

Thème 1A TP1 : les étapes de la méiose



Lycée E. Delacroix Tale S

Comment le maintien du caryotype est-il assuré d'une génération à l'autre dans le cas de la reproduction sexuée?

Les chromosomes d'une cellule somatique* humaine

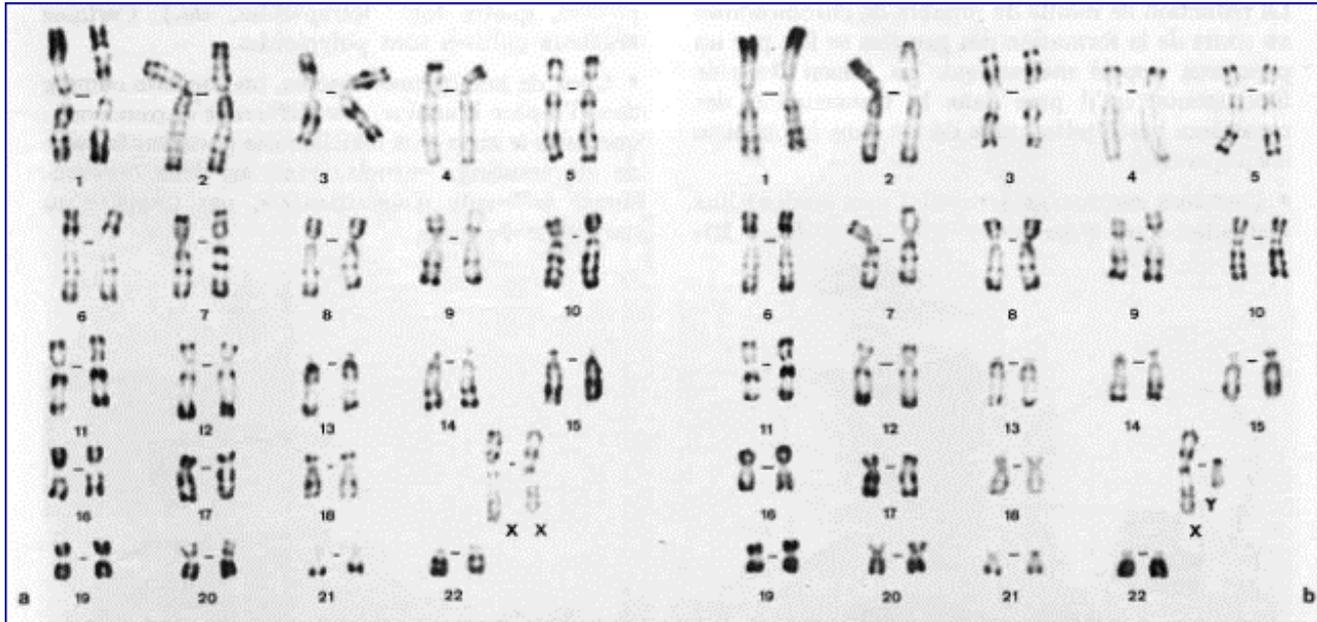


N.B.: cette photographie n'est pas un caryotype: les chromosomes ne sont pas rangés par paire d'homologues et par taille décroissante

Hatier SVT TS p.67 ed 2002

Cellule somatique*: (sôma: corps) la quasi-totalité des cellules du corps, cellules non sexuelles par opposition aux cellules germinales qui correspondent à l'ensemble des cellules dont la destinée est de former des gamètes.

Document 1 : Caryotype de Mme (a) et M. Toutlemonde (b) et celui de leur enfant à naître (c)



Problème:

L'espèce humaine est caractérisée par un génome à 46 chromosomes, comment assurer le maintien du caryotype d'une génération à l'autre, sachant que la fécondation est la fusion des noyaux de deux cellules humaines reproductrices?

Document 2 : caryotype des gamètes de M. et Mme Toutlemonde



Caryotype des ovocytes
de Mme Toutlemonde

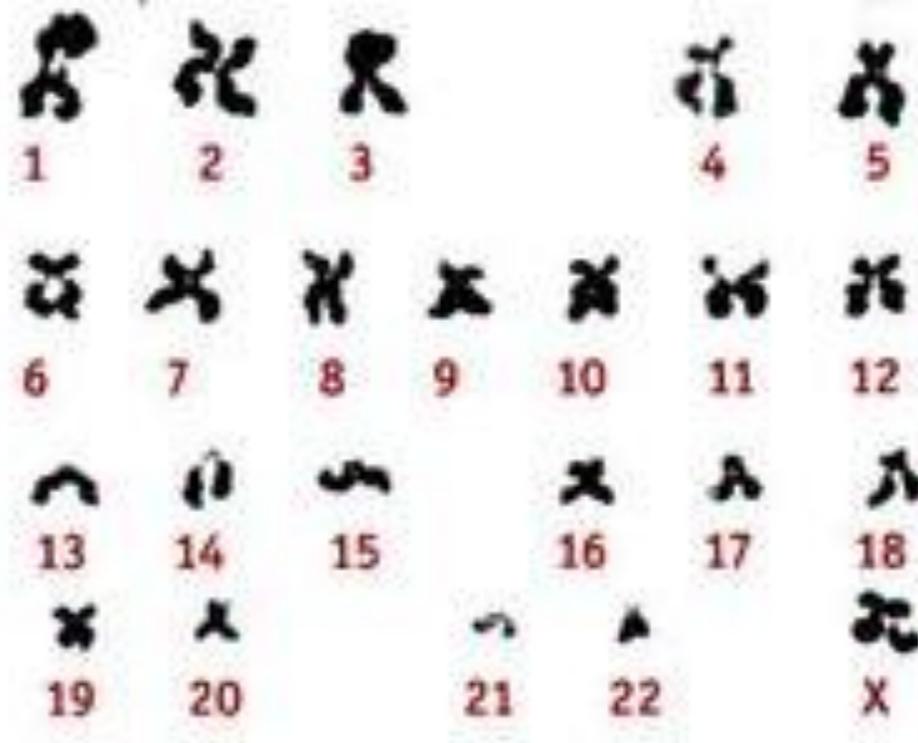
Caryotype des spermatozoïdes de M.
Toutlemonde

Équipement chromosomique d'un spermatozoïde humain



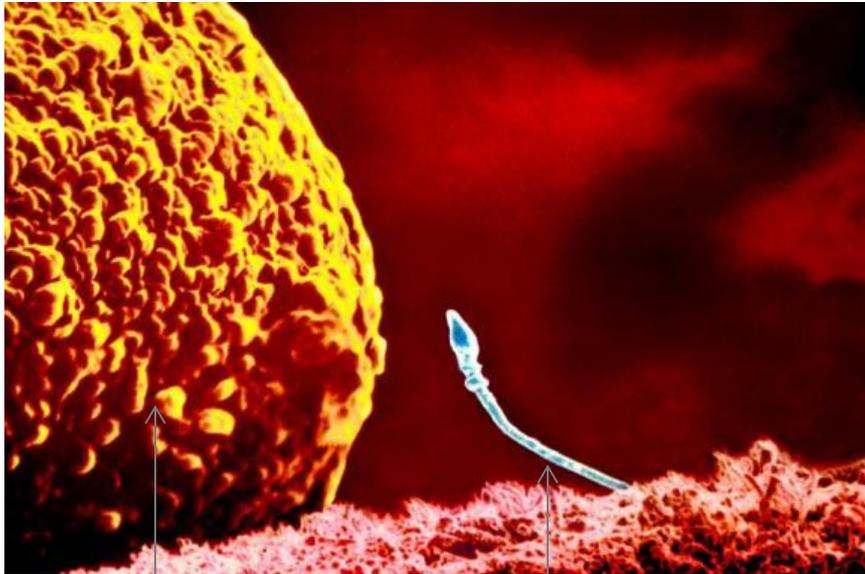
$n = 23$ (X ou Y)

Caryotype d'un ovocyte humain (futur ovule)



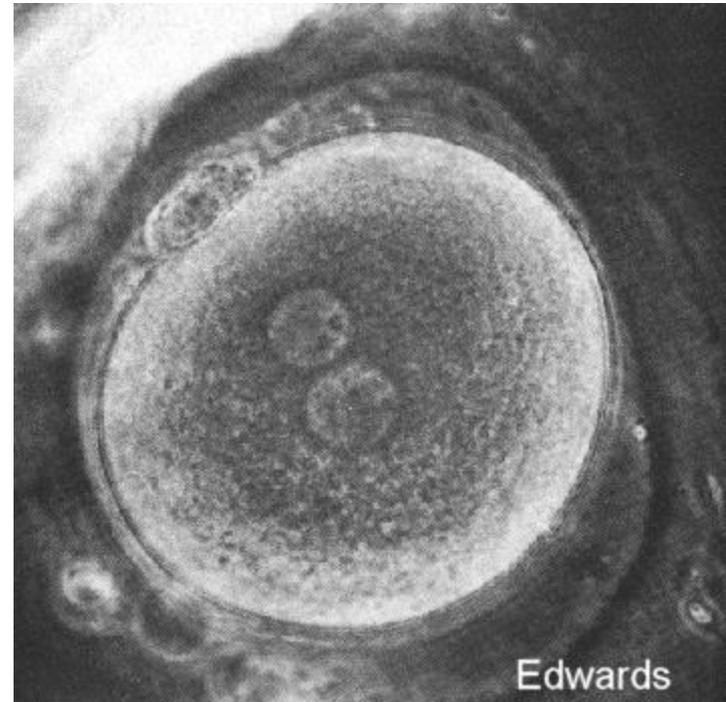
n= 23 (X)

Document 3 : photographies aux Microscopes Electroniques à Balayage (MEB) et à Transmission (MET) des gamètes et de la cellule œuf issue de la fécondation



Ovocyte

Spermatozoïde



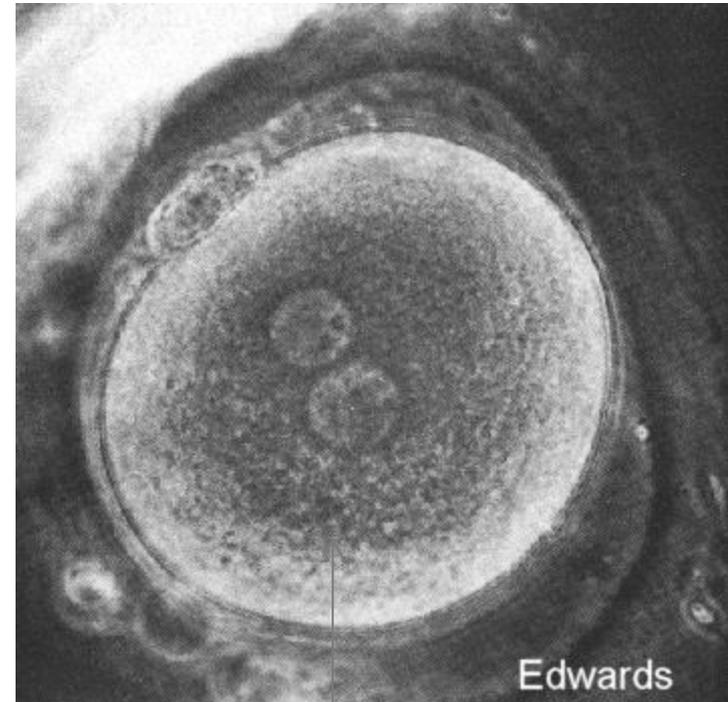
Photographie au MET d'une cellule œuf issue de la fusion de deux gamètes, (on observe au centre de la cellule la fusion des deux noyaux des gamètes appelées **caryogamie**).

La fécondation: rencontre aléatoire de deux gamètes aboutissant à la création d'une cellule œuf



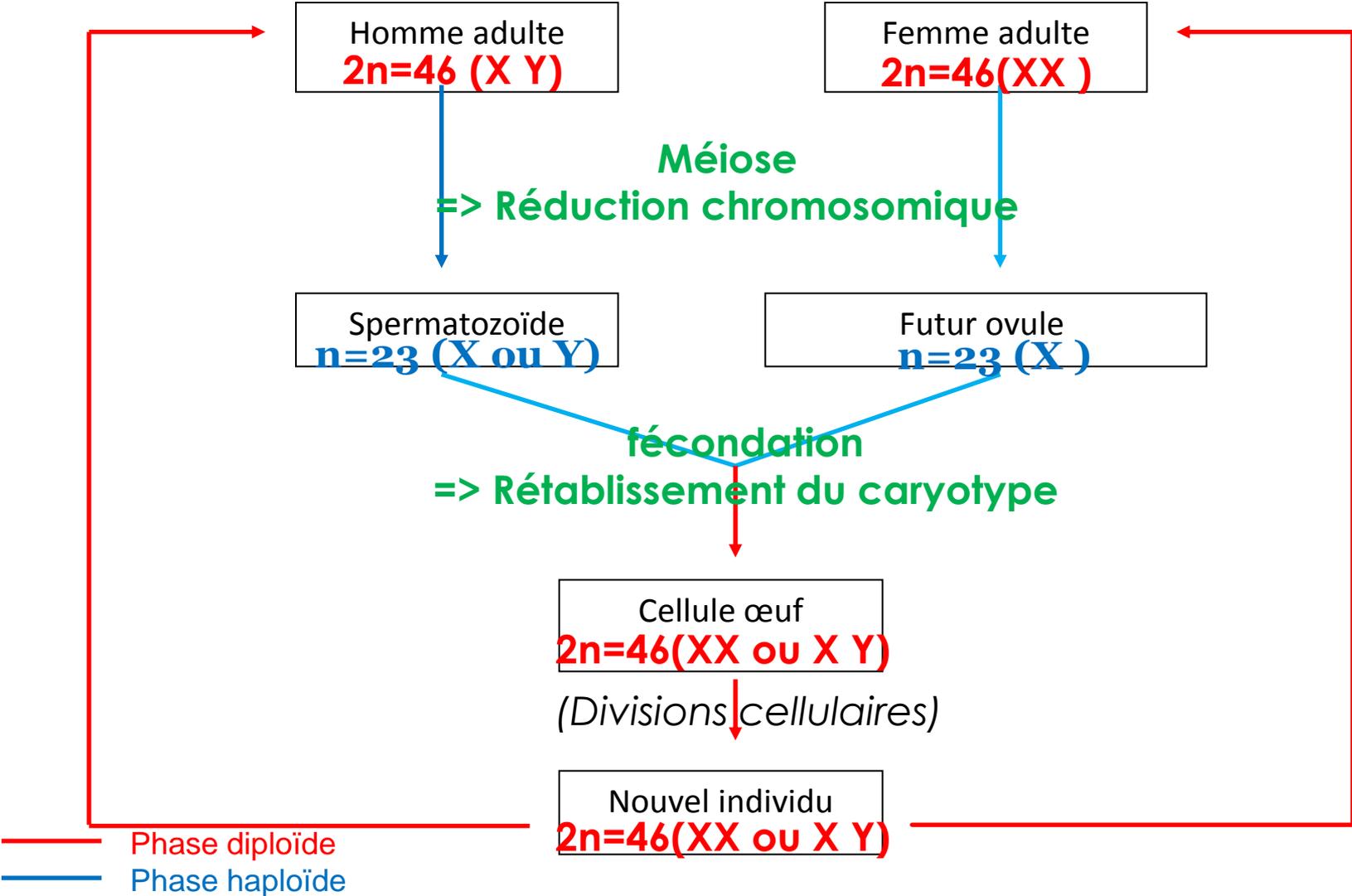
Ovocyte:
 $n = 23$ (X)

spermatozoïde
: $n = 23$ (X ou Y)

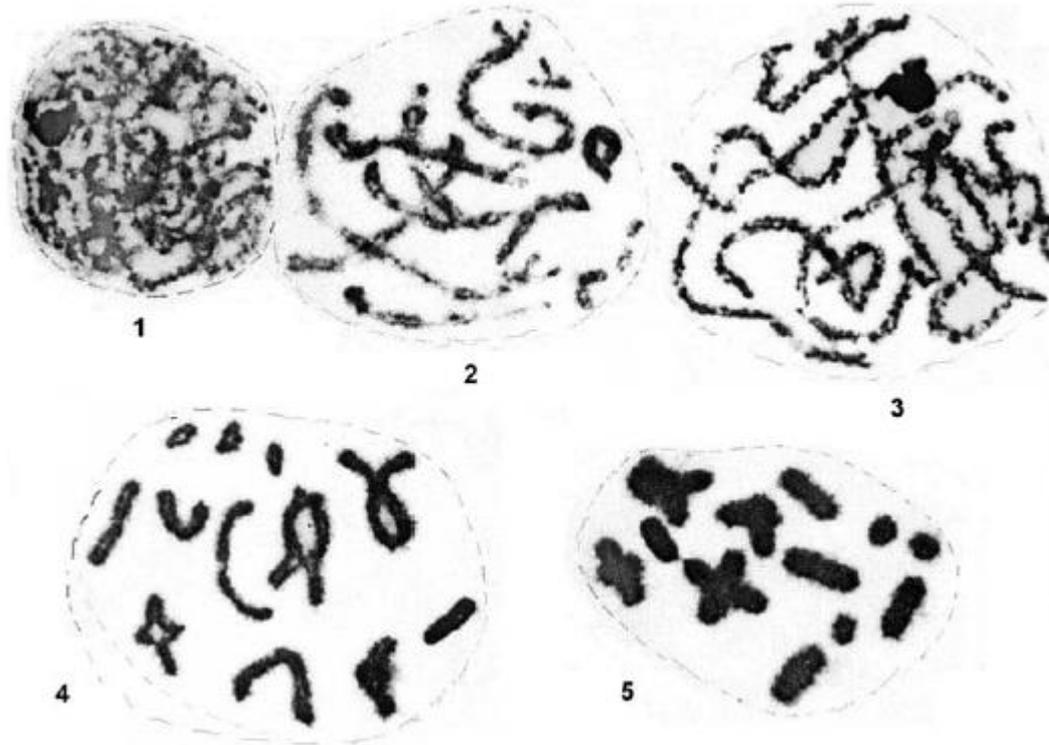


Cellule œuf: fusion
des noyaux des
deux gamètes
 $2n = 46$ (XX ou XY)

Le cycle de développement de l'espèce humaine

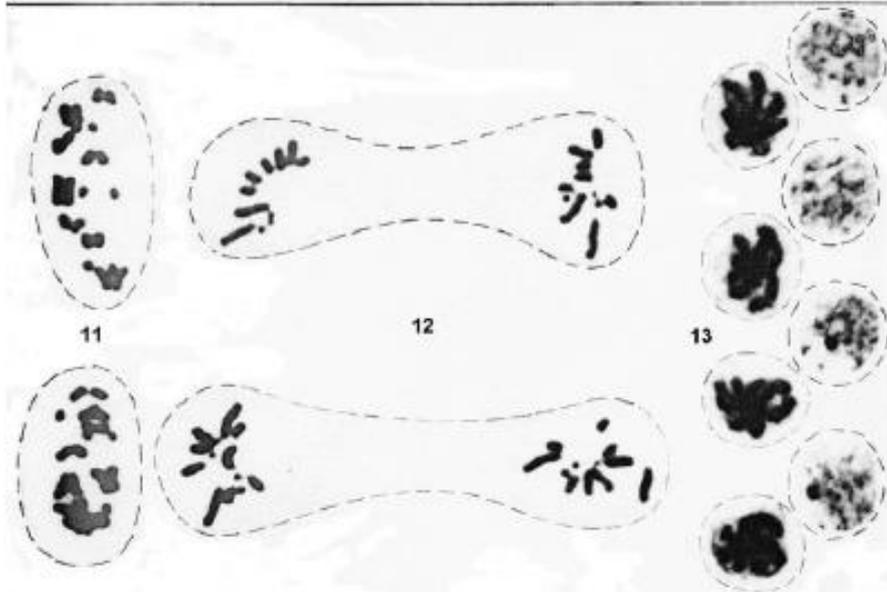
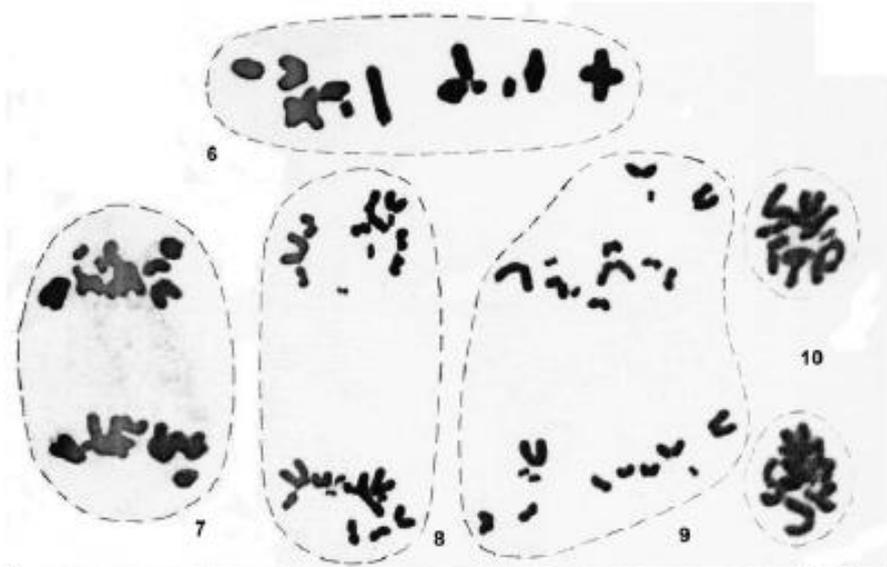


Les étapes de la méiose chez le Criquet ($2n = 24$)



Légendes :

- 1 : Début de la prophase 1.
- 2 et 3 : Prophase 1 : disparition de l'enveloppe nucléaire, condensation des chromosomes.
- 4 et 5 : Prophase 1 : appariement des chromosomes homologues, figure de chiasmas.
- 6 : Métaphase 1 : rangements des bivalents dans le plan équatorial de la cellule.
- 7, 8 et 9 : Anaphase 1 : séparation des chromosomes homologues.
- 10 et 11 : Métaphase 2.
- 12 : Anaphase 2.
- 13 : Télaphase 2 : quatre cellules filles haploïdes

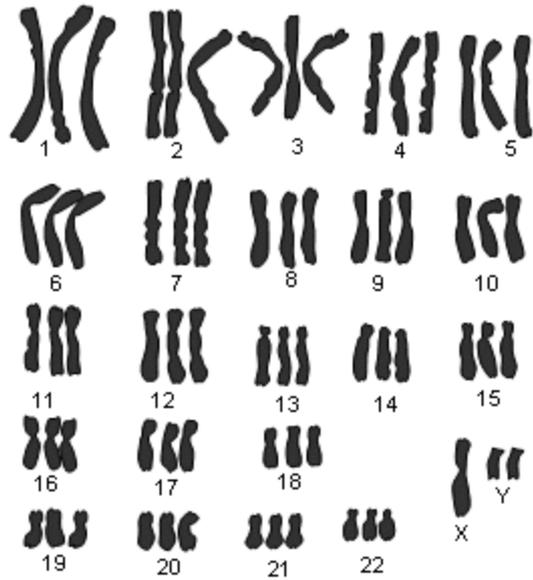


Légendes :

- 1 : Début de la prophase 1.
- 2 et 3 : Prophase 1 : disparition de l'enveloppe nucléaire, condensation des chromosomes.
- 4 et 5 : Prophase 1 : appariement des chromosomes homologues, figure de chiasmas.
- 6 : Métaphase 1 : rangements des bivalents dans le plan équatorial de la cellule.
- 7, 8 et 9 : Anaphase 1 : séparation des chromosomes homologues.
- 10 et 11 : Métaphase 2.
- 12 : Anaphase 2.
- 13 : Télophase 2 : quatre cellules filles haploïdes

anomalie de la fécondation

d'après Bac C 1987



caryotype de l'embryon
humain avorté

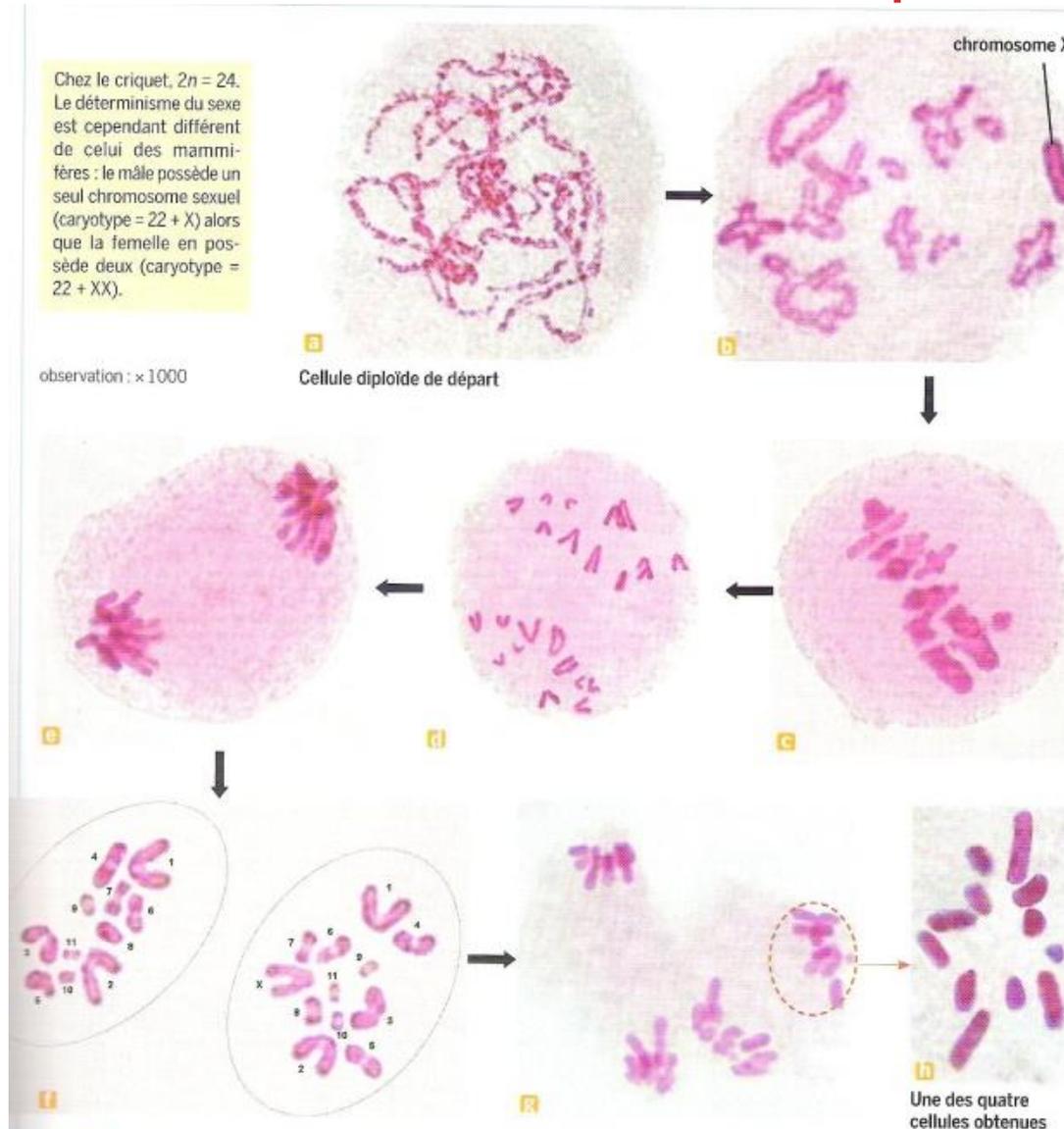


frottis de sperme du père de
cet embryon

Les étapes de la méiose chez les Criquet mâle

Chez le criquet, $2n = 24$. Le déterminisme du sexe est cependant différent de celui des mammifères : le mâle possède un seul chromosome sexuel (caryotype = $22 + X$) alors que la femelle en possède deux (caryotype = $22 + XX$).

observation : $\times 1000$



Les étapes de la méiose.

La prophase I

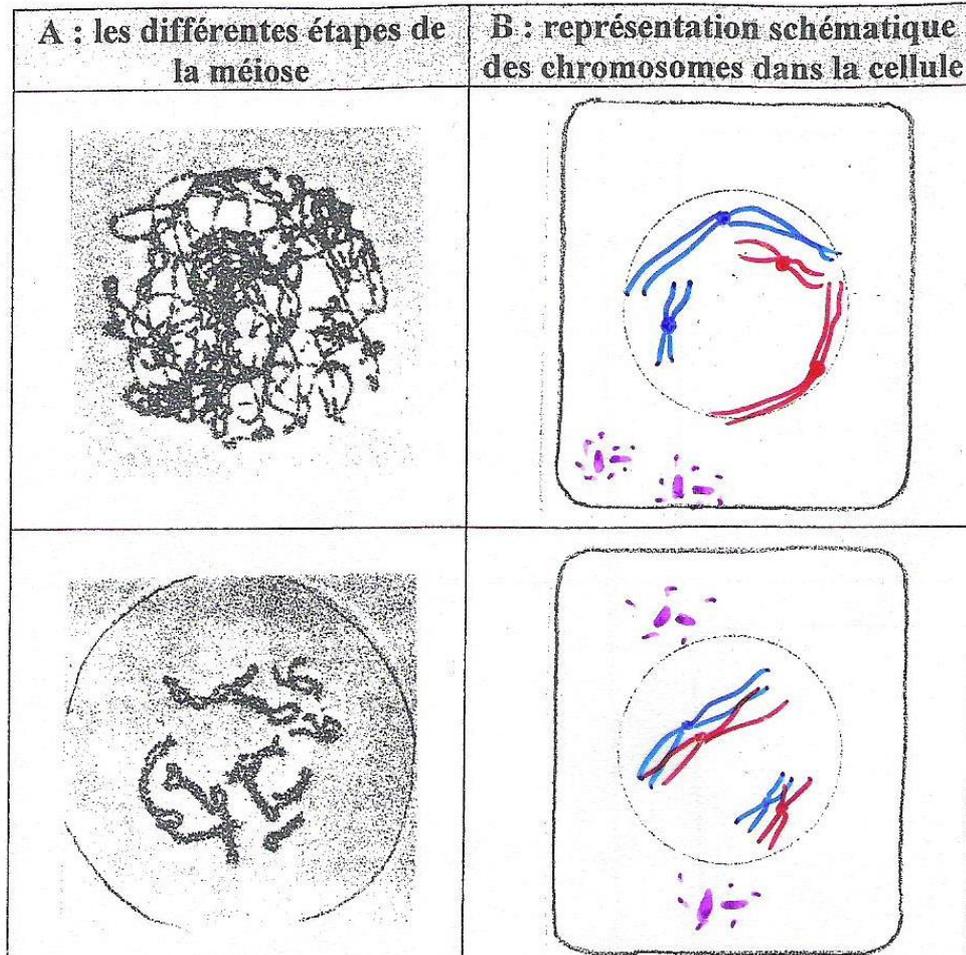
- précédée d'une
réplication de l'ADN =>
**2n = 4 chromosomes à 2
chromatides**

- **Condensation** du
matériel génétique =>
individualisation de la
chromatine lâche en
chromosomes
condensés

- disparition de
l'enveloppe nucléaire
- mise en place du
fuseau achromatique
(non représenté sur les
schémas)

- **appariement des
chromosomes
homologues**

- **certaines chromatides
au sein de bivalents se
chevauchent**



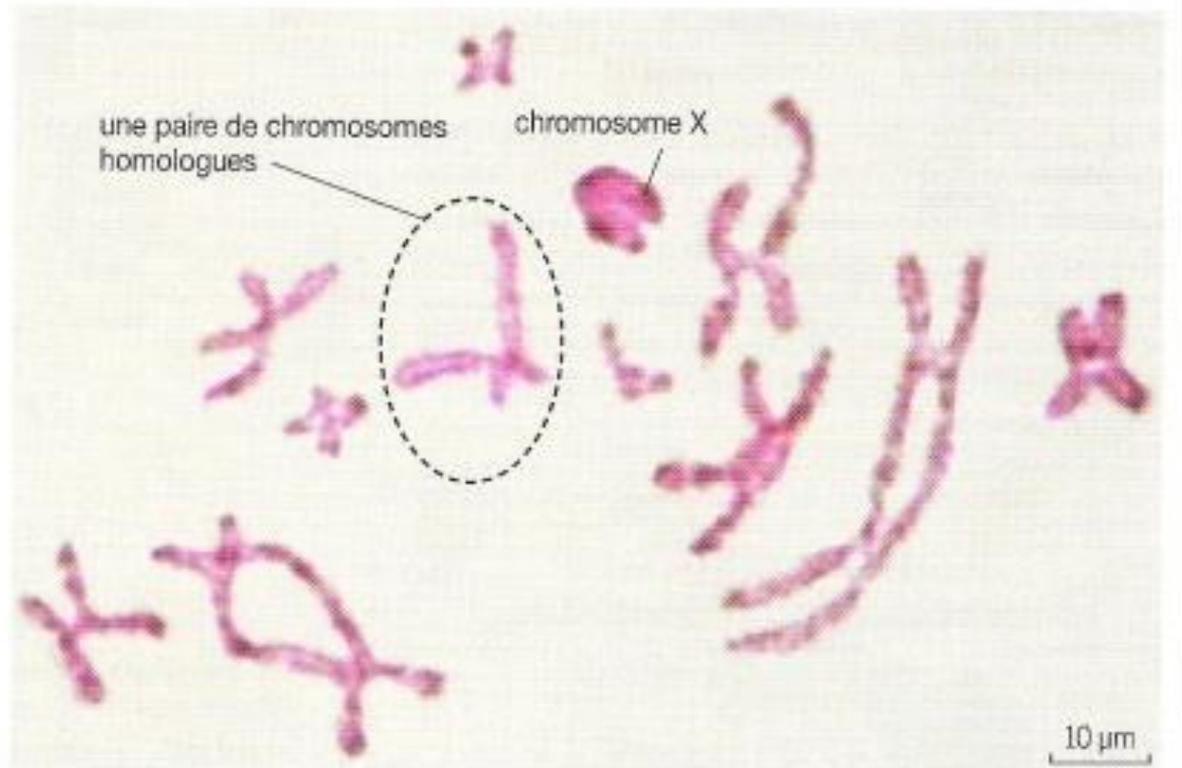
Chromosomes d'origine maternelle
Chromosomes d'origine paternelle

Les particularités de la prophase

L'image ci-contre a été obtenue à la fin de la prophase de première division de la méiose chez le criquet mâle.

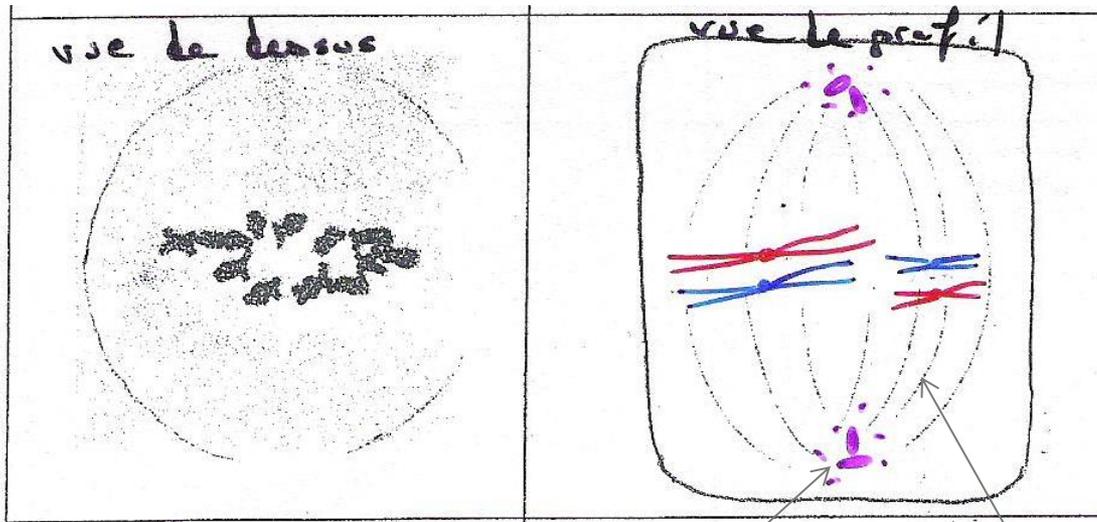
Chez le criquet mâle, les cellules somatiques comportent 22 **autosomes** et un chromosome sexuel (il apparaît souvent plus foncé sur les observations car son ADN est très condensé).

Les chromosomes ont été dupliqués au cours de l'interphase précédant la méiose : à ce stade, chaque chromosome est donc constitué de deux **chromatides** identiques.



Doc. 3 La prophase I, une étape déterminante pour le passage à l'haploïdie.

La métaphase I

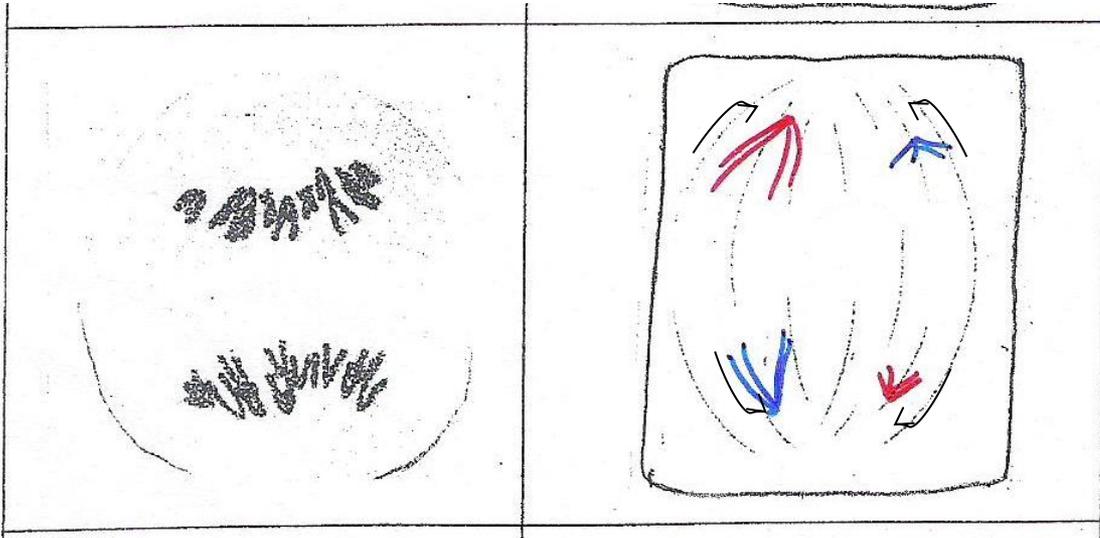


- disposition des bivalents de part et d'autre de la plaque équatoriale
- Chaque chromosome homologue est disposé d'un côté ou de l'autre du plan équatorial

Organisateur centriolaire: participe à la formation du fuseau achromatique

Fuseau achromatique le long duquel se disposent les chromosomes

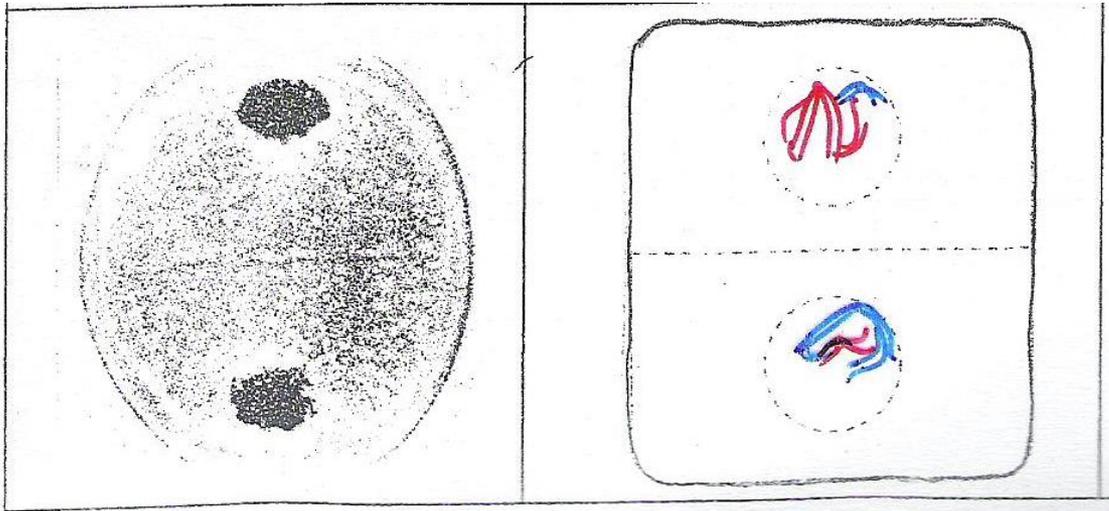
L'anaphase I



- disjonction des chromosomes homologues**
- Migration polaire** de chaque chromosome homologue vers un pôle opposé de la cellule le long du fuseau achromatique

↖ : sens de la migration polaire

La télophase I



- **Formation de deux cellules filles à $n=2$ chromosomes à 2 chromatides**
- reconstitution des enveloppes nucléaires
- séparation des deux cellules filles
- décompaction des chromosomes en chromatine lâche

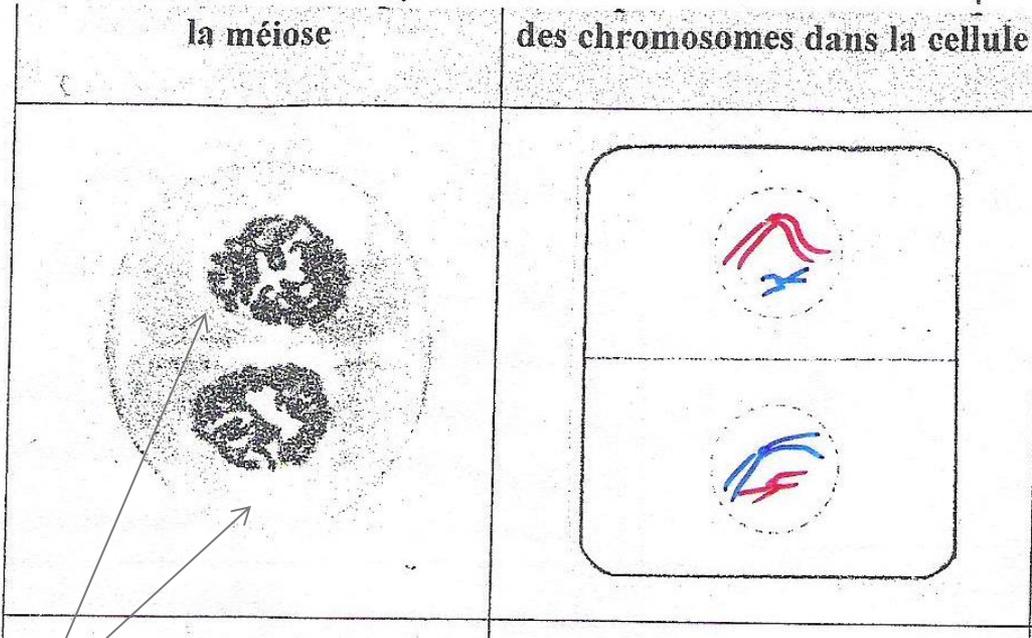
Bilan sur la 1^{ère} division de méiose:

- ⊙ On passe d'une cellule mère à $2n=4$ chromosomes à 2 chromatides à 2 cellules-filles à $n=2$ chromosomes à 2 chromatides
- ⊙ Or au sein d'un chromosome les chromatides sont strictement identiques (voire 1^{ère} S la réplication de l'ADN), mais **les chromosomes homologues ne portent pas nécessairement les mêmes allèles** (hétérozygotie pour le gène considéré)
- ⊙ Cette première division méiotique aboutit donc à la formation de **deux cellules filles au contenu génétique différent!!!** Elle est qualifiée de **division réductionnelle** (on a « réduit » l'information génétique entre la cellule mère et les cellules filles)

La 2^{ème} division de méiose.

La prophase II

A : les différentes étapes de la méiose B : représentation schématique des chromosomes dans la cellule



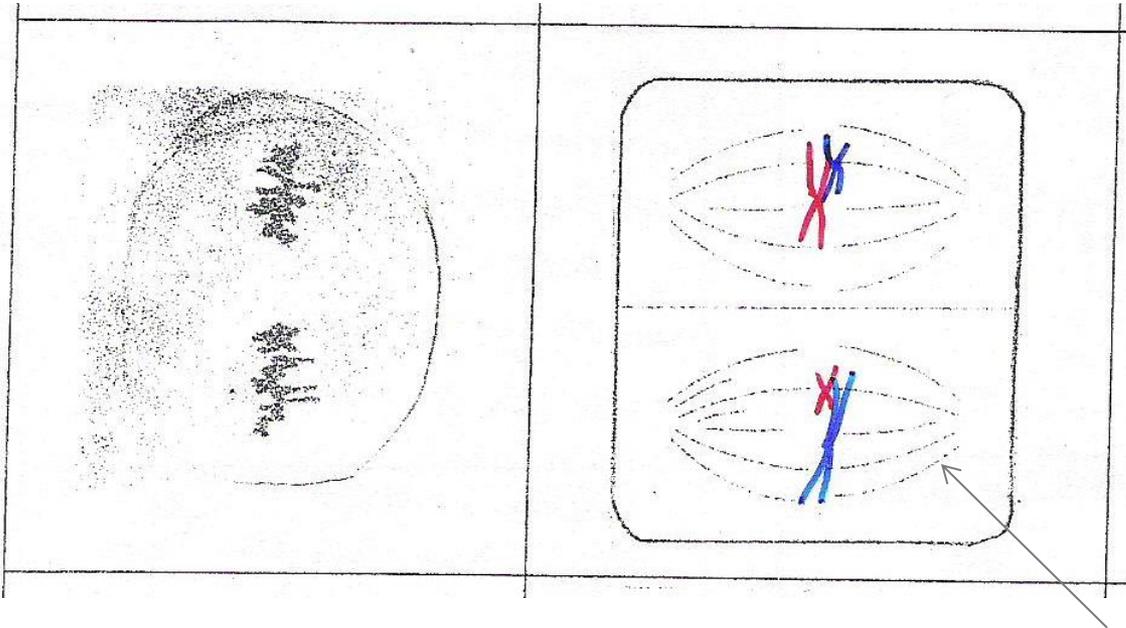
Deux cellules mères non identiques issues de la première division de méiose, à $n=2$ chromosomes à 2 chromatides

- n'est pas précédée d'une réplication de l'ADN car chaque cellule fille a déjà des chromosomes à 2 chromatides ($n=2$ chromosomes à 2 chromatides)

- **Condensation** du matériel génétique => individualisation de la chromatine lâche en chromosomes condensés

- disparition de l'enveloppe nucléaire
- mise en place du fuseau achromatique (non représenté sur les schémas)

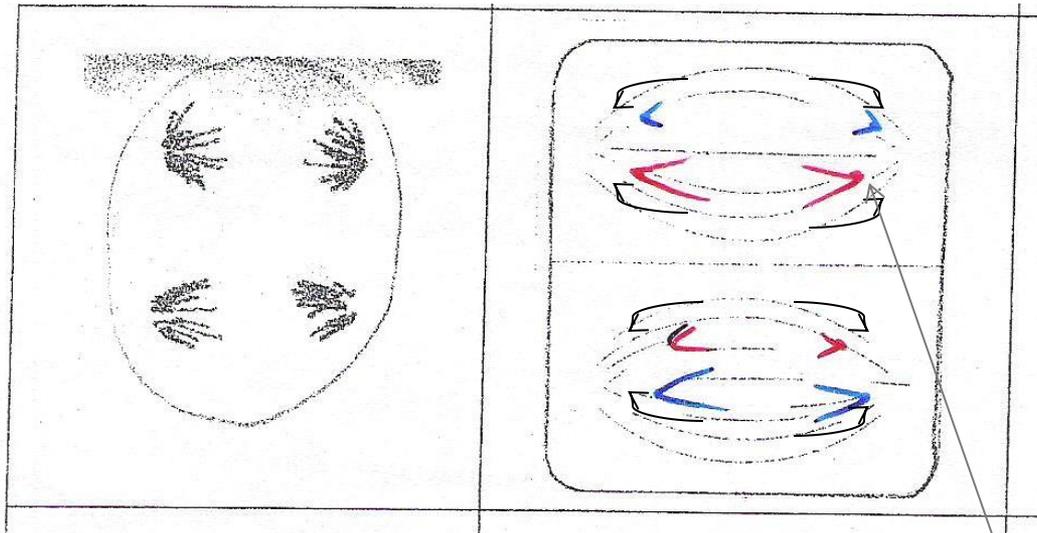
La métaphase II



- **alignement des centromères** de chaque chromosome à deux chromatides sur la plaque équatoriale
- **Chaque chromatide d'un chromosome est disposée d'un côté ou de l'autre du plan équatorial**

Fuseau
achromatique le
long duquel se
disposent les
chromosomes

L'anaphase II

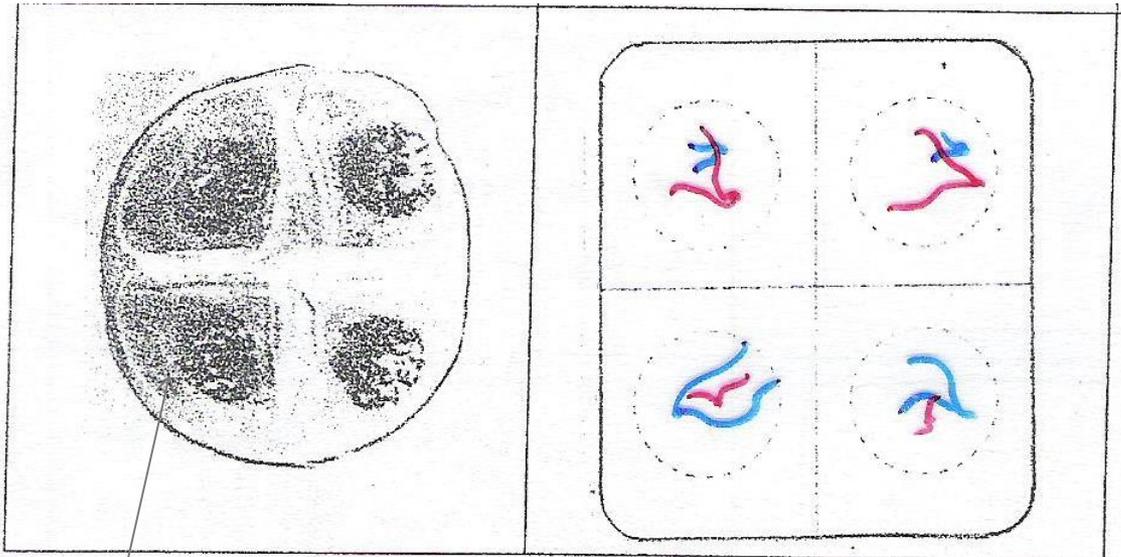


- disjonction des chromatides au niveau des centromères**
- Migration polaire** de chaque chromatide vers un pôle opposé de la cellule le long du fuseau achromatique

↙ : sens de la migration polaire

Reste du centromère

La télophase II



ADN décondensé
(=lâche) sous
forme de
chromatine et non
plus de
chromosomes

**-Formation de quatre cellules
filles à $n=2$ chromosomes à 1
chromatide**

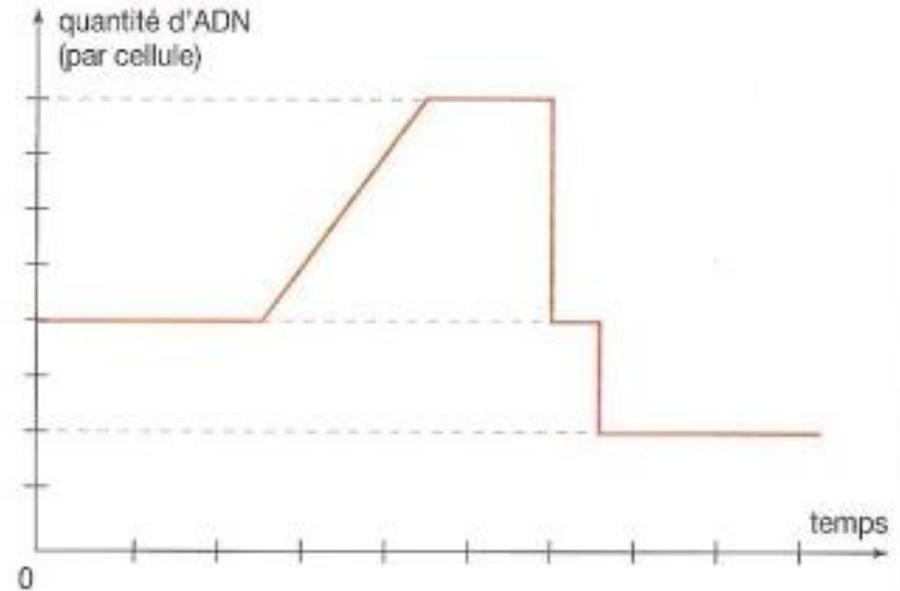
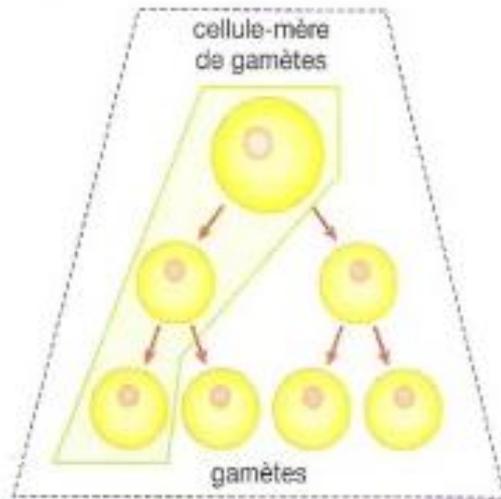
- reconstitution des enveloppes nucléaires
- séparation des quatre cellules filles
- décompaction des chromosomes en chromatine lâche

Bilan sur la 2^{ème} division de méiose:

- ⊙ On passe de **deux cellules mères** à $n=2$ chromosomes à 2 chromatides à **quatre cellules-filles** à $n=2$ chromosomes à une seule chromatide
- ⊙ Cette deuxième division méiotique aboutit donc à la formation de 4 cellules filles à partir de deux cellules mères. Cette deuxième division « ressemble » à une mitose... mais ce n'est pas une mitose (les chromatides disjointes peuvent ne pas être rigoureusement identiques cf crossing-over ...)

Comme toute division cellulaire, la première division de la méiose est précédée d'une **interphase**.

Le graphique ci-contre présente l'évolution de la quantité d'ADN en fonction du temps, avant, pendant et après la méiose à partir d'une cellule-mère de gamète.



Remarques : on a pris ici en compte uniquement la quantité d'ADN d'une seule cellule au cours de l'ensemble du phénomène. Les résultats sont donnés en unités arbitraires, la quantité d'ADN par cellule étant déterminée indirectement.

Doc. 2 Une évolution de la quantité d'ADN qui caractérise la méiose.

Bilan sur la méiose

- ⊙ Ensemble de deux divisions cellulaires
- ⊙ Affectant uniquement les cellules reproductrices et non les cellules somatiques
- ⊙ Ayant lieu dans les organes reproducteurs
- ⊙ Aboutissant à partir d'une cellule mère diploïde (2n) à 4 cellules filles haploïdes (n) de génotypes différents nommées gamètes (ces cellules filles subiront une différenciation qui n'est pas au programme de Tale S...)