par une membrane nucléaire et la chromatide (= mode de compaction de l'ADN) y est plus ou moins dispersée.



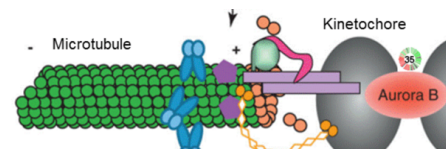
<p><b>Prophase</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Le noyau s'étend</li> <li>✚ Apparition de l'aster (centrosome + microtubule) qui constitue le fuseau mitotique et permettra la migration des chromosomes</li> <li>✚ <b>Condensation des molécules d'ADN</b> sous forme de chromosomes à deux chromatides</li> <li>✚ <b>La membrane nucléaire disparaît en fin de prophase</b></li> </ul>
<p><b>Métaphase</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Alignement des <b>chromosomes</b> et de leur <b>centromère</b> sur la plaque équatoriale de la cellule</li> </ul> <p><i>ATT : pendant la méiose 1, ce sont les chiasmats qui sont alignés sur la plaque équatoriale ++</i></p>
<p><b>Anaphase</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Les <b>kinétochores</b> s'attachent au centromère du chromosome via la protéine <b>Aurora</b> et permettent l'attache chromosome – microtubule</li> <li>✚ Cassure du chromosome au niveau du <b>centromère</b> et lyse de la protéine Aurora du fait de la traction exercée par les microtubules</li> <li>✚ Migration des <b>chromatides</b> de chaque chromosome aux pôles opposés de la cellule</li> </ul>
<p><b>Télophase</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Le fuseau mitotique disparaît</li> <li>✚ Un anneau permet de séparer les deux cellules filles</li> <li>✚ Réapparition de la membrane nucléaire dans chaque nouvelle cellule</li> <li>✚ Décondensation du matériel génétique identique dans les 2 cellules filles</li> <li>✚ <b>Cytodiérèse</b> = séparation finale des deux cellules filles</li> </ul>

Vocab : ne pas apprendre, c'est pour comprendre

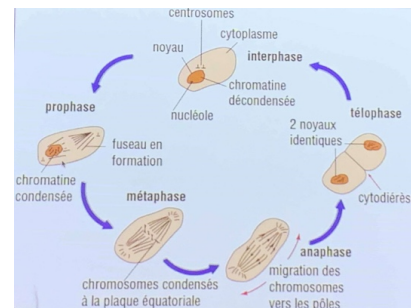
- ✚ **Centromère** : partie du chromosome où sont réunies les 2 chromatides
- ✚ **Centrosome** : organite de la cellule, centre organisateur des microtubules, il est divisé en 2 pendant la mitose et est situé à chaque pôle de la cellule en division
- ✚ **Kinétochore** : situé au niveau de centromère, c'est là où les microtubules vont s'attacher au chromosome pour en tirer les chromatides



✚ **Protéine Aurora** : kinase dont l'objectif est de garantir que les chromosomes sont bien attachés aux microtubules du fuseau via le kinétochore. Elle agit sur le complexe d'attache au niveau du centromère et lâche ensuite l'interaction sur le centromère ce qui permet la séparation des K.

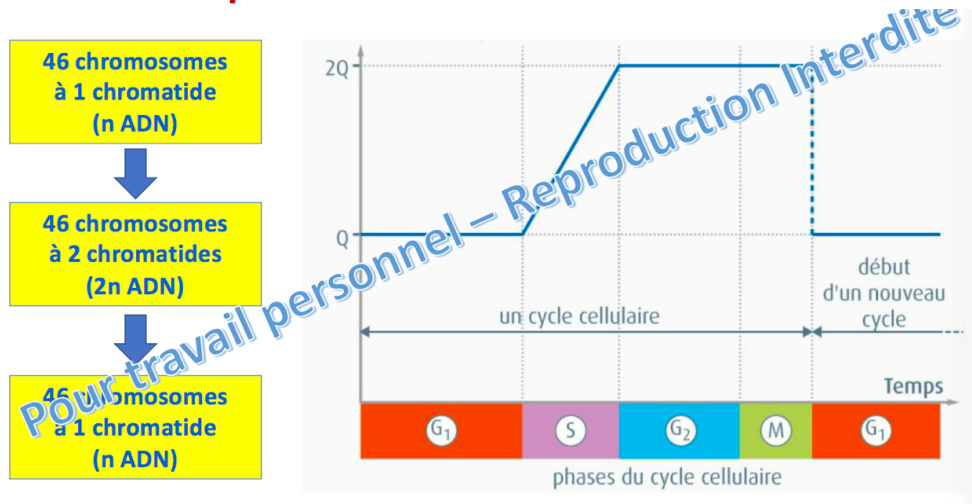


**Bilan** : on est passé d'une cellule somatique à  $2nK$  et  $2nADN$  (après la réplication), à deux cellules  $2nK$  et  $nADN$  (après la mitose). Le matériel génétique se décondense et on revient en  $G_0$ .



La mitose est permise par un environnement cellulaire et d'organe ; les **forces** qui peuvent s'appliquer sur la cellule, de constriction notamment, vont influencer la cytotédièrese et la répartition des fuseaux.

### 5) Evolution de la quantité d'ADN



→ **Même quantité d'ADN dans la cellule mère que dans la cellule fille**

Particularité des études génétiques humaines : lorsque l'on fait un caryotype, on le fait toujours sur une cellule en division (en métaphase). La cellule a encore des chromosomes à 2 chromatides tandis que la plupart du temps, la cellule non en division ne possède qu'une seule chromatide.

## III – La méiose

- ✚ Concerne **uniquement les cellules de la lignée germinales** et permet d'obtenir les **gamètes**.
- ✚ Comprend **2 divisions cellulaires successives**, avec une seule phase de réplication.
  - Assure le passage d'une cellule diploïde ( $2n$  K) à 4 cellules haploïdes ( $n$  K)
  - Comprend 1 division réductionnelle (la 1<sup>er</sup>) et 1 division équationnelle (la 2<sup>e</sup>)

Conséquences de la méiose : ++

- Réduction du contenu génétique ( $2n \rightarrow n$ )
- Transmission matériel génétique
- **Brassage de l'information génétique** (à plusieurs niveaux : ségrégation, CO...)

## 1) Vue d'ensemble de la méiose

<u>Méiose 1</u>	<u>Méiose 2</u>
Précédée d'une phase S <b>Phase réductionnelle</b> → Division du nombre de chromosome par 2 : diploïde → haploïde Permet de distribuer les K homologues entre les 2 cellules filles de façon aléatoire (séparation au niveau des <b>chiasm</b> )	Non précédée d'une phase S <b>Phase équationnelle</b> → Conservation du nombre de chromosome mais réduction de la quantité d'ADN par 2 Permet de séparer les chromatides au niveau des <b>centromères</b> (comme une mitose)

## 2) Première étape – Multiplication des gonies

La méiose ne concerne que les cellules germinales. Cependant, une phase initiale de la gamétogénèse correspond à une multiplication des **gonies = cellules germinales fœtales**, c'est-à-dire à une **mitose** importante chez les cellules germinales durant la période fœtale.

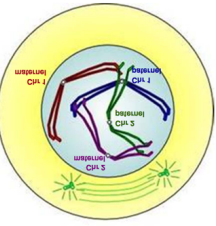
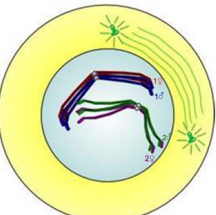
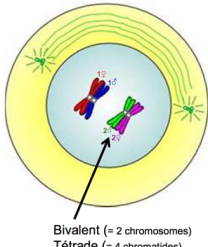
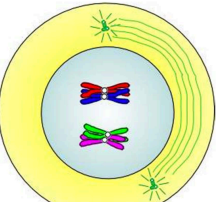
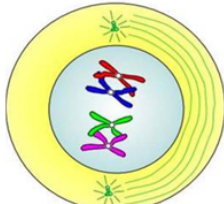
→ Constitution d'un **pool** de cellules germinales souches dans la gonade primitive aussi bien chez la F que chez l'H.

La deuxième étape, qui correspond à une phase **d'accroissement** des cellules germinales, sera très différente entre sexe F et M. On parlera de gamétogénèse continue chez l'H, tandis que chez la F elle sera discontinue (uniquement durant l'activité génitale → première règle jusqu'à la ménopause)

## 3) Déroulement de la méiose 1

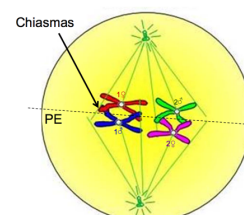
### A – La prophase 1

- ✚ Précédée d'une phase S ; seule répllication de la méiose.
- ✚ Extrêmement **longue** (de 15j pour la spermatogénèse à plusieurs mois ou années pour l'ovogénèse)
- ✚ Divisée en 5 étapes : +++
  - **Leptotène**
  - **Zygotène**
  - **Pachytène**
  - **Diplotène**
  - **Diacinèse**

<p><b>Leptotène</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Les chromosomes deviennent <b>apparents</b></li> <li>✚ Les chromosomes ont 2 chromatides sœurs (car réplication) et sont sous la forme de <b>filaments irréguliers</b></li> <li>✚ Les chromosomes homologues se rapprochent et se mettent par paires</li> <li>✚ Autour du noyau : apparition et début de migration des centrioles pour former le fuseau de division mitotique</li> </ul>
<p><b>Zygotène</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Les chromosomes homologues s'apparient = <b>SYNAPSIS</b></li> <li>✚ Ce début de fusion des chromosomes (<i>synapsis</i>) est assuré par la formation du <b>complexe synaptonémal</b></li> <li>✚ Les centrioles migrent de manière polaire.</li> </ul>
<p><b>Pachytène</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Les K homologues d'une paire sont complètement accolés l'un à l'autre = <b>bivalents</b>.</li> <li>✚ Comme chacun des K est à deux chromatides on parle de <b>tétrades</b>.</li> <li>✚ <b>C'est durant ce stade pachytène qu'on observera des phénomènes de crossing-over</b> = type de brassage génétique.</li> </ul>
<p><b>Diplotène</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Désintégration du complexe synaptonémal et de la vésicule sexuelle</li> <li>✚ Séparation des chromosomes homologues sauf au niveau des <b>chiasmata</b> = <u>support physique du crossing-over</u></li> </ul>
<p><b>Diacinèse</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Condensation maximale des chromosomes, <u>toujours reliés par les chiasmata</u> aux extrémités</li> <li>✚ <b>Disparition de l'enveloppe nucléaire</b></li> </ul>

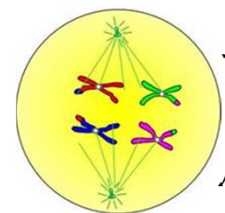
**B – La métaphase 1**

Les **chiasmata** ++++ se placent **au niveau** de la plaque équatoriale. On aura ainsi des **chromosomes de part et d'autre** de la plaque équatoriale.



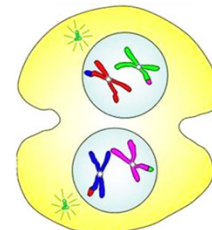
### C – L'anaphase 1

- ✚ Rupture physique des chiasmats
- ✚ Ségrégation aléatoire des chromosomes homologues = brassage



### D – La télophase 1

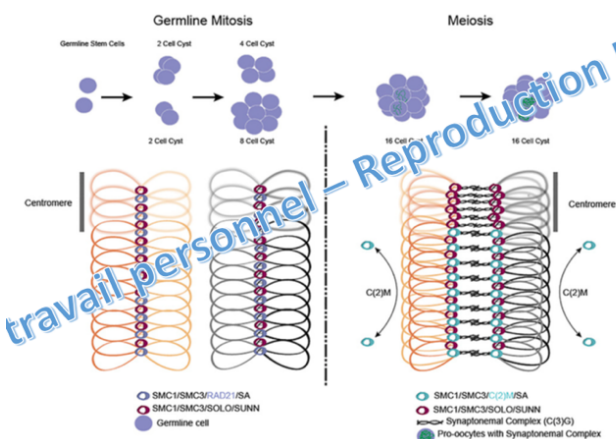
- ✚ Reconstitutions de la membrane nucléaire
- ✚ Cytodiérèse pour séparer les 2 cellules obtenues
- ✚ Interphase courte sans phase S ++++++



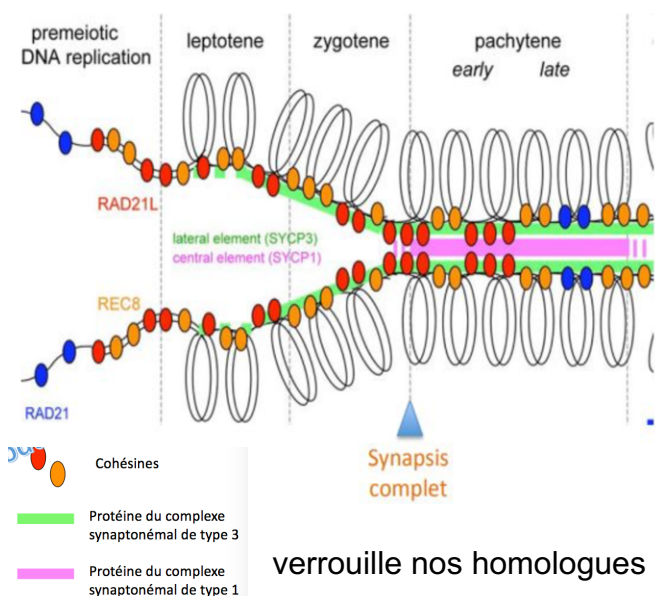
## 4) Le complexe synaptonémal

Durant une mitose, il y a des protéines qui vont coller nos chromosomes avant leur séparation. Durant la méiose, on retrouve ces mêmes protéines mais aussi une **structure centrale** qui vient s'ajouter et permettre le **synapsis complet**

→ Participe à la formation du complexe synaptonémal.



Pour la méiose : on observe des boucles d'ADN spiralé (4 soit 2 et 2 chromatides homologues en face l'une de l'autre), un filament de cohésines qui permet de les maintenir (élément latéral) et des filaments transversaux, présents uniquement en méiose, qui permettent de maintenir les 2 structures collées entre elles (en noir sur le schéma)



**Au stade leptotène**, des filaments de cohésines se lient au boucles d'ADN spiralé. Ces protéines servent d'attachement à la **protéine du complexe synaptonémal de type 3 = SYCP3 = élément latéral**. Les cohésines du filament vont progressivement se rapprocher, ceci étant catalysé par d'autres protéines.

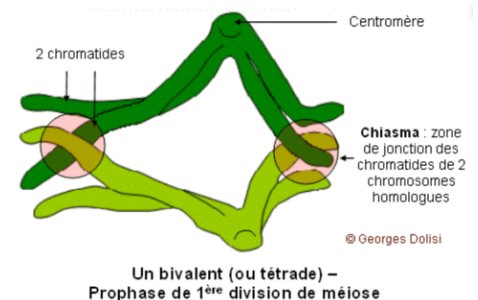
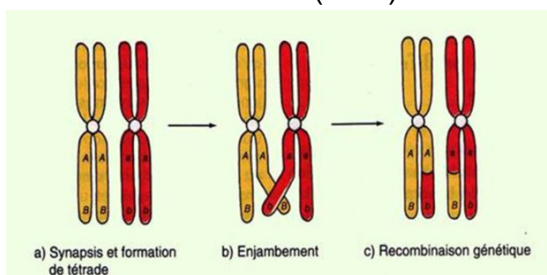
Il y a alors la formation d'un **filament axial = protéine du complexe synaptonémal de type 1 = SYCP1** sous la dépendance de 3 molécules : Red1 / Hop 1 / Spo 11. Une fois l'élément latéral accolé à l'élément axial, la protéine **ZIP 1** réalise un verrou central qui verrouille nos homologues entre eux. Le verrou sera ultérieurement enlevé.

Récap :

- ✚ Le **complexe synaptonémal** sert au rapprochement des chromosomes homologues pour que la paire puisse se réunir.
- ✚ **Filament latéral = SYCP3** lie les cohésines en filament
- ✚ **Filament axial = SYCP1**
- ✚ **Filament transversal** = ce qui accorde les deux, présent uniquement en méiose et permet les crossing-over
- ✚ **Red1** et **Hop1** participent à l'accolement des éléments filamentaires du complexe synaptonémal (avec le système cohésine)
- ✚ **Spo11** permet de casser l'ADN double brin et donc de faire les crossing-over

## 5) Les crossing-over

- ✚ Un fois collés, les chromosomes homologues sont capables de rajouter des zones de fusion entre eux = **chiasm** = support physique des crossing-over.
- ✚ Ceci permet de fusionner totalement les 2 **homologues** et potentiellement **d'échanger du matériel génétique** entre ces K = **crossing-over**
- ✚ En fonction des forces qui s'appliquent sur la cellule, il y a plusieurs CO par paire de chromosomes (8-10) mais schématiquement on ne représente qu'un seul « pont »



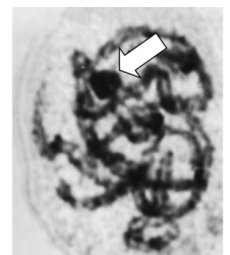
**Les crossing-over ont lieu durant le stade pachytène +++**

**MAIS** : le matériel génétique s'échange physiquement lorsque les chromosomes sont séparés, cassés, auparavant c'est juste une répartition moléculaire. En pachytène le matériel génétique s'enchevêtre mais appartient toujours au chromosome d'origine. Ce n'est que lorsque les chiasm commencent à se séparer que l'ADN est réellement et physiquement échangé, en **métaphase1/anaphase1**.

## A - La vésicule sexuelle

Dans le sexe **masculin**, on a un **isolement des gonosomes X et Y** au sein de la **vésicule sexuelle**. Cela permet d'éviter un appariement inapproprié du chromosome X avec un des autosomes et un potentiel échange de matériel génétique délétère. En effet, les régions pseudo-autosomales (généralement à l'extrémité) des gonosomes sont capables de s'apparier avec les autosomes. **Néanmoins, ces gonosomes X et Y sont quand même soumis au phénomène de crossing-over entre eux** car ils sont soudés dans la vésicule.

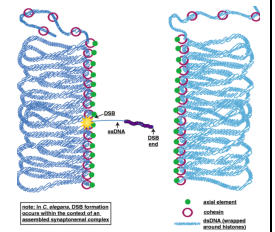
Chez la femme XX, il n'y a pas de vésicule sexuelle car les deux X sont suffisamment soudés.



## B - Détail des CO en moléculaire en fonction des étapes de la prophase

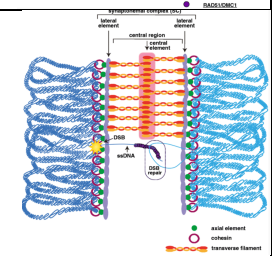
### Leptotène :

- Les filaments de cohésines se lient aux boucles d'ADN spiralé
- Quand l'ADN se fixe aux cohésines, on peut avoir des cassures d'ADN.
- La machinera de réparation devra réparer la molécule pour ne pas délaissé du matériel génétique.



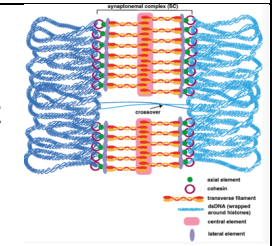
### Zygotène :

- Le filament central se met en place avec les protéines du complexe synaptonémal. On a toujours le petit brin d'ADN qui dépasse.
- Au fur et à mesure que le complexe synaptonémal se resserre et fusionne, le petit fils d'ADN va progressivement rentrer en contact avec la molécule d'ADN de l'autre chromosome.



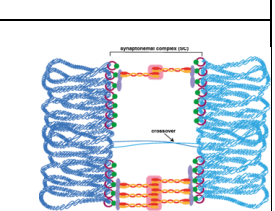
### Pachytène

- Le complexe synaptonémal est **complètement formé**.
- On dit qu'il est « zipé » c'est-à-dire que nos bivalents sont totalement soudés l'un à l'autre notamment grâce à la protéine **ZIP 1**.
- **Les crossing-over ont lieu durant le stade pachytène**



### Diploène :

- Le complexe synaptonémal s'enlève un peu.
- Le CO est toujours en cours.

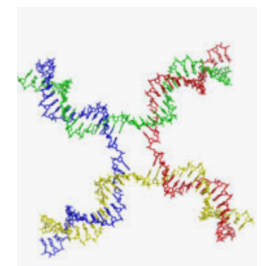


### Diacinèse :

- Le brassage a lieu au stade de diacinèse.
- C'est la préparation à la séparation des chromosomes.
- Schématiquement, nos K bivalents se positionnent de façon à laisser un vide central entre eux de forme **cruciforme**.
- Les morceaux de chromosomes s'échangent.

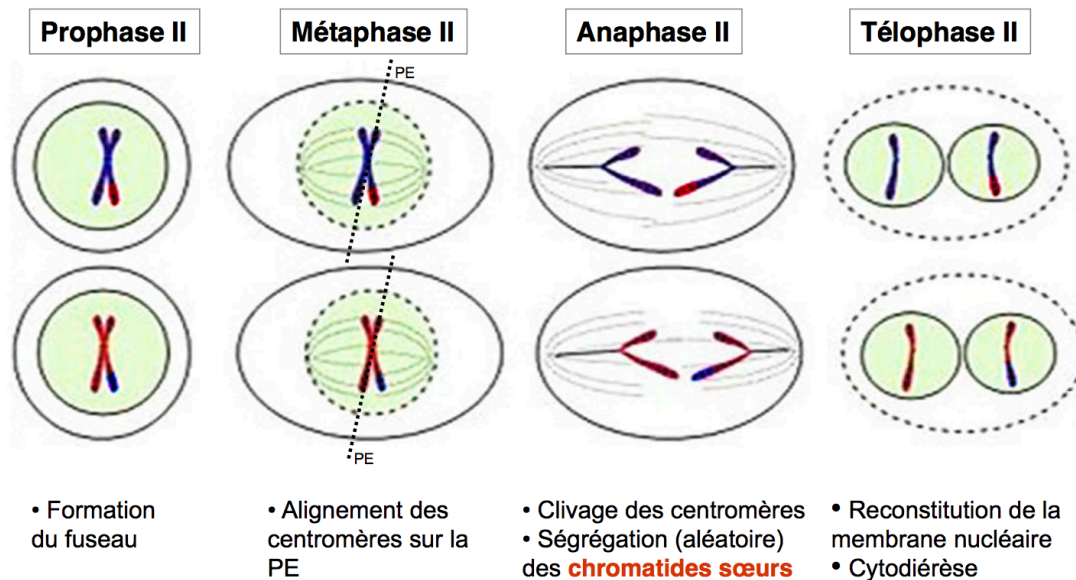


Ces brassages répondent aux **jonctions de Holiday** qui permettent de faire coexister nos molécules d'ADN. En fonction du nombre de chiasmats et de jonctions, on peut faire des probabilités de division et de brassage génétique. Si on ne considère qu'un seul CO par chromosomes, il peut y avoir  $2^{23}$  combinaisons. Les chromosomes paternels ou maternels ne sont jamais transmis dans leur intégralité à la descendance et par conséquent l'idée d'avoir un **individu génétiquement identique devient impossible**.



## 6) Déroulement de la méiose 2

- ✚ Deuxième division = « **mitose** » sans phase réplication
- ✚ Division équationnelle (on ne réduit pas le nombre de chromosomes)



- **Prophase II** : formation du fuseau
- **Métaphase II** : les K s'alignent par leur **centromère** sur la plaque équatoriale
- **Anaphase II** : clivage des centromères, ségrégation aléatoire des chromatides sœurs
- **Télophase II** : reconstitution de la mb nucléaire, cytotdiérèse

### Récap :

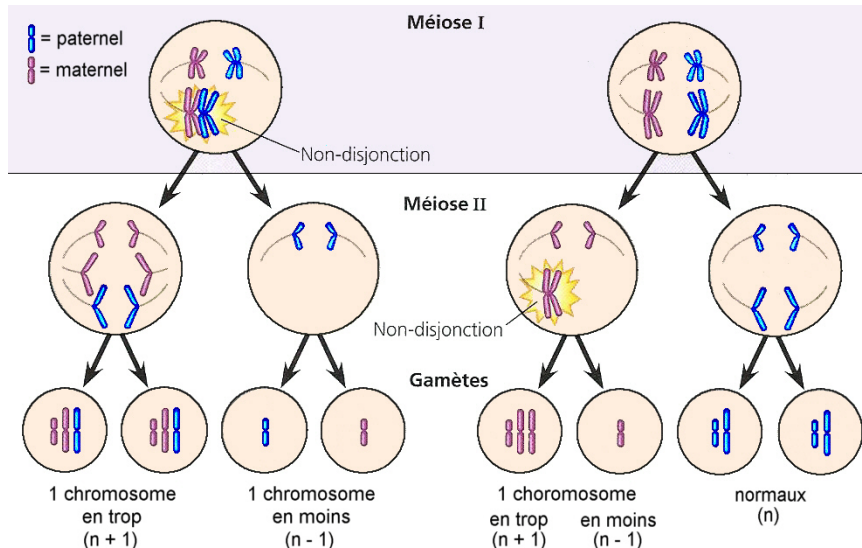
Méiose 1 = division réductionnelle (la quantité d'ADN identique/ nb de K diminué par 2)  
 Méiose 2 = division équationnelle (la quantité d'ADN est divisée par 2 / nb de K identiques)

Les brassages proviennent :

- **De la ségrégation aléatoire des chromosomes homologues**
- **De la ségrégation aléatoire des chromatides**
- **Des crossing-over**

## 7) Les erreurs possibles

**La non disjonction des chromosomes** : elle peut avoir lieu soit en métaphase 1 / anaphase 1, soit en métaphase 2 / anaphase 2.



- Si a non disjonction se déroule en mitose 1 : on aura 2 cellules triploïdes et 2 cellules haploïdes après fécondation
- Si la non disjonction se déroule en mitose 2 : on aura 2 cellules normales, 1 cellules haploïde et une cellule triploïde après fécondation

Ces non-disjonctions sont responsables de pathologies humaines et concernent aussi bien les **autosomes** que les **gonosomes**.

Le cas le plus fréquent correspond à la **trisomie 21**. La non disjonction du chromosome 21 durant la méiose crée une gamète 24X avec un chromosome 21 en trop. Si celle-ci est impliqué dans une fécondation et rencontre un autre gamète 23X, les 3 chromosomes 21 réunis sont alors responsables de la trisomie du nouvel individu. L'excès de matériel génétique est alors délétère.

Au niveau des gonosomes, le chromosome X est celui qui pose le plus de problème car ses régions pseudo-autosomique sont plus grandes. On peut avoir :

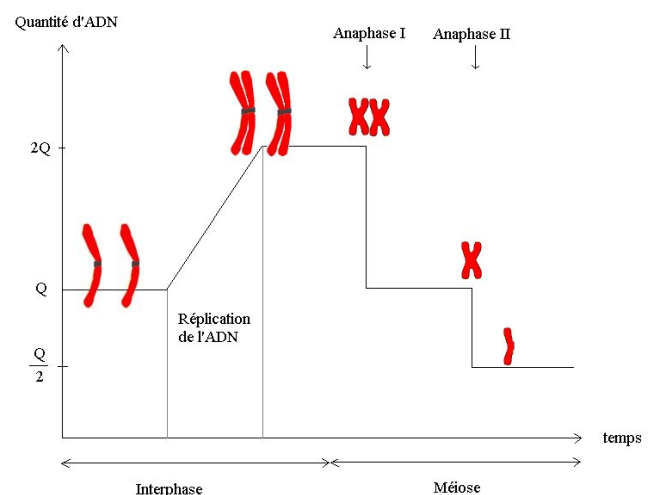
- Un individu 45X0 : **syndrome de Turner** chez la fille, il manque un K X
- Un individu 47 XXX : pas de syndrome car le K en plus est inactivé chez la fille
- Un individu 47 XXY : **syndrome de Klinefelter** chez le garçon

### 8) Evolution de la quantité d'ADN durant la méiose

Au démarrage de la méiose on a :  
46K à 2 chromatides (2n ADN)

Après la première division on a :  
23K à 2 chromatides (n ADN)

Après la deuxième division on a :  
23K à 1 chromatide (0,5n ADN)



Si on compare les deux processus :

Mitose	Méiose
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Concerne les <b>cellules somatiques</b></li> <li>✚ Dure quelques heures</li> <li>✚ Une seule division nucléaire après une phase S</li> <li>✚ Une cellule diploïde → 2 cellules diploïdes</li> <li>✚ <b>Conserve la structure génétique</b> de façon similaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Concerne les <b>cellules germinales</b></li> <li>✚ Dure environ 15 à 25 jours chez l'Homme et plusieurs mois chez la femme</li> <li>✚ Deux divisions nucléaires après une phase S</li> <li>✚ Une cellule diploïde → 4 cellules haploïdes</li> <li>✚ Permet un <b>réarrangement de la structure génétique</b></li> </ul>

The end.



Voilà les gars c'est fini pour cette fiche complètement à jour.

La fiche c'est en gros un copié/collé de la ronéo modifiée.

J'ai essayé d'être claire, de mieux expliquer de façon à supprimer les ambiguïtés, et EVIDEMMENT c'est en couleur donc c'est grave plus joli. ☺  
(j'ai te j quelques fautes d'orthographe aussi hihi)

J'y ai passé beaucoup de temps et je passe tellement de temps sur le forum de façon général car je sais que c'est difficile pour vous et que vous avez besoin d'aide.

### N'ABANDONNEZ PAS LA BDR !!!

Petit à petit on supprime les ambiguïtés ensemble et le cours devient de plus en plus compréhensible. Alors même si la première fois qu'on lit la ronéo on est perdu et on a envie de pleurer tkkkkkkkt on va trouver ensemble une solution pq tfaçon au fond la BDR c'est trop cool.

Bravo à tous ceux qui sont arrivés jusqu'ici et qu'on tenu le coup dans le monde de fou qu'est la PACES :O

Dédis à celui qui sur le fofo veut qu'on signe une pétition pour annuler la BDR au concours... **NON** tu te tais ! Au final c'est pas plus dur qu'un cours d'histo ou de biocell, et en plus y'en a que 4. Dédis à mes fillots <3 Daniel, Mickael, Laura, Victoria, Camille, Paul Alexandre, Naomi, Léa.

*A bientôt pour des DMs tous beaux, bisousssss*