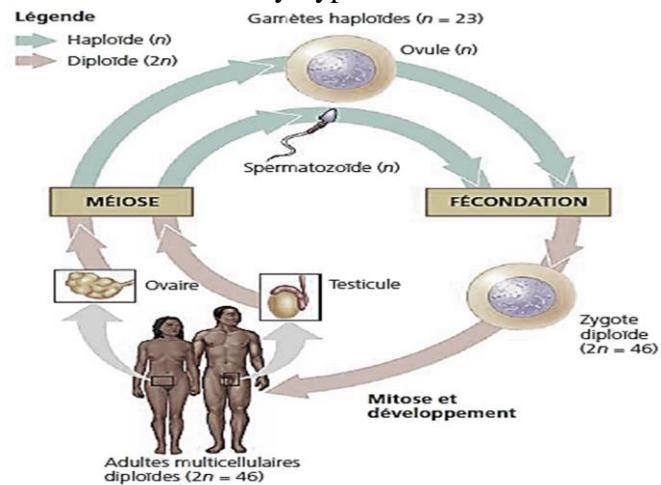


Activité 1 : Le maintien du caryotype

Par reproduction sexuée, deux parents donnent naissance à un nouvel individu : tous trois présentent un même caryotype, caractéristique de l'espèce à laquelle ils appartiennent. En effet, au cours d'un tel cycle biologique, deux événements majeurs assurent une stabilité du caryotype.



Quels sont les phénomènes essentiels de toute reproduction sexuée ?

Doc 1 : l'équipement chromosomique des cellules somatiques

Pour obtenir le cliché ci-contre, on a utilisé un certain nombre de sondes moléculaires spécifiques de certaines régions d'ADN et donc capables de se fixer sur la région d'un chromosome contenant un gène déterminé. Chaque sonde est facilement repérable car elle est équipée d'un colorant fluorescent qui « peint » spécifiquement la région du chromosome où elle s'est fixée.



1- Que montre la technique de coloration utilisée pour réaliser le caryotype présenté ci-dessus ?

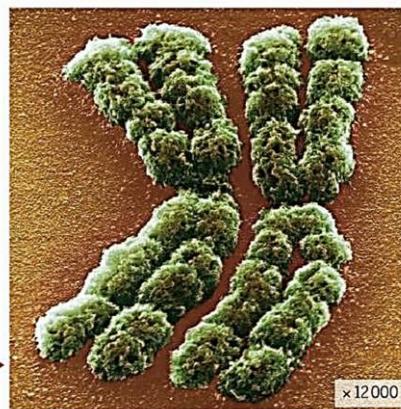
Doc 2 : l'équipement chromosomique des cellules sexuelles

Le document ci-contre a été obtenu au cours de la division cellulaire qui est à l'origine des spermatozoïdes (photographie ci-dessous). Il présente le lot chromosomique qui équipera un spermatozoïde.



Doc 3 : quelques définitions essentielles

- Une cellule est dite **diploïde** si les chromosomes qu'elle contient peuvent être associés par paires d'homologues. Le nombre total de chromosomes est alors noté $2n$. Au contraire, une cellule dont les chromosomes sont tous différents les uns des autres est dite **haploïde**, son nombre de chromosomes étant alors noté n .
- La **fécondation** est l'événement permettant, par réunion de deux cellules haploïdes, l'obtention d'un **zygote** diploïde à l'origine d'un nouvel individu.
- La **méiose** est l'événement qui permet de former des gamètes haploïdes à partir de cellules initialement diploïdes.



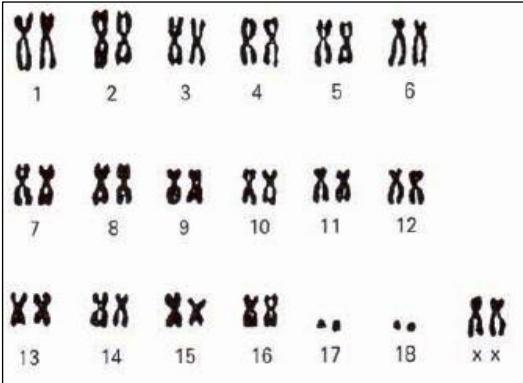
Une paire de chromosomes homologues observés au microscope électronique à balayage (MEB)

1- comparer les caryotypes présentés par les docs 1 et 2 en utilisant le vocabulaire défini par le doc 3

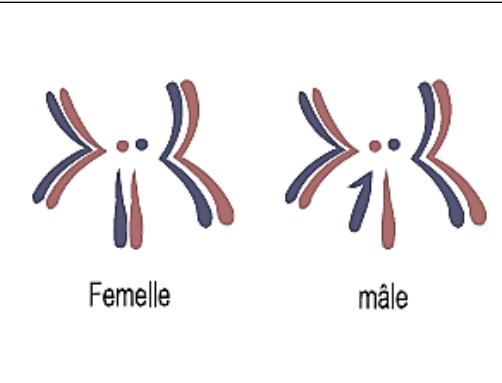
2- compléter le tableau suivant :

	Homme	Femme
Nombre de paires de chromosomes		
Chromosomes identiques		
Chromosomes propres à chaque sexe		

Doc 4 : le caryotype chez différentes espèces



Caryotype du renard femelle



Caryotype de la drosophile

1- Comparer les caryotypes de l'Homme, du renard et de la drosophile en complétant le tableau ci-dessous.

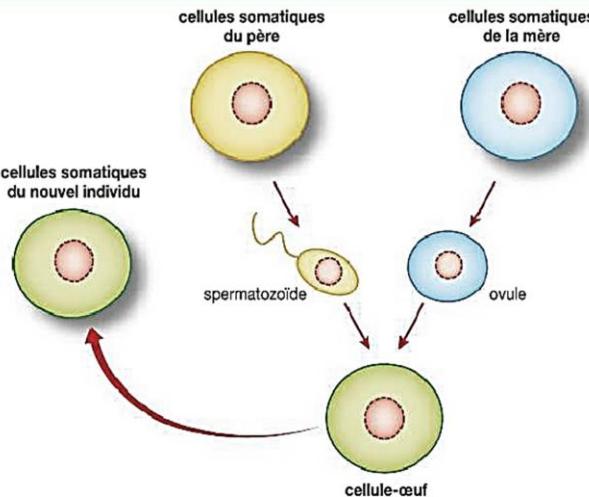
Espèces	Homme	Renard	Drosophile
Nombre chromosomique caractéristique de l'espèce			
Nombre d'autosomes			
Nombre de chromosomes sexuels			
la formule chromosomique			

Doc 5 : un cycle biologique commun à tous les animaux

Chez la plupart des animaux, les sexes sont séparés : la reproduction sexuée est bipartite. Une cellule-œuf, à l'origine d'un nouvel individu, se forme par fusion de deux gamètes, l'un d'origine paternelle, l'autre d'origine maternelle.

Néanmoins, le caryotype reste stable, d'une génération à la suivante.

Espèces	Nombre de chromosomes	
	Cellules somatiques	Gamètes
Homme	46	23
Chat	38	19
Cheval	64	32
Chien	78	39
Drosophile	8	4
Grenouille	26	13
Hamster	22	11
Poule	32	16
Renard	38	19



1- Comment la reproduction sexuée assure-t-elle la constance de la formule chromosomique entre parents et descendants ?

Activité 2 : Le déroulement de la méiose

La méiose permet l'obtention de cellules reproductrices haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde. Elle est composée de deux divisions successives au cours desquelles le nombre de chromosomes est réduit de moitié. Le déroulement des différentes étapes de la méiose garantit, en principe, un partage des chromosomes d'une cellule initialement diploïde en lots haploïdes.

Quelle sont les étapes de la méiose ?

Doc 6 : l'observation de cellules en méiose

■ PROTOCOLE

Dissection des testicules de criquet

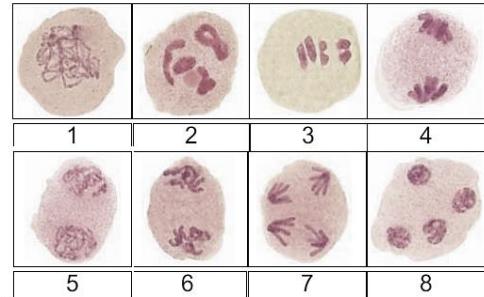
- Fixer un criquet mâle face ventrale sur la planche à dissection.
- Découper la cuticule de l'abdomen. Soulever et rabattre la cuticule. On découvre alors une masse de couleur jaune : ce sont les testicules.
- Prélever les testicules et les déposer dans un verre de montre, dans un milieu dilué (2 volumes d'eau distillée pour 1 volume de liquide physiologique pour insecte).

Coloration et préparation

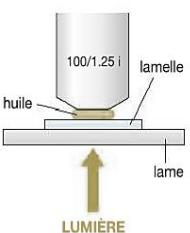
- Dissocier les testicules de façon à isoler quelques filaments.
- Placer le prélèvement dans un fixateur (3 volumes d'éthanol pour 1 volume d'acide éthanoïque). Laisser agir quelques minutes.
- Mettre une goutte de colorant (orcéine acétique) sur une lame. Déposer un peu du mélange testicules + fixateur.
- Recouvrir d'une lamelle en appuyant très légèrement.

Observation au microscope

- Repérer des cellules en méiose au grossissement 400 ou 600 (*photographie ci-contre*).
- Décaler l'objectif, placer une goutte d'huile à immersion sur la lamelle.
- Engager l'objectif à immersion et observer.



L'utilisation d'un objectif à immersion permet d'améliorer l'observation au fort grossissement ($\times 1000$). Un tel objectif nécessite que les rayons lumineux passent dans l'huile (indice de réfraction, proche de celui du verre), et non dans l'air : ainsi, la résolution est meilleure et certaines aberrations optiques sont éliminées.

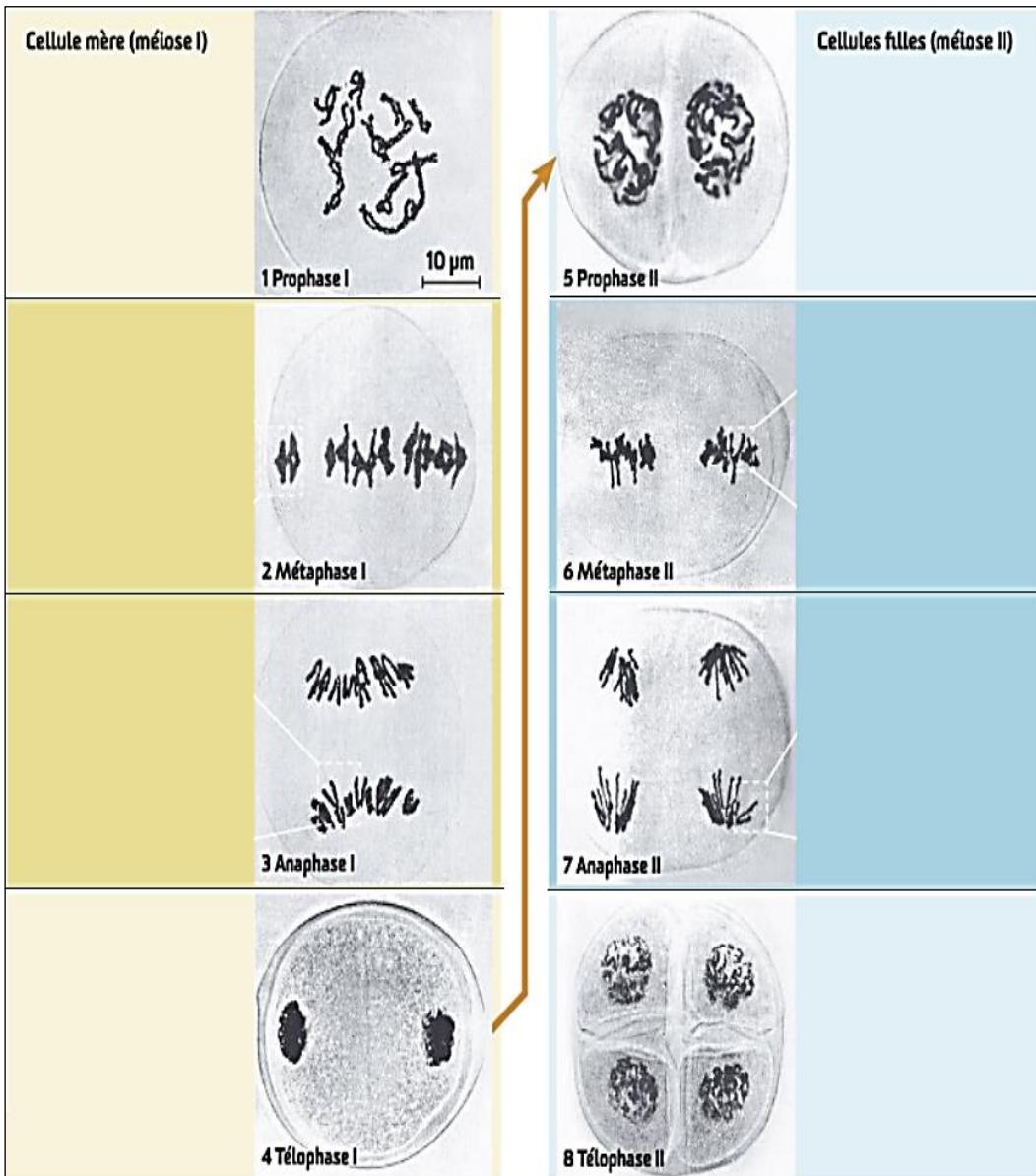


1- relever des arguments montrant que les cellules sont en division.

2- indiquer le nombre de divisions cellulaires observées, et le nombre de cellules filles obtenues.

Doc 8 : les étapes de la méiose

Les microphotographies suivantes illustrent les phases du déroulement de la méiose :



1- décrire l'aspect et le comportement des chromosomes en prophase et anaphase et métaphase et télophase de chaque division de méiose.

2- schématiser le comportement des chromosomes au cours de la méiose.

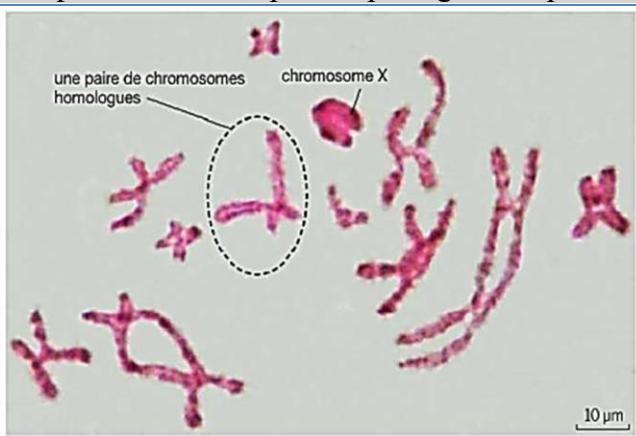
3- Déduire les caractéristiques de la méiose.

Doc 7 : la prophase I, une étape déterminante pour le passage à l'haploïdie

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 **auto-somes** 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 précédent la méiose : à ce stade, chaque chromosome est donc constitué de deux **chromatides** identiques.

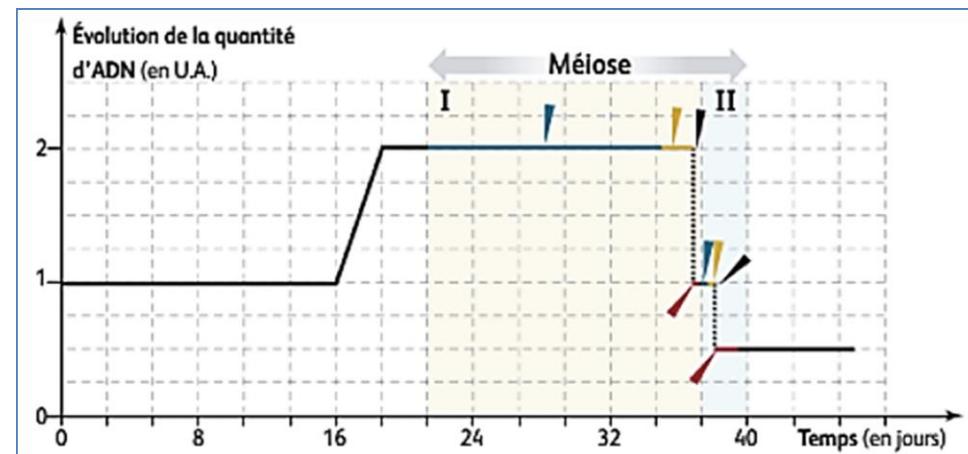


1- En quoi la prophase I de la méiose se distingue-t-elle de celle d'une mitose ?

Doc 9 : Évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose

L'évolution de la quantité d'ADN peut être mesurée au cours des étapes de la méiose. Arbitrairement fixée à 1 dans une cellule diploïde, cette quantité peut doubler suite à une réplication de l'ADN. Elle est divisée par deux lors d'une anaphase de mitose, par disjonction des chromatides au niveau du centromère. Elle peut également être divisée par deux en répartissant un chromosome homologue dans chaque cellule fille.

Les principales étapes de la méiose (flèche sur le graphique) sont synchrones avec ces variations.



1- décrire les variations constatées sur le graphique.

2- Repérer et nommer, sur le graphique, les événements se déroulant dans le noyau.

3- Schématiser les chromosomes dans une cellule aux moments de son cycle. Vous prendrez $2n = 4$.

Activité 3 : La méiose, une machine pour la diversité génétique

Au sein d'une espèce donnée, on peut noter une grande diversité génétique. Si tous les individus d'une même espèce possèdent les mêmes gènes, ces derniers existent sous de nombreuses formes ou allèles. Un individu peut donc être défini comme une combinaison originale et unique d'allèles.



1

Papillons de l'espèce *Heliconius doris*.

Tous ces papillons mâles appartiennent à la même espèce. Leurs ailes montrent des motifs différents. Cette diversité morphologique au sein d'une espèce est le plus souvent le reflet d'une diversité génétique.

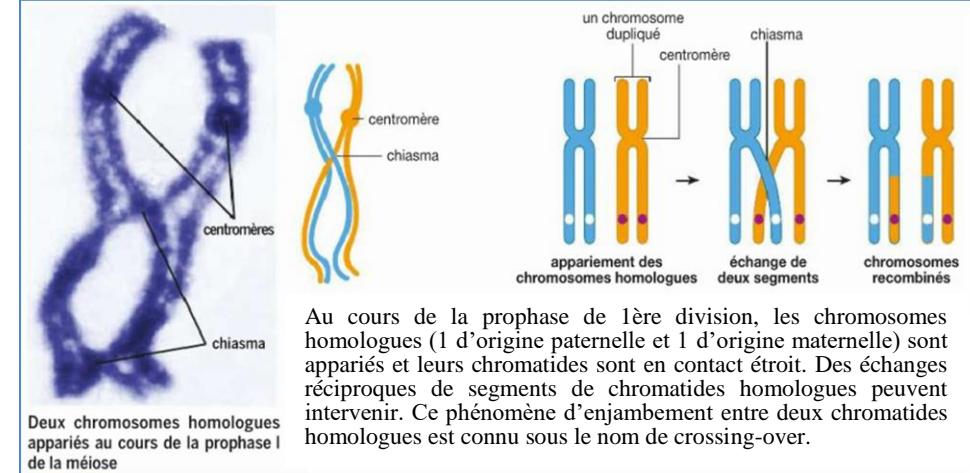
Quels mécanismes engendrent la diversité génétique ?

Doc 10 : chromosomes homologues appariés au cours de la prophase I de la méiose.

Pendant la prophase I, les chromosomes homologues peuvent aléatoirement s'accorder (appariement) pour former des tétrades (ou chromosomes bivalents). Des points de jonctions, appelés chiasmas, apparaissent à certains niveaux (flèches). Un mécanisme de rupture au niveau d'un chiasma est à l'origine d'un crossing-over (ou enjambement).



Doc 11 : le mécanisme du crossing-over (ou enjambement)



Au cours de la prophase de 1^{re} division, les chromosomes homologues (1 d'origine paternelle et 1 d'origine maternelle) sont appariés et leurs chromatides sont en contact étroit. Des échanges réciproques de segments de chromatides homologues peuvent intervenir. Ce phénomène d'enjambement entre deux chromatides homologues est connu sous le nom de crossing-over.

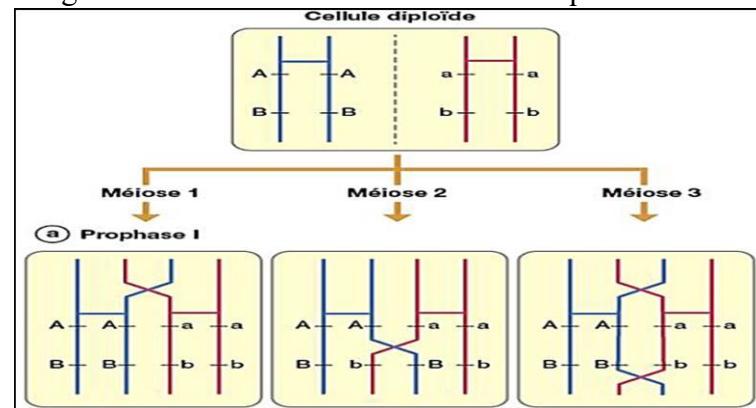
1- décrire les conséquences d'un crossing-over.

Pourquoi chaque individu est-il un être unique ?

Comment le brassage génétique contribue-t-il à la diversification des génomes ?

Doc 12 : Variabilité de la position du crossing-over et diversité des gamètes.

Le phénomène de crossing-over se produit à chaque méiose, sauf exception, et seul l'emplacement du crossing-over change d'une méiose à l'autre, ce qui est à l'origine d'une grande diversité de combinaisons alléliques.



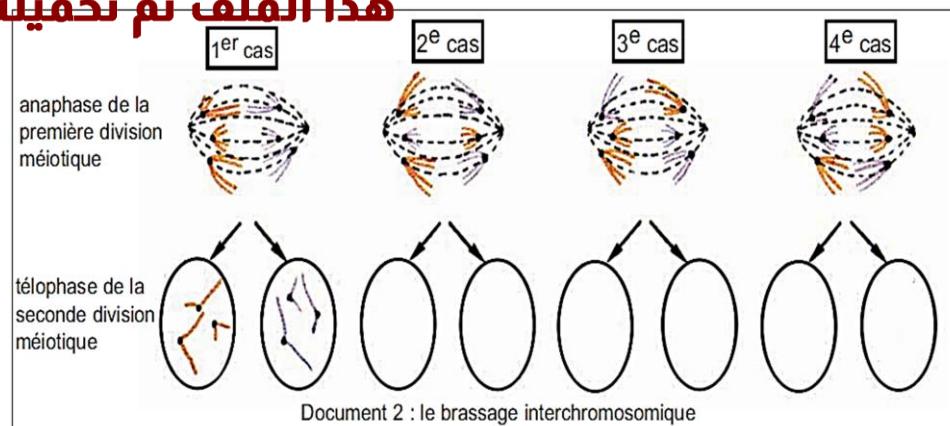
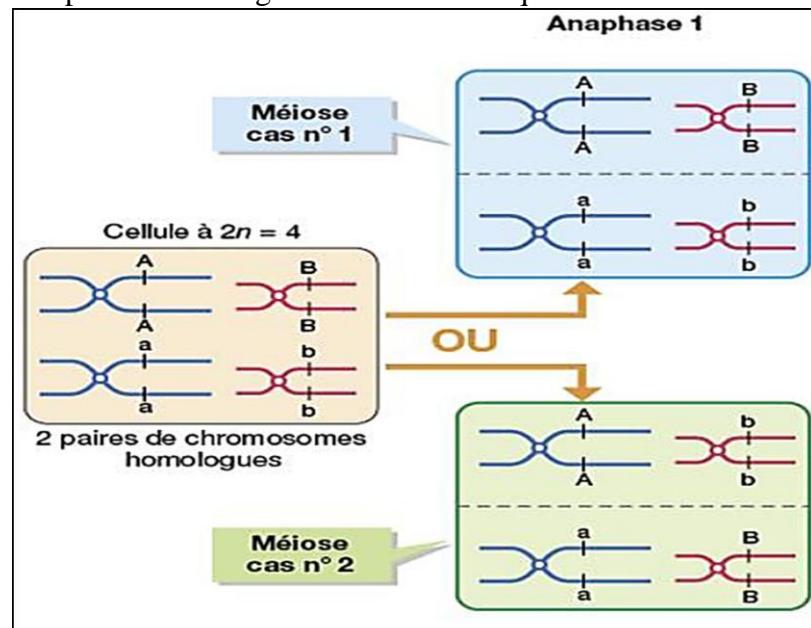
1- pour chaque cas, représenter les gamètes issus du phénomène de brassage intrachromosomique dû à un crossing-over.

2- déduire le rôle de la méiose, par le brassage intrachromosomique dans la création de nouvelles combinaisons d'allèles.

Doc 13 : la ségrégation indépendante des chromosomes

Au cours de l'anaphase de la première division de la méiose, les deux chromosomes homologues de chaque paire se séparent de façon aléatoire.

Cette séparation des chromosomes homologues conduit à un brassage entre les chromosomes, d'autant plus important que le nombre de paires de chromosomes est élevé : on parle de brassage interchromosomique



1- Compléter les schémas en indiquant la garniture chromosomique des gamètes.

2- Déduire le nombre de types de gamètes renfermant des garnitures chromosomiques différentes.

3- Calculer le nombre de gamètes génétiquement différents pour une cellule germinale $2n = 8$.

4- Etablir la formule générale permettant de déterminer le nombre de combinaisons des gamètes. Appliquer cette formule pour l'espèce humaine.

5- Justifier le terme : brassage interchromosomique.

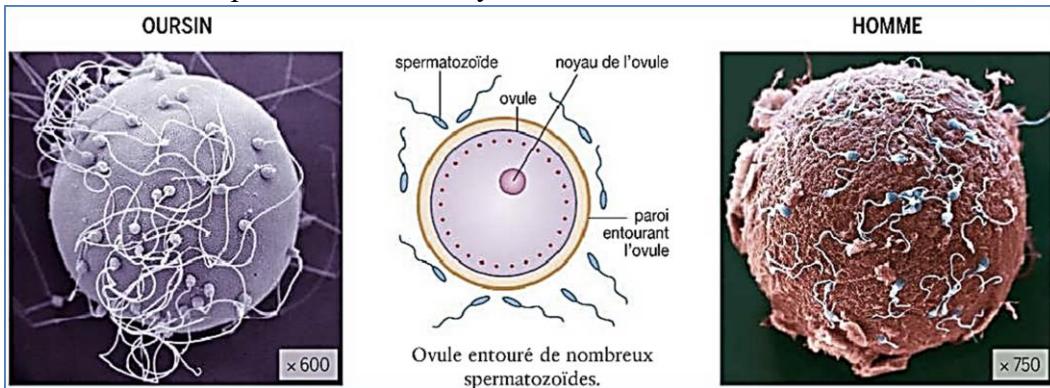
Activité 4 : La fécondation, autre source de diversité génétique

Grâce aux brassages génétiques réalisés au cours de la méiose, chaque gamète produit, possède une combinaison originale des allèles parentaux. Cependant, la fécondation amplifie encore la diversité génétique des descendants potentiels.

Comment la fécondation augmente-t-elle la variabilité individuelle ?

Doc 14 : la fécondation

La fécondation est la rencontre d'un ovocyte et d'un spermatozoïde. Quel que soit le milieu où elle se déroule, plusieurs dizaines à centaines de spermatozoïdes se fixent sur la zone pellucide de l'ovocyte.



Doc 15 : le brassage génétique au cours de la fécondation

Soient les figures a et b qui représentent les gamètes génétiquement différents produits par deux parents humains en considérant 2 paires de chromosomes de la cellule mère des gamètes : la paire de chromosomes n°9 qui porte le gène du groupe sanguin dans le système ABO et la paire de chromosomes sexuels.

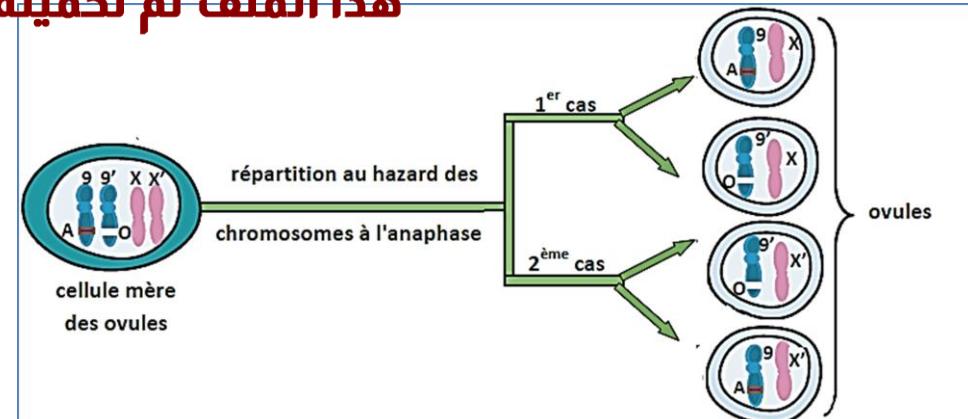


Figure b : Schéma simplifié montrant la diversité génétique des ovules produits au cours de la méiose

- 1- Représenter le résultat de la rencontre des gamètes mâles et femelles dans un échiquier de croisement dans lequel on dispose horizontalement le contenu chromosomique de chacun des gamètes mâles possibles et verticalement celui des gamètes femelles possibles comme le montre la présentation ci-dessous.

mâles femelles		gamète mâle		
gamète femelle		zygote nouvel individu		

- 2- Comparer les garnitures chromosomiques des zygotes obtenus avec celles des parents.
- 3- Préciser, dans ce cas, le nombre de combinaisons chromosomiques possibles dans les zygotes résultant de la fécondation.
- 4- Représenter le nombre de combinaisons chromosomiques possibles dans les zygotes résultant de la fécondation par une formule mathématique faisant intervenir le nombre de chromosomes.
- 5- Déduire le rôle de la fécondation dans le brassage de l'information génétique.

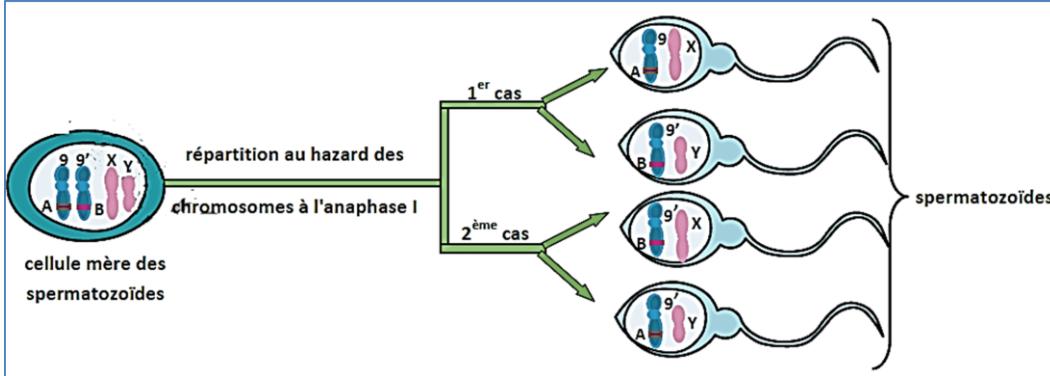


Figure a : Schéma simplifié montrant la diversité génétique des spermatozoïdes produits au cours de la méiose