

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus



Teaching Notes

19.09.2022

[www.labsvt.fr](http://www.labsvt.fr)

JMTS T1A1 Origine du génotype des individus Diapo 1/56

jm

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Avertissements :

1- le présent document est destiné aux élèves de terminale S du lycée J H FABRE et a donc un but pédagogique. Il peut être diffusé librement.

2- certains éléments peuvent ne pas être libres de droits, l'auteur n'est pas responsable de l'usage qui peut en être fait

3-

[...

P. Mueller et D. Oppenheimer ont évalué les deux groupes de participants une semaine après le cours. Là encore, ceux qui avaient pris des notes à la main ont obtenu les meilleures performances. Ces notes, qui incluent les propres mots et l'écriture des étudiants, semblent rappeler plus efficacement les souvenirs, en recréant aussi bien le contexte (les processus de pensée, les émotions, les conclusions) que le contenu (notamment les données factuelles) de la session d'apprentissage.

Ces résultats ont des implications importantes pour les étudiants qui se fondent sur du contenu mis en ligne par les enseignants. Quand ils ne prennent aucune note, ils n'organisent pas les informations et ne les synthétisent pas dans leurs propres mots. Ainsi, ils ne s'engagent pas dans le travail mental qui favorise l'apprentissage.

...]

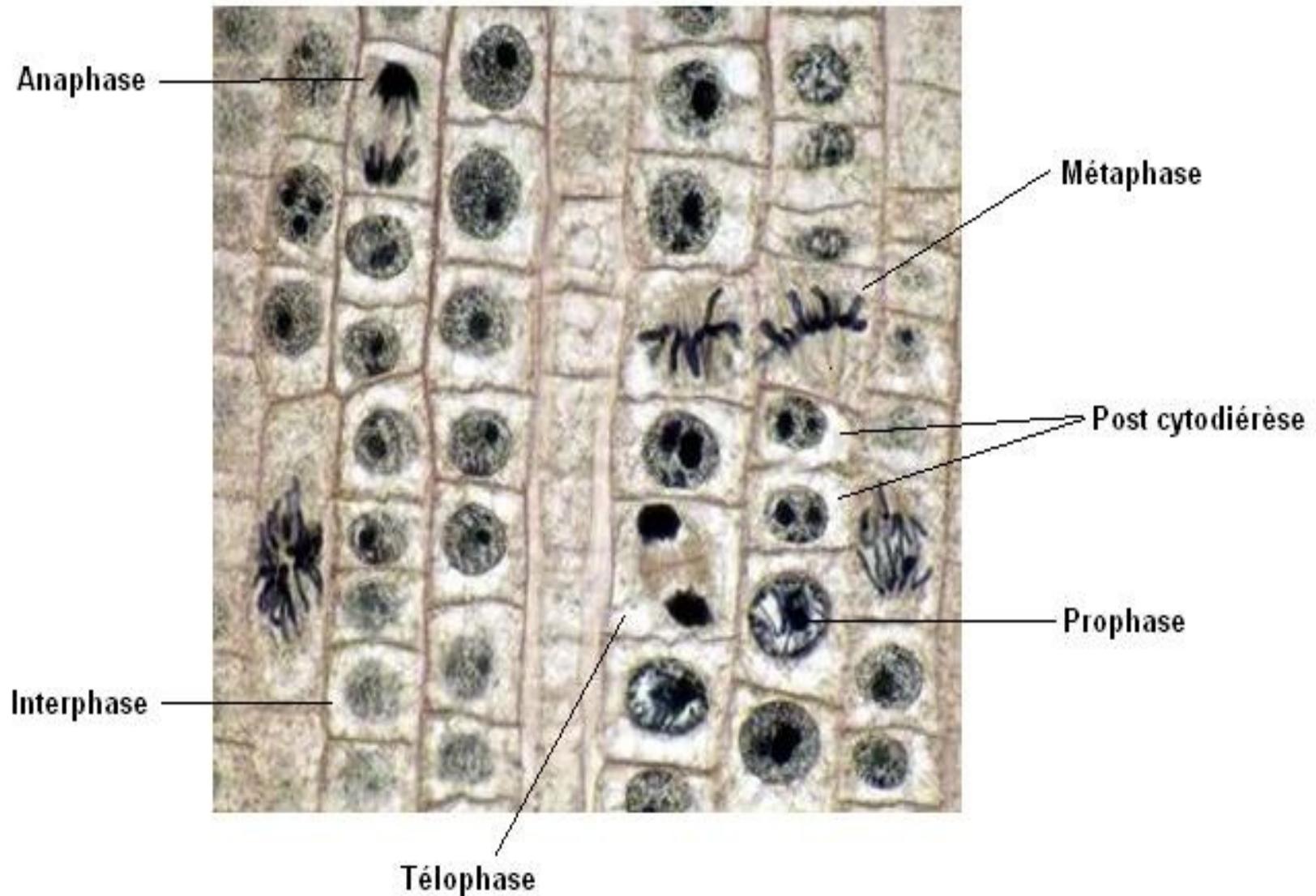
Pam Mueller, de l'Université de Princeton, et Daniel Oppenheimer, de l'Université de Californie à Los Angeles, 2014

4- Un cours de TS ça se mérite! (anonymes 2012)

**Version**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

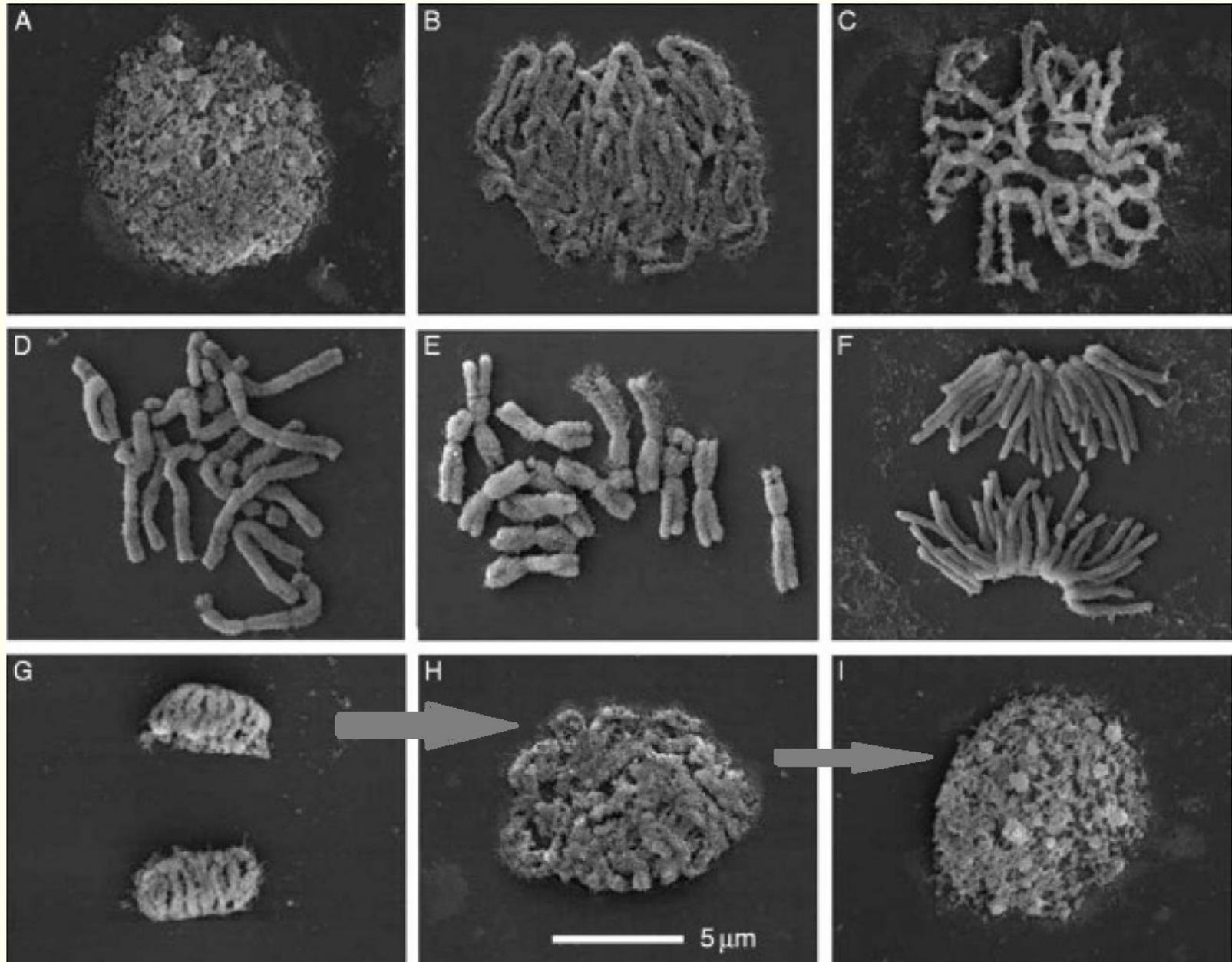


Mitoses dans la racine d'ail (*Allium* sp.), vue au microscope optique, coloration et grossissement inconnus, auteur inconnu, source internet.

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

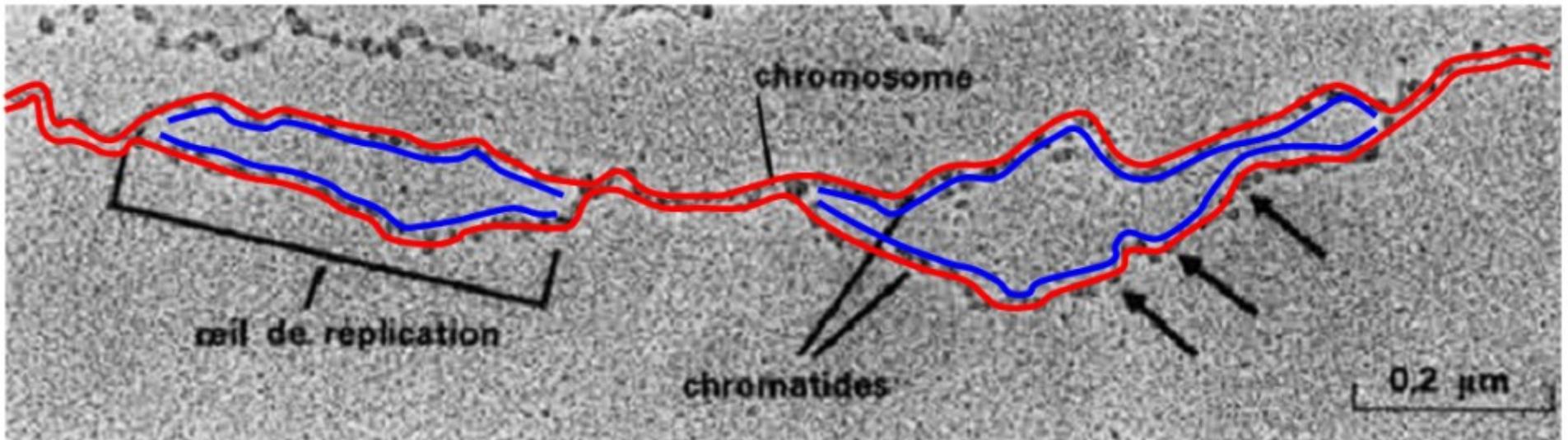
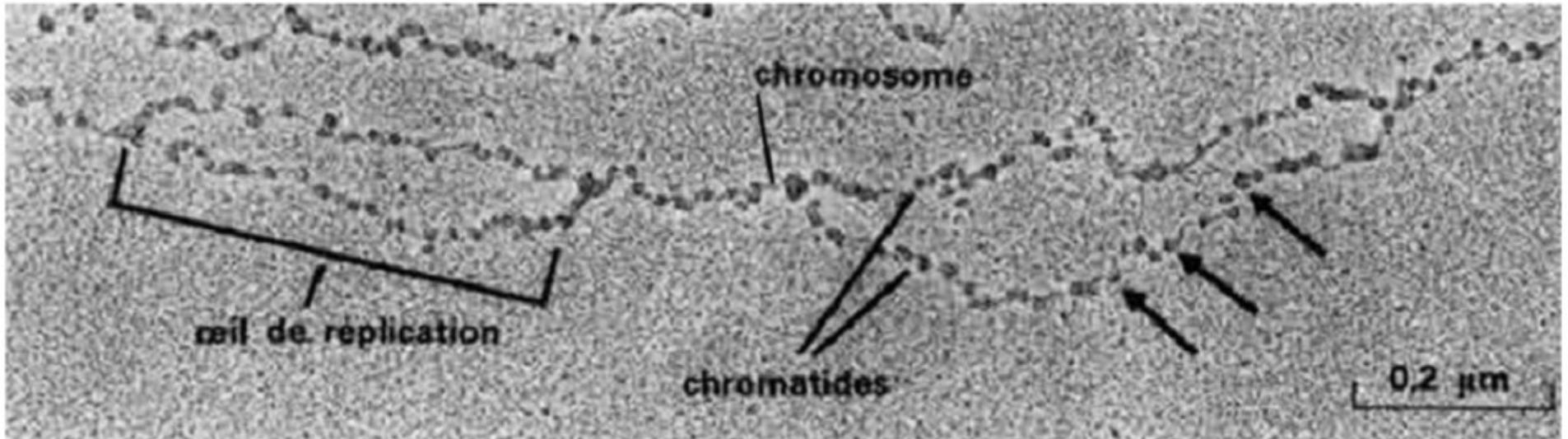
Rappels de 1S – la mitose – MEB - on ne voit que les chromosomes



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

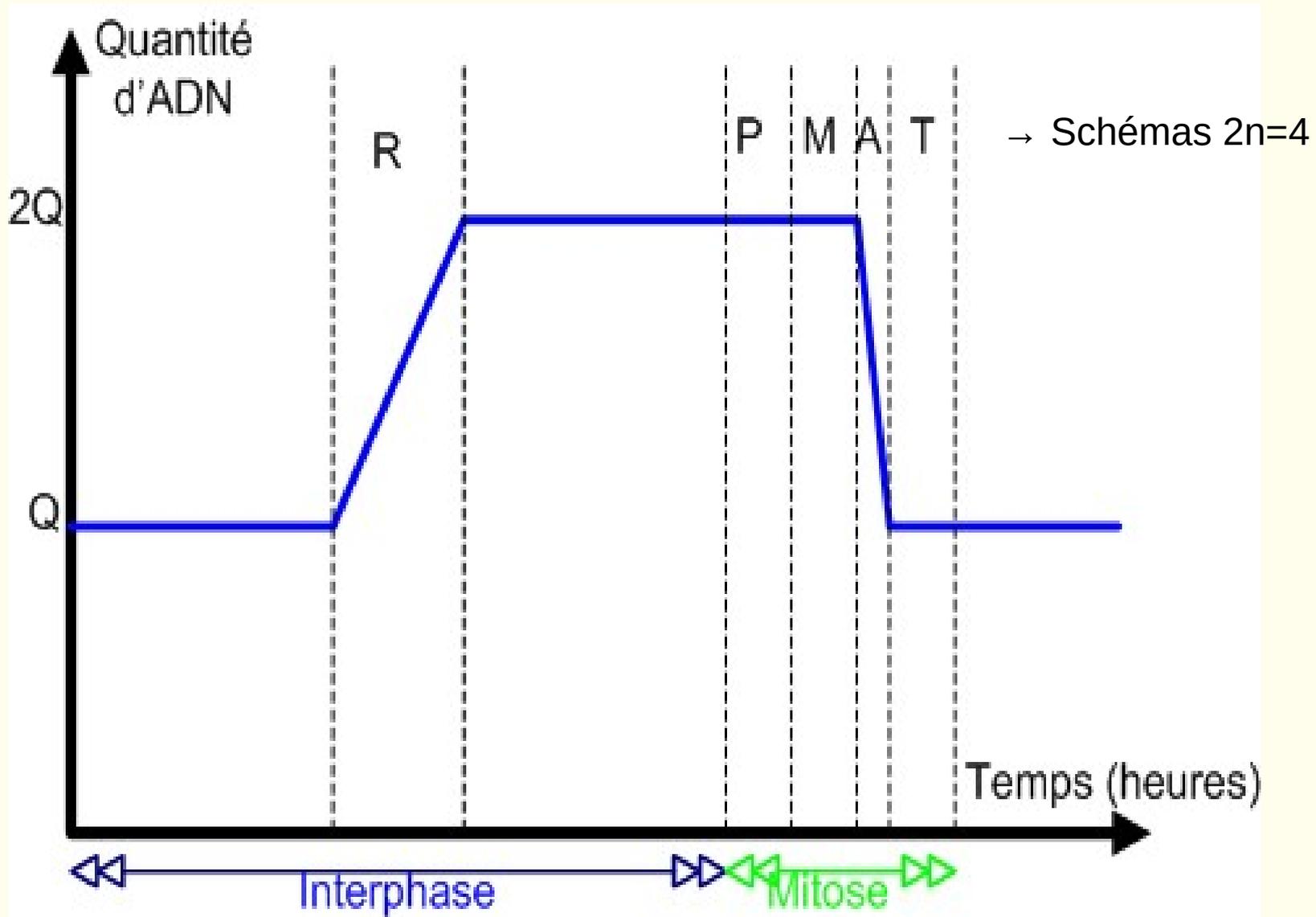
Rappels de 1S – la mitose – Réplication semi-conservative de l'ADN schéma →



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

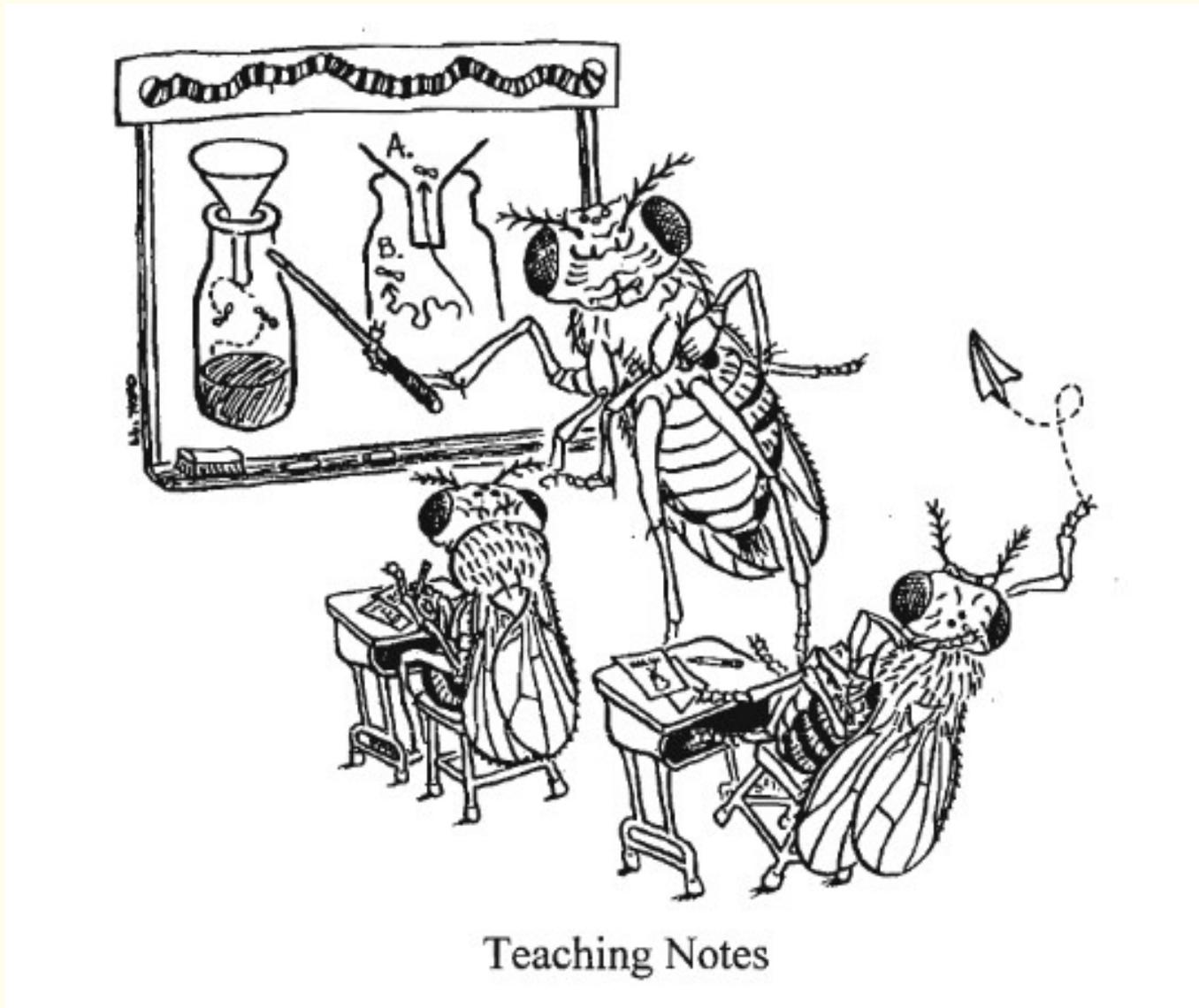
### Rappels de 1S – la mitose – Quantité d'ADN au cours de la mitose



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### T1A1 L'origine du génotype des individus



Univ. of Oklahoma 1999

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

***Comprendre comment la reproduction sexuée forme des génomes individuels et contribue à la diversification du vivant.***

***Schématiser  $2n=4$***

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation



Cellule de tube séminifère de criquet, microscope optique, X60, colorant de Giemsa, Barre 50 $\mu$ m



Grain de pollen ( $n=12$ ) de lys ( $2n=24$ ) microscope optique x60 coloration (?)

**Dans les organes qui fabriquent les gamètes on peut observer des cellules en division.**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

Le même phénomène chez les plantes à fleurs

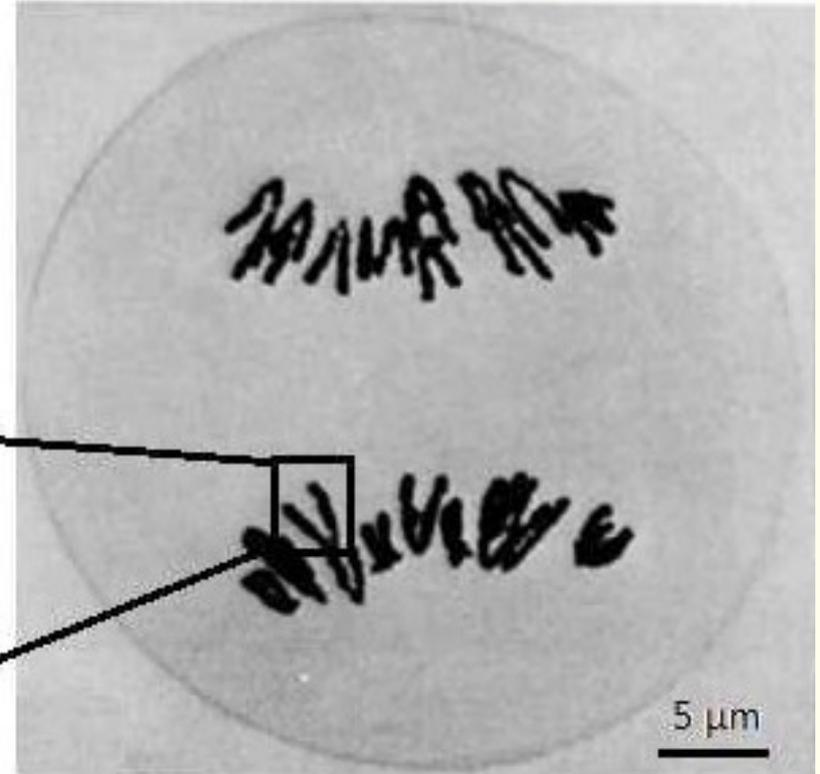


Fleur de prunier

Anthère →  
Pollen →  
Gamètes mâles

Séparation des chromosomes mais ils sont bichromatidiens!

Une cellule d'anthère de lys en division



**Méiose = succession de deux divisions cellulaires précédée comme toute division d'un doublement de la quantité d'ADN (réplication).**

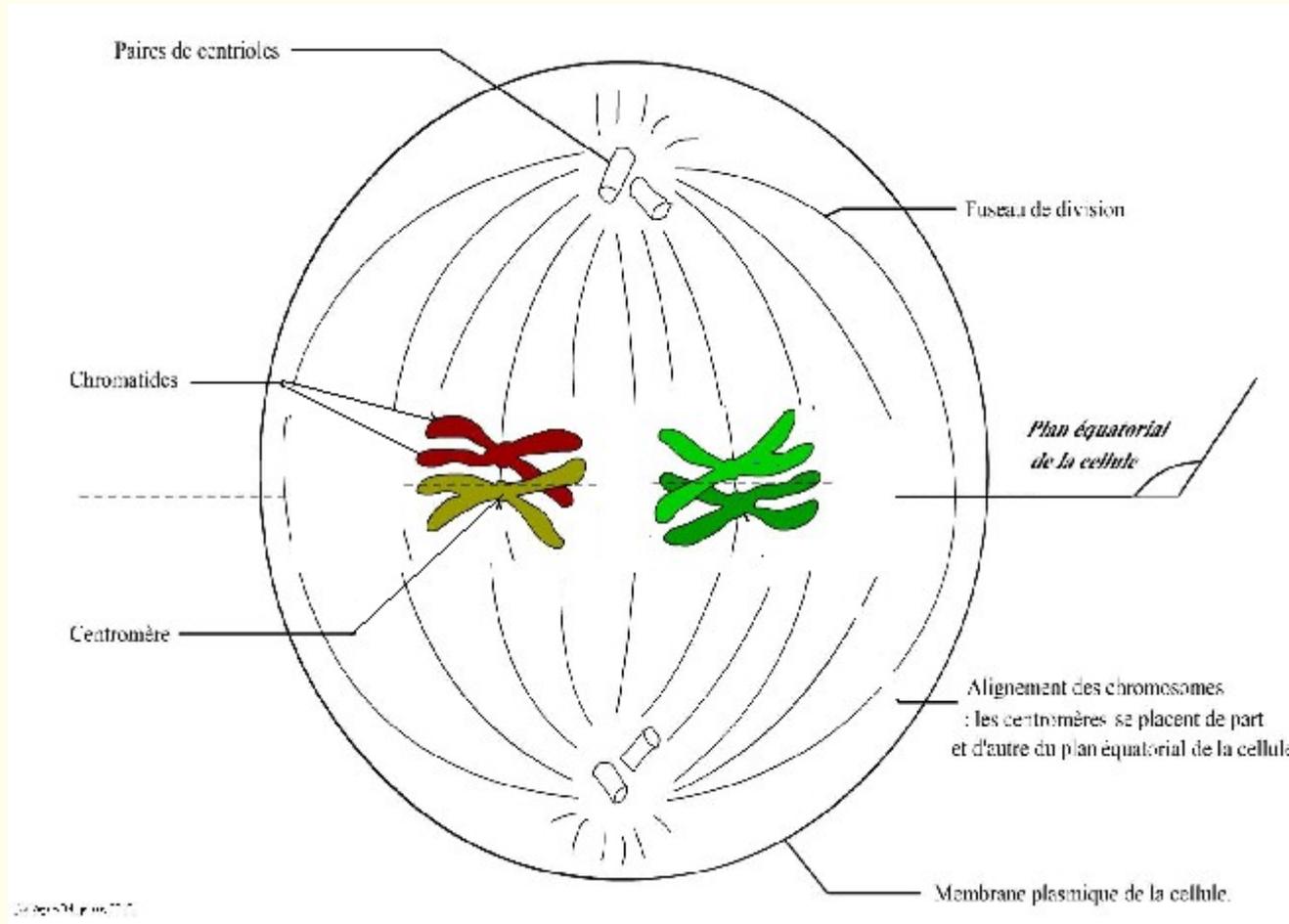
**Schéma général: elle produit quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde.**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

Modélisation  
chez un animal  
à  $2n=4$



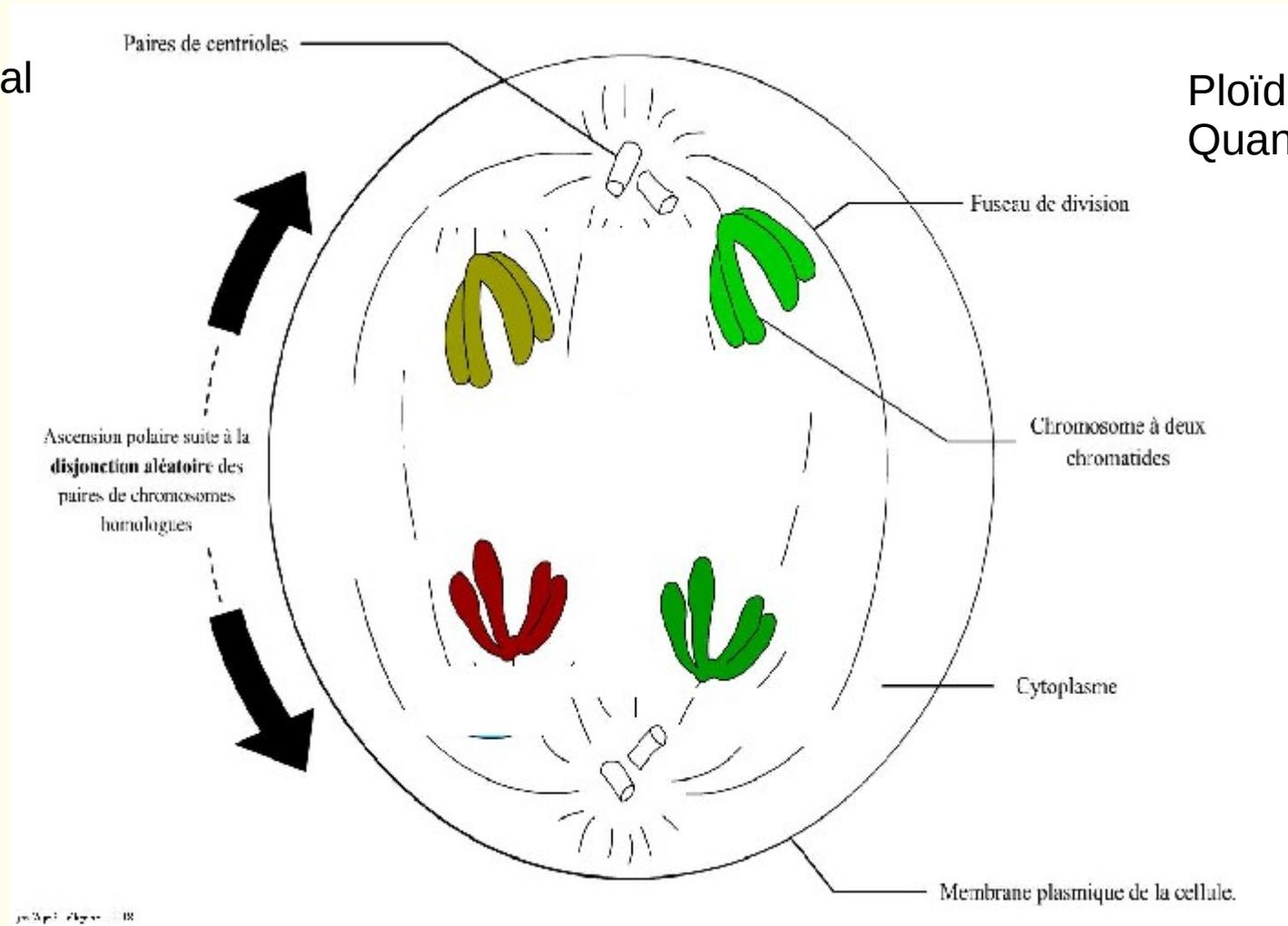
**Alignement de part et d'autre du plan équatorial – Disjonction aléatoire !?!**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

Modélisation  
chez un animal  
à  $2n=4$



Ploïdie ?  
Quantité d'ADN?

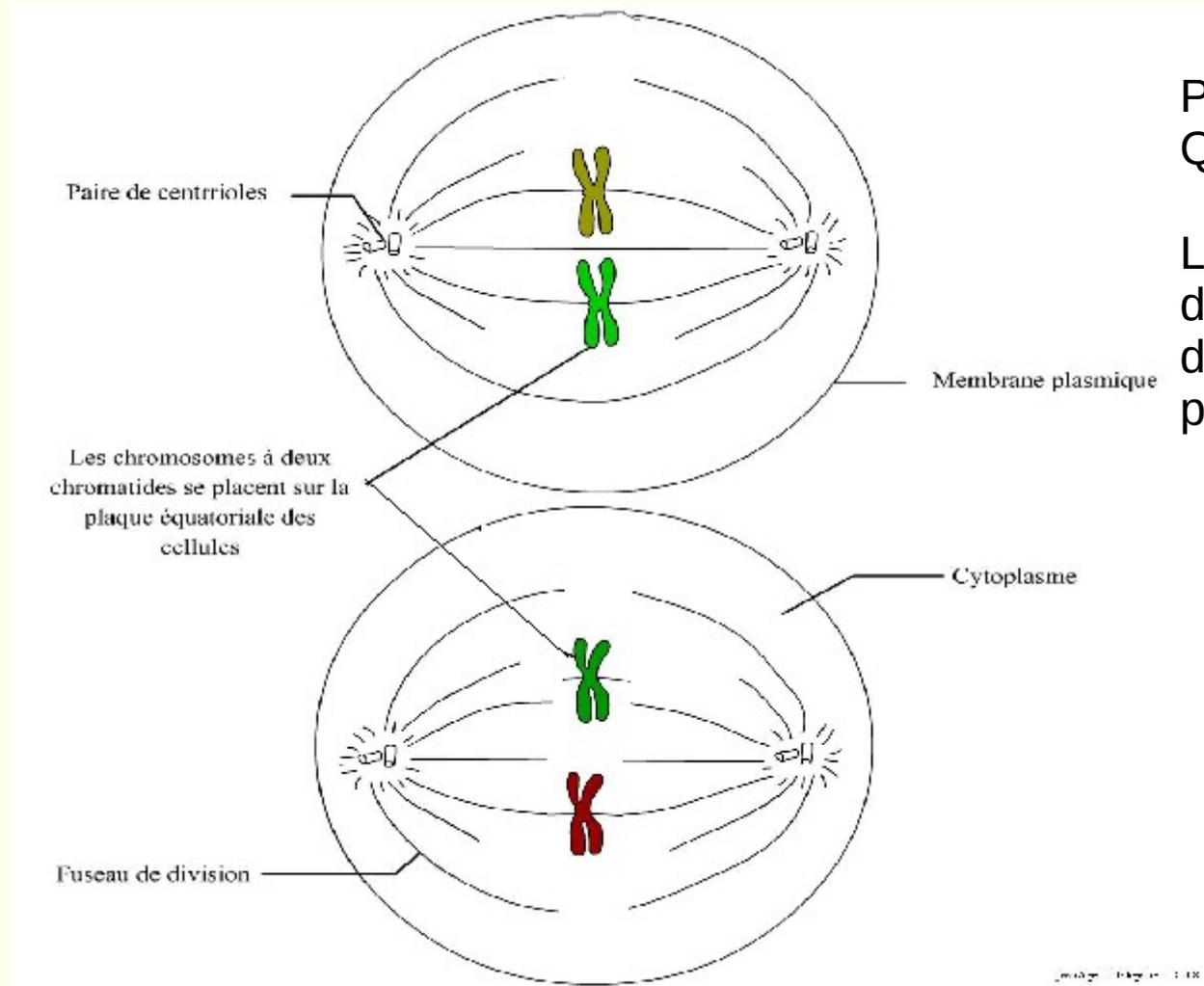
**La première division sépare les chromosomes homologues (état bichromatidien) – division réductionnelle**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

Modélisation  
chez un animal  
à  $2n=4$



Ploïdie ?  
Quantité d'ADN?

Les plans de division des 2 divisions sont perpendiculaires.

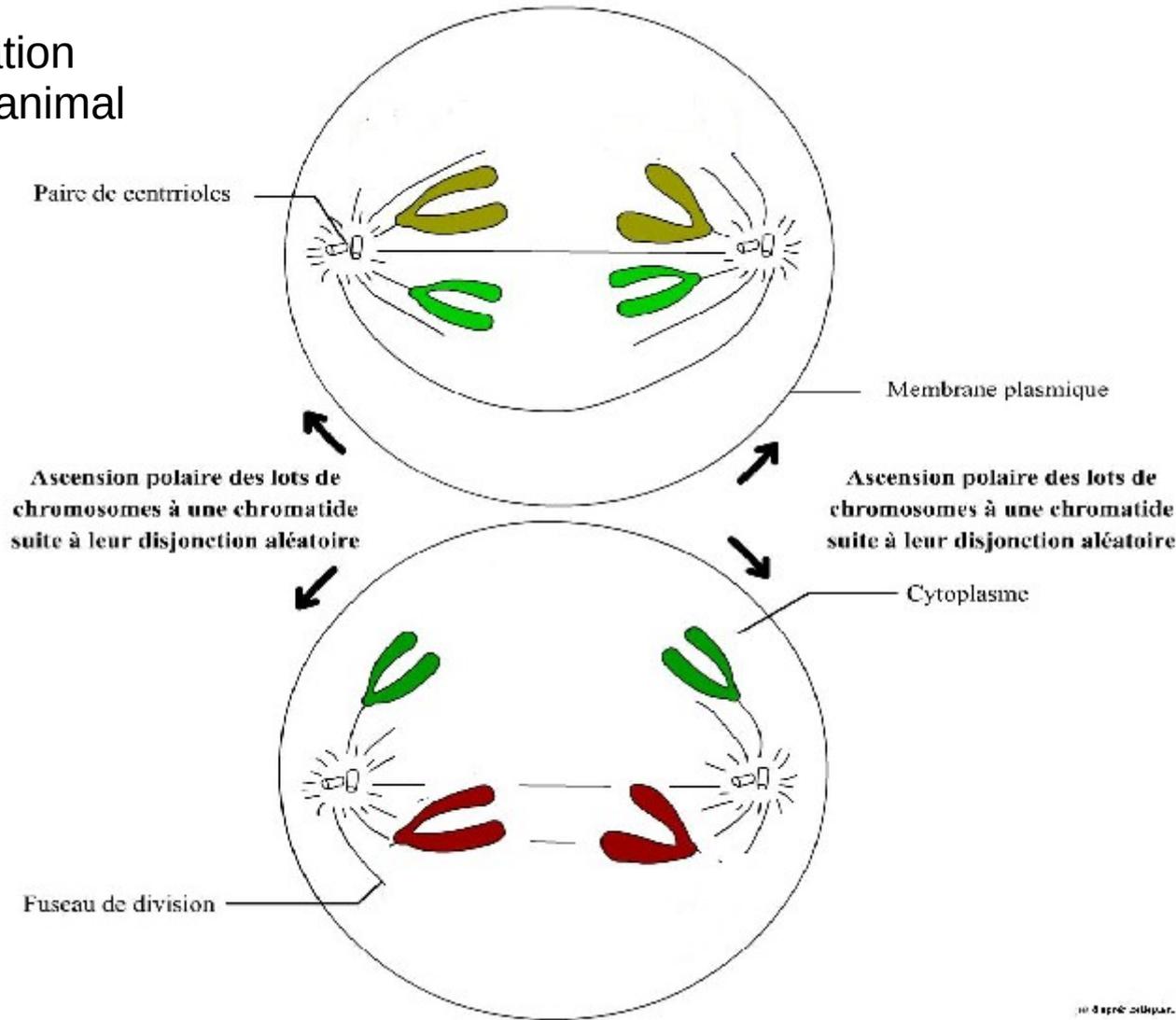
La deuxième division ressemble à une mitose – division équationnelle -

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

Modélisation  
chez un animal  
à  $2n=4$



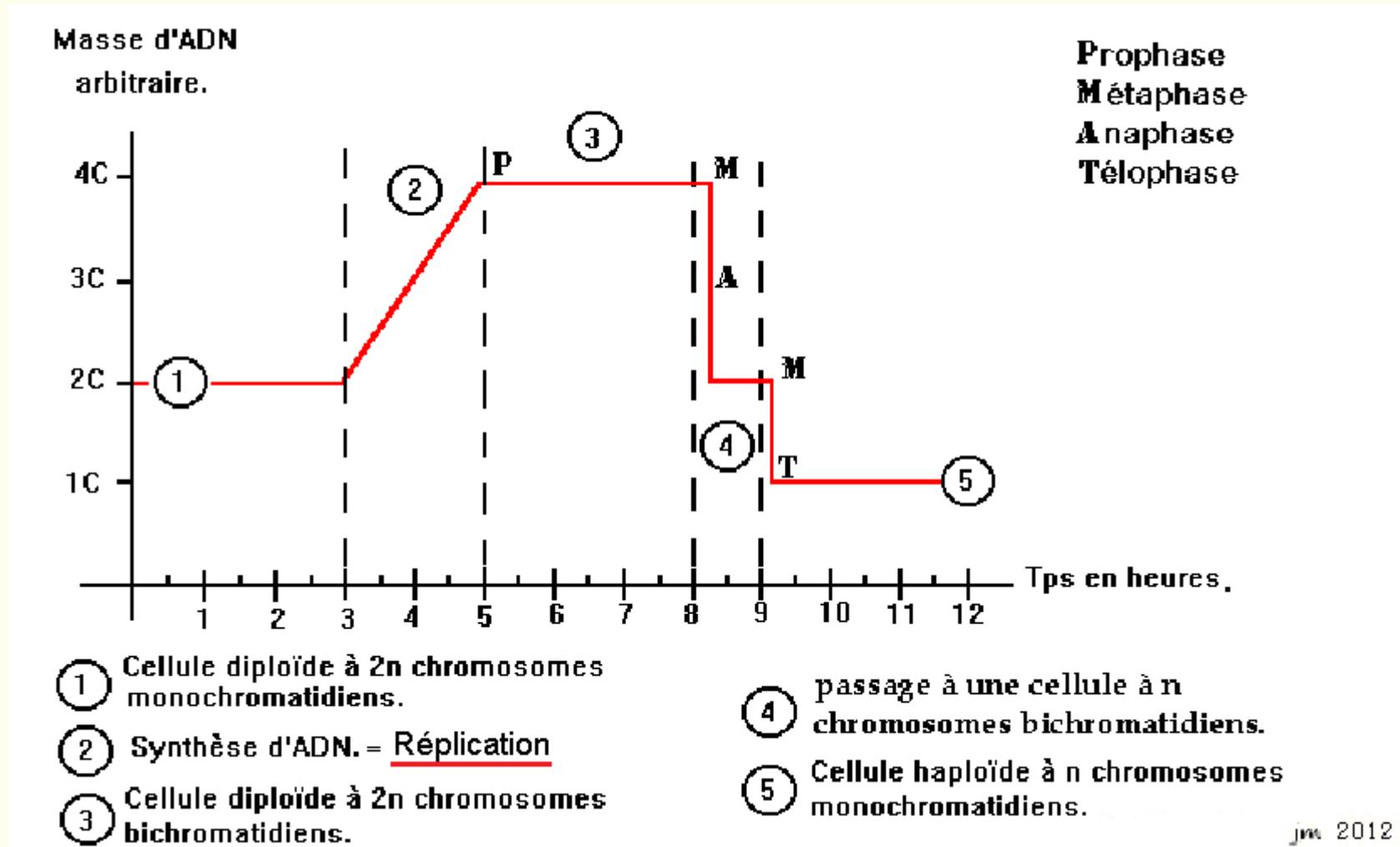
Ploïdie ?  
Quantité d'ADN?

**La deuxième division sépare les chromatides sœurs.**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation



**Méiose = succession de deux divisions cellulaires précédée comme toute division d'un doublement de la quantité d'ADN (réplication).**

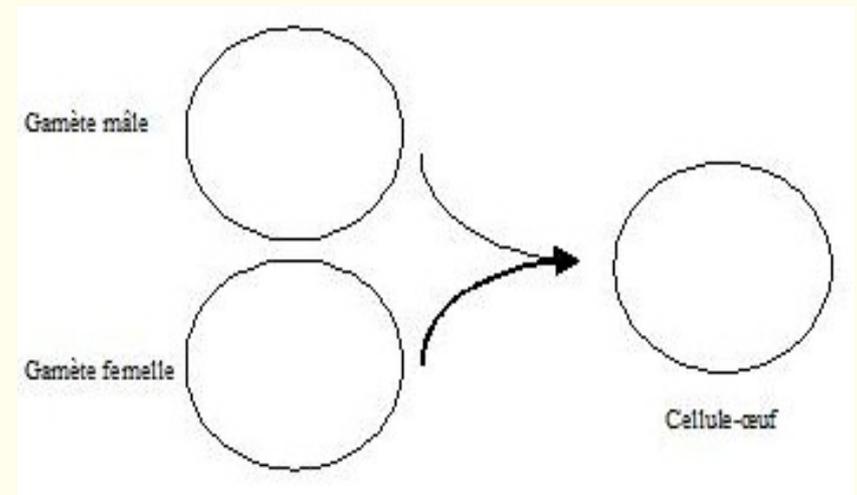
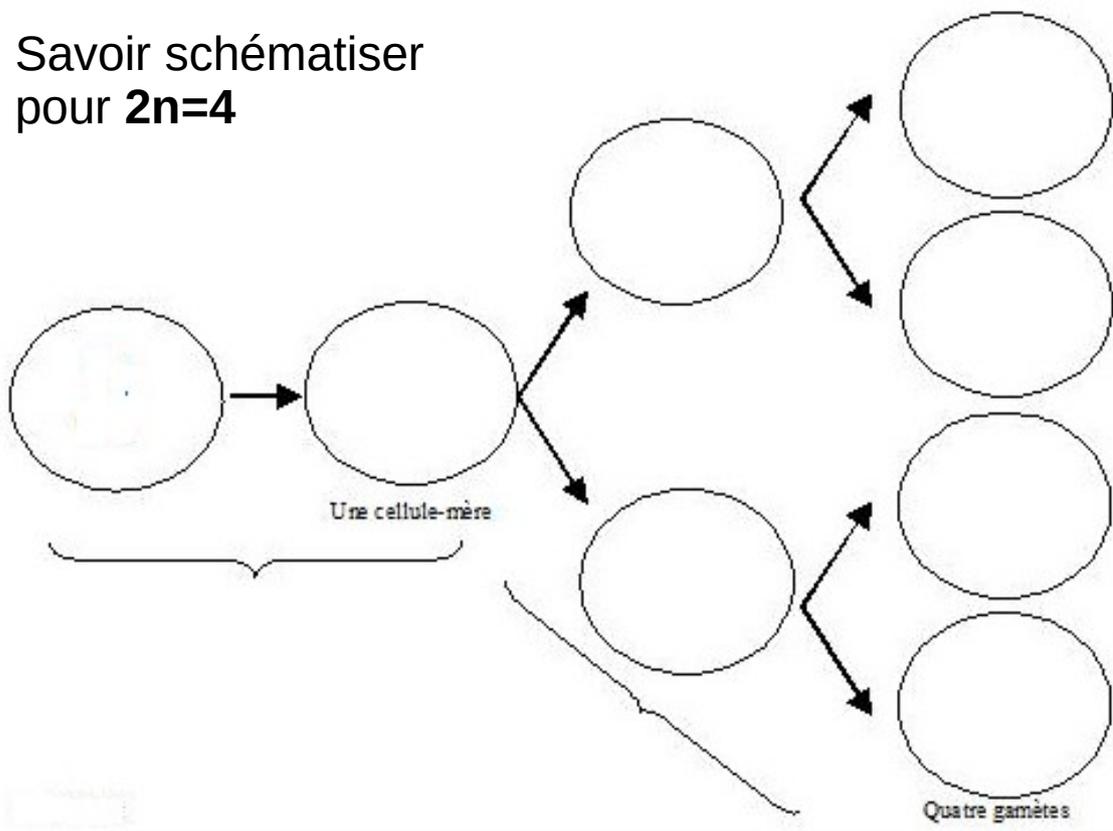
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Méiose et fécondation

La méiose produit quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde.  
Une migration aléatoire des chromosomes homologues en 1ère division de méiose ?  
La fécondation réunit au hasard les gamètes ?

Savoir schématiser  
pour  $2n=4$



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



pré-Zygote



Embryon

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



Polypes d'*Aurelia coerulea*. Diamètre de chaque individu du clone: ~ 3mm Liittschwager Nat. Geo.

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

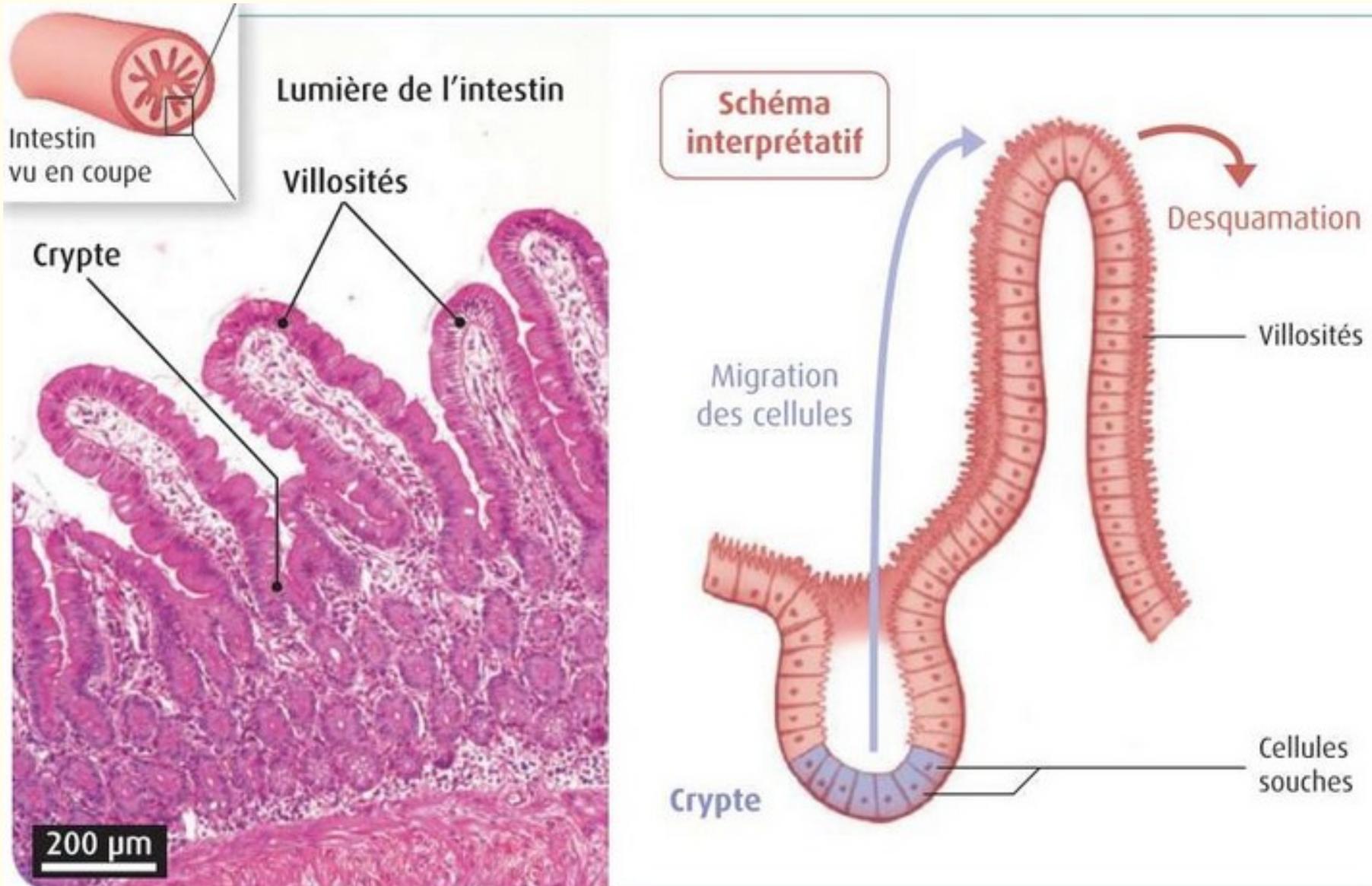
### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

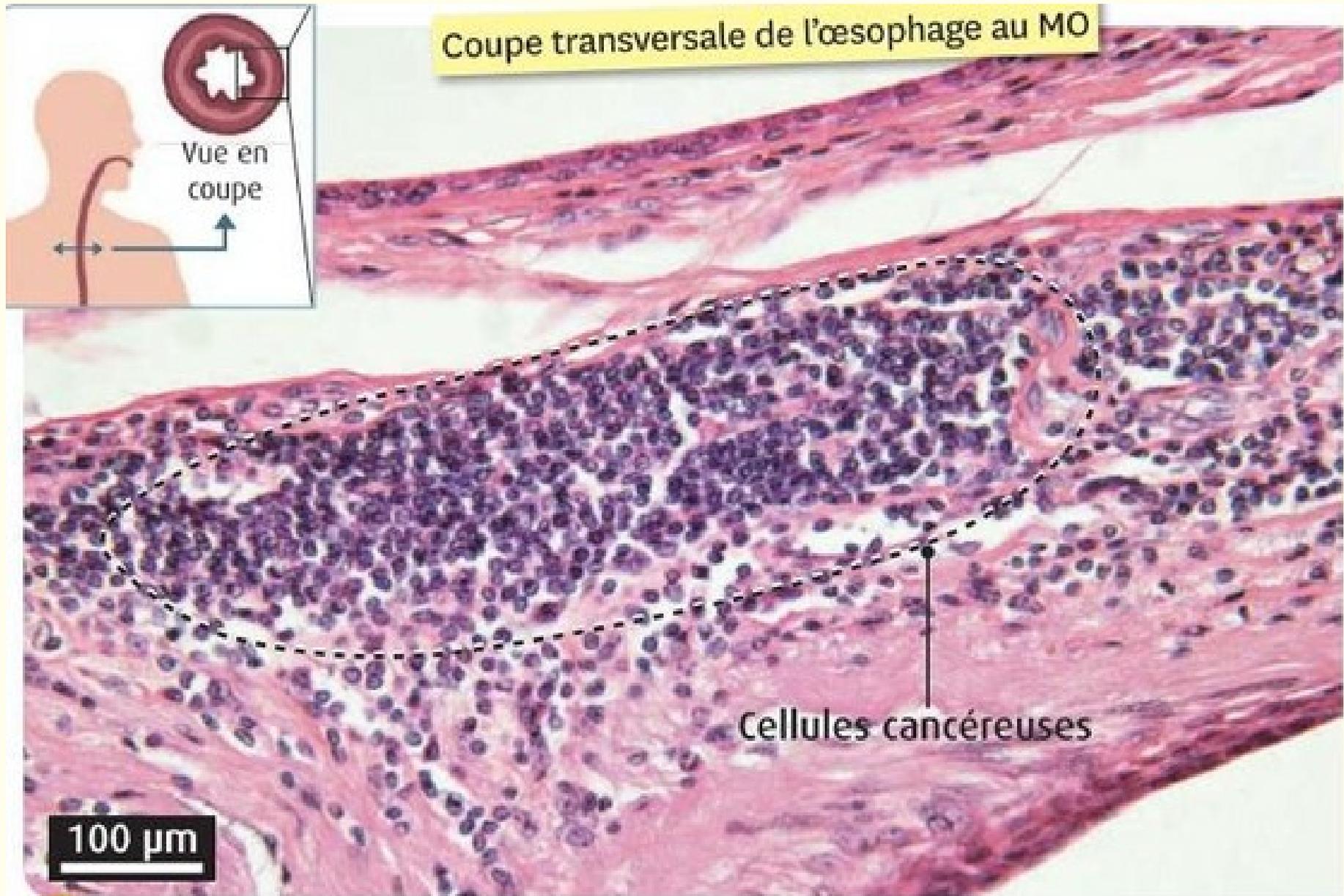
### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



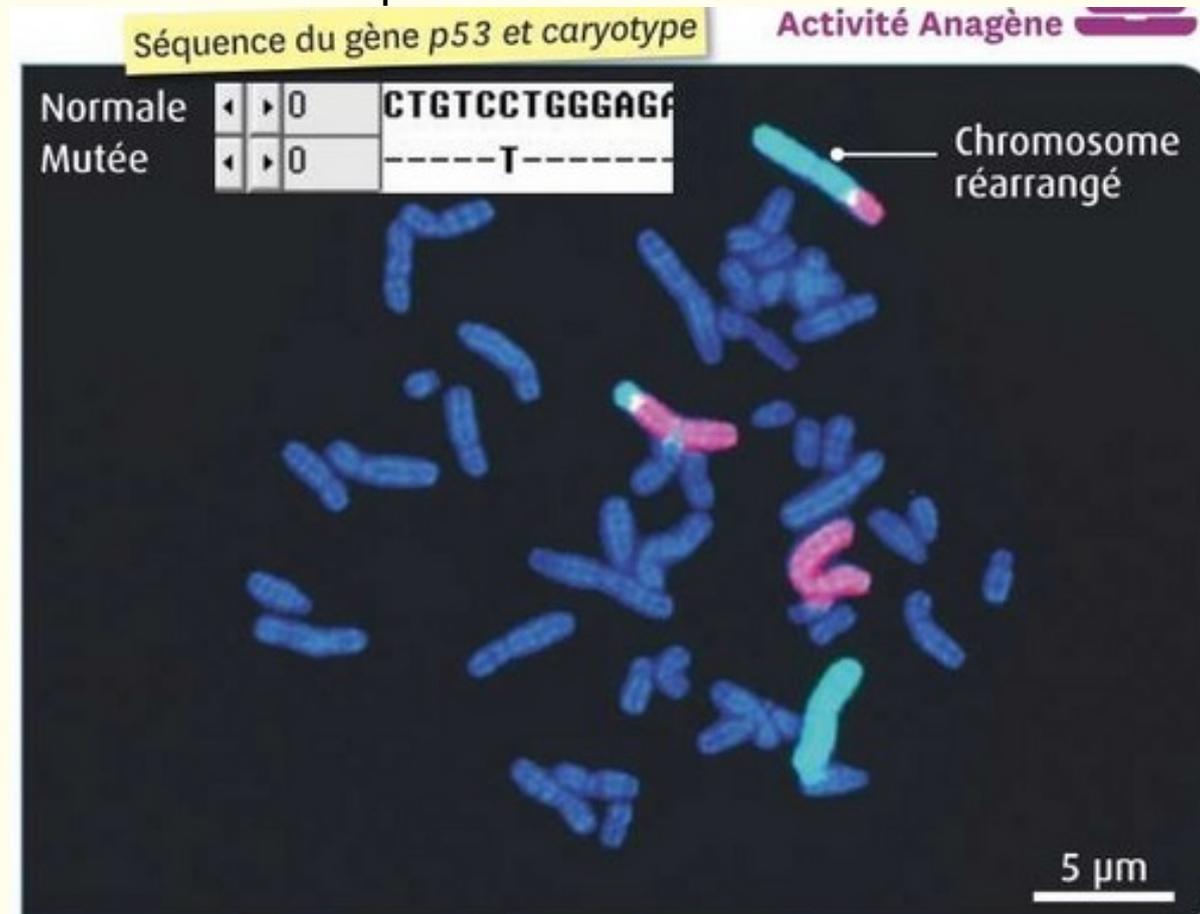
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale

Tumourisation:

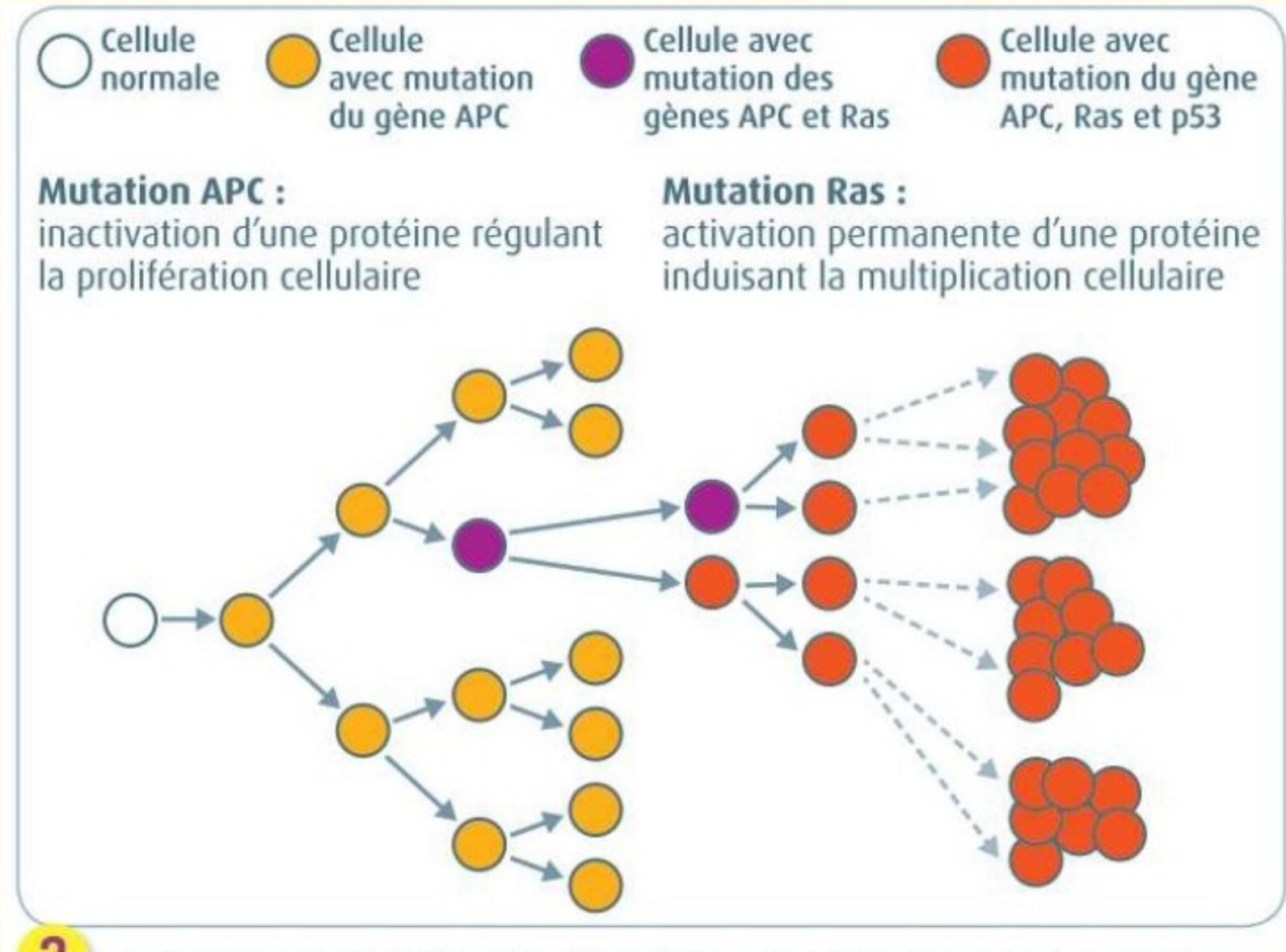
- Mutation de P53 → perte de fonction de la protéine qui normalement inhibe la division de cell. à ADN endommagé.
- Réarrangement Chromosomiques



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



Origine de l'hétérogénéité des cellules tumorales

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale

Génie génétique

Fichier Affichage Edition Action Informations Document Bloc-note

Séquences

Identification

- Ref-allèle p53\_norn
- Mut 244 Gly/Ser
- CN II4ALL1
- CN II4ALL2
- CN III1 ALL1
- CN III1 ALL2
- CN III1ALL1
- CN III1ALL2
- CC III1ALL1
- CN III4 ALL1
- CN III4 ALL2
- CC III4 ALL1
- CC III4 ALL2
- CN III5 ALL1
- CN III5 ALL2
- CC III5 ALL1
- CC III5 ALL2

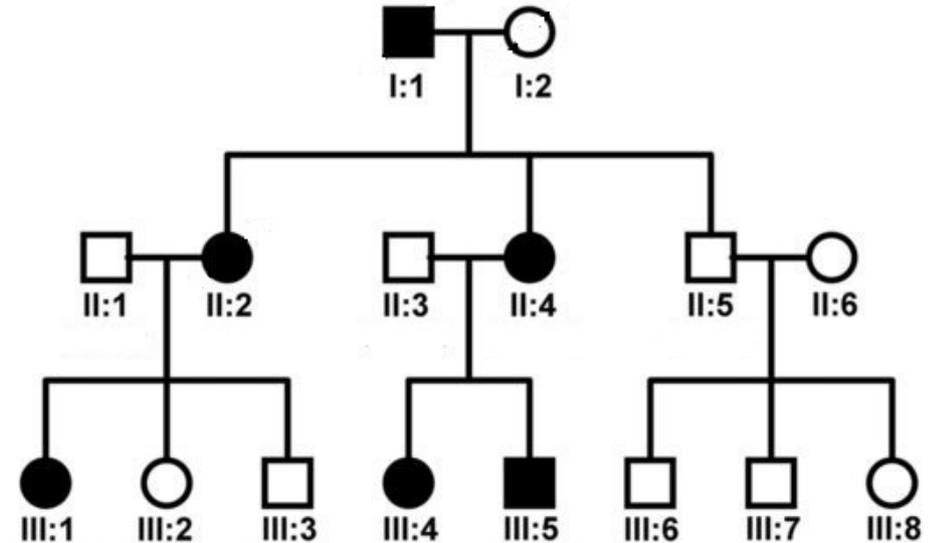
Base sous le curseur : 730

5' CATGGGCGGCATGAACCGGAGGCC

5' ----- A

Première séquence cochée (éditable) : Ref-allèle p53\_norn

A



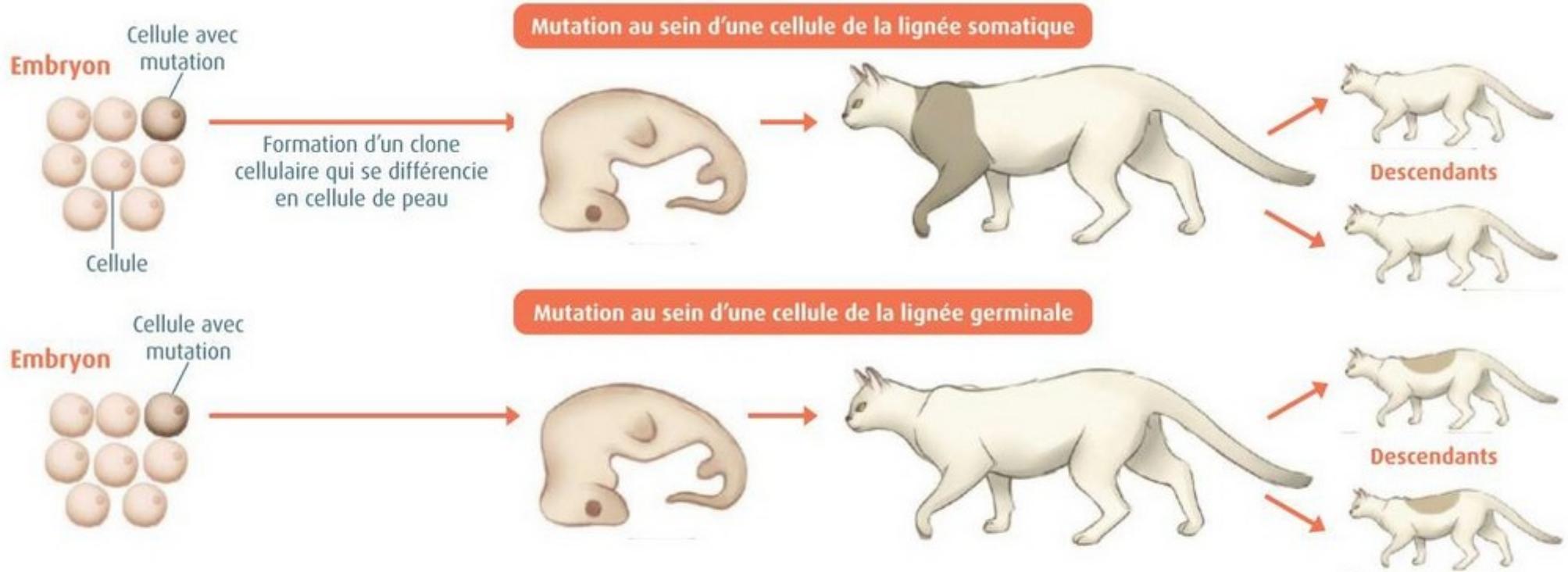
B

ID	Age in 2014	Tumors
I:1	Deceased	Liver mass at 46 y
II:1	40 y	None
II:2	Deceased	Breast cancer at 32 y
II:3	35 y	None
II:4	35 y	Breast cancer at 34 y
II:5	30 y	None
III:1	13 y	Adrenal pheochromocytoma at 3 y, and kidney cyst at 12 y
III:2	10 y	None
III:3	6 y	No
III:4	5 y	Medulloblastoma at 5 y
III:5	3 y	Choroid plexus papilloma at 3 y

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### La conservation des génomes: stabilité génétique et évolution clonale



**7** Les conséquences possibles d'une mutation au cours du développement d'un embryon. Rappelons que de nombreuses mutations n'ont aucun effet sur le phénotype des cellules et de l'individu.

**Le devenir d'une mutation dépend du clone cellulaire (lignée) affecté.**

**Les mutations somatiques (clonales) sont une source de diversité temporaire.**

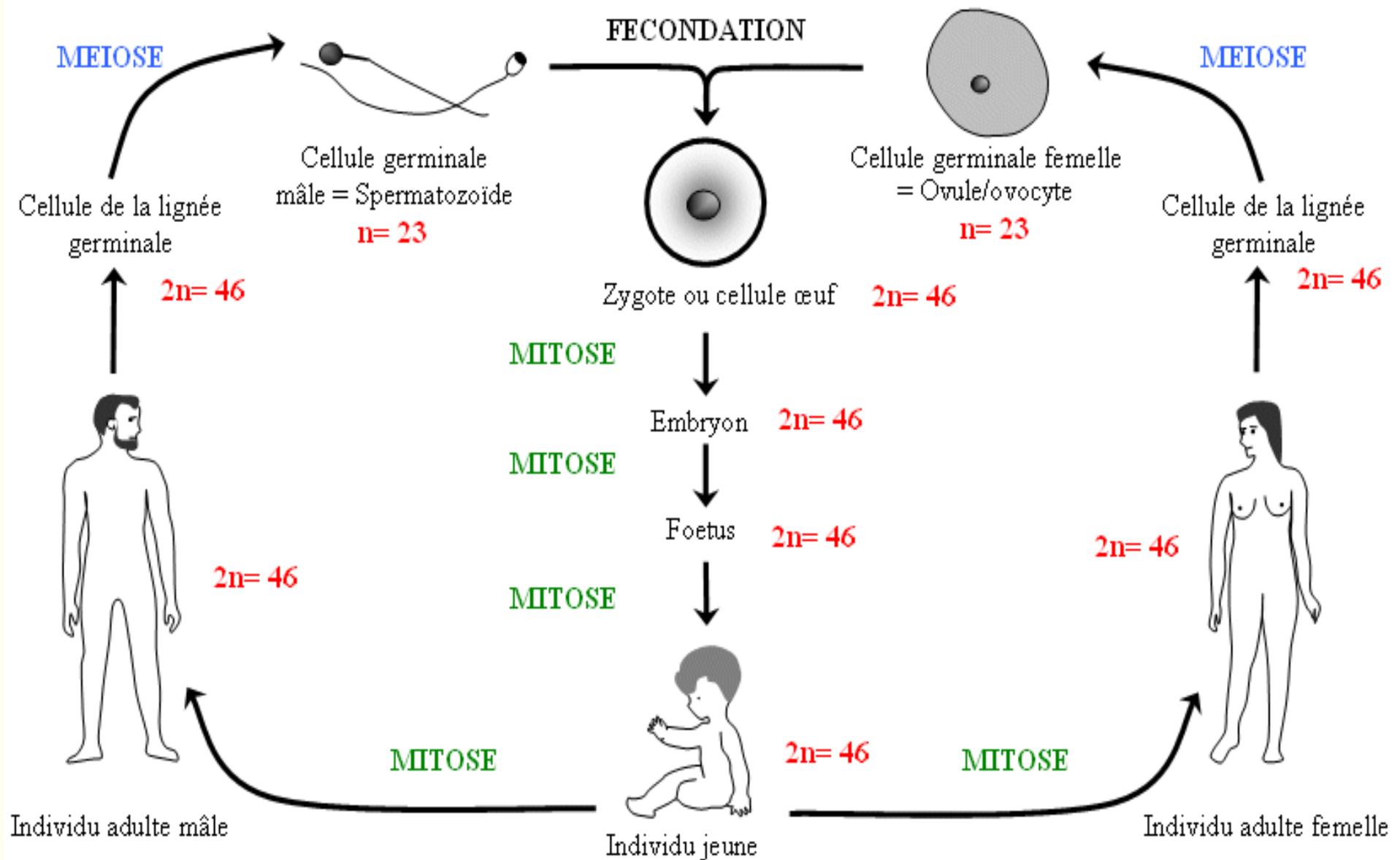
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

JM d'après Bellepierre, 2012

Le cycle de développement d'un mammifère, l'Homme.



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Diversité?

Une migration aléatoire des chromosomes homologues en 1ère division de méiose ?  
La fécondation réunit au hasard les gamètes?



Calcul de la diversité possible des zygotes sous ses 2 hypothèses et l'hypothèse de l'existence d'au moins 1 locus hétérozygote par chromosome participant à la fécondation:

$2^{23}$  gamètes ♂

$2^{23}$  gamètes ♀

Nb de zygotes # possibles =

$$2^{23} \times 2^{23} =$$

8 millions x 8 millions =

$$64 \times 10^{12} =$$

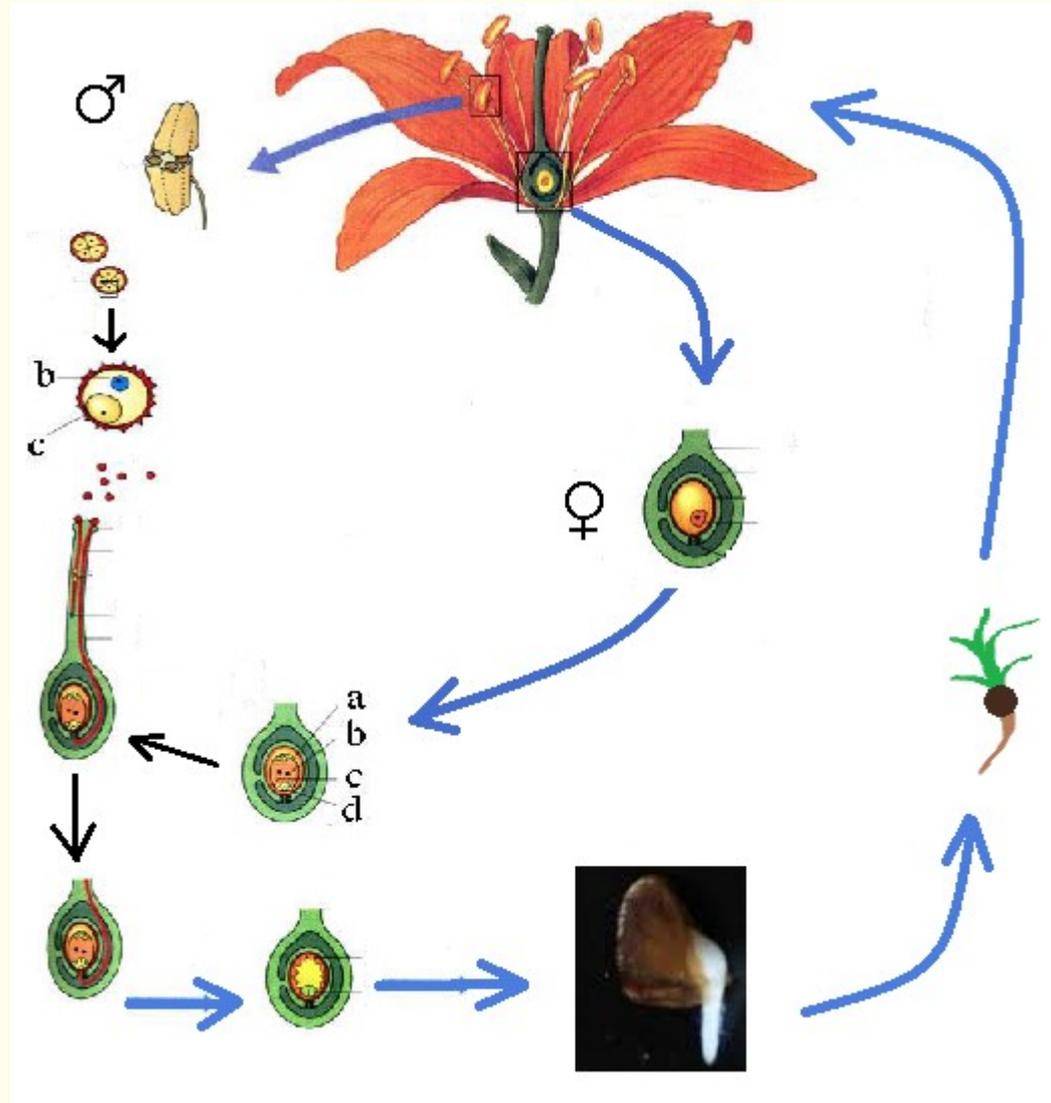
64 mille milliards

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

Méiose? (m)  
Fécondation? (f)



Nouvel organisme  
Diploïde  $2n = 24$

Cycle de développement du Lys

**Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant**  
**T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus**  
**Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée**

**Schéma d'une fécondation**

**Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant**  
**T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus**  
**Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée**  
**Principes de base de la génétique**

**La méiose produit quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde.**

**La fécondation réunit 2 cellules haploïdes et produit une cellule œuf diploïde.**

**Le caryotype caractéristique de l'espèce est conservé lors de la reproduction sexuée.**

**Diversité?**

**Une migration aléatoire des chromosomes homologues en 1ère division de méiose ?**

**La fécondation réunit au hasard les gamètes?**

Comment vérifier expérimentalement ce double hasard?

**Rappels:** Allèle dominant, allèle récessif, homozygote, hétérozygote

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique

#### Diversité?

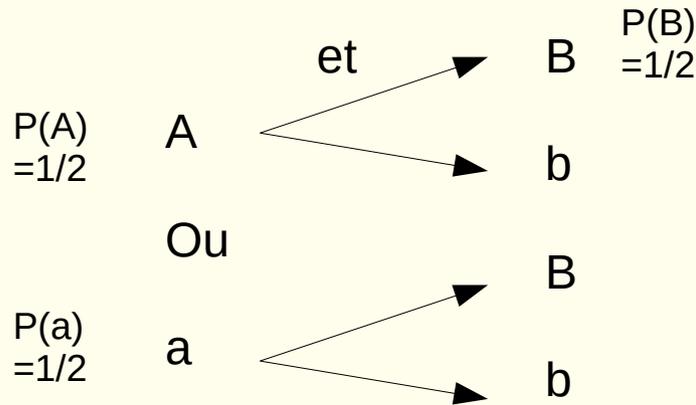
- 1 Une migration aléatoire des chromosomes homologues en 1ère division de méiose ?
- 2 La fécondation réunit au hasard les gamètes?

Comment vérifier expérimentalement ce double hasard?

Conséquences prévisibles avec  $2n=4$ , 2 gènes indépendants, 2 allèles par gène: (A//a,B//b)

#### 1- migration aléatoire

Gamétogenèse - Arbre de probabilité



Fécondation  
(A//a,B//b) X (a//a,b//b)

Échiquier

#### 2- Fécondation aléatoire

Fécondation  
(A//a,B//b) X (A//a,B//b)

Échiquier

**Rappels:** Allèle dominant, allèle récessif, homozygote, hétérozygote

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Principes de base de la génétique

#### Le hasard de la fécondation

##### Un échiquier de croisement

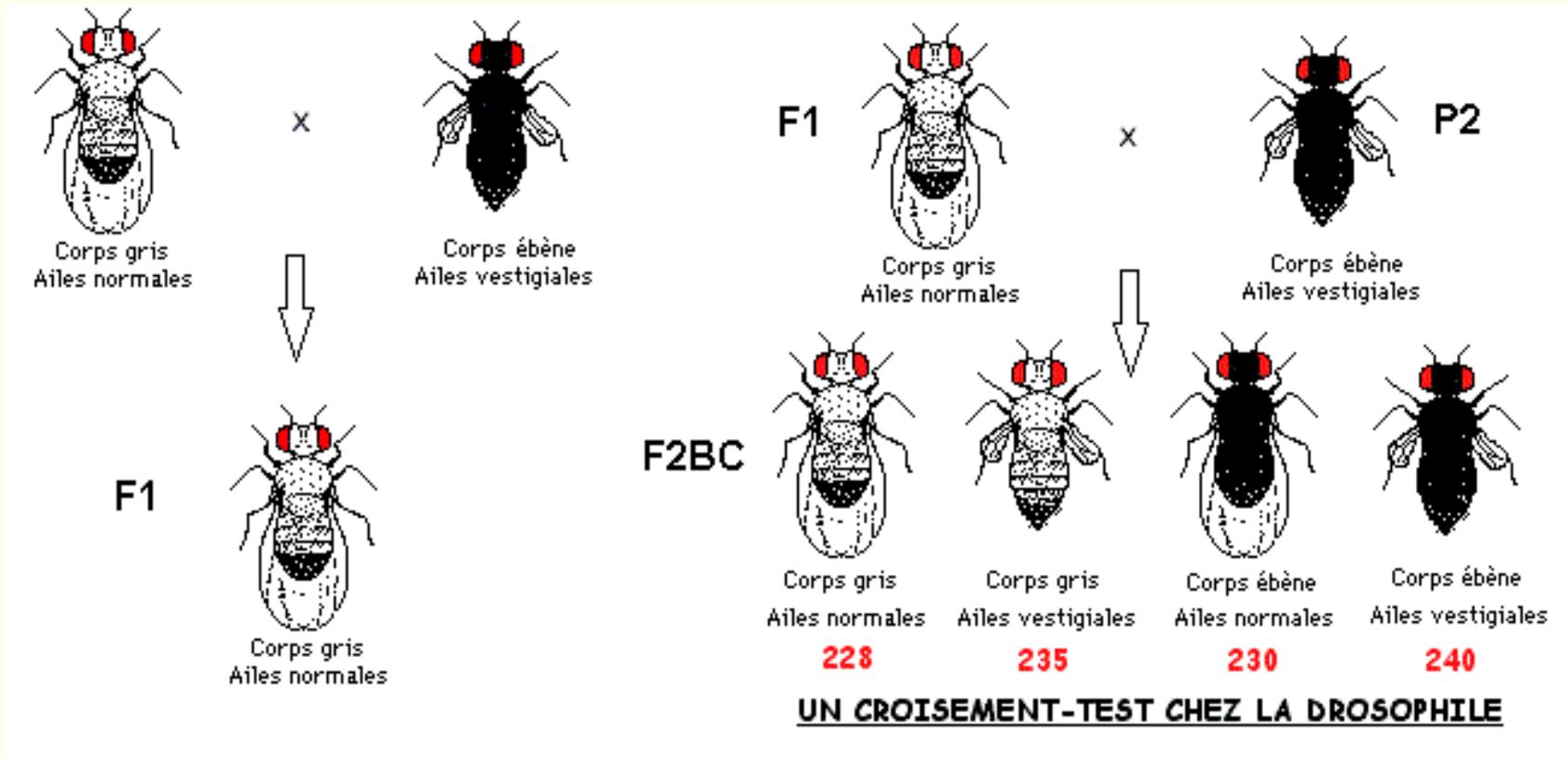
**Au cours de la fécondation, un gamète mâle et un gamète femelle s'unissent : leur fusion conduit à un zygote. La diversité génétique potentielle des zygotes est immense.**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique



Les phénotypes issus du croisement test sont **équiprobables!**

Les chromosomes subissent un brassage interchromosomique résultant de la migration aléatoire des chromosomes homologues lors de la 1ère division de méiose. Une très grande diversité de gamètes est ainsi produite.

**Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant**  
**T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus**  
**Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée**  
**Principes de base de la génétique**  
**Pratique du test de Chi<sup>2</sup>**

**On ne peut pas rejeter les hypothèses donc on accepte que:**

**La disjonction des chromosomes homologues en AnI est aléatoire**

**La fécondation réunit les gamètes de manière aléatoire**

**La viabilité des zygotes est équiprobable**

**Méiose et fécondation brassent donc l'information génétique.**

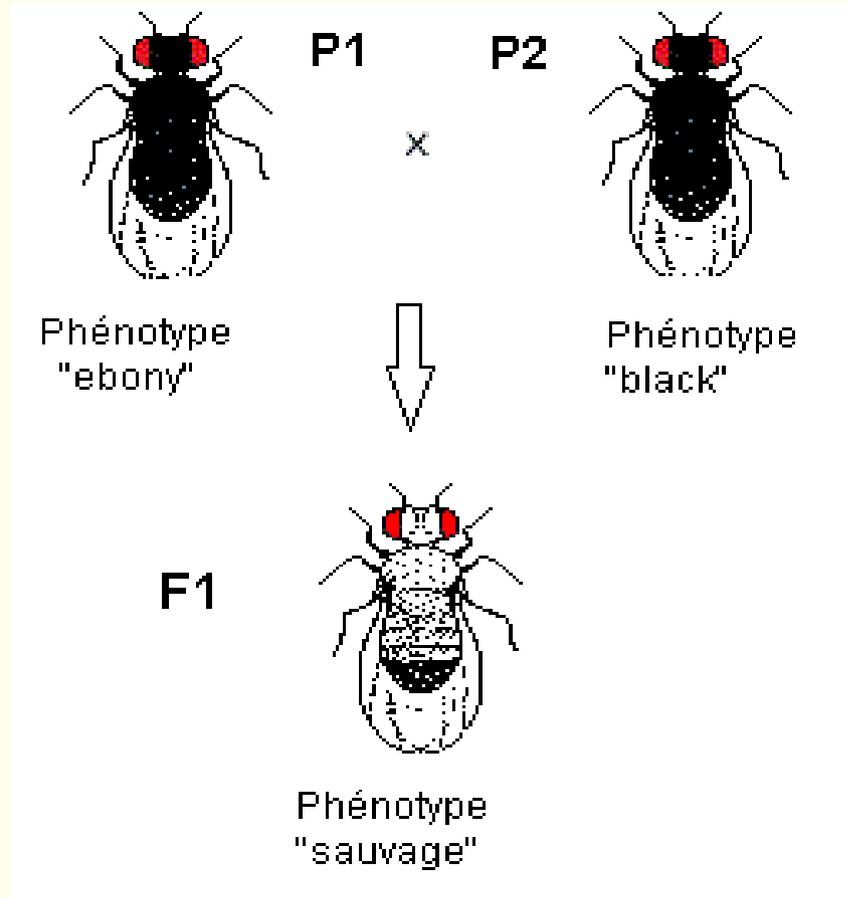
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique

#### Le brassage intrachromosomique



Les 2 parents sont de lignées pures

Comment expliquer ce résultat?

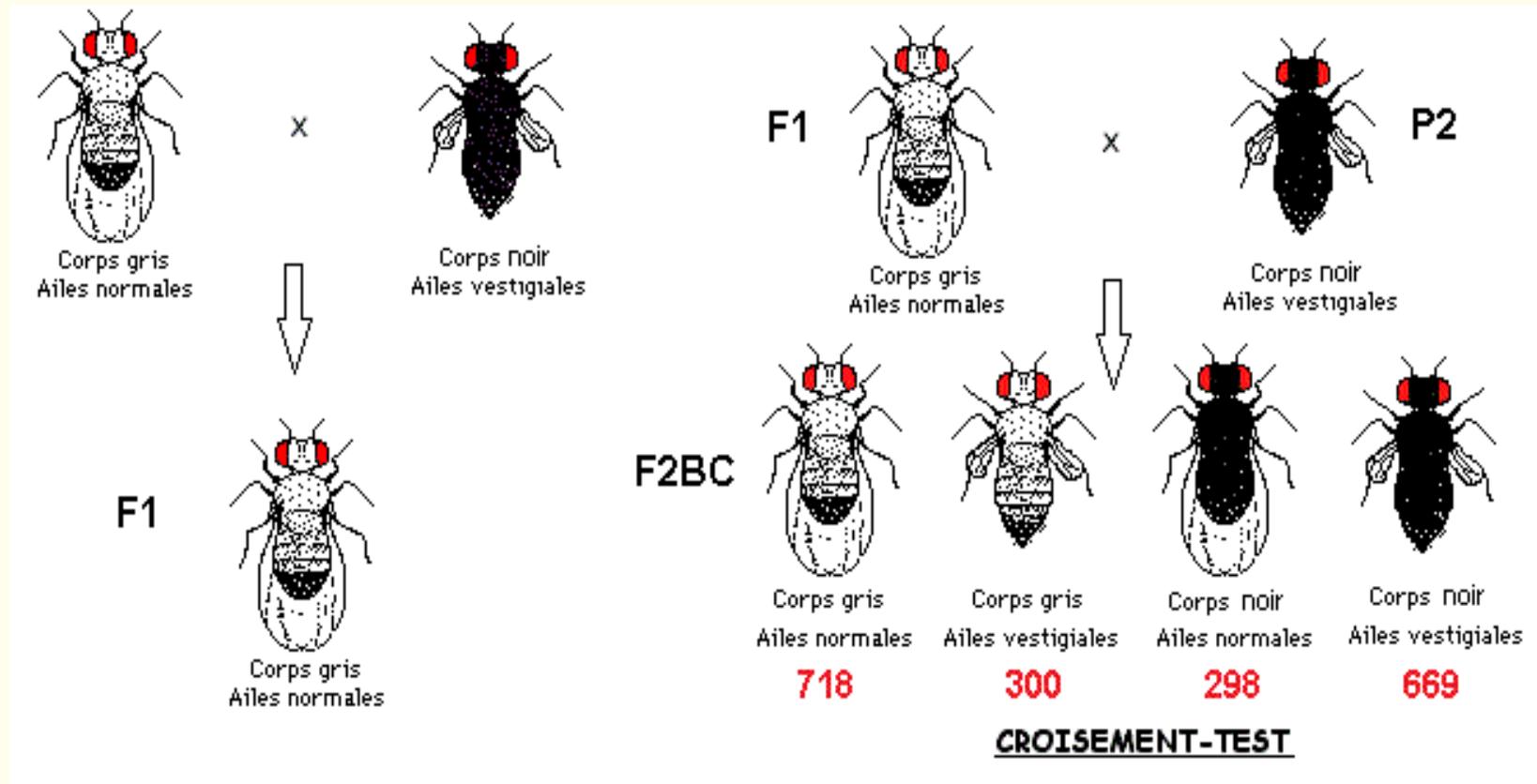
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

### Principes de base de la génétique

### Le brassage intrachromosomique



Les phénotypes issus du croisement test ne sont **pas équiprobables!**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée Principes de base de la génétique

#### Le brassage intrachromosomique

Les phénotypes issus du croisement test ne sont **pas équiprobables!**

Explication  
Cytologique :

le

**crossing over**

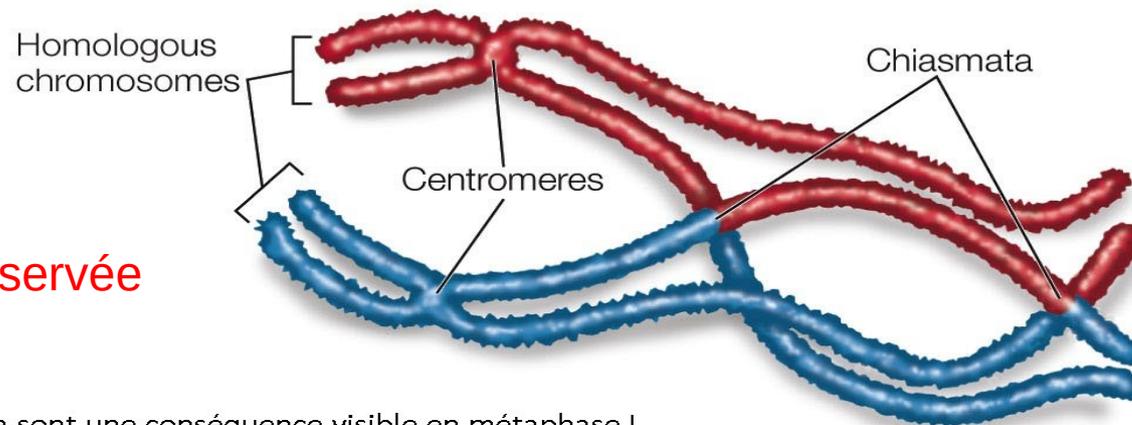
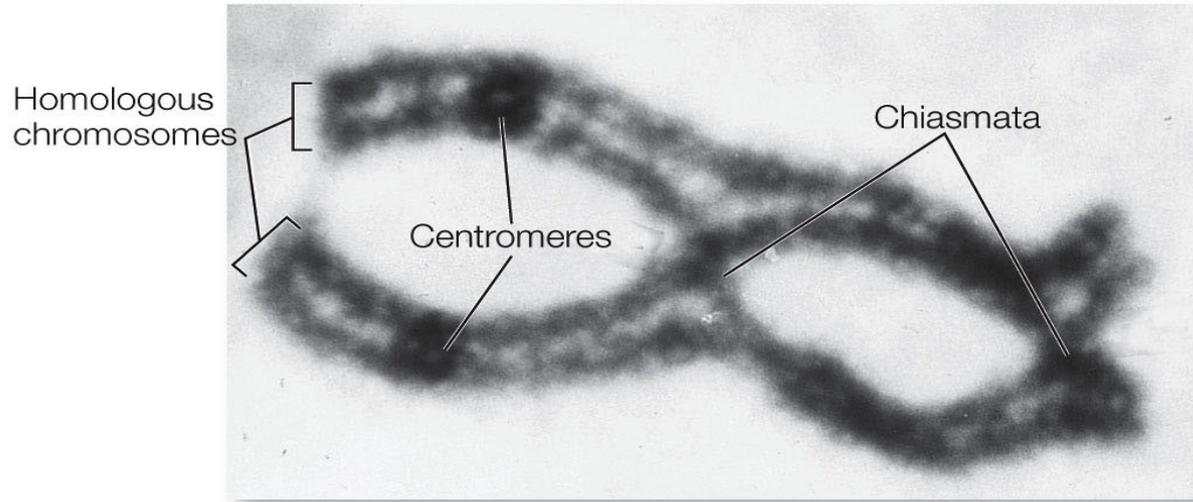
=

Recombinaison  
rare mais  
constante

=>

Une mesure de la  
distance entre  
gènes (loci).

CO => réaction biochimique  
Chiasma = conséquence observée



Les chiasmata sont une conséquence visible en métaphase I des recombinaisons intrachromosomiques (Crossing Over) qui ont eu lieu en prophase I.

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Eighth Edition © 2007 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

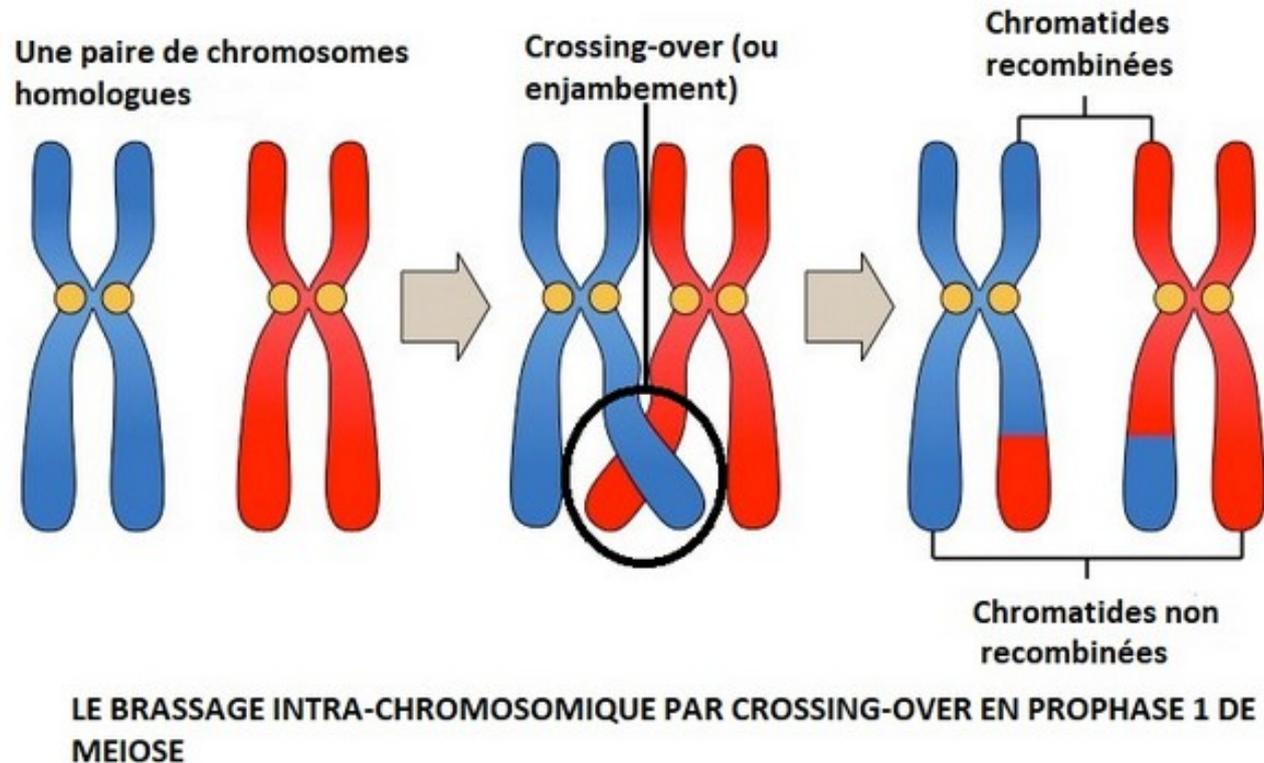
## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Le brassage intrachromosomique

Les phénotypes issus du croisement test ne sont **pas équiprobables!**

**Explication  
Cytologique :**  
le  
**crossing over**  
=  
**Recombinaison**  
rare mais  
**constante**  
=>  
Une mesure de la  
distance entre  
gènes (loci).



CO => réaction biochimique  
Chiasma = conséquence observée

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique

#### Bilan chronologique des brassages

##### **Brassage intrachromosomique en Prophase I**

Au cours de la méiose, des échanges de fragments de chromatides (crossing-over ou enjambement) se produisent entre chromosomes homologues d'une même paire.

Les chromosomes sont remaniés. Ils présentent une nouvelle collection d'allèles.

##### **Brassage interchromosomique en métaphase I – Anaphase I**

Les chromosomes ainsi remaniés subissent un brassage interchromosomique résultant de la migration aléatoire des chromosomes homologues lors de la 1ère division de méiose.

\*\*\*\*\*

Une immense diversité de gamètes est ainsi produite.

+ fécondation au hasard

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique

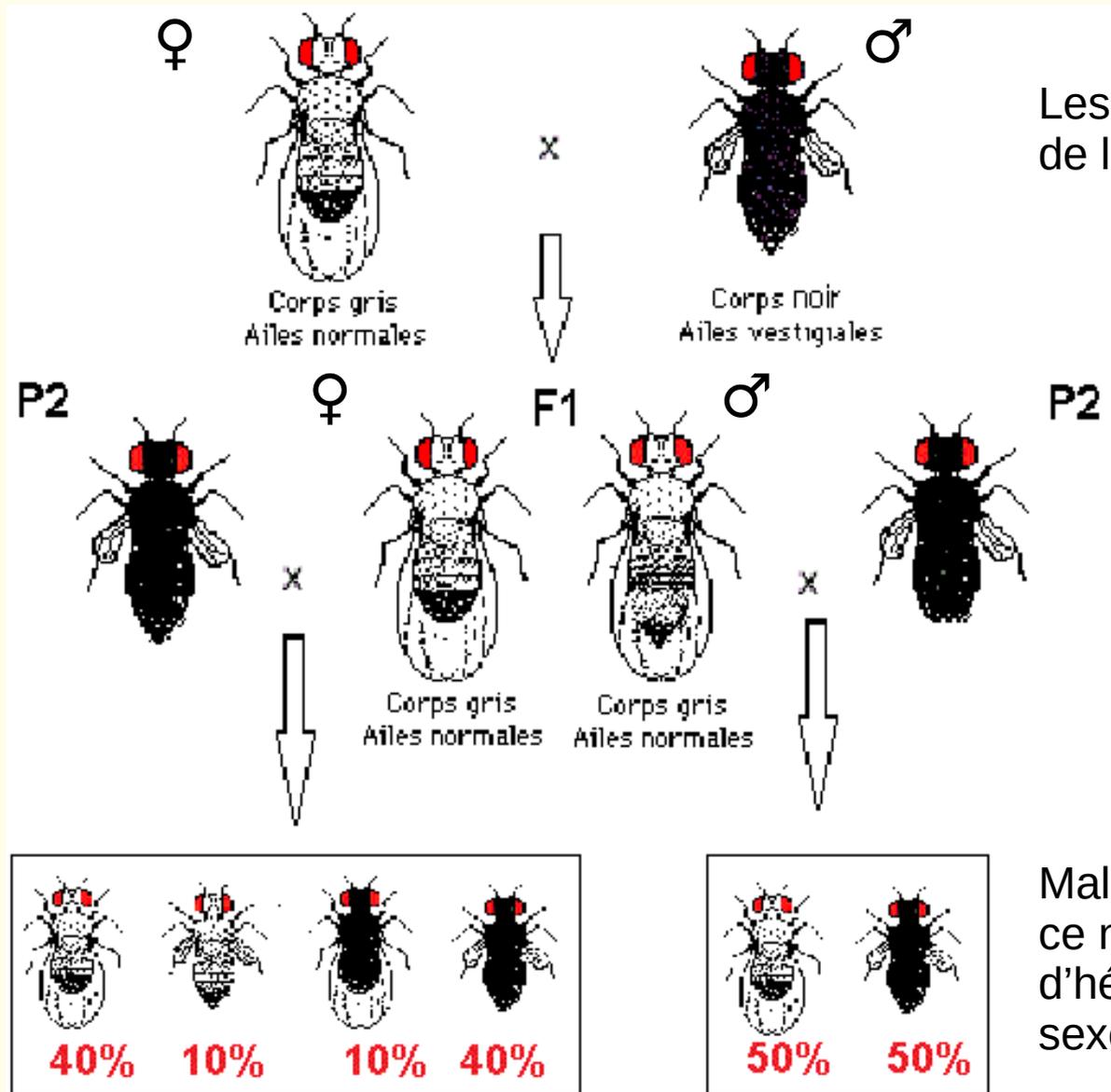
Dihybridisme

Un cas  
Très particulier  
Très classique

Tous les individus  
sont diploïdes

Gènes impliqués =  
vg b

Comment expliquer  
Les résultats des  
croisements test?



Les 2 parents sont  
de lignées pures

Malgré les apparences  
ce n'est pas un cas  
d'hérédité liée au  
sexe.

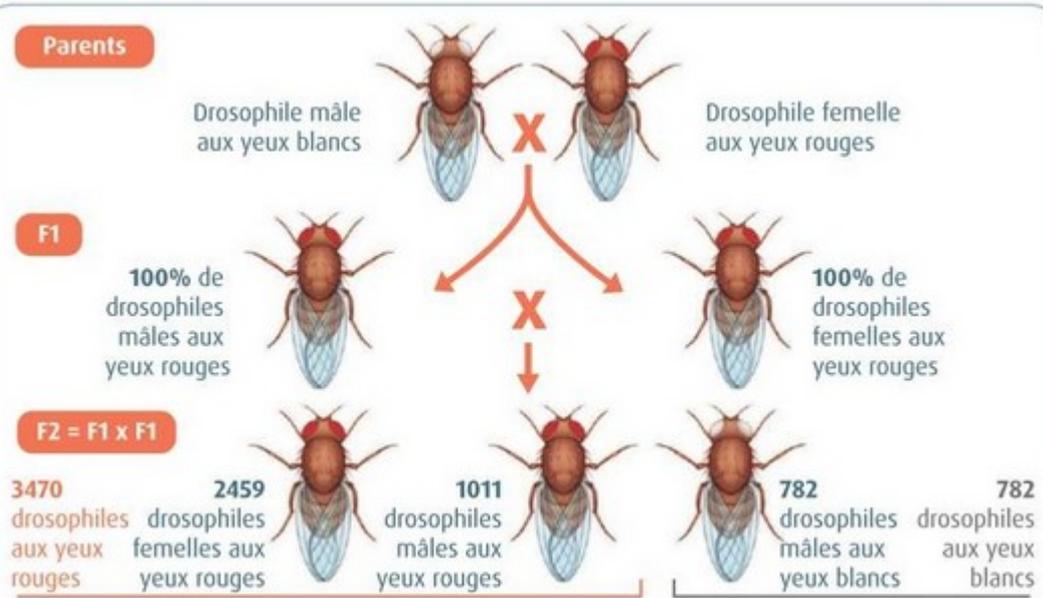
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

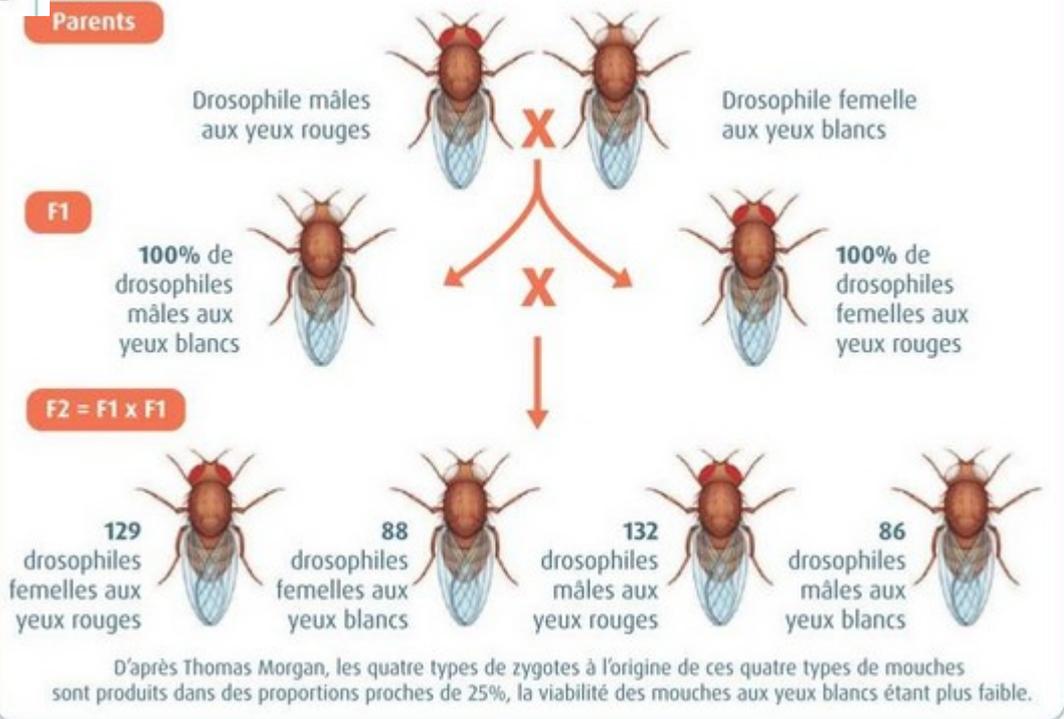
### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

Monohybridisme  
**Cas d'hérédité liée au sexe**

Chez la drosophile:  
 Femelle → XX  
 Mâle → XY



Comment expliquer les résultats?

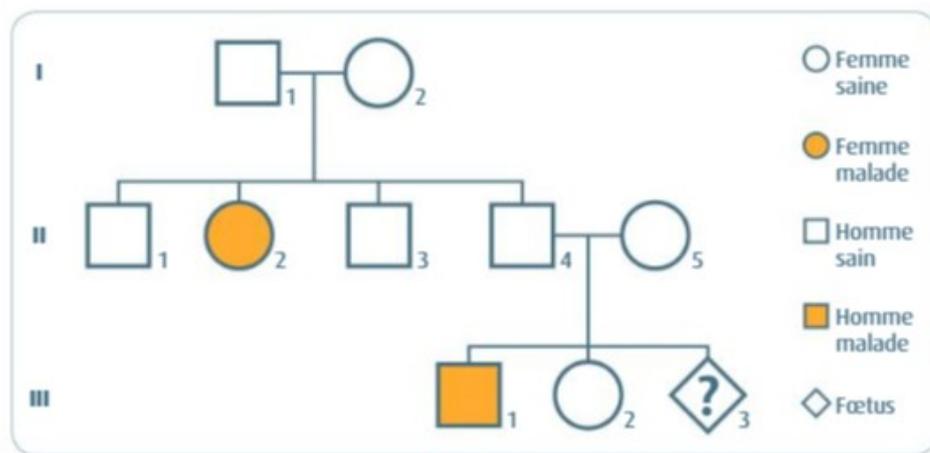


# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée

#### Principes de base de la génétique



**3** Arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints de mucoviscidose. Avec une fréquence de 1/4000 naissances, la mucoviscidose est l'une des maladies génétiques potentiellement graves les plus fréquentes en France.

Principe de la méthode RFLP	Résultats électrophorèse attendus pour $\Delta F508$
<p><b>Normal</b></p> <p><b>Disease</b></p>	<p>Homozygote pour la forme 1    Homozygote pour la forme 2    Hétérozygote possédant les 2 formes</p> <p>Forme 1 = <math>\Delta F508^+</math>, allèle « sain »</p> <p>Forme 2 = <math>\Delta F508^-</math>, allèle muté</p>

	1515	1520	1525
CFTR-R553X.Adn	T	A	T
Père-CFTR-AL1.Adn	T	A	T
Père-CFTR-AL2.Adn	T	A	T
Mère-CFTR-AL1.Adn	T	A	T
Mère-CFTR-AL2.Adn	T	A	T
Fils1-Muco-AL1.Adn	T	A	T
Fils1-Muco-AL2.Adn	T	A	T

- Transmission héréditaire des caractères au sein de la famille
- Génotypage de chaque individu, de ses ascendants et descendants.
- Bases de données informatisées => Recherche d'associations entre certains gènes mutés et certains phénotypes.

# **Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant**

## **T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus**

### **Le brassage des génomes lors de la reproduction sexuée**

#### **Principes de base de la génétique**

**Dans le cas de l'espèce humaine, l'identification des allèles portés par un individu s'appuie d'abord sur une étude au sein de la famille, en appliquant les principes de transmission héréditaire des caractères.**

**Le développement des techniques de séquençage de l'ADN et les progrès de la bioinformatique donnent directement accès au génotype de chaque individu comme à ceux de ces ascendants et descendants.**

**L'utilisation de bases de données informatisées permet d'identifier des associations entre certains gènes mutés et certains phénotypes.**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

### Anomalies de méiose ou de fécondation

**Des anomalies peuvent survenir lors de la méiose et de la fécondation.**

**Un mouvement anormal de chromosomes produit une cellule présentant un nombre inhabituel de chromosomes.**

#### Cause des trisomies

- Anomalie en AnI      - non séparation des homologues ou – migration et fission
- Anomalie en AnII    - fission mais migration dans la même cellule

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution T1A1: L'origine du génotype des individus

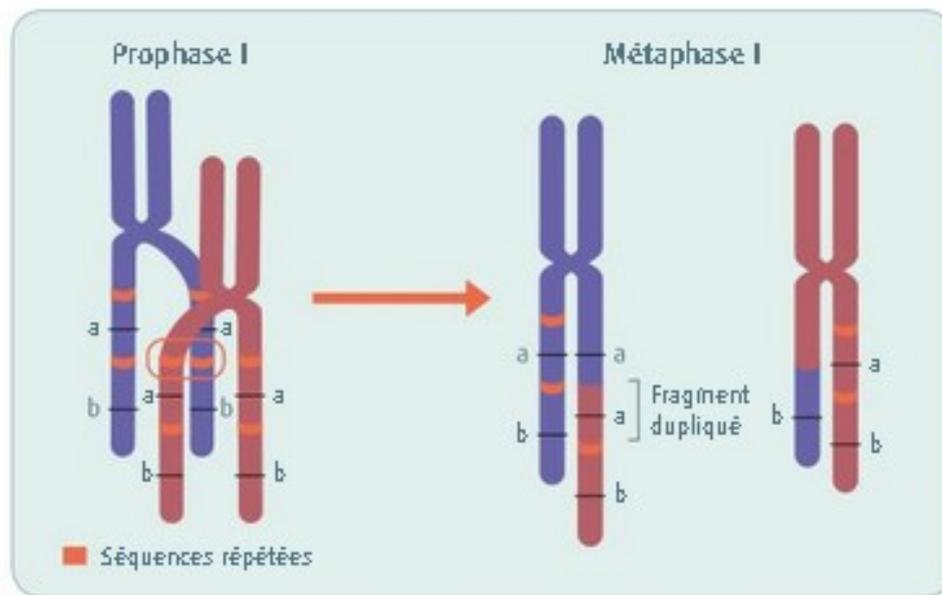
### Accidents génétiques de la méiose et de la fécondation

Un crossing-over inégal aboutit parfois à une duplication de gène.

#### Origine des familles multigéniques

Savoir schématiser un CO inégal

Trisomie 21 symptomatique sans anomalie visible du caryotype  
XX → caractères mâles



#### 1 Duplication génique et crossing-over inégal.

Au cours de la prophase I de la méiose, les chromosomes homologues s'apparient sur des régions semblables. Or il existe des régions constituées des mêmes séquences répétées de nucléotides à différents endroits au sein des chromosomes. Cela peut entraîner un appariement anormal et donc un échange inégal de fragments de chromosomes: on parle de crossing-over inégal. Une partie de l'ADN de l'un des deux chromosomes homologues est transférée sur l'autre, entraînant potentiellement une perte de gènes sur un chromosome et une duplication de gènes sur l'autre.

Exercice: **hormones hypophysaires** + vu en TD la famille multigénique des opsines

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de méiose ou de fécondation

#### Génome du peuplier

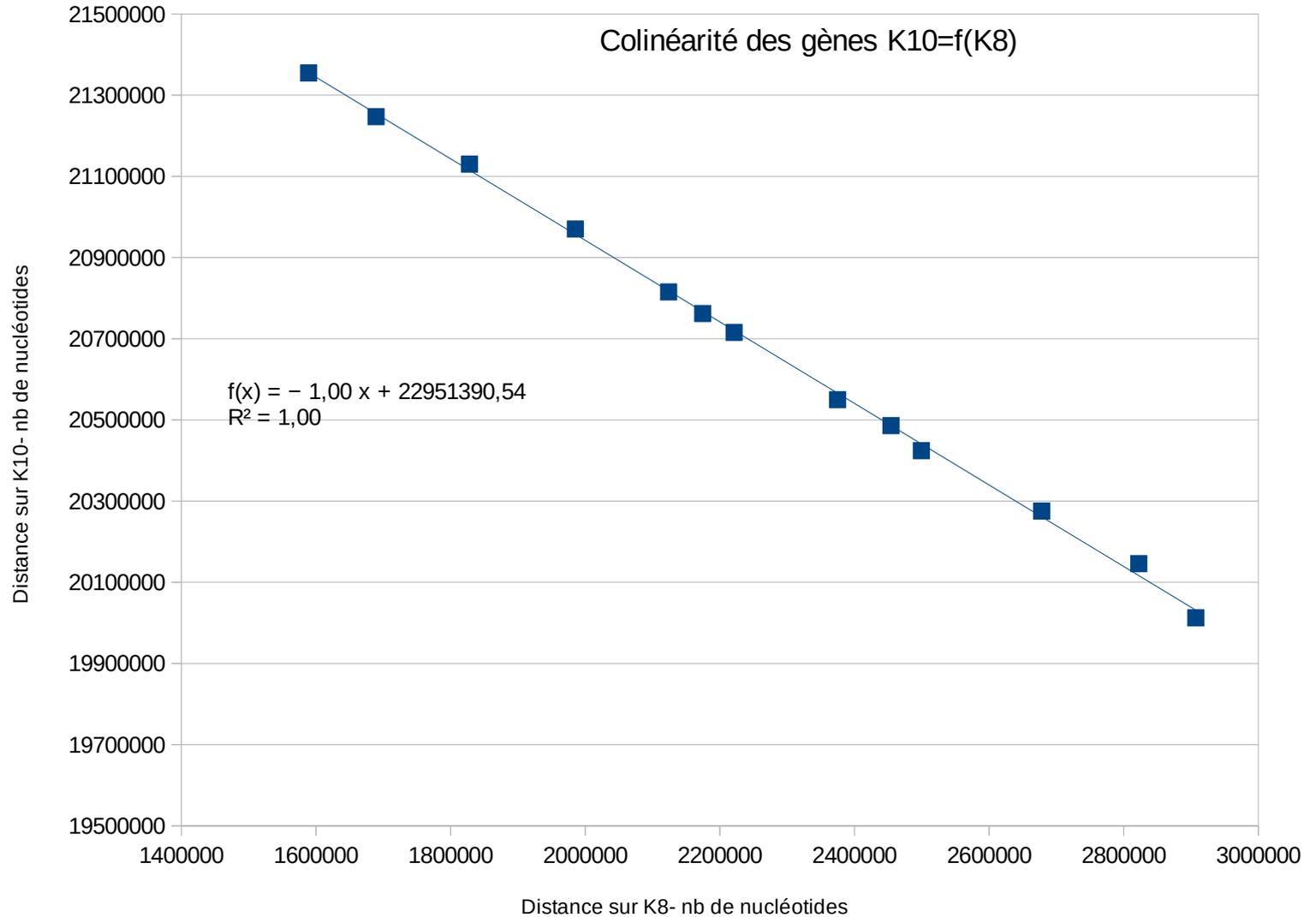
Fonction (du transcrit primaire ou du + homologue)	K8-init	K8-fin	K10-init	K10-fin	% homolog
*****					
Phosphokinase AMP activée	1589152	1595269	21354649	21360620	88,0
RNA binding prot	1689251	1694085	21247118	21251767	87,7
RNA recognition prot Zn Knuckle Alternative splicing	1828127	1833099	21130248	21135327	87,8
Prot membranaire GTPase	1985348	1989437	20970318	20974110	99,0
Phenylalanine amonia-lyase (EC.4.3.1.24)	2123928	2128275	20815419	20819184	95,8
STEROIDOGENIC ACUTE REGULATORY unknown function	2174612	2181233	20762071	20768352	91,1
phosphoglucomutase	2221194	2227042	20715626	20721827	92,8
Serine carboxypeptidase	2374912	2380551	20549972	20556675	97,2
FALZ RELATED BROMODOMAIN CONTAINING PROTEINS	2454322	2459939	20486062	20489143	90,1
ATP synthase EC:3.6.3.14 H+ transporting 2 sector ATPase	2499448	2502887	20424359	20427553	97,6
Aminopeptidase Zinc metalloprotease EC:3.3.2.6	2678167	2681506	20275469	20278745	94,9
ATP binding cassette transporter	2822390	2825119	20145892	20148210	87,0
Glutathione S transferase	2907198	2911076	20012495	20017301	93,9
<b>Bilan</b>					
Longueur du fragment étudié sur chaque K nb de nucléotides	1321924	*	-1337348	*	
Homologie moyenne de transcrits					92,53

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de méiose ou de fécondation

Génome  
du peuplier

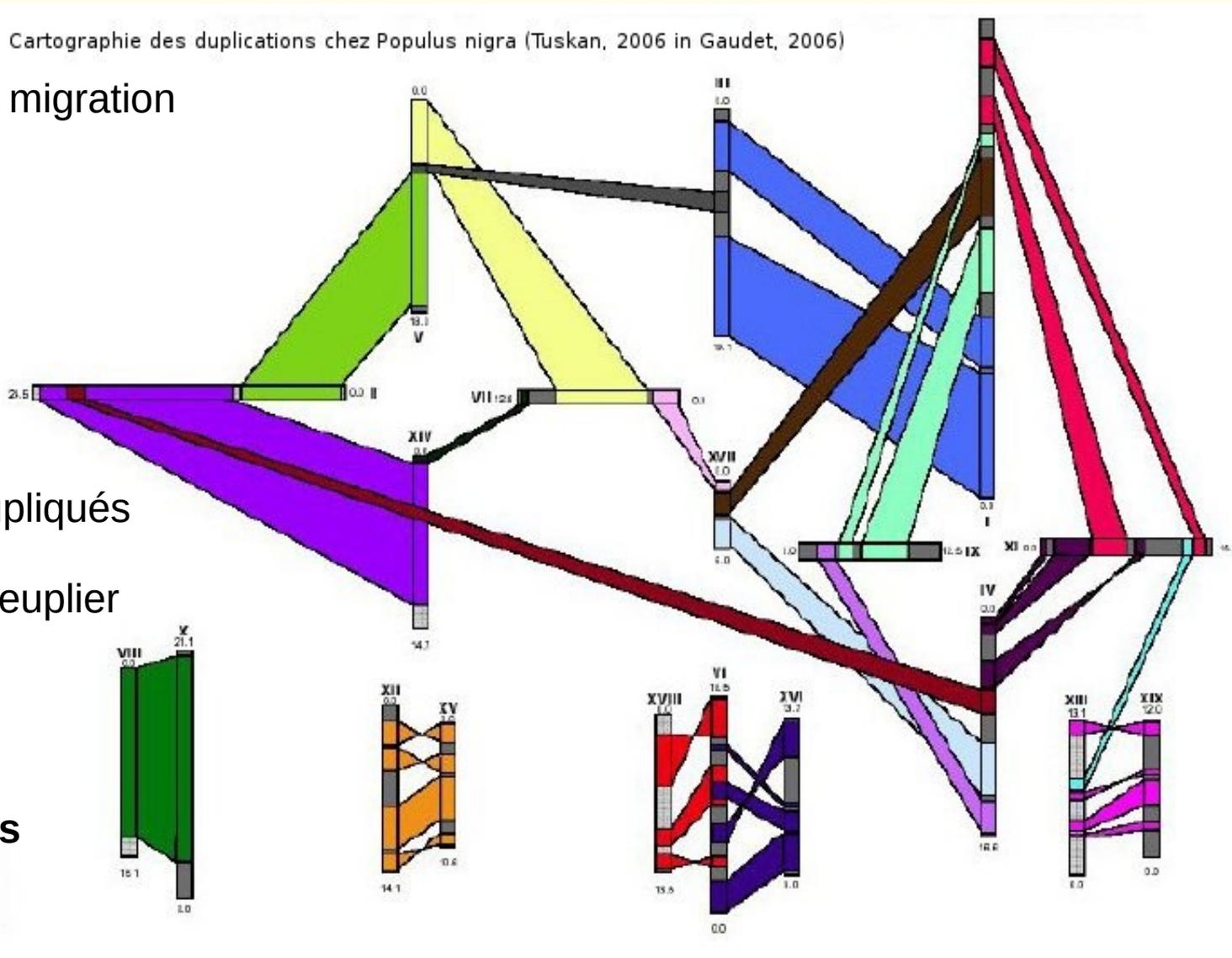


(Apache Open Office 3)

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de méiose ou de fécondation



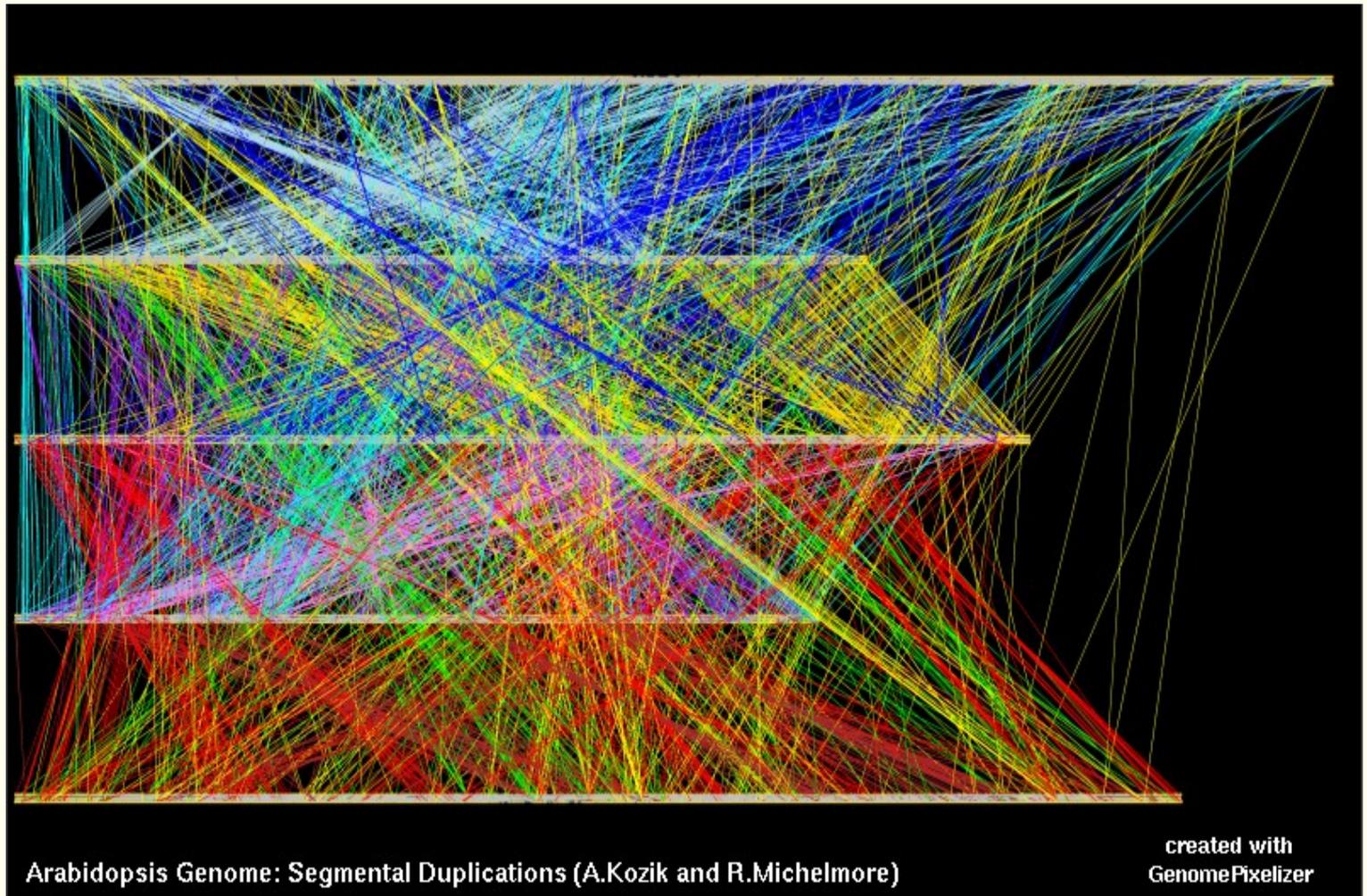
# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

Un crossing-over inégal aboutit parfois à une duplication de gène.  
Origine des familles multigéniques

Fragments  
dupliqués  
/ Génome  
d'Arabidopsis

Homme 38%  
des gènes sont  
dupliqués



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de la méiose ou de la fécondation

Ces mécanismes, souvent sources de troubles, sont aussi parfois sources de diversification du vivant (par exemple à l'origine des familles multigéniques) ou de l'apparition de nouvelles espèces.

Duplications

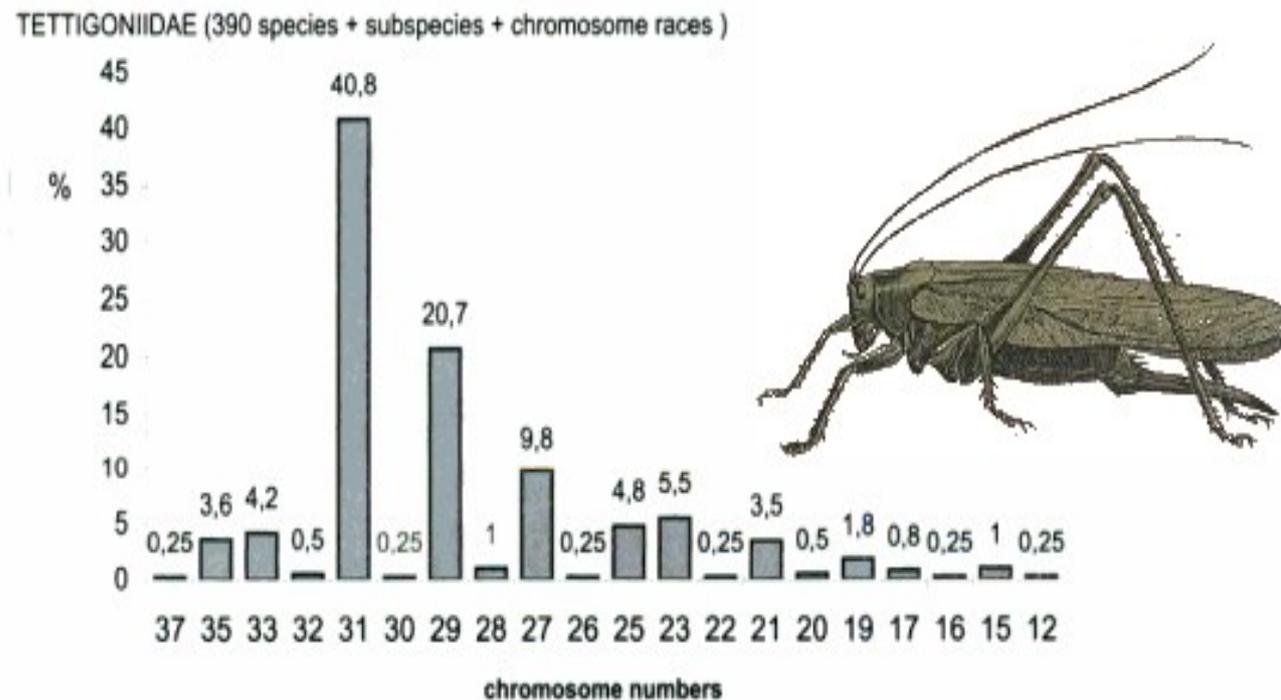


Fig. 3. Histogram showing the frequency distribution of male diploid chromosome numbers in Tettigoniidae (in % of total number of species).

jm

Folia biologica Vol 46 n°3-4

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de méiose ou de fécondation

**Des anomalies peuvent survenir lors de la fécondation.**

Allopolyploïdisation

Autopolyploïdisation

Elles sont elles aussi source de diversification.

L'évolution cytogénétique s'apparente à un "bricolage"

Savoir schématiser allopolyploïdisation

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

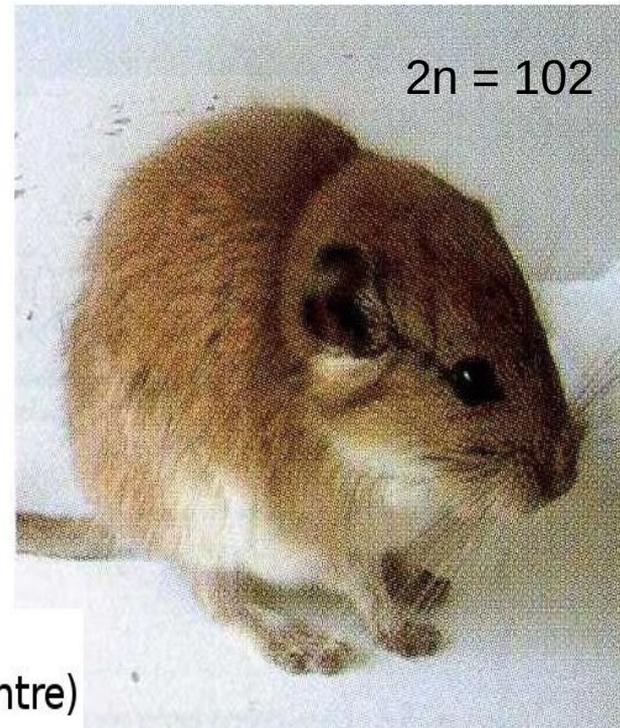
## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de la méiose ou de la fécondation

Ces mécanismes, souvent sources de troubles, sont aussi parfois sources de diversification du vivant (par exemple à l'origine des familles multigéniques) ou de l'apparition de nouvelles espèces.

Polyploïdisation  
et  
spéciation

Nb d'événements de polyploïdisation	Nb d'espèces connues
<b>Insectes</b> ..... 91	1 000 000
<b>Poissons</b> ..... 50	30 000
<b>Amphibiens</b> ..... 30	-
<b>Reptiles</b> ..... 16	10 000
<b>Oiseaux</b> ..... 0	10 000
<b>Mammifères</b> ..... 2*	5 000



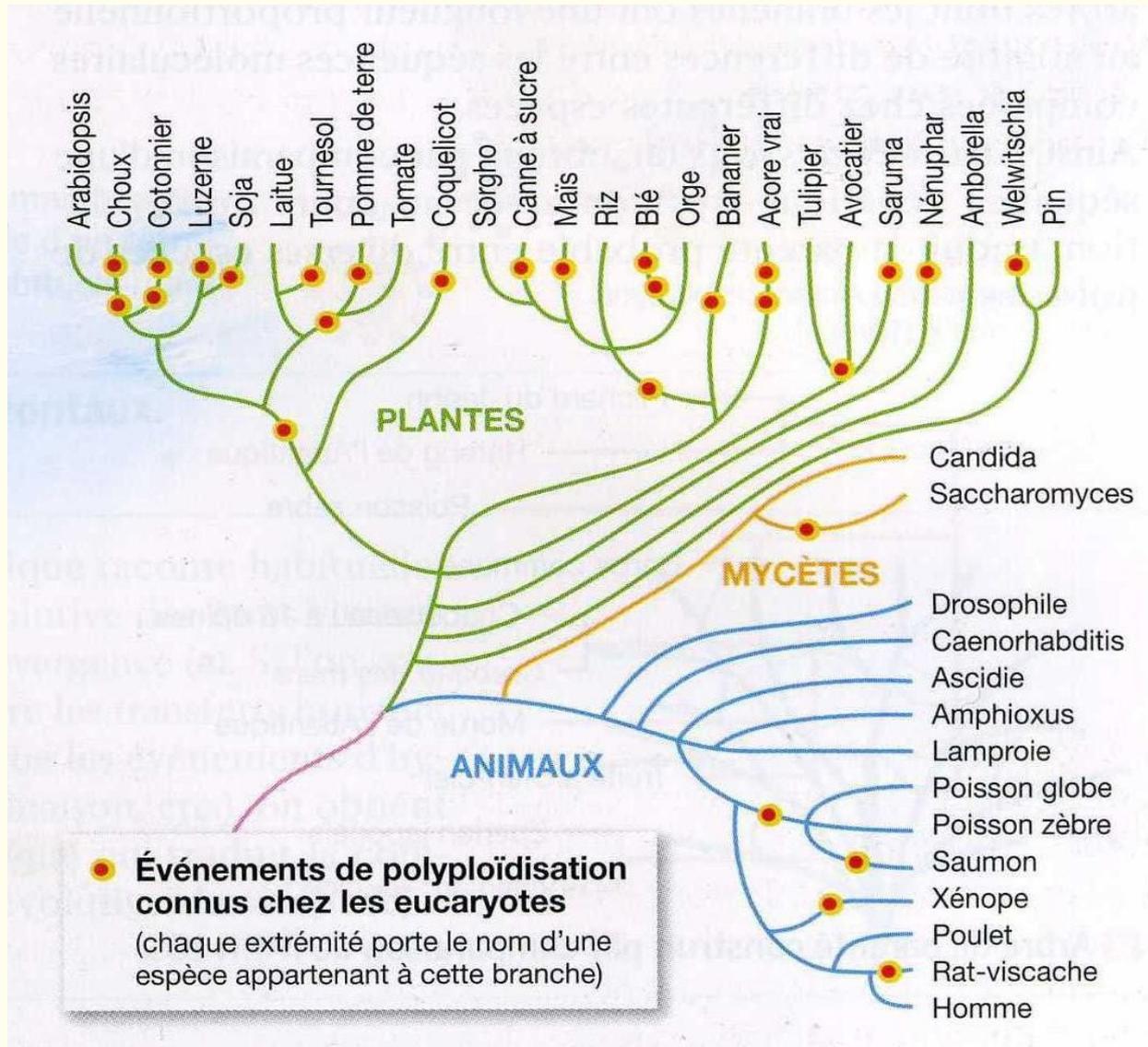
\* Chez les mammifères, la polyploïdie n'est connue que chez le rat-viscache (ci-contre)

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de la méiose ou de la fécondation

#### Polyploïdisation et spéciation



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

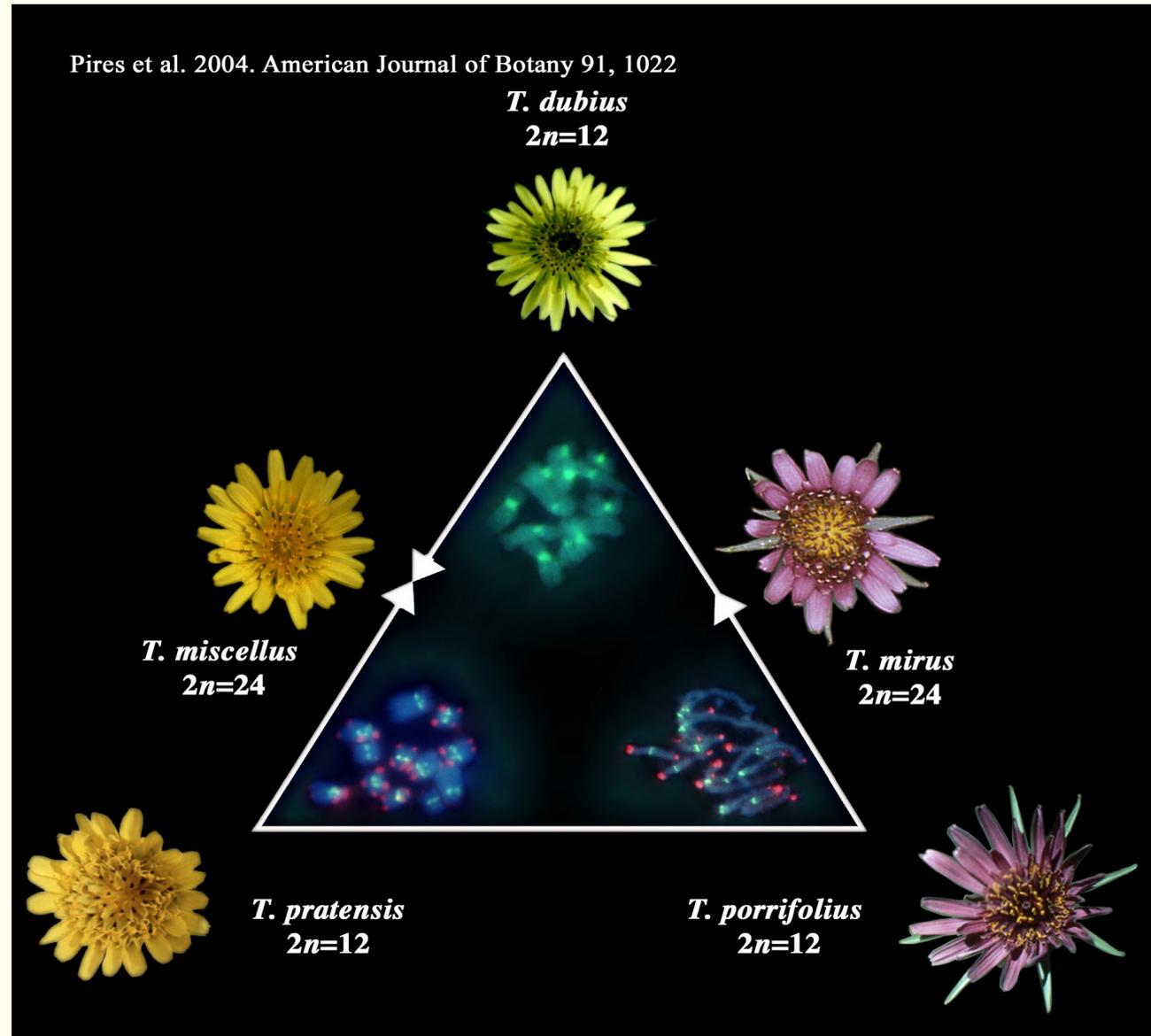
## T1A Génétique et évolution

### Anomalies de la méiose ou de la fécondation

#### Allolyploïdisation et spéciation

Un complexe d'espèces de salsifis.

Les flèches indiquent l'origine du cytoplasme de l'allopolyploïde donc l'origine maternelle.



# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

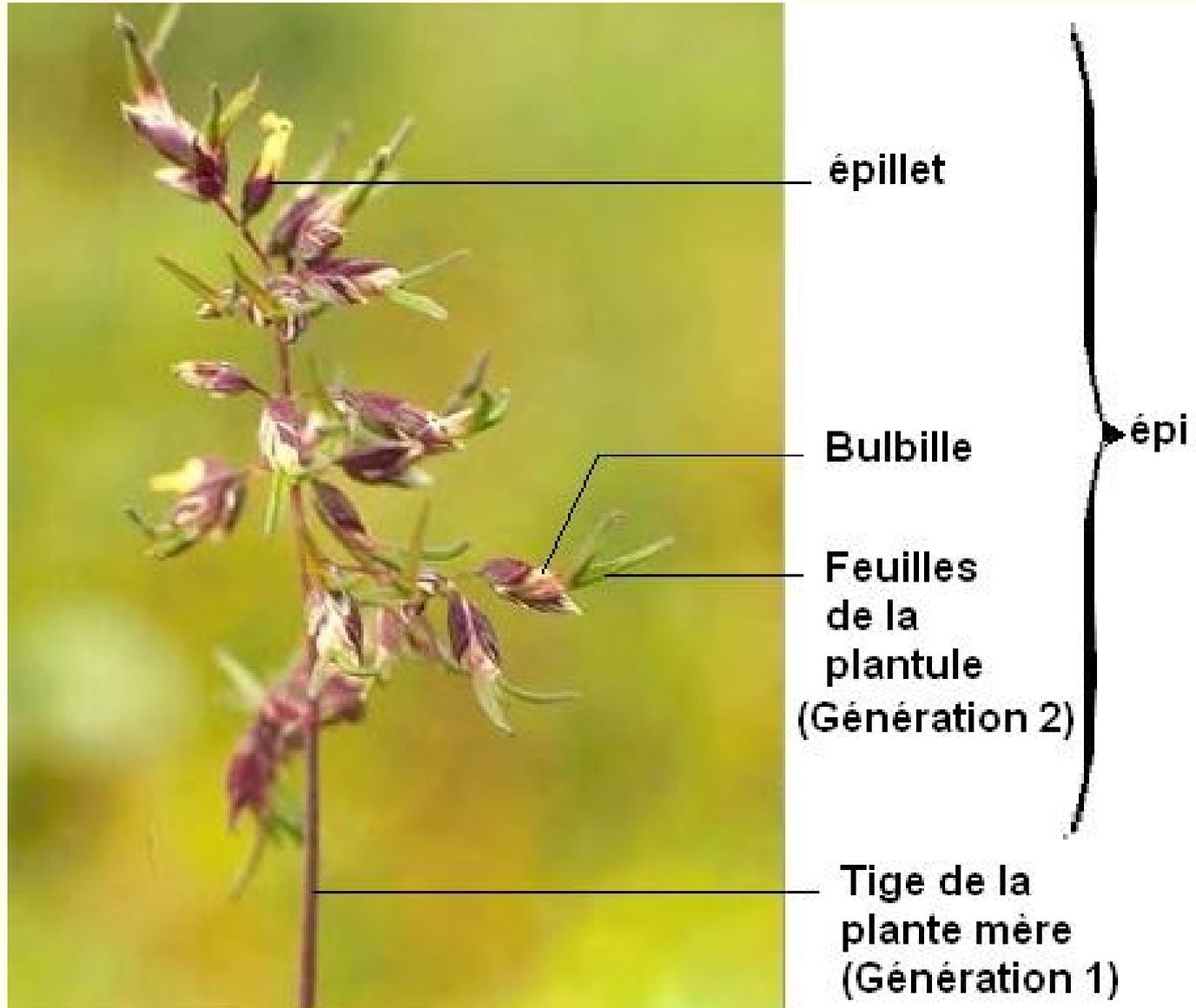
### T1-A1 Bilan

**La reproduction sexuée forme des génomes individuels et contribue à la diversification du vivant**

# Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant

## T1A Génétique et évolution

Problème?



*Poa alpina* var. *vivipara*