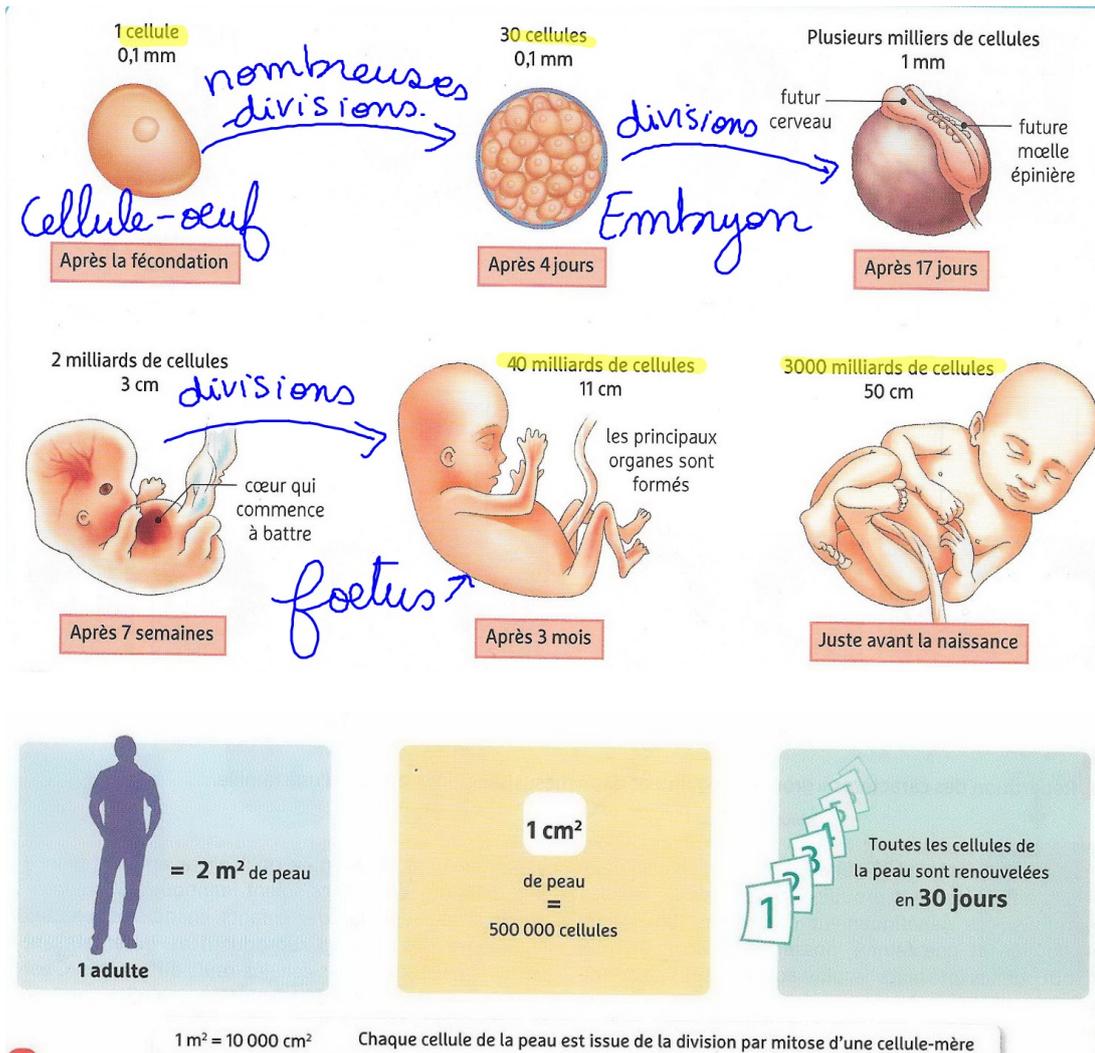


## 3° Chapitre 2 : La transmission de l'information génétique

### Introduction :



Toutes les cellules de l'embryon proviennent de la division de la cellule-œuf et possèdent ainsi le même patrimoine génétique qu'elle.

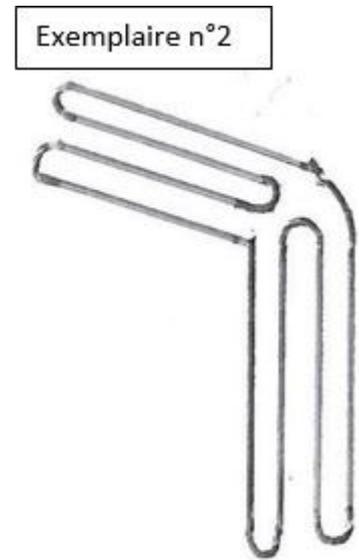
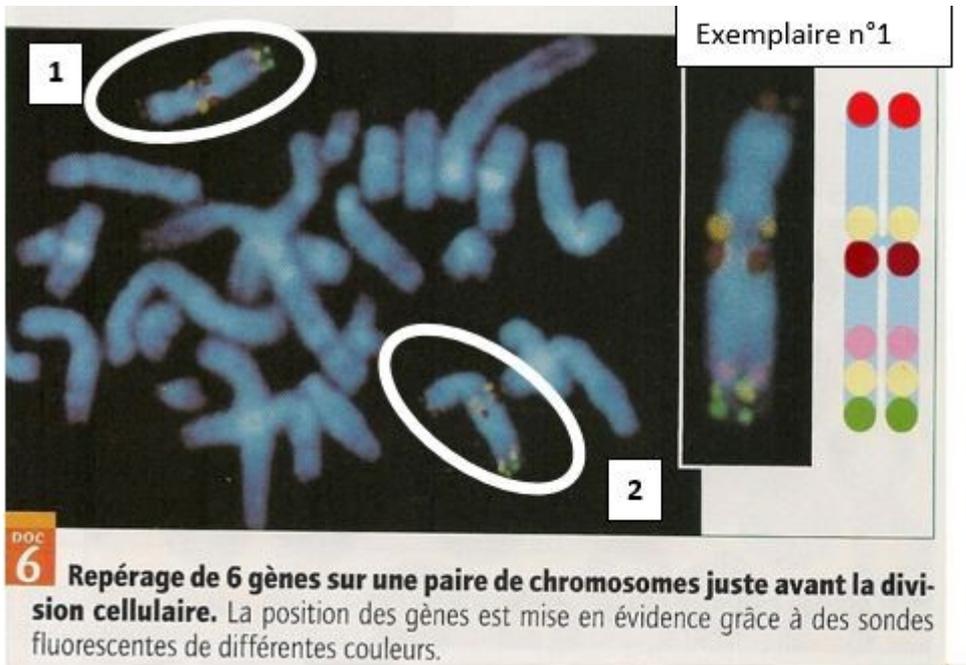
Comment l'information de la cellule-œuf est-elle transmise de cellules en cellules ?

## I La transmission de l'information aux nouvelles cellules du corps

### Activité 1a : Observons le patrimoine génétique d'une cellule en division

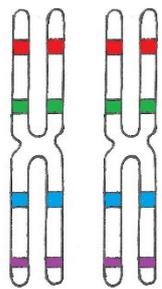
Quand la peau est blessée, des cellules sont mortes et cela laisse une ouverture appelée « plaie ». Pour refermer cette plaie, de nouvelles cellules vont être produites à partir de cellules voisines en bon état. Pour que les nouvelles cellules fonctionnent correctement, elles doivent recevoir l'ensemble de l'information génétique, c'est-à-dire un lot complet de chromosomes. On rappelle qu'un chromosome correspond à un brin d'ADN enroulé sur lui-même et que ce brin d'ADN porte une succession de gènes différents.

*Pour comprendre comment se passe la transmission de ce matériel génétique, il est possible d'envoyer des sondes fluorescentes se fixer sur des gènes bien précis afin de les suivre pendant la division de la cellule, comme par exemple une balise GPS qu'on fixe sur un requin pour le suivre dans la mer pour voir où il va.*

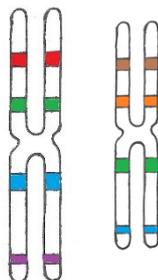


**Consigne :**

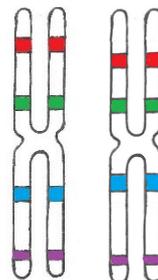
- 1) Un des 2 chromosomes mis en évidence par les sondes a été schématisé. Complète le schéma du deuxième chromosome de la même paire en dessinant les gènes révélés par les sondes, puis compare la structure des 2 chromosomes de cette paire. Que remarques-tu ?
- 2) Parmi les paires de chromosomes doubles suivants, lesquelles sont correctes ?



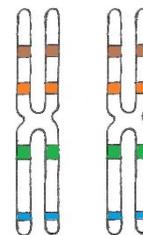
Paire n° 1



Paire n°2



Paire n° 3

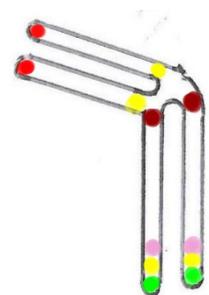


Paire n° 4

- 3) Les chromosomes visibles avant une division cellulaire comme sur la photographie, sont des chromosomes doubles, c'est-à-dire constitués de 2 filaments identiques d'ADN. Quelle hypothèse peux-tu faire pour expliquer cette structure ?

**Correction :**

- 1) **On remarque que** le deuxième chromosome présente les mêmes gènes exactement au même endroit. Ainsi les chromosomes d'une même paire ont la même organisation : un gène sur le chromosome du père sera situé au même endroit que ce même gène sur le chromosome de la mère.
- 2) Les paires correctement réalisées sont les paires n° 1 et 4 car les chromosomes ont la même taille et les mêmes gènes sont localisés exactement au même endroit sur chacun des deux chromosomes.

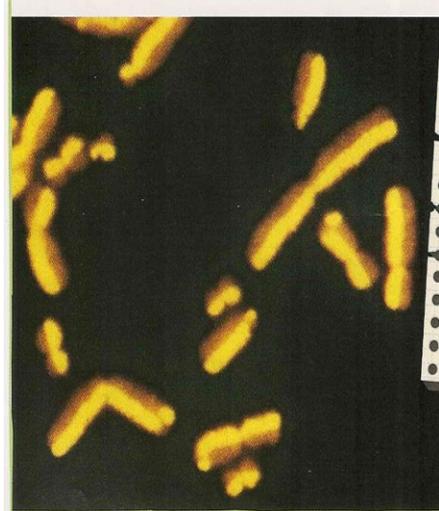


3) On suppose que la cellule a copié son ADN avant de se diviser et quand celui-ci s'est enroulé cela a donné des chromosomes doubles. Le noyau de la cellule posséderait donc 2 exemplaires de chaque sorte de filament d'ADN. Ainsi lors de la division, les chromosomes doubles se casseraient et les chromatides identiques seraient distribués équitablement à chacune des 2 cellules-filles, reconstituant ainsi un caryotype complet et identique à celui de la cellule de départ ou cellule-mère avant la division.

### Activité 1b : Surveillons la quantité d'ADN d'une cellule qui s'apprête à se diviser.

Temps (en heures)	0	3	4	6	8	10	11
Nombre de chromosomes par cellule	46	46	46	46	46	46	46
Quantité d'ADN par cellule (en picogramme)	6,6	6,6	6,6	8,0	13	13,2	13,2

**2** Nombre de chromosomes et quantité d'ADN au cours du temps dans une cellule de peau humaine qui se prépare à se multiplier.



**J'interprète une expérience**

- Des cellules de hamster sont cultivées sur un milieu qui contient des substances nutritives et des molécules M.
- Au moment où elles se préparent à se multiplier, les cellules sont prélevées, lavées et leurs chromosomes sont observés au microscope.
- Les molécules M ont la capacité de s'associer aux molécules d'ADN nouvellement fabriquées et de les colorer en jaune.

**3** Une expérience pour visualiser des chromosomes de cellules qui se préparent à la multiplication cellulaire.

Belin 2008 doc 2 page 44

#### Analyse des documents :

- À l'aide du tableau, décris l'évolution de la quantité d'ADN dans une cellule qui s'apprête à se diviser puis l'évolution du nombre de chromosomes dans une cellule qui s'apprête à se diviser. Que remarques-tu ? Quelle hypothèse peux-tu faire ?
- Aide-toi de l'expérience pour expliquer ta réponse précédente.

#### Réponses :

- Le nombre de chromosomes reste le même mais la masse d'ADN double ! La seule explication possible est que les chromosomes ont doublé de volume !
- L'expérience consiste à cultiver des cellules de hamster sur un milieu de culture contenant une substance colorant l'ADN nouvellement formé en jaune. On constate que la moitié de chaque chromosome d'une cellule qui s'apprête à se diviser est jaune. On en déduit qu'il y a bien eu duplication de chacun des brins d'ADN.

Temps (en heures)	0	3	4	6	8	10	11
Nombre de chromosomes par cellule	46	46	46	46	46	46	46
Quantité d'ADN par cellule (en picogramme)	6,6	6,6	6,6	8,0	13	13,2	13,2

**2** Nombre de chromosomes et quantité d'ADN au cours du temps dans une cellule de peau humaine qui se prépare à se multiplier.

Le nombre de chromosome reste le même mais la masse d'ADN double !  
La seule explication possible est que les chromosomes ont doublé de volume !

Cela se vérifie avec l'expérience ci-contre qui montre bien que chaque chromosome est constitué à moitié d'ADN nouveau.

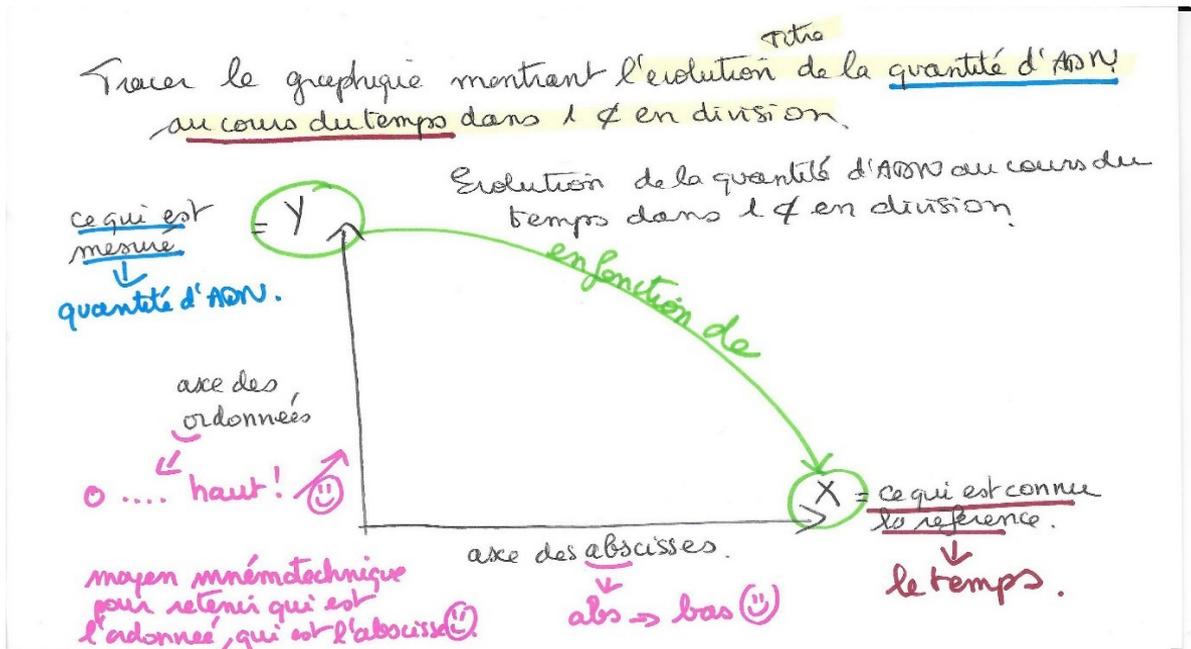


## Changer de représentation : tracer un graphique.

- Trace le graphique représentant l'évolution de la quantité d'ADN au cours du temps dans une cellule s'appêtant à se diviser.
- Sur le graphique, repasse en rouge la partie de la courbe montrant la duplication de l'ADN.

### Fiche méthode graphique

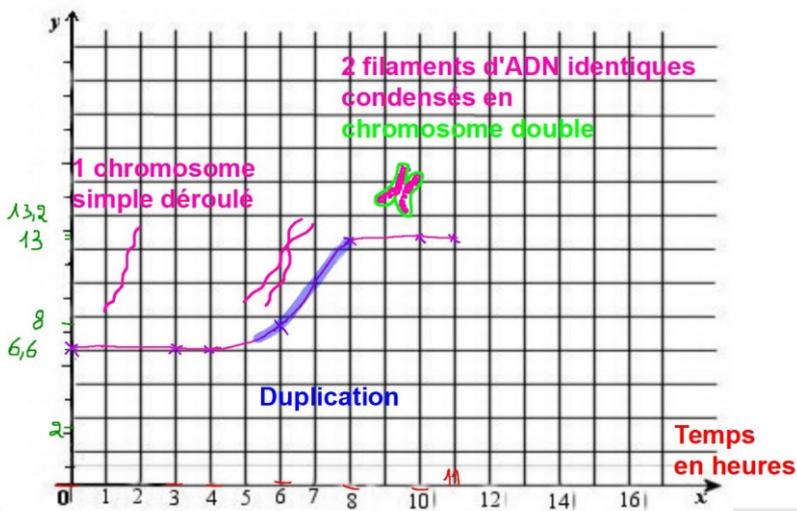
Dans la consigne, surligner au fluo jaune le titre et souligner en bleu ce qui va sur axe vertical et en rouge ce qui va sur axe horizontal, Préparer construction du graphique sur tableau Velléda et laisser afficher au tbi le tableau avec la flèche montrant évolution quantité ADN et qui préfigure la courbe. Utiliser fiche méthode trieur. Faire écrire mini fiche méthode dans le cahier ;



### Correction :

#### 1) Graphique :

Quantité d'ADN en picogrammes



Titre : Évolution de la quantité d'ADN dans une cellule avant sa division.

### Activité 1c : Les étapes du partage des chromosomes lors de la division cellulaire

Maquettes : donner à chaque élève deux chromosomes doubles fabriqués avec des chenilles, chaque paire d'une même couleur et lui demander d'essayer de trouver un moyen de partir d'une cellule à  $2n=4$  et d'obtenir deux cellules à  $2n=4$ .

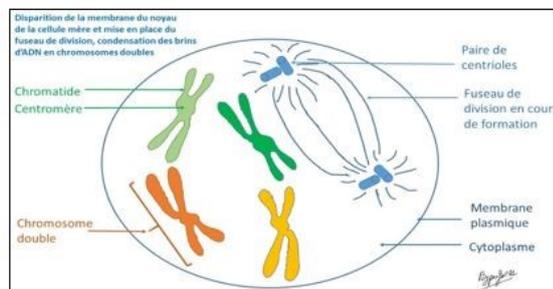
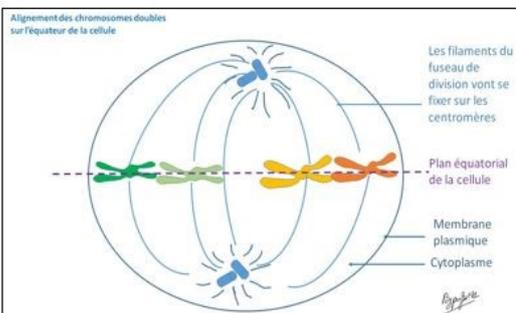
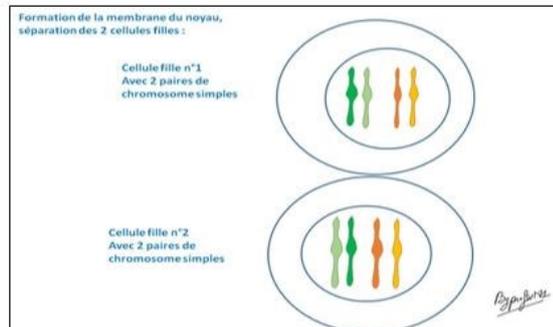
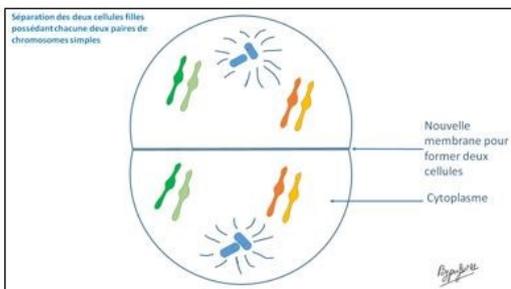
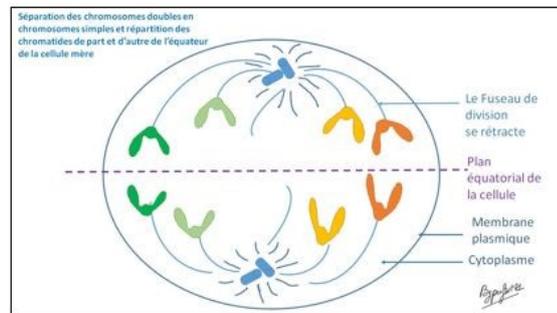
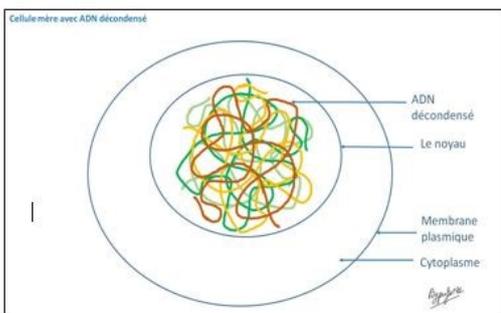
Faire sur dessins A3 les étapes de la division (cellule départ à noyau vide, cellule avec équateur dessiné, cellule avec équateur cintré, 2 cellules filles).

Puis 3 jeux de cartes : mitose animale d'abord **M K C R**, replacer les photos sur les 4 cellules de la feuille A4 puis mitose végétale **A E V O I**, puis étapes dessins **W H B L D X J Z**

Donner images à découper et coller dans bon ordre

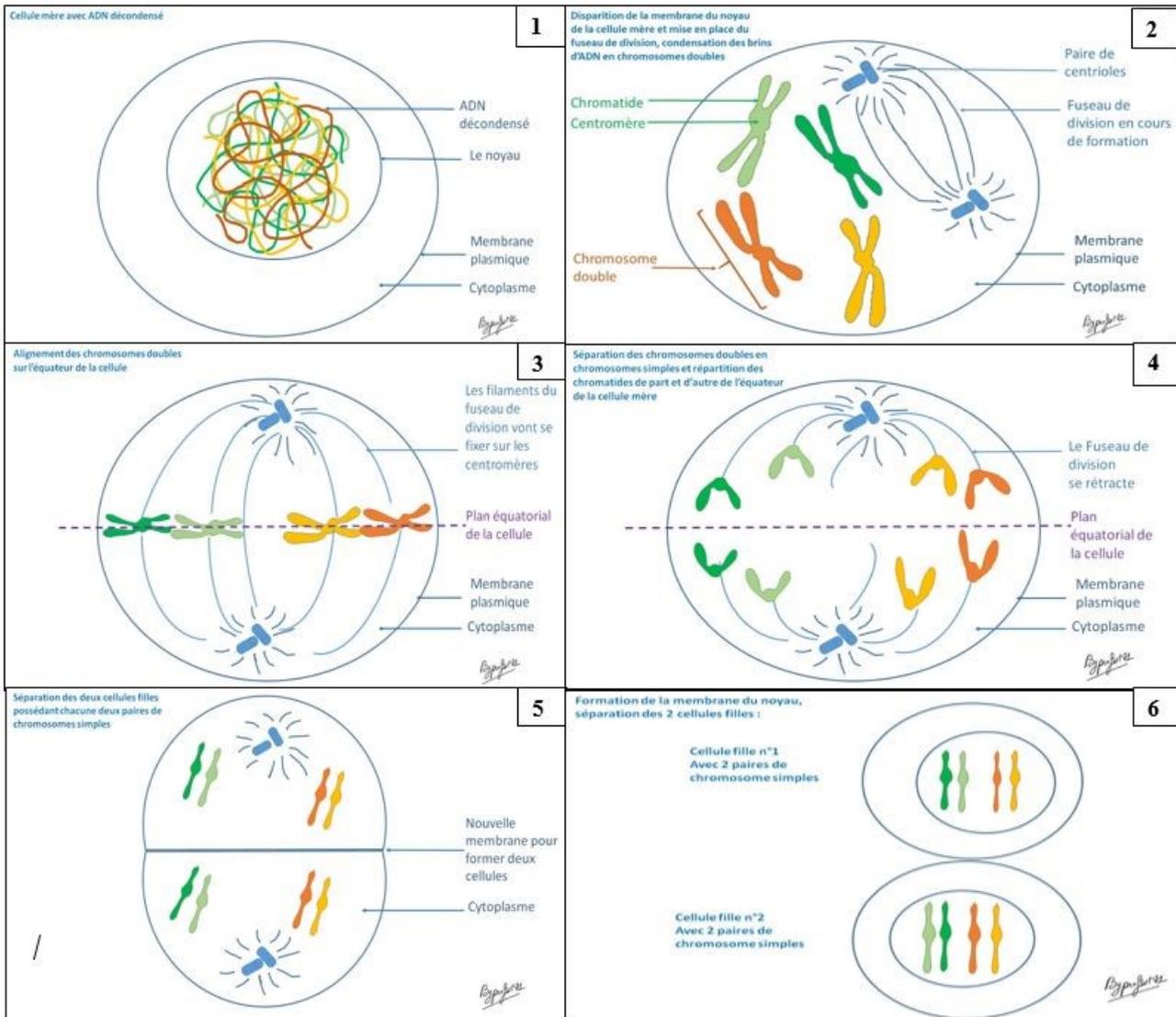
#### Consigne :

- 1) Voici des images de la division cellulaire. Remets-les dans le bon ordre.
- 2) Une cellule qui vient juste de finir sa division ne peut pas immédiatement se diviser de nouveau. Elle doit attendre quelques heures. Comment pourrais-tu expliquer cela ?



**Correction :**

1) Ordre des images :

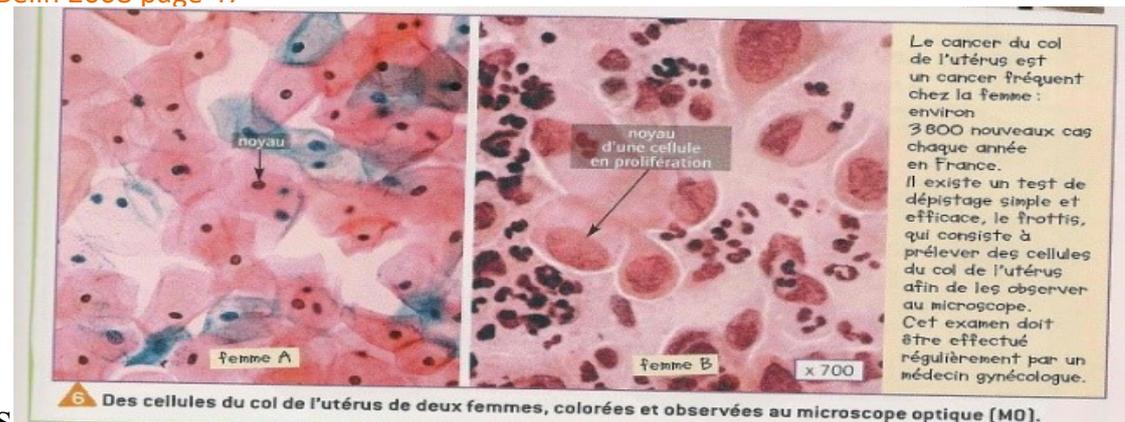


2) Une cellule-fille ne peut se diviser immédiatement après la mitose (période de division) car elle n'a pas assez de matériel génétique à transmettre et elle est trop petite. Si elle le faisait, le caryotype des cellules filles serait incomplet.

**TP noté méristème d'ail et tracé de graphique**

**Activité 1 d : Le cancer, une multiplication cellulaire incontrôlée**

Belin 2008 page 47



Les divisions cellulaires se font à un rythme bien précis. Dans le cas où les divisions deviennent incontrôlées, une masse de cellule anormale se forme : on parle de cancer. S'il n'est pas soigné à temps il est létal (mortel).

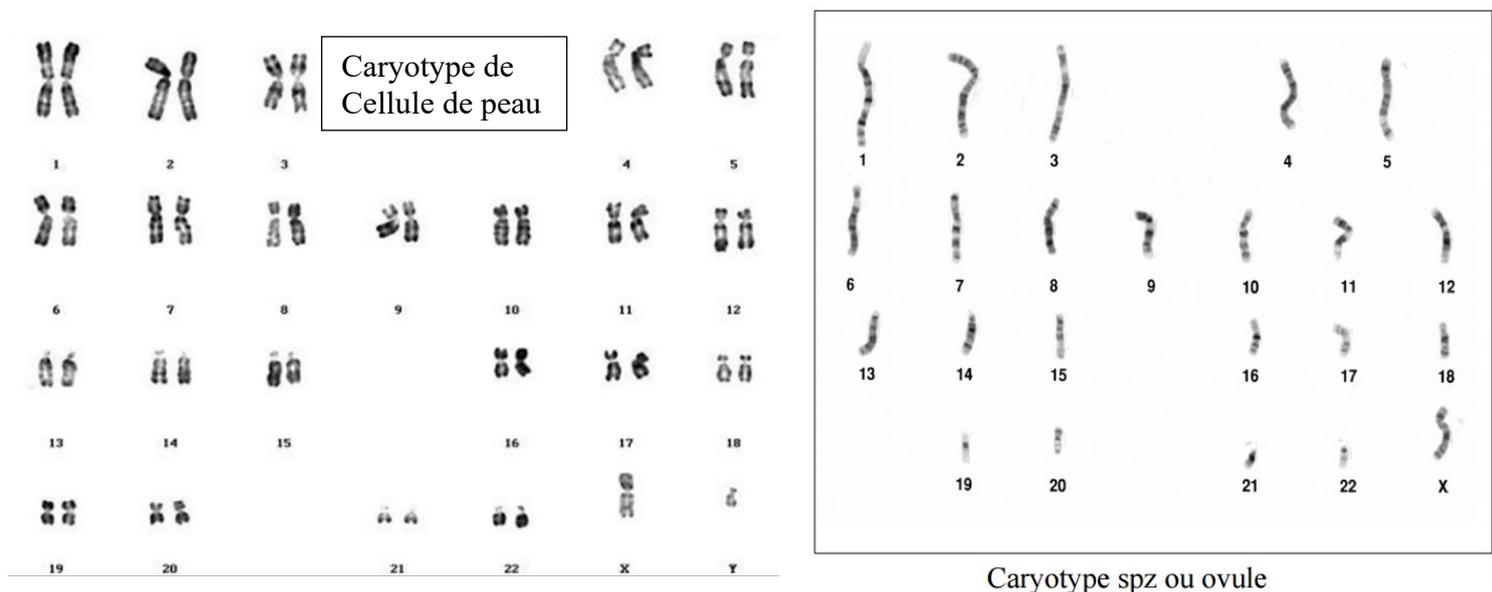
**Complète le bilan avec les mots suivants : centromère, chromatides, mitose, duplication, identiques**

**Bilan 1 :** La division cellulaire appelée aussi « ..... » permet la multiplication des cellules appelée aussi division (en divisant spatialement la cellule on multiplie le nombre de cellules). La division d'une cellule est préparée par la « ..... » de chaque filament d'ADN. À la fin de la duplication, les deux filaments d'ADN ..... s'enroulent pour former un chromosome à deux ..... identiques. Ces deux chromatides reliés au niveau du ..... vont se séparer au cours de la mitose. Chaque cellule-fille reçoit ainsi le même nombre de chromosomes que la cellule initiale à la différence près que ce sont des chromosomes simples (à une chromatide).

**Bilan 1 :** La division cellulaire appelée aussi « **mitose** » permet la multiplication des cellules appelée aussi division (en divisant spatialement la cellule on multiplie le nombre de cellules). La division d'une cellule est préparée par la « **duplication** » de chaque filament d'ADN. À la fin de la duplication, les deux filaments d'ADN **identiques** s'enroulent pour former un chromosome à deux **chromatides** identiques. Ces deux chromatides reliés au niveau du **centromère** vont se séparer au cours de la mitose. Chaque cellule-fille reçoit ainsi le même nombre de chromosomes que la cellule initiale à la différence près que ce sont des chromosomes simples (à une chromatide).

## II La transmission de l'information aux cellules reproductrices

### Activité 2a : Le caryotype des cellules reproductrices

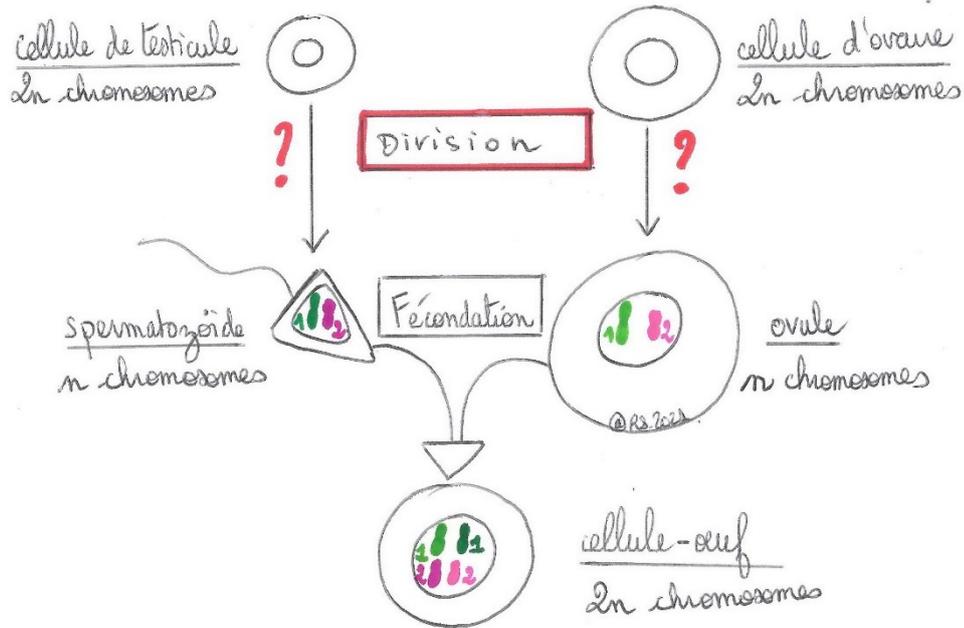


- 1) Rappelle ce que montre un caryotype de n'importe quelle cellule du corps qui va se diviser.
- 2) Rappelle la formule du caryotype d'une cellule du corps comme celle de la peau.
- 3) Observe le caryotype d'une cellule reproductrice. Que remarques-tu ?
- 4) Écris la formule du caryotype d'une cellule reproductrice.
- 5) Pourquoi le caryotype d'une cellule reproductrice est-il différent de celui d'une cellule du corps ?

Réponses :

- 1) Dans un caryotype de cellule du corps qui va se diviser, les chromosomes sont doubles et rangés par paire.
- 2) La formule du caryotype humain est  $2n=46$ .
- 3) Dans le caryotype d'une cellule reproductrice, on voit que les chromosomes ne sont présents qu'en un seul exemplaire et qu'en plus ils sont simples c'est-à-dire, constitués d'un seul filament d'ADN enroulé.
- 4) La formule d'un caryotype de spermatozoïde ou d'ovule est  $n=23$  (ici  $n = 22 + X$ ).
- 5) Il est nécessaire que chaque gamète ne possède qu'un seul exemplaire de chaque paire de chromosome car sinon lors de la fécondation la cellule œuf posséderait  $46 + 46 = 94$  chromosomes !!!

On peut alors se demander comment se passe la division d'une cellule d'ovaire ou de testicule.



### Activité 2b : La formation des ovules

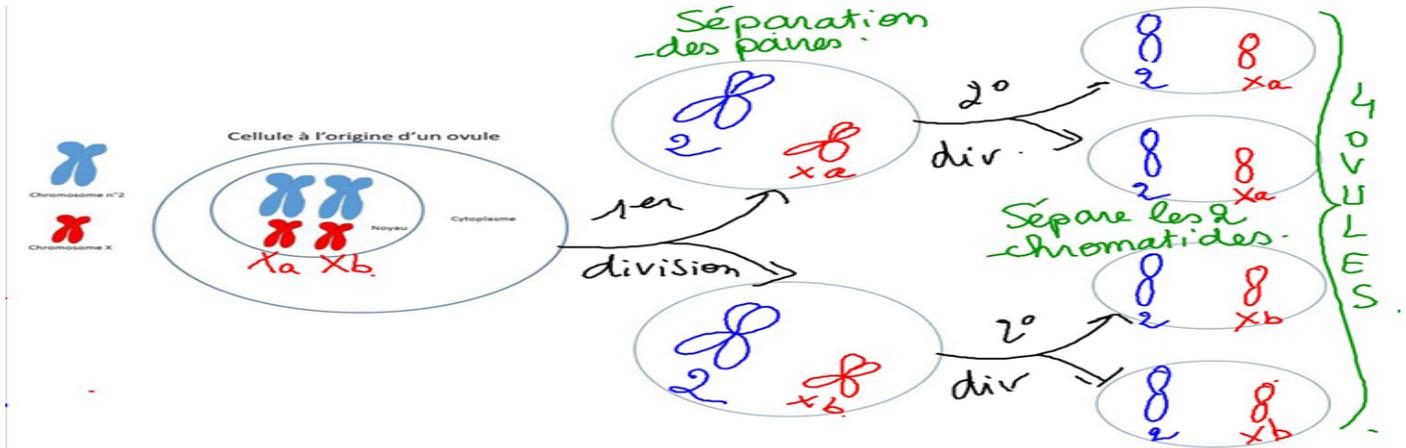
Les ovules sont des gamètes (cellules reproductrices) qui ne possèdent qu'un seul exemplaire de chaque sorte de chromosome. Ils sont produits dans les ovaires à partir de cellules appelées « cellules germinales » qui vont subir une **division spéciale** différente de la division cellulaire classique. Cette division est appelée « **méiose** ».

**Consigne :** Essaie de dessiner les deux grandes étapes de cette division particulière qui doit produire des cellules ne possédant qu'un seul exemplaire de chaque sorte de chromosome.

The diagram shows a 'Cellule à l'origine d'un ovule' with a nucleus containing two blue 'Chromosome n°2' and two red 'Chromosome X' chromosomes. To the right are two large empty ovals for drawing, and to the far right are four smaller empty ovals for drawing.

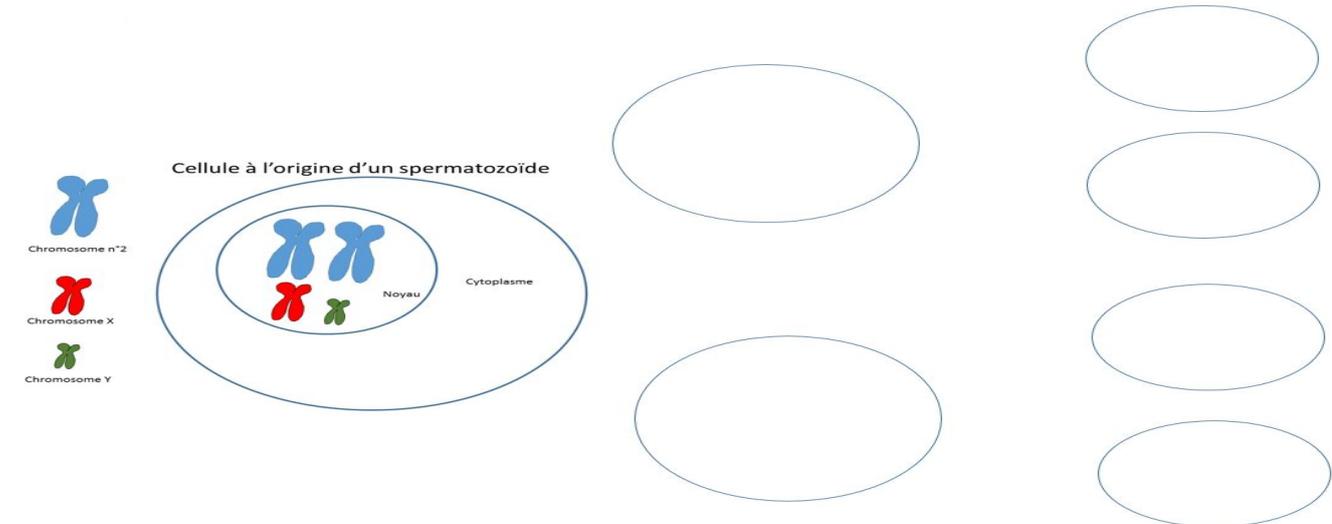
**Correction :**

Pour obtenir des cellules ne contenant qu'un seul exemplaire de chaque sorte de chromosome, il faut tout d'abord séparer les deux exemplaires de chaque paire de chromosome et les distribuer dans chacune des 2 premières cellules filles. Seulement voilà, les chromosomes sont doubles ce qui signifie qu'ils possèdent deux filaments identiques d'ADN. Il va donc falloir lors de la deuxième division, séparer les 2 chromatides de chaque chromosome double et distribuer ainsi une chromatide dans chaque cellule-fille finale.

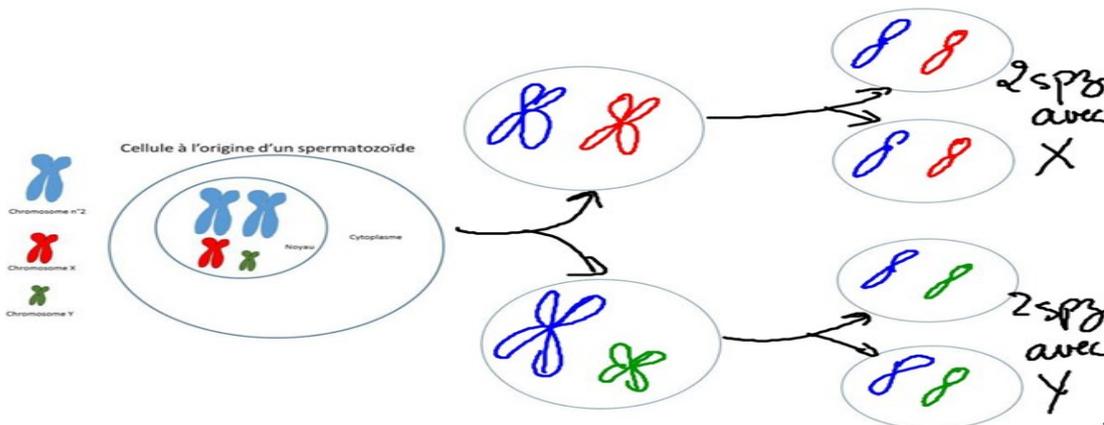


**Activité 2c : La formation des spermatozoïdes**

**Consigne :** Réalise pour la formation des spermatozoïdes, le même travail que pour la formation des ovules.



**Correction :**



Un spermatozoïde possède 23 chromosomes, un de chaque paire. Il possède soit le X soit le Y.

**Activité 2d : La fécondation et ses conséquences**

*Pas de fiche d'activité tout faire au tableau*

*Ecrire dans le cahier :*

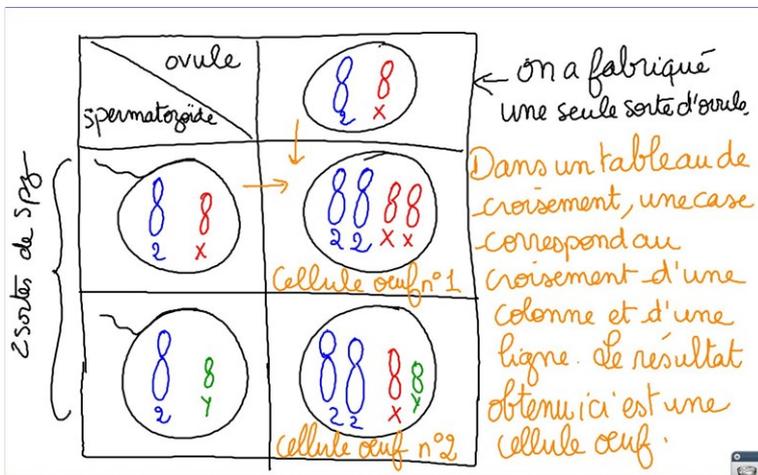
La fécondation correspond à la rencontre du spermatozoïde et de l'ovule. On peut la représenter dans un tableau de croisement.

*Explications orales :*

Un tableau de croisement est un tableau d'addition dans lequel on additionne le contenu des ovules et des spermatozoïdes de deux parents. Chaque case représente donc l'ensemble des chromosomes d'une cellule œuf. La cellule-œuf possède deux chromosomes sexuels ainsi que deux chromosomes de chaque sorte : le caryotype est rétabli lors de la fécondation ( $n + n = 2n$ )

*Dessiner au tableau et compléter*

Ainsi si on reprend les ovules et les spermatozoïdes que l'on a dessiné dans les activités précédentes on peut dessiner le tableau de croisement suivant :



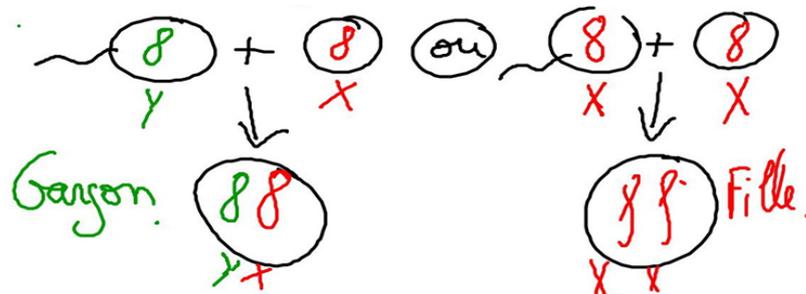
Le tableau d'addition est un tableau de croisement

⊕	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7

*1+4=5.*

**Question :** Quel est le gamète qui déterminera le sexe, le spermatozoïde ou l'ovule ?

**Réponse :** L'ovule ne peut posséder que le chromosome X. Le spermatozoïde possède soit X soit Y, c'est donc lui qui détermine le sexe de l'enfant.



**Question :** Complète le bilan à l'aide des mots suivants : fécondation, 23, doubles (x3), XY, XX, méiose, simples, gamètes, un seul, paires.

**Bilan 2 :** Les cellules à l'origine des ..... se trouvent dans les organes reproducteurs. On les appelle des « cellules génitales ». Elles possèdent 46 chromosomes ..... et subissent une division spéciale appelée « ..... ». La méiose se déroule en deux étapes :

- Séparation des ..... de chromosomes .....
- Séparation des chromosomes ..... en chromosomes .....

Les gamètes (ovules et spermatozoïdes) possèdent donc ..... chromosome simple de chaque sorte soit .... chromosomes.

Lors de la ..... le caryotype est rétabli : chaque sorte de chromosome existe de nouveau en deux exemplaires. L'ovule possédant toujours un chromosome X, c'est le chromosome sexuel apporté par le spermatozoïde qui déterminera le sexe de l'enfant : ..... un garçon, ..... une fille.

**Bilan 2 :** Les cellules à l'origine des **gamètes** se trouvent dans les organes reproducteurs. On les appelle des « cellules génitales ». Elles possèdent 46 chromosomes **doubles** et subissent une division spéciale appelée « **méiose** ». La méiose se déroule en deux étapes :

- Séparation des **paires** de chromosomes **doubles**
- Séparation des chromosomes **doubles** en chromosomes **simples**.

Les gamètes (ovules et spermatozoïdes) possèdent donc **un seul** chromosome simple de chaque sorte soit **23** chromosomes.

Lors de la **fécondation**, le caryotype est rétabli : chaque sorte de chromosome existe de nouveau en deux exemplaires. L'ovule possédant toujours un chromosome X, c'est le chromosome sexuel apporté par le spermatozoïde qui déterminera le sexe de l'enfant : **XY** un garçon, **XX** une fille.

### III Pourquoi les caractères transmis varient au sein d'une famille ?

#### Activité 3a : Exemple de la transmission d'un caractère dans une famille

Exercice belin 2008 page 25 n°6

### 6 Des caractères dans chaque famille

Homme     Femme  
👂 Lobe présent    👂 Lobe absent

Arbre généalogique d'une famille.

Lire un arbre généalogique

Génération I    La forme du lobe de l'oreille est un caractère qui existe sous deux états : soit le lobe est présent et il est détaché du visage ; soit il est attaché au visage et est qualifié d'absent.

Génération II

Génération III

- Indiquez le nombre de générations et le nombre d'individus de chaque génération représentés sur cet arbre généalogique.
- Identifiez les parents de l'individu II.3.
- Nommez les individus présentant un lobe de l'oreille détaché dans les générations successives et qualifiez ce caractère.

#### Consigne :

Réponds aux questions de l'exercice précédent puis à la question suivante :

d) Analysez la famille constituée par les individus II3, son épouse et leurs enfants. Que pouvez dire du caractère « lobe absent » ?

#### Réponses :

- a) Il y a 3 générations, 8 individus dont 7 de la même famille :
- Génération I avec 2 individus : individus I.1 et I.2
  - Génération II avec 3 individus : individus I.I1, II.2 et II.3
  - Génération III avec 2 individus : individus III.1 et III.2

- b) Sur les arbres généalogiques, on distingue les hommes par un carré et les femmes par un rond. La mère de l'individu II.3 (troisième individu de la deuxième génération) est l'individu I.1 et le père est l'individu I.2.
- c) Les individus de la même famille ayant un lobe de l'oreille présent (détaché) sont I.1, II.1, II.3 et III.2. C'est donc un caractère héréditaire car il est présent sur plusieurs générations.
- d) Si on analyse l'individu II.3 et sa femme, **on constate qu'ils ont un lobe présent, détaché du visage**, alors qu'un de leurs enfants a un lobe absent attaché au visage.

**On constate que** ce caractère « lobe absent » est présent chez le grand-père et qu'il a donc « sauté une génération ».

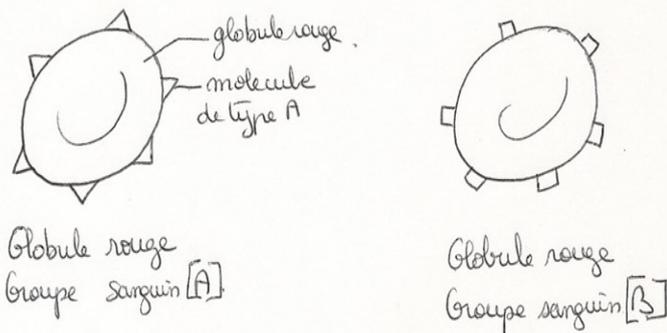
**On en déduit qu'il** existe deux versions du caractère « lobe de l'oreille » (lobe absent et lobe présent) et que l'une d'elle ne s'exprime pas tout le temps.

### Activité 3b : Les caractères varient : Exemple des groupes sanguins

Page 32Belin

Il existe 4 groupes sanguins : [A], [B], [AB] et [O].

Les personnes appartenant au groupe [A] possèdent à la surface des globules rouges de leur sang, une molécule de type A. Les personnes appartenant au groupe B possèdent à la surface des globules rouges de leur sang, une molécule de type B. On appelle « **phénotype** » le caractère exprimé par une personne, on l'écrit entre crochets, exemple phénotype [A] = groupe sanguin de type A



**Repasser une couleur pour chaque sorte de molécules puis réutiliser cette même couleur pour dessiner les gènes sur les chromosomes activité suivante.**

1. À droite des 2 globules rouges déjà dessinés, dessinez les globules rouges des groupes sanguins [AB] et [O].
2. Combien d'exemplaires du gène « groupe sanguin » possède une cellule ?

Il n'existe qu'un seul gène responsable du groupe sanguin. Il est situé sur chaque chromosome n°9. Il existe 4 groupes sanguins différents.

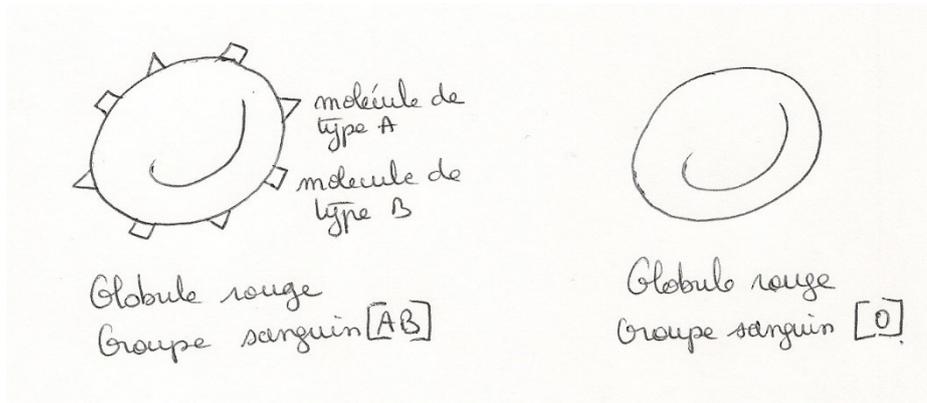
3. Combien de version du gène « groupe sanguin » existe-t-il ?
4. Comment pourrait-on expliquer l'apparition de plusieurs versions d'un même gène ?

On dit qu'un gène s'exprime quand il déclenche l'apparition d'un caractère héréditaire visible ou détectable. Ici le gène du groupe sanguin s'exprime en fabriquant une molécule à la surface des globules rouges. Toutes les cellules du corps possèdent l'ensemble des 46 chromosomes.

5. Est-il utile que le gène « groupe sanguin » s'exprime dans une cellule de la peau ?

Réponses :

1. Dessin

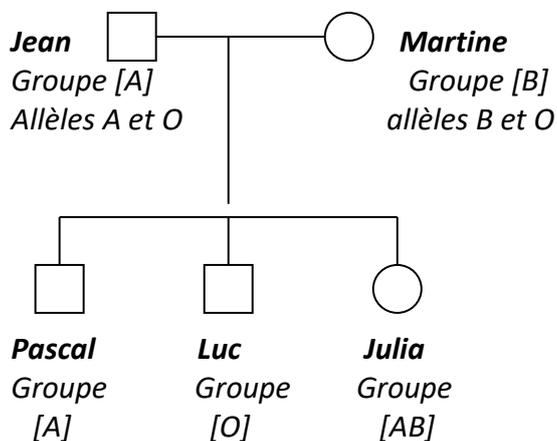


Le globule rouge de groupe [O] ne possède rien en surface. Le globule rouge du groupe [AB] possède les deux molécules A et B en surface.

2. Une cellule possède 2 exemplaires de chaque sorte de chromosome or les paires de chromosomes possèdent les mêmes gènes. Une cellule possède donc deux exemplaires de chaque gène.
3. Il doit exister trois versions du gène « groupe sanguin » : la version « A », la version « B » et la version « O ». On appelle « **allèle** », une version d'un gène.
4. Si un gène existe en plusieurs versions, on peut penser qu'il a subi une **mutation** : son information a été légèrement modifiée.
5. Les gènes ne s'expriment que dans les cellules où ils sont utiles.

### Activité 3c : Les allèles des gènes n'ont pas tous la même influence sur les caractères

Voici un arbre généalogique représentant les groupes sanguins dans une famille. On précise pour chaque génération les groupes sanguins des individus. Pour la première génération (Jean et Martine), on a précisé les allèles qu'ils possèdent.



1. Examinez les groupes sanguins de Jean et de Martine. Comment pouvez-vous expliquer que Jean soit du groupe [A] alors qu'il possède deux allèles différents A et O ? Comment peut-on qualifier les allèles A et O ?
2. Analysez le groupe sanguin de leur fille Julia. Justifiez cette phrase « Les allèles A et B sont codominants ».
3. On appelle **génotype** l'ensemble des versions d'un gène que possède un individu, on l'écrit entre parenthèses et on indique l'allèle porté par chaque chromosome représenté par un « slash » (une barre). Par exemple, quand on est du groupe [A], notre génotype peut être (A/O). Complétez la deuxième ligne du tableau

<b>Phénotype = caractère</b>	[A]		[B]		[AB]	[O]
<b>Représentation possible des couples de chromosomes</b>						
<b>Génotype = gènes possédés par un individu</b>						

Réponses :

- 1) Jean est du groupe [A] bien qu'il possède les allèles A et O. Seul l'allèle A s'exprime : A est dominant sur O. Le cas de Martine nous indique que l'allèle B est aussi dominant sur l'allèle O. O est dit « récessif ».
- 2) Les allèles B et A s'expriment ensemble, ils sont tous les deux dominants : on les dit codominants.
- 3) Dessiner chromosomes simples dans tableau

<b>Phénotype (Caractère)</b>	[A]		[B]		[AB]	[O]
<b>Génotype (les allèles)</b>	(A/O)	(A/A)	(B/O)	(B/B)	(A/B)	(O/O)

**Consigne :** Complète le bilan avec les mots suivants : gènes, mutations, différents, récessif, dominant, identiques, Génétique, allèles, codominants.

**Bilan 3 :** On appelle ....., la science de l'hérédité (transmission des caractères d'une génération une autre). Les caractères sont contrôlés par des ..... qui peuvent chacun exister en plusieurs versions appelées « ..... ». Ces derniers sont apparus suite à des ..... et ont été transmis à la descendance. Certains allèles dominent d'autres : cela signifie qu'ils les empêchent de s'exprimer. L'allèle qui s'exprime est dit ..... et celui qui ne s'exprime pas est dit ..... L'étude des arbres généalogiques permet de déterminer les allèles que possède un individu pour un gène donné.

Dans une paire de chromosomes, pour un même gène, il existe :

- 1) soit deux allèles ..... : 2 dominants ou 2 récessifs
- 2) soit deux allèles ..... : un couple d'allèles dominant/récessif ou un couple d'allèles.....

Le nombre élevé de nos gènes et la grande diversité de leurs allèles contribue à faire de chacun de nous un être unique.

**Bilan 3 :** On appelle **Génétique**, la science de l'hérédité (transmission des caractères d'une génération une autre). Les caractères sont contrôlés par des **gènes** qui peuvent chacun exister en plusieurs versions appelées « **allèles** ». Ces derniers sont apparus suite à des **mutations** et ont été transmis à la descendance. Certains allèles dominent d'autres : cela signifie qu'ils les empêchent de s'exprimer. L'allèle qui s'exprime est dit **dominant** et celui qui ne s'exprime pas est dit **récessif**. L'étude des arbres généalogiques permet de déterminer les allèles que possède un individu pour un gène donné.

Dans une paire de chromosomes, pour un même gène, il existe :

- 1) soit deux allèles **identiques** : 2 dominants ou 2 récessifs
- 2) soit deux allèles **différents** : un couple d'allèles dominant/récessif ou un couple d'allèles **codominants**.

Le nombre élevé de nos gènes et la grande diversité de leurs allèles contribue à faire de chacun de nous un être unique.

## **Fiche contrat :**

### **Connaissances évaluées :**

- Connaître la structure d'un chromosome dans une cellule du corps qui s'apprête à se diviser, dans une cellule issue de cette division et dans une cellule reproductrice.
- Connaître la différence entre mitose et méiose (étapes, objectif de la division)
- Savoir dessiner les étapes d'une mitose avec 2 paires de chromosomes
- Savoir ce que sont un gène et un allèle.
- Savoir lire un arbre généalogique et déterminer quels allèles sont dominants ou récessifs ou codominants.
- Savoir déterminer le sexe d'un individu à partir de son caryotype.

### **Compétences évaluées :**

- C 1.5 Communiquer sur ses démarches
- C 4.1c S'informer à partir d'un schéma
- C 4.2c Communiquer par un schéma