

Université Claude Bernard



Lyon 1



# Tutorat Lyon Est

Unité d'Enseignement 5 :  
Embryologie

BANQUE DE QCM

**Gamétogénèse**

CORRECTION

## Concours blanc PASS 2020/2021

### **Énoncé commun aux questions 1 et 2 :**

Les évènements de la méiose (désignés par des lettres), sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) :

#### **Évènements de la méiose**

- a. Les chromosomes s'attachent à l'enveloppe cellulaire.
- b. Reconstitution de l'enveloppe nucléaire.
- c. Les crossing-over ont lieu au niveau des enjambements.
- d. Le matériel génétique est condensé à cette étape.
- e. Constitution systématique de la vésicule sexuelle.
- f. Les chromosomes homologues ne peuvent pas se distinguer de ceux qui ne le sont pas.
- g. Apparition du nouveau fuseau de division.
- h. Réduction du nombre du chromosomes.
- i. Ségrégation des chromosomes sexuels dans les deux sexes.
- j. Obtention de 4 cellules filles haploïdes génétiquement similaires.

#### **Étapes de la méiose**

1. Leptotène.
2. Zygotène.
3. Pachytène.
4. Diplotène.
5. Diacinèse.
6. Prophase I.
7. Métaphase I.
8. Anaphase I.
9. Télaphase I.
10. Prophase II.
11. Métaphase II.
12. Anaphase II.
13. Télaphase II.

**Question 1 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : BD**

- A. a-1
- B. b-9
- C. c-3
- D. d-5
- E. e-2

**A FAUX** Attention à la lecture trop rapide, Au tout début de la méiose en **leptotène** lors de la prophase I, les chromosomes s'attachent à l'enveloppe nucléaire par des plaques d'attachement.

**B VRAI** Il y a bien une reconstitution de l'enveloppe nucléaire en télophase I.

*Remarque : Celle-ci est partielle, c'est une phase très brève puisque l'enveloppe nucléaire est amenée à disparaître de nouveau dès le début de la 2<sup>e</sup> division de méiose.*

**C FAUX** Piège récurrent ! Attention les crossing-over sont les **enjambements** (traduction anglais/français) ! Ces crossing-over/enjambements ont cependant bel et bien lieu au pachytène au niveau des **nodules de recombinaisons**.

**D VRAI** Lors de la diacinèse les chromosomes se condensent de nouveau, la synthèse d'ARN cesse et les chromosomes se détachent de l'enveloppe nucléaire : Ils se préparent à la métaphase I.

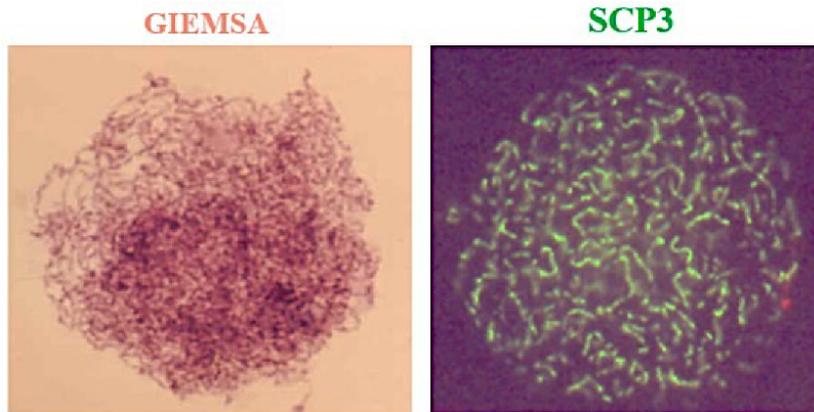
**E FAUX** C'est bien à l'étape du zygotène que se constitue la vésicule sexuelle, mais ce n'est pas systématique puisque ce phénomène n'a lieu que chez l'homme. Cela est dû à la différence de taille trop importante entre les chromosomes sexuels qui empêche la réalisation d'une synapsis (risque d'erreurs trop important), chez la femme les gonosomes sont de taille identique et se comportent donc comme des autosomes.

**Question 2 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ABD**

- A. f-1
- B. g-10
- C. h-12
- D. i-8
- E. j-13

**A VRAI** Phrase de cours. Au stade leptotène, les chromosomes revêtent l'aspect de longs filaments, ils sont certes individualisés mais pas organisés, on ne peut donc pas distinguer les paires de chromosomes homologues.

Pour mieux vous rendre compte, je vous mets ci-dessous l'image représentant le leptotène.



**B VRAI** Phrase du cours, à l'issue de la première division de méiose, le fuseau de division a disparu, un nouveau apparaît en prophase II.

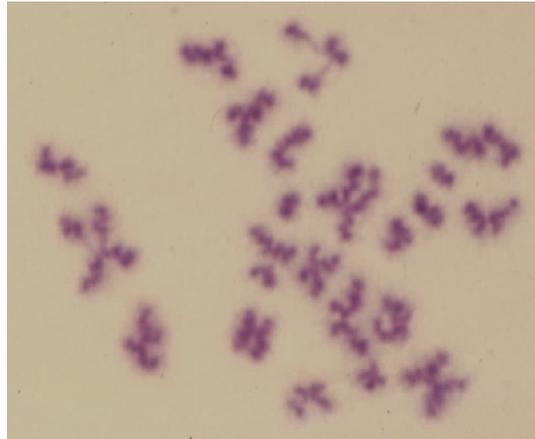
**C FAUX** Lors de la deuxième division de méiose la quantité de chromosomes est constante. C'est le nombre de chromatides et donc le contenu en ADN qui est divisé par deux (on passe de chromosomes doubles à simples) c'est pourquoi cette seconde division est dite « **équationnelle** » (alors que la première est réductionnelle).

**D VRAI** Attention la ségrégation des chromosomes sexuels concerne les deux sexes et a lieu en **anaphase I**, elle est à bien distinguer de la vésicule sexuelle qui concerne uniquement le sexe masculin et a lieu durant le zygotène. La ségrégation des chromosomes correspond à la séparation des chromosomes sexuels, soit à la création d'une population cellulaire X et d'une population Y distinctes chez l'homme ; et à une séparation sans conséquence chez la femme : Les deux populations cellulaires sont X.

**E FAUX** Due au événement de brassage génétique (intra et inter chromosomiques), les 4 cellules filles finales présentent des différences majeures, c'est ce qui fait la particularité de la **méiose** par rapport à la mitose (division d'une cellule mère en 2 cellules filles strictement identiques).

### **Question 3 – À propos de la gamétogénèse : BE**

A l'aide de cette image d'une étape de la méiose, cochez le(s) item(s) juste(s).



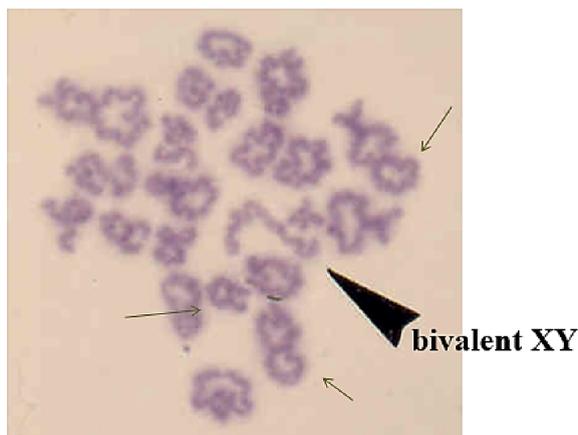
- A. On peut observer des points de contact entre les chromosomes : Ce sont les chiasmas.
- B. Sur cette image les chromosomes sont au nombre de 23.
- C. Sur cette image les chromosomes sont au nombre de 46 (23 paires).
- D. Le bivalent sexuel est visible sur cette image.
- E. À cette étape, la traction des kinétochores par les microtubules se fait dans des sens opposés.

Pour répondre à l'ensemble de ce QCM, il était primordial de déterminer de quelle étape de la méiose il s'agissait : C'était la **métaphase II**, voici quelques pistes pour vous aider à retrouver.

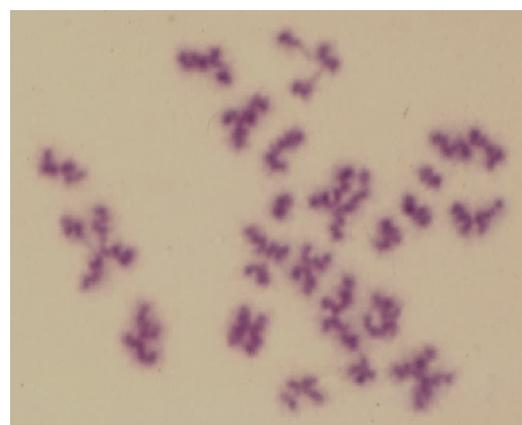
Les chromosomes paraissent **individualisés** ce qui peut nous faire penser à la métaphase I ou II. En effet il est facile de les confondre car on ne peut pas savoir directement grâce à cette image au microscope si on a affaire à des bivalents (23 paires) ou bien à des chromosomes doubles (23).

Voici 2 indices pour distinguer ces étapes :

- S'il y a **un unique point de contact** entre les chromatides : ce sont les centromères des chromosomes doubles que l'on voit : **Métaphase II** ;
- S'il y a à chaque fois **2 ou 3 points de contact** : ce sont les chiasmas présents entre les bivalents qui sont visibles : **Métaphase I**.

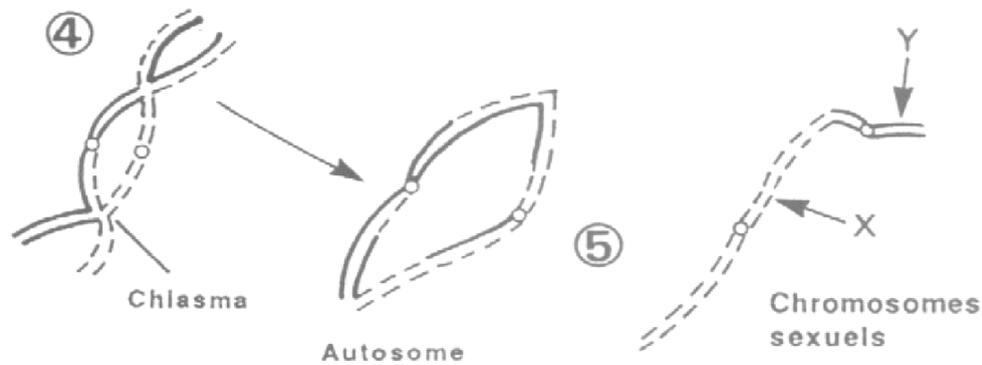


**Métaphase I**



**Métaphase II**

- Ensuite si le **bivalent sexuel** est visible on est sûr qu'il s'agit de la **métaphase I** puisqu'à la métaphase II, les 2 chromosomes sexuels ont été séparé. Le bivalent sexuel est reconnaissable par son aspect de long filament car les chromosomes sont assemblés bout à bout.



**A FAUX** Cette question était là pour vous mettre sur la piste : un unique point de contact : **Centromères** donc métaphase II.

**B VRAI** Maintenant qu'on sait qu'il s'agit de la métaphase II, on en déduit que les bivalents ont déjà été séparés. Nous sommes donc face à 23 chromosomes doubles.

**C FAUX** C'est la métaphase I.

**D FAUX** C'était une autre question pour vous mettre la puce à l'oreille : Pas de bivalent sexuel donc 2<sup>e</sup> division de méiose.

**E VRAI** Comme on est en 2<sup>e</sup> division de méiose on cherche maintenant à séparer les chromatides et non plus les chromosomes, donc les kinétochores liés à chaque chromatide du chromosomes double sont tractées à deux pôles opposés de la cellule.

#### **Question 4 - Concernant la spermatogénèse : C**

- La première division de méiose et la spermiation ont des durées égales.
- La différence entre la pièce intermédiaire et principale réside dans les structures péri-axonémales : On trouve des mitochondries seulement dans la pièce intermédiaire et des fibres denses seulement dans la pièce principale.
- Au cours de leur différenciation, les cellules germinales progressent de manière centripète entre les cellules de Sertoli adjacentes au sein d'une section du tube séminifère.
- Le syndrome de Kartagener a pour conséquence, entre autres, une azoospermie.

- E. Durant la spermiogénèse, la condensation de l'ADN est une étape progressive durant laquelle les cellules de Sertoli remplacent les histones des spermatides par des protamines.

**A FAUX** C'est la spermiogénèse et la 1<sup>e</sup> division de méiose qui durent toutes les deux 23 jours. La spermiation est uniquement la toute dernière étape de la spermiogénèse quand les spermatozoïdes sont libérés dans la lumière du tube séminifère.

Attention à ne pas confondre les termes :

- Spermatogénèse : Ensemble du processus de formation des gamètes (74 jours).
- Spermiogénèse : Maturation succédant la méiose, pour passer de la spermatide ronde au spermatozoïde (23 jours).
- Spermiation : Dernière étape de la spermiogénèse.

**B FAUX** Ce sont bien les structures péri-axonémales qui sont différentes entre la pièce principale et intermédiaire (la structure de l'axonème est la même tout le long) mais les fibres denses sont présentes tout le long. La distinction réside dans la gaine : Mitochondriale pour la pièce intermédiaire et fibreuse pour la pièce principale.

**C VRAI** C'est exactement ça, les cellules germinales se déplacent de l'extérieur vers l'intérieur du tube, de la paroi vers la lumière du tube séminifère : **Centripète**.

Retenir que centripète est le **contraire de centrifuge** : Facile à retenir grâce à la biocell. Quand on centrifuge des cellules, les éléments les plus lourds sont poussés sur les côtés (de l'intérieur vers l'extérieur pour le coup).

Par ailleurs, ce déplacement se fait bien entre les cellules de Sertoli et pas dans leur cytoplasme attention.

**D FAUX** L'azoospermie, c'est l'absence de spermatozoïde dans le tube séminifère. C'est une cause de stérilité. Le syndrome de Kartagener est également une cause de stérilité mais les spermatozoïdes sont bien présents dans la lumière du tube séminifère, seulement ils sont incapables de réaliser un mouvement actif.

**E FAUX** Tout est vrai sauf que ce remplacement est réalisé par les spermatides elles-mêmes, c'est le génome haploïde qui code les protamines. Cette condensation a pour but de protéger le matériel génétique du spermatozoïde dans les voies génitales féminines.

### **Question 5 – À propos de l'ovogénèse : ABDE**

- A. L'antrum et la thèque externe apparaissent au même stade folliculaire.
- B. La maturation cytoplasmique n'est pas visible.
- C. L'ovaire est constitué de 2 parties : La médullaire centrale contenant les follicules à différents stades de maturation et la corticale périphérique avec de nombreux vaisseaux.

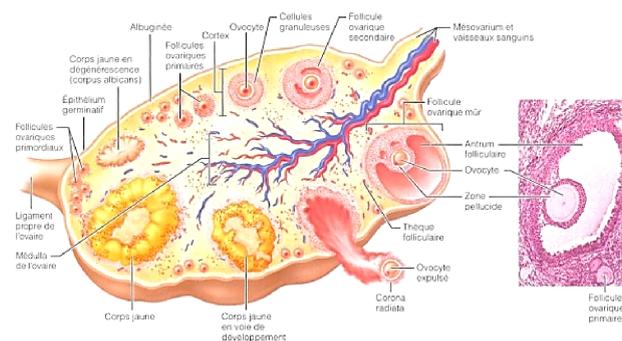
- D. La rupture folliculaire est permise par la sécrétion de collagénase par les cellules de la granulosa et la sécrétion d'hydrolase par l'épithélium ovarien.
- E. Au cours de la vie d'une femme, la terminaison de la méiose peut ne jamais avoir lieu.

**A VRAI** C'est au stade de follicule antral qu'elles apparaissent toutes les deux. La thèque externe est une couche fibreuse avec des cellules musculaires lisses, des fibres de collagène et des fibres élastiques.

**B VRAI** Contrairement à la maturation nucléaire, la maturation cytoplasmique correspondant à l'accumulation de granules corticaux et d'ARNm n'est pas visible.

**C FAUX** Attention à bien lire ! Même si la corticale est bien en périphérie de l'ovaire et la médullaire centrale, les vaisseaux sont situés dans la **médullaire** tandis que les follicules se trouvent dans la **corticale**.

Pour être sûr que vous visualiser bien la structure de l'ovaire je vous mets ci-dessous le dessin du cours.



**D VRAI** Exactement. La sécrétion de collagénases par les cellules de la granulosa fragilise la thèque externe, parallèlement, l'épithélium ovarien sécrète des hydrolases qui fragilisent l'apex du follicule.

**E VRAI** Pour qu'il y ait expulsion du 2<sup>e</sup> globule polaire et terminaison de la méiose, il faut que le gamète féminin (ovocyte II en métaphase) soit fécondé par le gamète mâle, or grâce à certains moyens de contraception qui empêche la rencontre des gamètes, il est tout à fait possible que la fécondation n'ait jamais lieu durant la vie d'une femme.

**Question 6 – Si l'on compare l'ovogénèse et la spermatogénèse : AD**

- A. Le volume de l'ovaire est inférieur à celui du testicule.

- B. Alors que chez la femme le stock de cellules germinales se constitue dès le début de la vie foetale, chez l'homme il se constitue uniquement à partir de la puberté.
- C. Contrairement à la femme chez qui le gamète est l'ovocyte en métaphase II, le gamète masculin est le produit final de la méiose.
- D. Les mécanismes de brassages génétiques (inter et intra chromosomique) sont en tout point similaires chez l'homme et la femme.
- E. La méiose commence et s'achève au sein des gonades.

**A VRAI** L'ovaire a un volume compris entre 6 et 7 ml en moyenne tandis que le testicule fait environ 25mL.

**B FAUX** Certes chez la femme le stock de cellules germinales se constitue bien au début de la vie foetale mais chez l'homme c'est dès le début de la vie embryonnaire qu'il se constitue (dès le premier mois du développement embryonnaire).

**C FAUX** C'est vrai pour la femme, mais attention, même si la méiose est achevée par le gamète masculin, celui-ci subit également un ensemble de transformations qui constituent la spermiogénèse. Donc ni le gamète mâle ni le gamète femelle ne sont les produits finaux de la méiose.

**D VRAI** Les mêmes mécanismes sont en place et la vésicule sexuelle présente uniquement chez l'homme ne fait pas exception, le brassage intra-chromosomique entre les chromosomes X et Y a bien lieu mais uniquement au niveau de la région pseudo-autosomique, c'est-à-dire la région similaire entre les deux chromosomes.

**E FAUX** Item d'annale. La méiose débute pour les gamètes mâles et femelles dans les gonades respectives. Chez l'homme, la méiose s'achève bien dans le testicule mais pour le gamète femelle, la méiose ne s'achève que s'il y a rencontre des deux gamètes : Dans l'extrême majorité des cas cette rencontre a lieu dans la trompe utérine donc **hors de l'ovaire.**

**Question 7 - Soit une liste de cellules germinales et des propositions de formules : nombre (N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : BE**

Cellules germinales :

- a. Gamète féminin.
- b. Spermatocyte II.
- c. 1<sup>e</sup> globule polaire.
- d. Ovocyte I.
- e. Gamète masculin.

Formules :

- 1. N, c.
- 2. N, 2c.
- 3. 2N, 2c.
- 4. 2N, 4c.

Les associations suivantes sont correctes :

- A. a-1
- B. b-2
- C. c-3
- D. d-2
- E. e-1

**A FAUX** Le gamète féminin n'est pas le produit final de la méiose, c'est l'ovocyte II arrêté en métaphase, il a donc comme formule  $N, 2C$  (association juste : a-2).

**B VRAI** Le spermatocyte II est le spermatocyte qui va subir la 2<sup>e</sup> division de méiose. Les chromosomes doubles d'une paire ont donc déjà été séparés chacun dans une cellule fille au cours de la 1<sup>e</sup> division de méiose et ils sont encore sous forme de chromosomes doubles, d'où la formule  $N$  (un chromosome de chaque lot),  $2c$  (chaque chromosome est double).

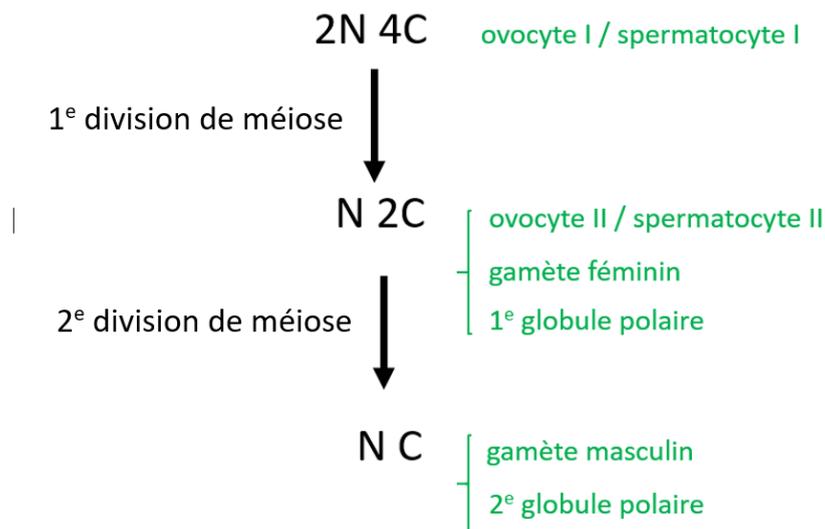
**C FAUX** Le 1<sup>e</sup> globule polaire tout comme l'ovocyte II est le produit de la 1<sup>e</sup> division de méiose chez la femme. Comme pour le spermatocyte II, on a un chromosome double pour chaque lot d'où la formule  $N, 2c$ .

Pour avoir une formule  $2N, 2c$  il faudrait qu'on ait toujours dans chaque cellule, 2 chromosomes homologues par lot et que ces chromosomes soient sous forme simple (ce ne sera jamais le cas à partir de la phase de répllication initiale avant le début de la méiose où tous les chromosomes de la cellule mère seront mis sous forme double).

**D FAUX** L'ovocyte I est l'ovocyte avant la première division de méiose, toujours avec des chromosomes doubles et par paire d'homologues, on a donc la formule  $2N, 4c$  (association juste : d-4).

**E VRAI** Le gamète masculin est allé jusqu'au bout de la méiose et a subi la spermiogénèse. Il a donc comme formule  $N, c$  (un chromosome simple de chaque lot par cellule).

Petit schéma récap pour y voir plus clair :



### Concours blanc 2 2020/2021

#### Question 8 – À propos de la méiose : C

- A. Les cellules germinales contrairement aux cellules somatiques sont toujours haploïdes.
- B. Les chromosomes homologues sont identiques avant le stade pachytène.
- C. Tout comme la mitose, la méiose est précédée d'une interphase.
- D. Une polyploïdie est une anomalie du nombre de chromosomes, la triploïdie et la trisomie sont deux exemples.
- E. Les chromosomes sexuels vont eux aussi former un complexe synaptonémal de même nature chez l'homme et la femme.

**A FAUX** Pas du tout, les cellules germinales se définissent comme la petite portion des cellules de l'organisme dédiées à la reproduction et non pas comme des cellules haploïdes. Avant la méiose les cellules germinales sont diploïdes tout comme les cellules somatiques. En revanche ce sont les seules à pouvoir subir une méiose et donc à devenir haploïdes.

**B FAUX** Attention les chromosomes homologues ne sont **jamais** identiques ! Puisque l'information génétique d'un individu est toujours la réunion des gamètes des 2 parents. Ainsi un des chromosomes homologues possède une combinaison d'allèles issue de la mère et l'autre une combinaison issue du père. **À l'issue du brassage intra-chromosomique, ce sont les chromatides des chromosomes doubles qui deviennent différentes** alors qu'elle était identique à l'issue de la réplication.

**C VRAI** La méiose est bel et bien précédée d'une interphase durant laquelle il y a réplication de l'ADN et donc où l'on passe de chromosomes simples à doubles. Mais attention il n'y a qu'**une seule réplication** précédant la première division de méiose (pas de réplication avant la 2<sup>e</sup> division).

**D FAUX** Cette définition correspond à une aneuploïdie ! Attention à connaître précisément les définitions des termes abordés en cours. La **polyplœidie** est un terme plus précis qui désigne une anomalie avec un nombre de lot complet de chromosomes supérieur à la normal (soit supérieur à 2 lots) : la **triploïdie** et la **tétraploïdie** en sont des exemples.

Par contre la trisomie est bien une aneuploïdie mais pas une polyplœidie, seul un jeu de chromosomes comporte un chromosome en plus.

**Toute polyplœidie est une aneuploïdie et pas l'inverse.**

**E FAUX** Chez l'homme les chromosomes sexuels ne forment pas du tout de complexe synaptonémal même si des crossing-over demeurent possibles dans la région pseudo-autosomique.

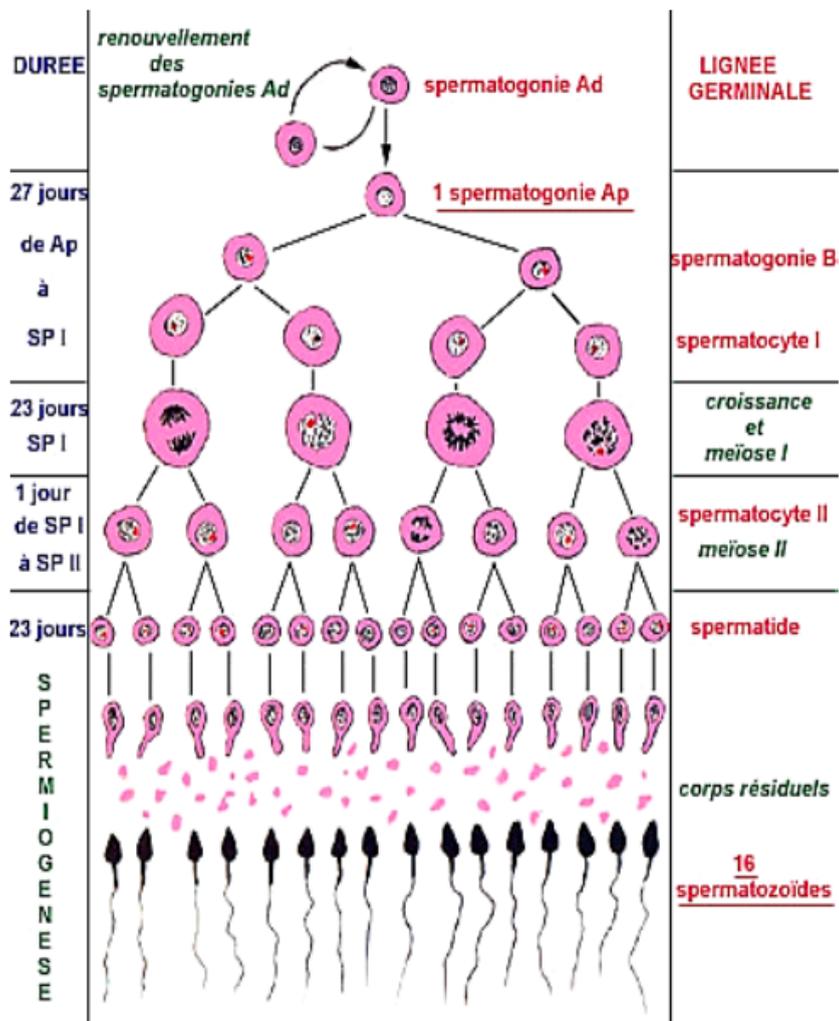
Chez la femme par contre les chromosomes sexuels se comportent en tous points comme des autosomes.

### **Question 9 – À propos de la spermatogenèse et des spermatozoïdes : BE**

- A. L'activité transcriptionnelle n'est plus possible à partir du stade de spermatide ronde.
- B. Une spermatogonie Ad aboutit à autant de spermatozoïdes qu'une spermatogonie Ap.
- C. À partir d'une spermatogonie B les divisions de méiose successives conduisent à 8 spermatides rondes.
- D. Originaires des colonnes segmentées, la gaine fibreuse est constante tout au long du flagelle.
- E. La pièce intermédiaire se caractérise par un réseau de mitochondries organisées de manière hélicoïdale réalisant une dizaine de tours de spires.

**A FAUX** Attention au stade de spermatide ronde le noyau est encore clair et non condensé, la transcription est donc tout à fait possible. C'est durant la spermiogénèse que l'ADN va se condensé par le remplacement des histones par des protamines et alors la transcription ne sera plus possible au sein des spermatides allongées.

**B VRAI** Effectivement puisque la division d'une spermatogonie Ad est asymétrique et donne d'une part une spermatogonie Ap et de l'autre de nouveau une spermatogonie Ad.



**C FAUX**, Attention parmi les divisions qui permettent de passer de spermatogonie B à spermatide ronde la première est une mitose et non pas une méiose ! C'est un item pour vous rappeler que les divisions de mitose et de méiose n'ont pas la même valeur dans la spermatogénèse : les mitoses aboutissent à deux cellules dont la quantité d'ADN est identique à la cellule mère avant répllication tandis que lors de méiose la quantité d'ADN est divisée à chaque fois. La phase de multiplication et celle de méiose sont bien à distinguer.

**D FAUX** Ce serait vrai si on avait parlé de fibres denses qui est bien la structure péri-axonémale constante tout le long du flagelle. Mais la gaine fibreuse au contraire est une structure caractéristique de la pièce principale tout comme la gaine mitochondriale est caractéristique de la pièce intermédiaire.

*Pour éviter les confusions à cause du mot « fibre/fibreuse » qui peut porter à confondre gaine fibreuse et fibres denses, retenir que ce qui change est la « gaine ».*

**E VRAI** C'est tout à fait juste.

### **Question 10 – À propos de l'ovogenèse : BC**

- A. À la naissance, il y a au moins 1 million d'ovocytes I contenus dans chaque ovaire.
- B. L'existence de jonctions GAP entre la membrane de l'ovocyte et la *corona radiata* empêche la reprise spontanée de méiose.
- C. Le stade follicule secondaire est un stade durant lequel la croissance folliculaire est plus importante comparée à celle de l'ovocyte, que dans le follicule primaire.
- D. Le but des globules polaires est d'éliminer le matériel cytoplasmique excédentaire.
- E. La zone pellucide apparaît au stade de follicule antral.

**A FAUX** Bien comprendre que les chiffres donnés dans le cours sont à chaque fois le nombre d'ovocytes compris **au total dans les deux ovaires**. À la fin de la période de multiplication on aboutit à un stock maximum de 6 millions d'ovocytes au total dans l'ensemble deux ovaires, puis s'en suit une régression massive et à la naissance on ne compte plus qu'1 million d'ovocytes pour les 2 ovaires.

**B VRAI** Exactement, c'est pour ça que sous l'effet des hormones du pic gonadotrope lorsque ces jonctions GAP vont se rompre, on aura reprise spontanée de la méiose dans l'ovocyte.

**C VRAI** Durant le stade follicule secondaire, la taille du follicule passe de 45  $\mu\text{m}$  à 200  $\mu\text{m}$ , on peut donc voir qu'il quadruple. L'ovocyte quant à lui double seulement de taille en passant de 35  $\mu\text{m}$  à 80  $\mu\text{m}$ . On peut donc dire que proportionnellement aux autres stades et à celle de l'ovocyte, la croissance du follicule est importante à ce stade (notamment vrai pour le follicule antral).

**D FAUX** **!/ \ Matériel nucléaire excédentaire !** Le but recherché lors des méioses asymétriques de l'ovogenèse c'est d'éliminer l'ADN en trop tout en conservant le maximum de cytoplasme et d'organites pour l'ovocyte. Le globule polaire comporte donc la même quantité d'ADN que l'ovocyte mais presque sans cytoplasme ni organites.

**E FAUX** La zone pellucide apparaît au stade de follicule secondaire pré-antral. C'est important de savoir les stades où apparaissent les éléments importants des follicules.

### **Question 11 – Ovogenèse et chronologie : ABCE**

- A. L'antrum apparaît au même stade que la thèque externe.
- B. La thèque interne apparaît après la granulosa.
- C. La membrane de Slavjanski apparaît avant la granulosa.
- D. La reprise de la méiose a lieu avant le pic gonadotrope.
- E. Le blocage des ovocytes I en diplotène est antérieur à la constitution des follicules primordiaux.

**A VRAI** Au stade follicule antral, la thèque interne se double d'une thèque externe qui est une couche fibreuse composée de cellules musculaires lisses, de fibres de collagène et élastiques.

**B VRAI** La granulosa est visible dès le début du stade follicule secondaire alors que la thèque interne apparaît au contact des capillaires au cours du stade follicule préantral (soit au sein d'un follicule secondaire plus mûr).

**C VRAI** La membrane de Slavjanski apparaît très tôt dès le stade follicule primaire. Elle entoure les cellules folliculeuses qui deviendront au stade suivant les cellules de la granulosa.

**D FAUX** C'est le pic gonadotrope qui entraîne la rupture des jonctions GAP entre la membrane de l'ovocyte et la *corona radiata*. C'est donc grâce au pic gonadotrope que la méiose peut reprendre.

**E VRAI** Après la phase de multiplication des ovogonies, au cours du 5<sup>e</sup> mois les ovocytes I débutent leur méiose et se retrouvent bloqués au diplotène. C'est seulement après ce blocage, entre la fin du 5<sup>e</sup> mois et le début du 6<sup>e</sup> mois que les follicules primordiaux se constituent.

## **Question 12 – Si on compare ovogenèse et spermatogenèse : D**

- A. La durée de vie des gamètes hors des gonades est identique.
- B. Lors de la fécondation les deux gamètes contiennent la même quantité d'ADN.
- C. Le nombre de gamètes produites au cours de la vie est similaire chez la femme et chez l'homme.
- D. La durée totale de la spermatogenèse est inférieure à celle de l'ovogenèse.
- E. Ce sont tous deux des phénomènes continus bien que suivant deux rythmes différents.

**A FAUX** Une fois expulsé hors des ovaires, l'ovocyte est fragile et ne pourra pas survivre plus de 24h alors que les spermatozoïdes dont l'ADN est très condensé survivent entre 2 et 5 jours dans les voies génitales féminines. Le temps de survie plus long des spermatozoïdes permet de maximiser les chances qu'il y ait fécondation.

**B FAUX** Le spermatozoïde est allé jusqu'au bout de la méiose puis a subi des différenciations, il est donc sous la forme (N, C) tandis que le gamète féminin est l'ovocyte bloqué en métaphase II, il a donc pour formule (N, 2C).

**C FAUX** Chez l'homme la spermatogenèse est un processus continu qui dure de la puberté jusqu'à la fin de la vie, il y a donc production de **centaines de milliards de gamètes** au cours de la vie. Chez la femme au contraire la gamétogenèse est un processus discontinu qui n'a lieu qu'entre la puberté et la ménopause à raison d'un gamète par cycle. Au cours de la vie d'une femme il y a une production moyenne de **400 gamètes**, ce qui n'est donc en aucune mesure comparable à ce qui se passe chez l'homme.

**D VRAI** La spermatogénèse dure au totale 74 jours (27 jours de multiplication, 24 jours de méiose et 23 jours de spermiogénèse) soit près de 3 mois alors qu'il faut 6 mois au follicule primordial pour atteindre le stade de follicule pré-ovulatoire et ainsi pour que l'ovocyte soit près à l'ovulation.

**Attention à ne pas confondre l'ovogénèse avec les cycles ovulatoires, l'ovogénèse s'étale sur plusieurs cycles.**

**E FAUX** L'ovogénèse contrairement à la spermatogénèse est un processus discontinu, elle débute à la puberté mais prendra fin avant la fin de la vie lors de la ménopause. De plus la production de gamètes a lieu au rythme d'un tous les 28 jours en moyenne, alors que chez l'homme les gamètes sont produits continuellement sans suivre un rythme particulier.

## Concours blanc 1 2020/2021

### **Énoncé commun aux questions 13 et 14 :**

Les évènements de la méiose (désignés par des lettres), sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) :

#### **Évènements de la méiose :**

- a. Conséquences visibles du brassage intra-chromosomique.
- b. Origine du brassage inter-chromosomique.
- c. Apparition des nodules de recombinaisons.
- d. Disparition définitive de la vésicule sexuelle dans la méiose masculine.
- e. Visualisation des chiasmas en microscope optique.
- f. Ce stade est très bref, il dure moins d'un jour.
- g. Traction des chromatides sœurs dans le même sens.
- h. Une anomalie de cette étape peut être à l'origine d'un syndrome de Turner dans les deux sexes parentaux.
- i. Une anomalie à cette étape chez l'homme peut être à l'origine d'un syndrome de Klinefelter.
- j. On aboutit à 4 cellules dont la formule chromosomique est identique.

#### **Étapes de la méiose :**

1. Leptotène
2. Zygotène
3. Pachytène
4. Diplotène
5. Diacinèse
6. Prophase I
7. Métaphase I
8. Anaphase I

9. Télophase I
10. Prophase II
11. Métaphase II
12. Anaphase II
13. Télophase II

**Question 13 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ACE**

- A. a.8
- B. b.8
- C. c.2
- D. d.4
- E. e.4

**A VRAI** En effet même si le brassage intra-chromosomique a lieu au pachytène en prophase I lorsque les complexes synaptonémaux sont constitués, les crossing over peuvent avoir lieu au niveau des chiasmata. Les conséquences de cet échange de matériel génétique ne seront visibles que lorsque les chromosomes homologues s'éloignent lors de **l'anaphase I**.

**B FAUX** Le brassage interchromosomique a plutôt lieu en **métaphase I** au moment où les chromosomes homologues se positionnent de part et d'autre de la plaque équatoriale. En effet chaque paire se positionne aléatoirement par rapport à la plaque équatoriale ce qui est à l'origine d'un immense nombre de combinaisons possibles.

**C VRAI** Même si les crossing-over n'auront lieu qu'au pachytène, les complexes synaptonémaux ainsi que les nodules de recombinaisons se sont déjà formés lors du **zygotène**.

**D FAUX** La vésicule sexuelle ainsi que les complexes synaptonémaux entament bien leur disparition au diplotène mais elle finit de disparaître entre le diplotène et la diacinèse : la **diacinèse** est donc le premier stade où on a disparition **totale** de la vésicule sexuelle.

**E VRAI** Le **diplotène** est le seul stade où l'ADN est suffisamment décondensé pour que les chiasmata soient visibles au microscope optique.

**Question 14 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ACE**

- A. f.1

- B. g.11
- C. h.12
- D. i.12
- E. j.3

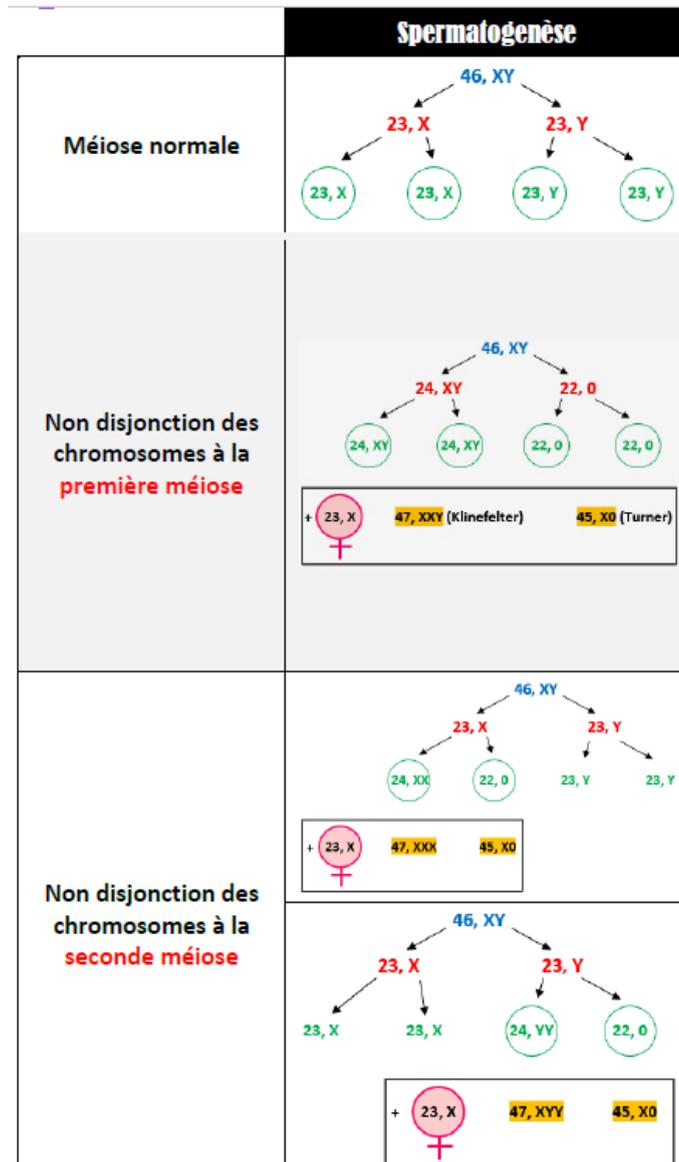
**A VRAI** En effet contrairement au zygotène qui dure 1 semaine, au pachytène et au diplotène qui sont respectivement les stades les plus long des méioses masculine et féminine, **le leptotène** est très bref et ne dure que quelques heures.

**B FAUX** **Attention à ce piège récurrent /!\** Cette fois les kinétochores liés aux chromatides les tirent dans des **sens opposés** puisqu'on a plus de paire mais des chromosomes doubles seuls, ce sont donc les chromatides que l'on séparent (et non plus les chromosomes doubles homologues).

**C VRAI** Le syndrome de Turner est dû à une anomalie de disjonction d'un des chromosomes sexuels qui sera à l'origine de ce gamète anormal d'une cellule œuf de formule  $45(X,0)$ , lors de la fécondation. Cette anomalie de disjonction peut aussi bien concerner **l'anaphase I ou II que ce soit chez l'homme ou la femme.**

**D FAUX** Cette anomalie est également due à un défaut de disjonction des chromosomes sexuels mais seule une **anomalie de l'anaphase I ou II chez la femme** et **d'anaphase I chez l'homme** peut avoir pour conséquence un syndrome de Klinefelter.

Je vous joins le tableau qui explique pourquoi une anomalie de disjonction lors de l'anaphase II chez l'homme ne peut pas être à l'origine d'un syndrome de Klinefelter :



Le syndrome de Klinefelter a pour formule 47 (XXY), il faut donc un seul chromosome Y qui provient forcément du mâle.

Donc si l'anomalie provient du gamète mâle il faut forcément qu'elle est lieu en anaphase I (on aurait alors un gamète anormal avec 2 chromosomes sexuels X et Y) puisqu'en anaphase II le bivalent sexuel a déjà été séparé. Donc en cas de non-disjonction, le gamète anormal avec un chromosome sexuel en trop serait soit XX soit YY. Et une fois assemblé avec un gamète femelle normal on ne pourrait avoir que 47(XXX) ou 47(XYY) comme formule. Il serait donc impossible de retrouver la formule caractéristique du syndrome de Klinefelter.

**E VRAI** Attention les cellules sont bien distinctes les unes des autres à l'issue de la méiose puisqu'elles ont subi des brassages à la fois inter et intra chromosomiques. Cependant leur formule est bien identique puisqu'elles ont chacune subi le même nombre de division, ce sont donc toutes des cellules haploïdes dont les chromatides sont simples (N, C).

### **Question 15 – Concernant la spermatogenèse : ABE**

- A. Il y a absence totale de synthèse protéique et transcriptionnelle dans le noyau d'un spermatozoïde.
- B. L'acrosome et la cape post acrosomique jouent chacun un rôle dans la fécondation, respectivement dans la traversée de la zone pellucide et dans la fusion gamétique.
- C. Sans les structures péri-axonémales, le mouvement du flagelle serait trop ample donc beaucoup trop progressif.
- D. Les mitochondries permettent aux kinésines de libérer l'énergie nécessaire à l'accrochage d'un microtubule sur l'autre.
- E. Le spermatogonie Ap contient plus d'organites que la spermatogonie Ad.

**A VRAI** En effet l'ADN du spermatozoïde est extrêmement condensé, cela lui permet de survivre dans les voies génitales femelles, notamment de résister au pH très acide du vagin. Durant toute sa durée de vie la synthèse protéique et la transcription sont donc impossibles dans le noyau du spermatozoïde, ce qui explique que leur durée de vie n'excède pas quelques jours.

**B VRAI** C'est exactement ça, l'acrosome contient des enzymes qui facilitent, une fois libérées, la traversée de la zone pellucide (même si le mouvement hyperactivé est le seul élément indispensable à cette traversée). La cape post-acrosomique va, quant à elle, permettre la fusion gamétique grâce au dimère disintégrine-peptide de fusion présent à sa surface.

**C FAUX** Le mouvement serait en effet bien plus ample sans les structures péri-axonémales pour le limiter, mais cela le rendrait au contraire bien moins efficace et donc moins progressif (attention à la lecture trop rapide !). En effet la rigidité qu'apportent ces structures donne de la force au mouvement. Au contraire certaines pathologies affectant les structures péri-axonémales rendent le flagelle trop rigide et affecteront également le mouvement : tout est une question de balance !

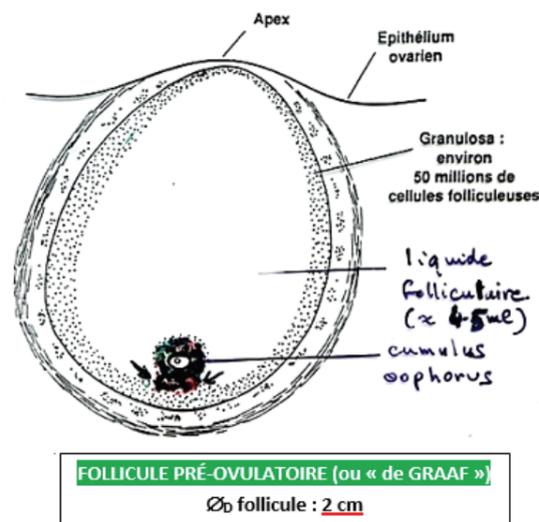
**D FAUX** **!! à la lecture rapide !** Il s'agit des **dynéines** qui libèrent l'énergie nécessaire à l'action des microtubules et donc au mouvement.

**E VRAI** C'est le cas, les spermatogonies Ad (comme « *dark* », sombre) sont des cellules souches qui contiennent peu d'organites, elles se divisent de manière asymétrique : cette division donne d'une part une spermatogonie Ad et de l'autre une spermatogonie Ap (comme « *pâle* », clair) qui récupère la plus grande partie des organites, c'est donc une différenciation des cellules Ad.

### **Question 16 – Concernant l'ovogenèse : B**

- A. Le cumulus oophorus est collé à l'apex au sein du follicule.
- B. Le premier et le second globule polaire possèdent le même nombre de chromosomes.
- C. Les mécanismes de l'ovulation sont permis par la FSH tandis que la LH aura pour rôle de stimuler le corps jaune après l'ovulation.
- D. Le phénomène d'atrésie ne concerne pas les follicules primordiaux.
- E. Il y a autant de seconds globules polaires que de gamètes féminins.

**A FAUX** Au contraire il se positionne dans le follicule à l'opposé de l'apex. Pour vous aider je vous joins le schéma du follicule pré ovulatoire, il suffit de bien le visualiser :



**B VRAI** Attention à ne pas cocher trop vite. Les deux globules polaires ont deux formules chromosomiques différentes : (N, 2C) pour le 1<sup>er</sup> globule polaire et (N, C) pour le deuxième mais ils ont bien le même nombre de chromosomes puisque la deuxième division de méiose permet de passer de chromosomes doubles à simples. **Le nombre de chromosomes est conservé** c'est la quantité d'ADN qui est divisée par deux.

**C FAUX** Même si on a bien un pic de FSH au moment de l'ovulation c'est la LH qui est nécessaire aux mécanismes de l'ovulation, c'est également cette hormone qui permettra le développement du corps jaune durant la deuxième partie du cycle ovulatoire. La FSH quant à elle est surtout essentielle à la croissance folliculaire.

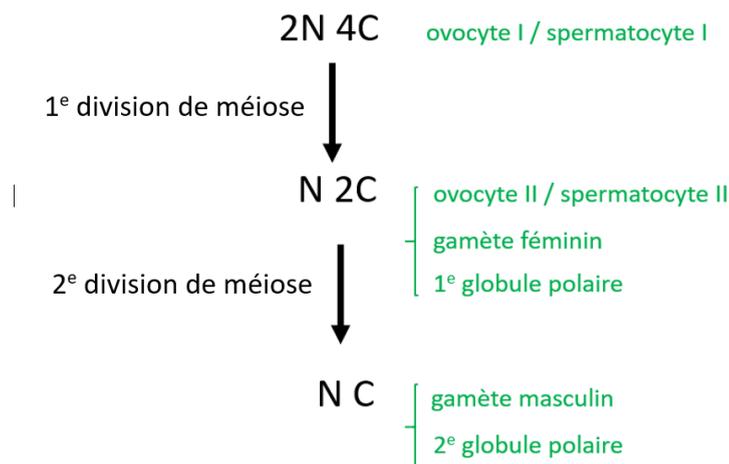
**D FAUX** Bien au contraire, de nombreux follicules primordiaux vont dégénérer avant même de sortir du pool et d'entamer leur croissance. Notamment entre le 6<sup>e</sup> mois et la naissance où l'on assiste à la dégénérescence massive de 5 des 6 millions de follicules primordiaux présents dans les ovaires à l'issue de la phase de multiplication. Cette atrésie se poursuit ensuite après la naissance jusqu'à ce qu'il ne reste que 400 000 follicules primordiaux lorsque les cycles ovariens débutent à la puberté.

**E FAUX** Attention à ne pas lire trop vite ! Il y a autant de **1<sup>e</sup> globules polaires** que de gamètes femelles, en effet le gamète femelle est l'ovocyte en métaphase II, la 2<sup>e</sup> division de méiose n'est pas achevée et le 2<sup>nd</sup> globule polaire n'est donc pas encore expulsé (il le sera seulement s'il y a fécondation et donc que la méiose s'achève).

**Question 17 – Parmi les cellules suivantes lesquelles possèdent à la fois le même nombre de chromosomes et la même quantité d'ADN : BC**

- A. Spermatogonie Ad et ovocyte I bloqué en diplotène.
- B. 1<sup>e</sup> globule polaire et ovocyte II
- C. Gamète mâle et spermatide allongée
- D. Gamète femelle et 2<sup>e</sup> globule polaire.
- E. Spermatide ronde et spermatocyte I

Je vous joins un schéma récapitulatif des différentes cellules germinales et de leurs formules aux différents stades de la méiose :



**A FAUX** Attention ces deux cellules germinales ont bien le même nombre de chromosomes mais pas la même quantité d'ADN. En effet l'ovocyte I bloqué en diplotène à subit une **réplication** de son ADN avant de rentrer en méiose et n'a encore subit aucune division de méiose. Il a donc pour formule (2N, 4C), c'est-à-dire que c'est une cellule diploïde dont les chromosomes sont doubles. D'autre part la spermatogonie Ad **en interphase**, c'est-à-dire dans l'état d'équilibre où elle se trouve le plus souvent (hors des méiose), n'a pas l'ADN répliqué. Sa formule chromosomique est donc (2N, 2C) puisqu'elle est diploïde mais que ses chromosomes sont simples.

**B VRAI** Le 1<sup>e</sup> globule polaire et l'ovocyte II sont les deux cellules issues de la division de l'ovocyte I lors de la première division de méiose. Si on fait ce raisonnement, il paraît logique que ces 2 cellules aient le même nombre de chromosome et la même quantité d'ADN, soit (N, 2C).

**C VRAI** À partir du stade de spermatide ronde il n'y aura plus de division de la cellule germinale chez le mâle mais seulement une maturation. Ainsi le passage du stade spermatide ronde au stade spermatozoïde (gamète mâle) est surtout marqué par l'élimination du cytoplasme excédentaire et la libération dans la lumière du tube séminifère.

La spermatide ronde et le spermatozoïde ont donc bien la même formule : (N, C).

**D FAUX** Cf correction item B, le gamète femelle c'est l'ovocyte en métaphase II, il a donc la même formule que le 1<sup>e</sup> globule polaire et non pas le 2<sup>e</sup> globule polaire. Celui-ci est l'un des produits de 2<sup>e</sup> division de méiose chez la femme qui n'aura d'ailleurs lieu que s'il y a fécondation.

**E FAUX** Pas du tout ! La spermatide ronde a déjà subi les deux divisions de méiose et a par conséquent pour formule (N, C), alors que le spermatocyte I, à l'inverse, n'a encore subi aucune division puisqu'il s'engage dans la première division de méiose, il a donc pour formule (2N, 4C).

## Épreuve majeure 2 2020/2021

### **Énoncé commun aux questions 18 et 19**

Soit une liste d'évènements concernant la méiose dans l'espèce humaine et une liste d'étapes de cette méiose :

#### **Évènement de la méiose :**

- a. La transcription est possible à cette étape.
- b. Constitution du complexe synaptonémal autour d'axes lipidiques.
- c. Les kinétochores associés aux chromatides sœurs exercent une traction dans le sens opposé.
- d. Il est possible de repérer les chromosomes homologues.
- e. Stade le plus long de la méiose féminine.
- f. Les chromatides ne sont plus strictement sœurs.
- g. Les chromosomes se détachent au niveau des chiasmas.
- h. Conséquences visibles de la ségrégation des chromosomes sexuels uniquement chez l'homme.
- i. Dédoublage des centromères au niveau du fuseau de division.
- j. Le brassage à cette étape va induire une variété infinie de combinaisons possibles.

#### **Étapes de la méiose :**

1. Leptotène
2. Zygotène
3. Pachytène
4. Diplotène
5. Diacinèse
6. Prophase I

7. Métaphase I
8. Anaphase I
9. Télophase I
10. Prophase II
11. Métaphase II
12. Anaphase II
13. Télophase II

**Question 18 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres), sont correctement associés aux étapes (désignées par des chiffres) : CE**

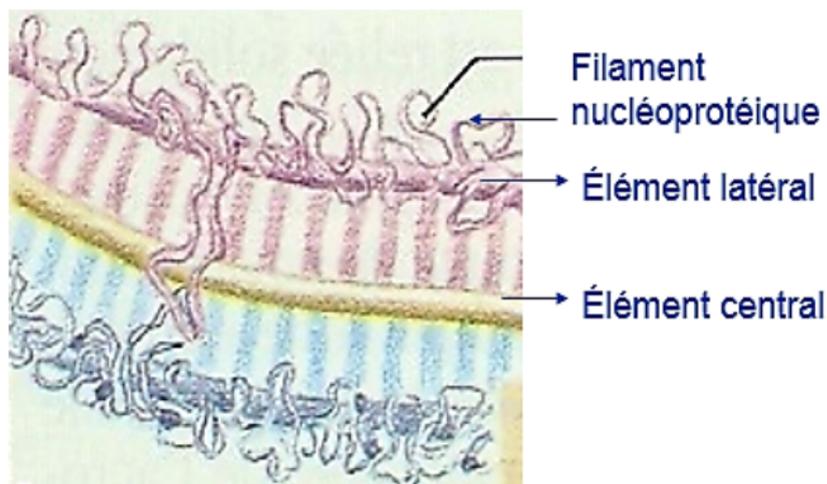
- A. a. 5
- B. b. 2
- C. c. 11
- D. d. 1
- E. e. 4

**A FAUX** En diacinèse l'ADN est de nouveau très condensé comme en pachytène, la transcription est donc impossible. À ce stade les chromosomes s'épaississent, se détachent de l'enveloppe nucléaire et s'écarte en restant attachés par les chiasmats : ils se préparent à la métaphase I.

**B FAUX** Piège sur la lecture des items, les complexes synaptonémaux se constituent bien au zygotène mais autour d'axes **PROTEIQUES**.

En effet l'architecture des complexes synaptonémaux ce sont deux éléments protéiques latéraux reliés à un troisième élément protéique central par des filaments transverses autour desquels sont disposées les boucles d'ADN des chromosomes appariés.

Je vous joins ci-dessous un schéma de cette structure pour vous aider à visualiser :



**C VRAI** Exactement, en **métaphase II** la traction des kinétochores sur les chromatides s'effectue bien dans des **sens opposés**. En effet on a déjà séparé les bivalents lors de la division réductionnelle, cette fois on cherche à séparer les chromatides des chromosomes doubles pour obtenir des cellules

haploïdes. Les kinétochores qui sont liés aux chromatides vont donc tirer dans des sens opposés pour emmener les chromatides à deux pôles opposés de la cellule.

**D FAUX** Au stade leptotène, les chromosomes s'individualisent, il est donc possible de les distinguer individuellement. Cependant **l'appariement n'a pas encore eu lieu** à ce stade il est donc impossible de repérer au microscope les chromosomes qui sont homologues.

**E VRAI** Tous les ovocytes restent bloqués en diplotène pendant plusieurs années entre la période foetale et la reprise de la méiose qui ne peut avoir lieu qu'à la puberté lorsque les cycles ovulatoires débutent. Dans le temps qui sépare le blocage en diplotène de la reprise de la méiose, l'ADN des chromosomes est suffisamment décondensé pour permettre à la cellule de transcrire son ADN et ainsi de survivre.

**Question 19 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres), sont correctement associés aux étapes (désignées par des chiffres) : ACDE**

- A. f. 8
- B. g. 5
- C. h. 9
- D. i. 11
- E. j. 3

**A VRAI** En effet c'est au stade **d'anaphase I** que les croisements réalisés au stade pachytène, les crossing-over, se matérialisent.

On ne peut pas encore considérer au pachytène que les chromatides sont différentes puisqu'à ce stade celles-ci restent croisées au niveau des nodules de recombinaisons et ne seront pas individualisées avant l'anaphase. **Le pachytène est donc une phase préparatoire à la formation de chromatides différentes.**

**B FAUX** Au contraire ! Les chromatides s'éloignent et se détachent **sauf au niveau des chiasmas**, au niveau desquels elles seront toujours attachées en métaphase I.

**C VRAI** Chez l'homme on a vraiment formation en télophase I de deux populations cellulaires différentes, l'une est 23X et l'autre 23 Y. Chez la femme, il y a aussi des différences entre les deux cellules issues de la 1<sup>e</sup> division de méiose grâce aux brassages inter et intrachromosomique mais celles-ci ne sont pas visibles au microscope optique.

C'est pourquoi on considère que **la ségrégation des chromosomes sexuels n'a de conséquences visibles que chez l'homme**. Il faudrait faire un caryotype pour voir les conséquences chez la femme.

**D VRAI** Phrase du cours. En métaphase II on a un début de traction sur les chromosomes doubles, c'est pourquoi, ils se dédoublent au niveau de leur centromère.

**E VRAI** C'est tout à fait vrai puisqu'on ne peut pas parfaitement prévoir les zones précises qui vont se recouper par crossing-over, ainsi une infinité de combinaisons sont possibles. Au contraire pour ce qui est du brassage interchromosomique, bien que le nombre de possibilités soit élevé (8 millions), il n'est pas infini.

### **Question 20 – À propos de la spermatogenèse : CDE**

- A. Dès lors qu'on trouve quelques spermatozoïdes ayant conservés leur corps résiduel, on doit rechercher une anomalie des cellules Sertoli.
- B. Durant la spermatogenèse toutes les cellules germinales sont entièrement entourées par les cellules de Sertoli.
- C. Suite à la migration des deux centrioles à l'arrière du noyau, on observe un développement du flagelle à partir du centriole distal.
- D. La pièce intermédiaire est constituée de l'intérieur vers l'extérieur : du doublet de microtubule central, des doublets périphériques, des fibres denses et de la gaine mitochondriale.
- E. Les deux éléments formés très précocement lors de la spermatogenèse vont avoir une utilité lors de la traversée de la zone pellucide en cas de fécondation.

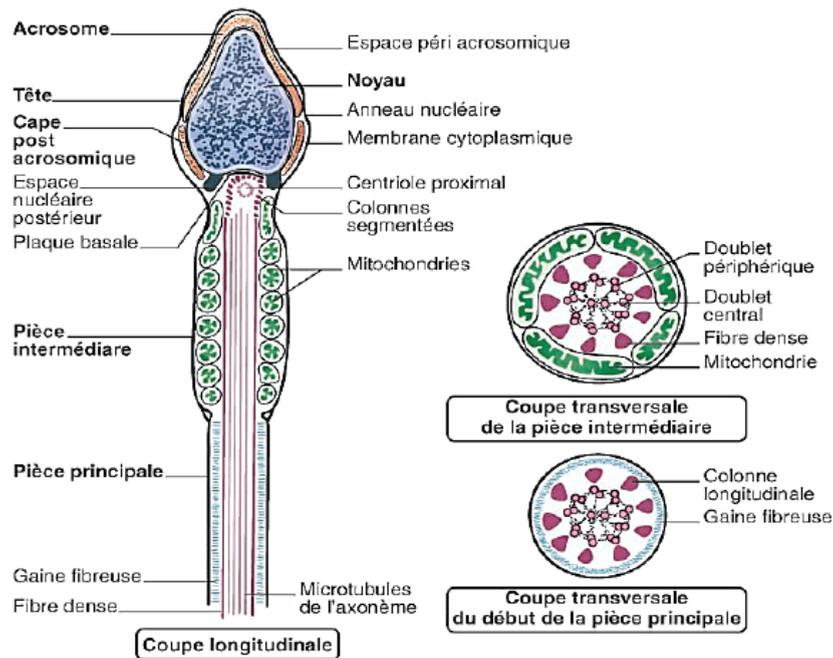
**A FAUX** Il y a un seuil de tolérance, quelques erreurs d'élimination des corps résiduels ne signent pas directement une anomalie des cellules de Sertoli. Ainsi jusqu'à 1 ou 2% de spermatozoïdes possédant encore un corps résiduel dans la lumière c'est tout à fait physiologique, au-delà d'un certain pourcentage il faut par contre se poser la question d'une pathologie.

**B FAUX** Attention à penser aux spermatogonies ! Elles sont accolées d'une part à la membrane du tube séminifère, elles ne sont que **partiellement entourées par les cellules de Sertoli**.

**C VRAI** Exactement, le centriole proximal aura quant à lui une utilité dans la fusion gamétique au cours de la fécondation.

*Pour retenir quel centriole intervient dans la formation du flagelle, retenir que le centriole distal est plus éloigné du noyau donc plus proche du flagelle c'est donc logique que ce soit lui qui intervienne dans sa formation.*

**D VRAI** Exactement, c'est du cours et il est important de bien parvenir à visualiser la structure du spermatozoïde. Je vous joins donc un schéma du spermatozoïde pour que cela soit plus clair :



**E VRAI** Dans cet item on parle de l'**acrosome** et du **flagelle**. En effet ils vont tous les deux avoir un rôle à jouer dans la traversée de la zone pellucide puisque les **enzymes** contenues dans l'acrosome facilitent la traversée de la zone pellucide et le flagelle permet le **mouvement hyperactif** nécessaire à cette traversée.

### **Question 21 – À propos de l'ovogenèse : ABD**

- A. Un ovocyte ne peut jamais exister sous la forme [N, C].
- B. Tous les ovocytes présents dans les ovaires ont forcément débuté leur méiose.
- C. À partir de deux couches de cellules folliculeuses, on parle de follicule primaire et non plus de follicule primordial.
- D. La phase de multiplication intense des cellules germinales se produit exclusivement pendant la période fœtale.
- E. Suite au pic gonadotrope la zone pellucide produit de l'acide hyaluronique qui va permettre aux cellules du cumulus oophorus d'être moins compactes.

**A VRAI** En effet puisque l'ovocyte en tant que tel réalisera sa méiose **au maximum jusqu'à la métaphase II**, or à ce stade l'ovocyte est [N, C]. Ce n'est que si la réunion des gamètes a lieu que la méiose s'achève mais dans ce cas on parle de pronucléus femelle au sein de la cellule œuf et non plus d'ovocyte.

**B VRAI** Tous entament leur méiose vers la fin du 4<sup>e</sup> mois, pour se retrouver bloqués en diplotène vers la fin du 5<sup>e</sup> mois.

**C FAUX** Cet événement marque la transition entre les follicules **primaire** et **secondaire** et non pas entre les follicules primordial et primaire. Entre ces deux stades on observe le passage d'une unique couche constituée de quelques cellules folliculeuses aplaties à une couche toujours unique mais cette fois avec d'avantages de cellules de forme carrées.

**D VRAI** Une fois que la phase de multiplication est achevée, vers la fin du 4<sup>e</sup> mois, le nombre maximum d'ovocytes dans les ovaires est atteint. Chez la femme il n'y aura jamais d'autre période de multiplication. Ainsi le stock d'ovocytes dans les gonades ne pourra que diminuer.

**E FAUX** Attention c'est le **cumulus oophorus** lui-même qui produit de l'**acide hyaluronique** et non pas la zone pellucide ! Cet acide hyaluronique va permettre de rendre le cumulus moins dense comparé à la granulosa.

**Question 22 – Soit une liste de cellules germinales et des propositions de formules : nombre (N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : ADE**

<u>Cellules germinales :</u>	<u>Formules :</u>
a. Ovocyte II	1. N, C
b. 1 <sup>e</sup> globule polaire	2. N, 2C
c. Gamète mâle	3. 2N, 2C
d. Spermatogonie B	
e. 2 <sup>e</sup> globule polaire	4. 2N, 4C

Les associations suivantes sont correctes :

- A. a.2
- B. b.4
- C. c. 2
- D. d.3
- E. e.1

**A VRAI** L'ovocyte II est l'ovocyte qui réalise la méiose II, il n'a donc encore subi que la 1<sup>e</sup> division de méiose. Les chromosomes homologues des bivalents sont donc déjà séparés, on se trouve avec des cellules avec un unique chromosomes doubles de chaque paire. La formule de l'ovocyte II est donc **(N, 2C)**.

**B FAUX** Pour le 1<sup>e</sup> globule polaire c'est le même raisonnement que l'ovocyte II puisqu'ils sont tous les deux les produits de la 1<sup>e</sup> division de méiose. Le premier globule polaire a donc aussi formule également **(N, 2C)**.

**C FAUX** Le gamète mâle est allé jusqu'au bout de sa méiose puis à subi des maturations supplémentaires (la spermiogenèse). Il a donc subi les deux divisions de méiose et a pour formule (**N, C**).

**D VRAI** À l'état de repos, c'est-à-dire hors méiose, les spermatogonies B possèdent deux lots complets de chromosomes doubles. Comme l'ADN n'est pas répliqué, on a une formule (**2N, 2C**).

**E VRAI** Le deuxième globule polaire a subi les deux divisions de méiose successives. Il s'agit donc d'une cellule avec un unique lot de chromosomes simples, sa formule chromosomique est donc (**N, C**).

## Épreuve majeure 1 2020/2021

### Énoncé commun aux questions 23 et 24 :

Les évènements de la méiose (désignés par des lettres), sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) :

#### Évènement de la méiose

- k. Les chromosomes s'attachent à l'enveloppe cellulaire.
- l. Reconstitution complète de l'enveloppe nucléaire.
- m. Les crossing-over ont lieu au niveau des enjambements.
- n. Le matériel génétique est condensé à cette étape.
- o. Constitution systématique de la vésicule sexuelle
- p. Les chromosomes homologues ne sont pas appariés.
- q. Apparition du nouveau fuseau de division.
- r. Réduction du nombre de chromosomes.
- s. Ségrégation des chromosomes sexuels dans les deux sexes.
- t. Obtention de 4 cellules filles haploïdes génétiquement similaires.

#### Étapes de la méiose

1. Leptotène
2. Zygotène
3. Pachytène
4. Diplotène
5. Diacinèse
6. Prophase I
7. Métaphase I
8. Anaphase I
9. Télaphase I
10. Prophase II

- 11. Métaphase II
- 12. Anaphase II
- 13. Télophase II

**Question 23 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : D**

- F. a-1
- G. b-9
- H. c-3
- I. d-5
- J. e-2

**A FAUX** Attention à la lecture trop rapide. Au tout début de la méiose en **leptotène** lors de la prophase I, les chromosomes s'attachent à l'enveloppe nucléaire par des plaques d'attachement.

**B FAUX** Il y a bien une reconstitution de l'enveloppe nucléaire en télophase I mais celle-ci est partielle, en effet c'est une phase très brève puisque l'enveloppe nucléaire est amenée à disparaître de nouveau dès le début de la 2<sup>e</sup> division de méiose.

**C FAUX** Attention les crossing-over sont les enjambements (traduction anglais/français) ! Ces crossing-over/enjambements ont cependant bel et bien lieu au pachytène, au niveau des **nodules de recombinaisons**.

**D VRAI** Lors de la diacinèse les chromosomes se condensent de nouveau, la synthèse d'ARN cesse et les chromosomes se détachent de l'enveloppe nucléaire : ils se préparent à la métaphase I.

**E FAUX** C'est bien à l'étape du zygotène que se constitue la vésicule sexuelle, mais ce n'est pas systématique puisque ce phénomène n'a lieu que chez l'homme. Cela est dû à la différence de taille trop importante entre les chromosomes sexuels, ce qui empêche la réalisation d'un synapsis (risque d'erreurs trop important). Chez la femme les gonosomes sont de taille identique et se comportent donc comme des autosomes.

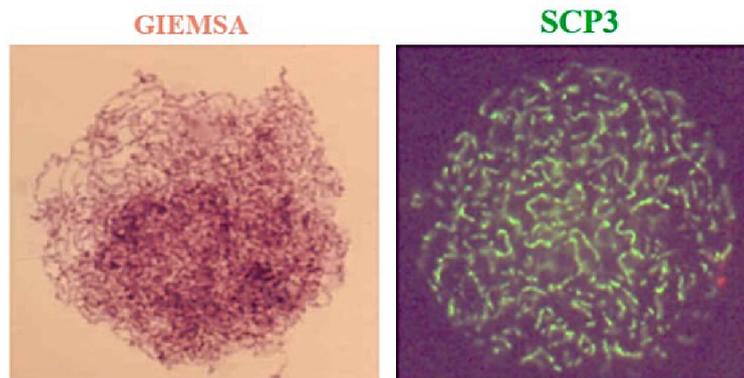
**Question 24 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ABD**

- F. f-1
- G. g-10
- H. h-12

- I. i-8
- J. j-13

**A VRAI** Phrase de cours, au stade leptotène les chromosomes revêtent l'aspect de longs filaments, ils sont, certes, individualisés mais pas organisés, on ne peut donc pas distinguer les paires de chromosomes homologues.

Pour mieux vous rendre compte, ci-dessous l'image représentant le leptotène :



**B VRAI** Phrase du cours, à l'issue de la première division de méiose le fuseau de division a disparu, un nouveau fuseau apparaît en prophase II.

**C FAUX** Lors de la deuxième division de méiose la quantité de chromosomes est constante c'est le nombre de chromatides et donc le contenu en ADN qui est divisé par deux (on passe de chromosomes doubles à simples) c'est pourquoi cette seconde division est dite **équationnelle** (alors que la première est réductionnelle).

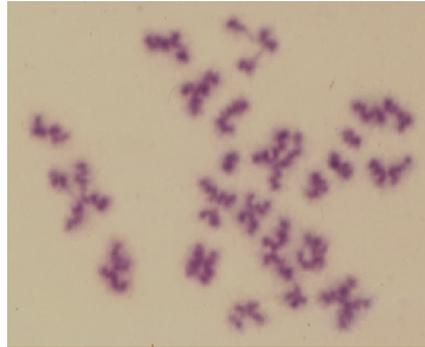
**D VRAI** Attention la ségrégation des chromosomes sexuels concerne les deux sexes et a lieu en anaphase I, elle est à bien distinguer de la vésicule sexuelle qui concerne uniquement le sexe masculin et a lieu durant le zygotène. La ségrégation des chromosomes correspond à la séparation des chromosomes sexuels, donc :

- Chez l'homme : à la création d'une population cellulaire X et une population Y distinctes ;
- Chez la femme : à une séparation sans conséquence où les deux populations cellulaires sont X.

**E FAUX** Avec les événements de brassages génétiques (intra et inter chromosomiques), les 4 cellules filles finales présentent des différences majeures, c'est ce qui fait la particularité de la **méiose** par rapport à la mitose (division d'une cellule mère en 2 cellules filles strictement identiques).

**Question 25 – À propos de la gamétogénèse : BE**

A l'aide de cette image d'une étape de la méiose, cochez les items justes



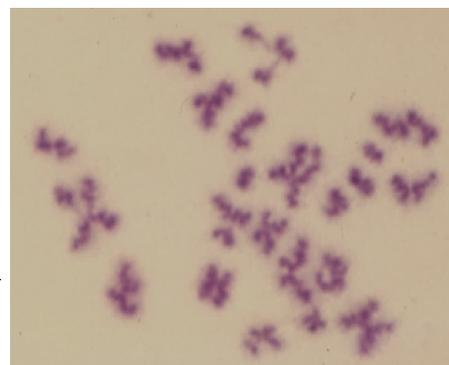
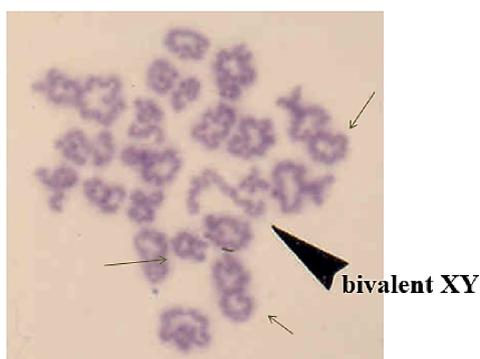
- F. On peut observer des points de contact entre les chromosomes : ce sont les chiasmas.
- G. Sur cette image les chromosomes sont au nombre de 23.
- H. Sur cette image les chromosomes sont au nombre de 46 (23 paires).
- I. Le bivalent sexuel est visible sur cette image.
- J. A cette étape la traction des kinétochores par les microtubules se fait dans des sens opposés.

Pour répondre à l'ensemble de ce QCM il était primordial de déterminer de quelle étape de la méiose il s'agissait : c'était la **métaphase II**, voici quelques pistes pour vous aider à retrouver.

1. Les chromosomes paraissent individualisés ce qui peut nous faire penser à la métaphase I ou II. En effet il est facile de les confondre car on ne peut pas savoir directement grâce à cette image au microscope, si on a affaire à des bivalents (23 paires) ou bien à des chromosomes doubles (23).

2 indices peuvent nous permettre de distinguer ces étapes :

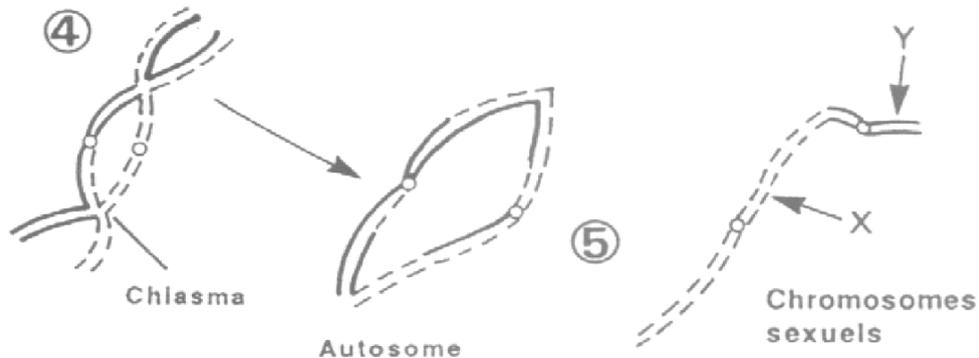
- S'il y a **un unique point de contact** entre les chromatides : ce sont les centromères des chromosomes doubles que l'on voit : **Métaphase II** ;
- S'il y a à chaque fois **2 ou 3 points de contact** : ce sont les chiasmas présents entre les bivalents qui sont visibles : **Métaphase I**.



### Métaphase I

### Métaphase II

2. Ensuite si le **bivalent sexuel** est visible on est sûr qu'il s'agit de la **métaphase I** puisqu'à la métaphase II, les 2 chromosomes sexuels ont été séparé. Le bivalent sexuel est reconnaissable par son aspect de long filament car les chromosomes sont assemblés bout à bout.



**A FAUX** Cette question était là pour vous mettre sur la piste : un unique point de contact : **centromères** donc métaphase II.

**B VRAI** Maintenant qu'on sait qu'il s'agit de la métaphase II, on en déduit que les bivalents ont déjà été séparés on est donc face à 23 chromosomes doubles.

**C FAUX** C'est le cas en métaphase I.

**D FAUX** C'était une autre question pour vous mettre la puce à l'oreille : pas de bivalent sexuel donc **2<sup>ème</sup> division** de méiose.

**E VRAI** Comme on est en 2<sup>ème</sup> division de méiose on cherche maintenant à séparer les chromatides et non plus les chromosomes, donc les kinétochores liés à chaque chromatide du chromosome double sont tractés à deux pôles opposés de la cellule.

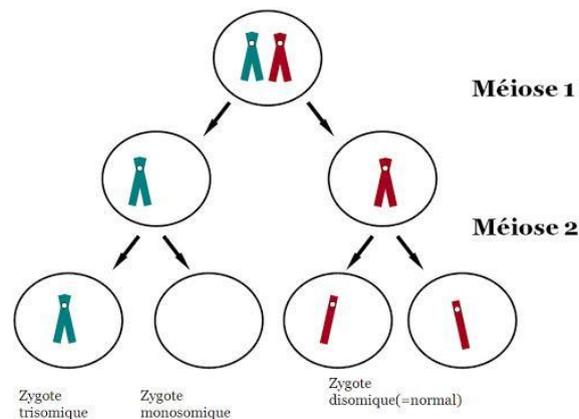
### Question 26 – À propos des anomalies de la méiose : BCE

- A. Une anomalie de disjonction en anaphase II ne pourra jamais être à l'origine d'une monosomie.

- B. Une anomalie de disjonction d'une paire de chromosome doubles en anaphase I pourra avoir comme répercutions à la fois une monosomie ou une trisomie.
- C. Une aneuploïdie peut concerner à la fois la mitose et la méiose.
- D. Le syndrome de Down est la monosomie la plus répandue.
- E. Les seules trisomies viables sont les trisomie 13, 18, 21 et celles concernant les chromosomes sexuels.

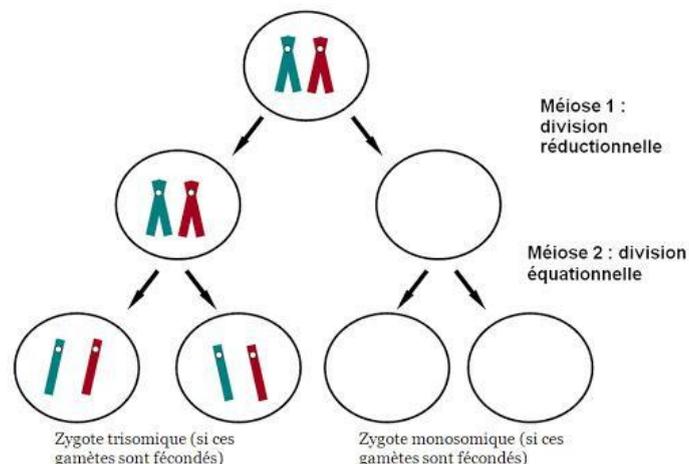
**A FAUX** Une non-disjonction lors de la 2<sup>e</sup> division de méiose donnera comme produits de la méiose : 2 cellules normales et 2 cellules anormales. L'une des cellules anormales aura un chromosome excédentaire pouvant conduire, si le gamète est fécondé, à une trisomie. L'autre cellule anormale aura un chromosome manquant pouvant aboutir, après fécondation, à une monosomie.

Voici un schéma qui montre le phénomène de non-disjonction en 2<sup>ème</sup> division de méiose et que vous pouvez reproduire rapidement au brouillon pour être sûr de ne pas vous tromper sur ce genre d'item :



**B VRAI** C'est exactement ça, en cas de non-disjonction en 1<sup>ère</sup> division de méiose toutes les cellules filles issues de la méiose sont impactées, deux d'entre elles ont un chromosome manquant et les 2 autres ont un chromosome supplémentaire, ainsi si il y a fécondation on obtiendra respectivement une monosomie ou une trisomie.

De même je vous joins un schéma représentant la non-disjonction lors de la 1<sup>e</sup> division de méiose :



**C VRAI** La définition d'une aneuploïdie est une anomalie de nombre de chromosomes au sein d'une cellule, ainsi elle peut tout aussi bien concerner la **méiose** (a lieu sur des cellules germinales, s'il y a fécondation, alors toutes les cellules de l'individu porteront l'anomalie) que la **mitose** (qui peut avoir lieu au cours de la segmentation du zygote, on parlera alors d'anomalie mosaïque, ou après la naissance c'est le cas de certains cancers).

**D FAUX** Le syndrome de Down est le nom de la trisomie 21, il s'agit de la **trisomie** la plus répandue.

**E VRAI** La plupart des trisomies sont à l'origine d'un arrêt de la croissance in utéro car elles causent trop de dommages à l'embryon pour que son développement puisse être assuré jusqu'à terme. Les seuls cas de trisomies viables sont en effet les trisomie 13, 18, 21 ainsi que celles concernant les chromosomes sexuels (dont les conséquences après la naissance sont plutôt discrètes et ne sont parfois remarquées qu'à la puberté).

### **Question 27 : Concernant la spermatogénèse : C**

- F. La première division de méiose et la spermiation ont des durées égales.
- G. La différence entre les pièces intermédiaire et principale réside dans les structures péri-axonémales : on trouve des mitochondries seulement dans la pièce intermédiaire et des fibres denses seulement dans la pièce principale.
- H. Les cellules germinales progressent de manière centripète entre les cellules de Sertoli adjacentes au sein d'une section du tube séminifère, au cours de leur différenciation.
- I. Le syndrome de Kartagener a pour conséquence, entre autres, une azoospermie.
- J. Durant la spermiogénèse, la condensation de l'ADN est une étape progressive durant laquelle les cellules de Sertoli remplacent les histones des spermatides par des protamines.

**A FAUX** C'est la **spermiogénèse** et la 1<sup>ère</sup> division de méiose qui durent toute les deux 23 jours. La spermiation est la toute dernière étape de la spermiogénèse, quand les spermatozoïdes **sont libérés dans la lumière du tube séminifère**.

Attention à ne pas confondre les termes :

- Spermatogénèse : ensemble du processus de formation des gamètes (74 jours) ;
- Spermiogénèse : maturation succédant la méiose, pour passer de la spermatide ronde au spermatozoïde (23 jours) ;
- Spermiation : dernière étape de la spermiogénèse.

**B FAUX** Ce sont bien les structures péri-axonémales qui sont différentes entre la pièce principale et intermédiaire (la structure de l'axonème est la même tout le long) mais les **fibres denses** sont présentes tout le long. La distinction réside dans la gaine :

- **Mitochondriale** pour la pièce intermédiaire ;
- **Fibreuse** pour la pièce principale.

**C VRAI** C'est exactement ça, les cellules germinales se déplacent de l'extérieur vers l'intérieur du tube, de la paroi vers la lumière du tube séminifère : **centripète**.

Retenir que centripète est le **contraire de centrifuge** : facile à retenir grâce à la biocell, quand on centrifuge des cellules, les éléments les plus lourds sont poussés sur les côtés (de l'intérieur vers l'extérieur pour le coup).

Par ailleurs ce déplacement se fait bien entre les cellules de Sertoli **et pas dans leur cytoplasme** /!\

**D FAUX** L'azoospermie c'est l'absence de spermatozoïdes dans le tube séminifère, c'est une cause de stérilité, le syndrome de Kartagener est également une cause de stérilité mais les spermatozoïdes sont bien présents dans la lumière du tube séminifère, seulement ils sont incapables de mouvement actif.

**E FAUX** Tout est vrai sauf que ce remplacement est réalisé par les spermatides elles-mêmes c'est le génome haploïde qui code les protamines. Cette condensation a pour but de protéger le matériel génétique du spermatozoïde dans les voies génitales féminines.

### **Question 28 – À propos de la spermatogénèse : CDE**

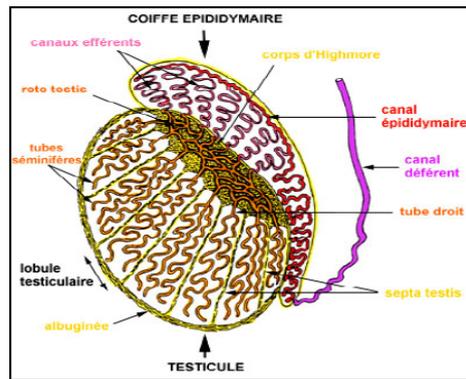
- A. L'acrosome et la cape post-acrosomique ont la même origine embryologique, c'est pour cela qu'elles ont une structure similaire.
- B. De la naissance à la puberté les spermatogonies Ad se multiplient pour maintenir un stock constant de cellules souches dans la paroi du tube séminifère.
- C. Les dernières étapes de la spermiogénèse ne se passent plus au pôle latéral entre deux cellules de Sertoli adjacentes.
- D. Après libération dans le tube séminifère, les spermatozoïdes passent successivement dans les tubes droits, le *rete testis*, puis dans les canaux efférents et enfin dans le canal épididymaire.
- E. À la périphérie des microtubules, on trouve dans le flagelle 9 fibres denses.

**A FAUX** C'est totalement faux même si leurs noms peuvent porter à confusion, l'acrosome dérive de l'appareil de Golgi et contient de nombreuses enzymes alors que la cape post-acrosomique correspond à une région de cytoplasme condensé et **ne contient aucune enzyme** ! Elles n'ont donc ni la même origine, ni la même structure !

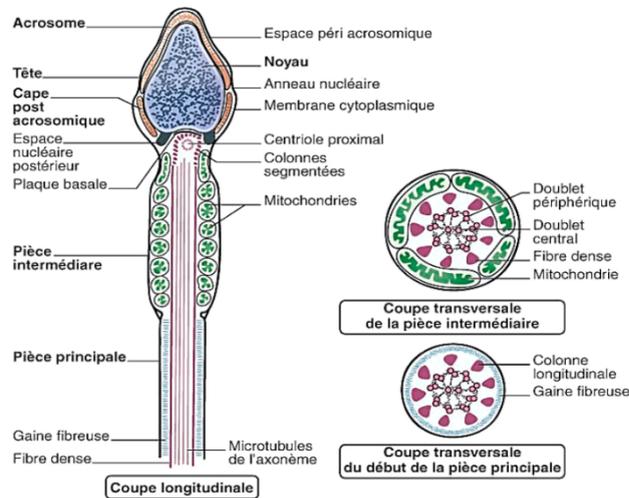
**B FAUX** Le sens général de la phrase est juste, mis à part qu'on ne peut pas parler de tube séminifère avant la puberté, **il s'agit jusque-là de cordons pleins** (le Pr Benchaïb insistera lourdement là-dessus pour ceux qui choisissent une spé avec de l'HEAR).

**C VRAI** En effet les dernières étapes de la spermiogénèse se déroulent au pôle apical des cellules de Sertoli et non plus entre deux cellules.

**D VRAI** C'est exactement ça et ce sera revu en HEAR, je vous joins le schéma décrivant les voies génitales mâles :



**E VRAI** C'est du cours, je vous mets pour référence le schéma de la structure d'un spermatozoïde :



### **Question 29 – À propos de l'ovogénèse : ABDE**

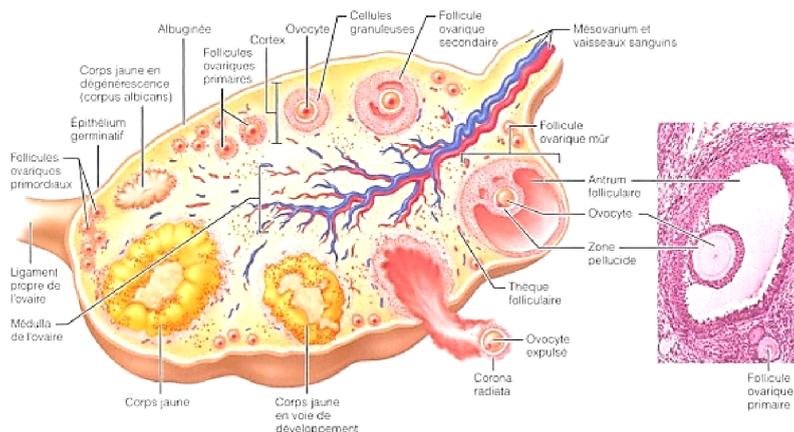
- F. L'antrum et la thèque externe apparaissent au même stade folliculaire.
- G. La maturation cytoplasmique n'est pas visible.
- H. L'ovaire est constitué de 2 parties : la médullaire centrale contenant les follicules à différents stades de maturation et la corticale périphérique avec de nombreux vaisseaux.
- I. La rupture folliculaire est permise par la sécrétion de collagénases par les cellules de la granulosa et la sécrétion d'hydrolases par l'épithélium ovarien.
- J. Au cours de la vie d'une femme, la terminaison de la méiose peut ne jamais avoir lieu.

**A VRAI** C'est au stade de follicule antral qu'elles apparaissent toutes les deux. La thèque externe est d'une couche fibreuse avec des cellules musculaires lisses, des fibres de collagène et des fibres élastiques.

**B VRAI** Contrairement à la maturation nucléaire, la maturation cytoplasmique correspondant à l'accumulation de granules corticaux et d'ARNm, n'est pas visible.

**C FAUX** Attention à bien lire ! Même si la corticale est bien en périphérie de l'ovaire et la médullaire centrale, les vaisseaux sont situés dans la **médullaire** tandis que les follicules se trouvent dans la **corticale**.

Pour être sûr que vous visualisez bien la structure de l'ovaire, voici ci-dessous le dessin du cours :



**D VRAI** Exactement, la sécrétion de collagénases par les cellules de la granulosa fragilise la thèque externe, parallèlement, l'épithélium ovarien sécrète des hydrolases qui fragilisent l'apex du follicule.

**E VRAI** Pour qu'il y ait expulsion du 2<sup>ème</sup> globule polaire et terminaison de la méiose, il faut que le gamète féminin (ovocyte II en métaphase) **soit fécondé** par le gamète mâle, or grâce à certains moyens de contraception qui empêchent la rencontre des gamètes, il est tout à fait possible que la fécondation n'ait jamais lieu durant la vie d'une femme.

### **Question 30– À propos de l'ovogénèse : AE**

- A. Lors de la fécondation, la zone pellucide s'est constituée 3 mois auparavant.
- B. Au moment de l'ovulation les cellules du cumulus oophorus sont très compactes de sorte à faciliter l'expulsion du complexe cumulo-ovocytaire.
- C. À partir du stade de follicule secondaire pré-antral, la granulosa est au contact avec de nombreux capillaires sanguins.
- D. À partir du 6<sup>ème</sup> mois fœtal et jusqu'à la naissance, il y a une dégénérescence massive de plus des ¾ des ovogonies présentes dans les 2 ovaires.

- E. La reprise de la méiose et l'expulsion du 1<sup>e</sup> globule polaire ont lieu 24 heures après le début du pic de LH.

**A VRAI** En effet étant donné que la zone pellucide apparaît au stade pré-antral et qu'il faut 3 mois au follicule pré-antral pour atteindre le stade de follicule pré-ovulatoire, c'est à dire le stade auquel a lieu l'ovulation.

**B FAUX** Au contraire, au moment de l'ovulation le cumulus oophorus sécrète de l'acide hyaluronique qui va rendre **les cellules très peu compactes** pour faciliter le détachement du complexe cumulo-ovocytaire de la granulosa lors de l'ovulation (les cellules de cette dernière sont au contraire très compactes). De plus cet aspect très peu compacté des cellules du cumulus oophorus facilitera le passage des spermatozoïdes lors de la fécondation.

**C FAUX** C'est **la thèque interne** qui est au contact des capillaires sanguins. Elle apparaît au stade secondaire pré-antral ! La granulosa quant à elle, n'a aucun contact avec la thèque interne ou les capillaires desquels elle est séparée par la membrane de Slavjanski.

**D FAUX** La phrase est juste, mis à part qu'à partir de la fin du 5<sup>ème</sup> mois voir du début du 6<sup>ème</sup> mois on ne parle plus d'ovogonies mais d'ovocytes I ou de follicule primordiaux !

**E VRAI** C'est du cours, je vous joins le tableau récapitulatif des événements suivant le début du pic gonadotrope :

**Déroulement des événements vis-à-vis du pic gonadotrope :**

**Temps 0 : Début du pic de LH (ovocyte bloqué en diplotène).**

**T 12 heures : Sommet du pic.**

**T 24 heures : Reprise de méiose et expulsion du 1<sup>er</sup> globule polaire.**

**T 36 heures : Nouveau blocage de l'ovocyte en métaphase II.**

**Question 31 – Si l'on compare l'ovogénèse et la spermatogénèse : AD**

- F. Le volume de l'ovaire est inférieur à celui du testicule.
- G. Alors que chez la femme le stock de cellules germinales se constitue dès le début de la vie fœtale, chez l'homme il se constitue uniquement à partir de la puberté.
- H. Contrairement à la femme chez qui le gamète est l'ovocyte en métaphase II, le gamète masculin est le produit final de la méiose.
- I. Les mécanismes de brassages génétiques (inter et intra chromosomique) sont en tous points similaires chez l'homme et la femme.
- J. La méiose commence et s'achève au sein des gonades.

**A VRAI** L'ovaire a un volume compris entre 6 et 7 mL en moyenne tandis que le testicule fait environ 25 mL.

**B FAUX** Certes chez la femme le stock de cellules germinales se constitue bien au début de la vie foetale mais chez l'homme c'est dès le début de la vie embryonnaire qu'il se constitue (dès le premier mois du développement embryonnaire).

**C FAUX** C'est vrai pour la femme, mais attention même si la méiose est achevée par le gamète masculin celui-ci subit également un ensemble de transformations que constituent la spermiogénèse. Donc ni le gamète mâle ni le gamète femelle ne sont les produits finaux de la méiose.

**D VRAI** Les mêmes mécanismes sont en place et la vésicule sexuelle présente uniquement chez l'homme ne fait pas exception, le brassage intra-chromosomique entre les chromosomes X et Y a bien lieu mais uniquement au niveau de la région pseudo-autosomique c'est-à-dire la région similaire entre les deux chromosomes.

**E FAUX** Item d'annale, la méiose débute pour les gamètes mâle et femelle dans les gonades respectives. Chez l'homme, la méiose s'achève bien dans le testicule mais pour le gamète femelle, la méiose ne s'achève que s'il y a rencontre des deux gamètes : dans l'extrême majorité des cas cette rencontre a lieu dans la trompe utérine donc **hors de l'ovaire.**

**Question 32 - Soit une liste de cellules germinales et des propositions de formules : nombre (N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : BE**

Cellules germinales :

- a. Gamète féminin
- b. Spermatocyte II
- c. 1<sup>er</sup> globule polaire
- d. Ovocyte I
- e. Gamète masculin

Formules :

- 1. N, c
- 2. N, 2c
- 3. 2N, 2c
- 4. 2N, 4c

Les associations suivantes sont correctes :

- F. a-1
- G. b-2
- H. c-3
- I. d-2

J. e-1

**A FAUX** Le gamète féminin n'est pas le produit final de la méiose, c'est l'ovocyte II arrêté en métaphase, il a donc comme formule  $N, 2C$  (association juste : a-2).

**B VRAI** Le spermatocyte II est le spermatocyte qui va subir la 2<sup>ème</sup> division de méiose, les chromosomes doubles d'une paire ont donc déjà été séparés, chacun dans une cellule fille au cours de la 1<sup>ère</sup> division de méiose. Ils sont encore sous forme de chromosomes doubles d'où la formule :  $N$  (un chromosome de chaque lot),  $2c$  (chaque chromosome est double).

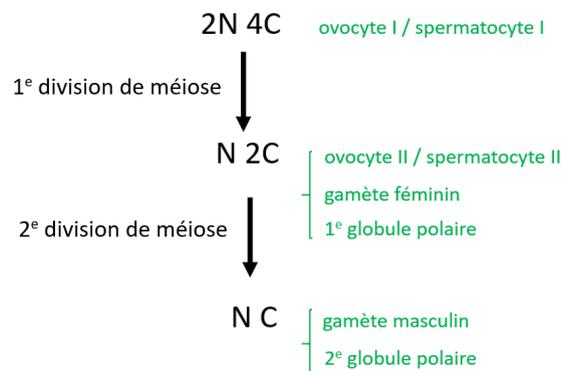
**C FAUX** Le 1<sup>er</sup> globule polaire tout comme l'ovocyte II est le produit de la 1<sup>ère</sup> division de méiose chez la femme, comme pour le spermatocyte II, on a un chromosome double pour chaque lot d'où la formule  $N, 2c$ .

Pour avoir une formule  $2N, 2c$  il faudrait qu'on ait toujours dans chaque cellule, 2 chromosomes homologues par lot et que ces chromosomes soient sous forme simple (ce ne sera jamais le cas à partir de la phase de répllication initiale avant le début de la méiose où tous les chromosomes de la cellule mère seront mis sous forme double).

**D FAUX** L'ovocyte I est l'ovocyte avant la première division de méiose, toujours avec des chromosomes doubles et par paire d'homologues, on a donc la formule  $2N, 4c$  (association juste : d-4).

**E VRAI** Le gamète masculin est allé jusqu'au bout de la méiose et a subi la spermiogénèse, il a donc comme formule  $N, c$  (un chromosome simple de chaque lot par cellule).

Petit schéma récap pour y voir plus clair :



**Question 33– Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : ADE**

- A. a-6
- B. b-3
- C. c-10
- D. d-7
- E. e-5

**A VRAI** Le brassage interchromosomique se déroule bien en métaphase I. Il est dû au positionnement aléatoire des chromosomes homologues au sein du bivalent.

**B FAUX** Au contraire, durant le stade pachytène, Les chromosomes se condensent par épaissement et raccourcissement. De plus, la chromatine va subir des torsions pour pouvoir effectuer les *crossing-over*. C'est durant le stade **diplotène** que l'on pourra observer les chiasmas en MO. (Bonne association : b-4).

**C FAUX** En métaphase II, nous avons un alignement des **chromatides sœurs** sur la plaque équatoriale car en métaphase II, les chromosomes homologues se sont déjà séparés. (Bonne association : c-6)

**D VRAI** La concrétisation du brassage intra chromosomique se déroule bien en anaphase I avec la séparation des chromosomes homologues.

**E VRAI** On observe bien un détachement des chromosomes homologues de l'enveloppe nucléaire. Ce détachement permettre d'initier la métaphase I.

**Question 34 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : ACD**

- A. f-7
- B. g-3
- C. h-5
- D. i-8
- E. j-11

**A VRAI** Dans la méiose masculine, L'anaphase I va permettre la ségrégation des chromosomes sexuels et ainsi former deux populations des cellules : celle avec un chromosome X et celles avec un chromosome Y. Par contre cette formation de population de cellules n'est visible que dans la méiose masculine.

**B FAUX** La vésicule sexuelle apparait au stade **zygotène**, lorsque les complexes synaptonémaux se mettent en place. (Bonne association : g-2).

**C VRAI** Suite à la décondensation de la chromatine en stade diplotène, on observe une nouvelle condensation en **diacinèse**.

**D VRAI** Suite à la séparation des chromosomes homologues en anaphase I, on assiste à un cytodiérèse de la cellule mère qui va effectivement donner 2 cellules filles sous la forme [N ;2C].

**E FAUX** Pour avoir un gamète [24, XY], il faut que l'erreur de disjonction se passe en **anaphase I**. En anaphase II, les erreurs de disjonction donneront des gamètes [24, XX] [24, YY] ou bien [22, 00] (Bonne association : j-7).

### **Question 35– Concernant la gamétogenèse : BE**

- A. Une euploïdie est visible dans le syndrome de Klinefelter.
- B. La méiose désigne le passage de l'état diploïde à l'état haploïde.
- C. Les *crossing-over* se produisent lors du stade le plus long de la méiose féminine.
- D. Les chromosomes se décondensent lors de la prophase II.
- E. La vésicule sexuelle isole les chromosomes sexuels des autres complexes synaptonémaux lors la méiose masculine.

**A FAUX** C'est une **aneuploïdie** qui est visible dans le syndrome de Klinefelter.

**B VRAI** Le passage de l'état diploïde à l'état haploïde est le rôle de la méiose pour pouvoir former ensuite les gamètes.

**C FAUX** Les *crossing-over* se produisent durant le **pachytène**, qui est le stade le plus long de la méiose masculine. Le stade le plus de la méiose féminine correspond au stade **diplotène**.

**D FAUX** Après la recondensation des chromosomes en diacynèse, ceux-ci vont rester condensé jusqu'à la fin de la méiose.

**E VRAI** Au vu de la grande différence de taille entre le chromosome X et le chromosome Y, ces chromosomes ne vont pas participer à la synapsie et vont s'isoler dans la vésicule sexuelle.

### **Question 36 – Concernant la spermatogenèse : ABC**

- A. On trouvera seulement des spermatogonies au contact de la membrane propre.
- B. En théorie, le stock de spermatogonies Ad ne diminue pas.
- C. Une spermatogonie B donnera à terme 8 spermatozoïdes.
- D. Dans le syndrome de Kartagener, seule la pièce principale du spermatozoïde subira une anomalie.
- E. À partir du stade du spermatocyte II, on n'observera aucune nouvelle division.

**A VRAI** Seules les spermatogonies sont en contact de la membrane propre. Les spermatocytes I vont quitter le compartiment basal pour le compartiment juxtaluminal en se positionnant entre deux cellules de Sertoli.

**B VRAI** Les spermatogonie Ad constituent les cellules de réserves pour la spermatogenèse. Avant la puberté, elles vont se multiplier par mitose somatique pour maintenir un stock. Puis, à partir de la

puberté, grâce à la **mitose asymétrique**, une spermatogonie Ad va donner une spermatogonie Ap et une spermatogonie Ad. Donc en théorie, le stock ne diminue pas.

**C VRAI** Une spermatogonie B donne **deux spermatocytes I**. Chaque spermatocyte donnera deux spermatocytes II lors de la méiose I, on a donc **4 spermatocytes II**. Durant la deuxième méiose, chaque spermatocyte II donnera deux spermatides rondes qui vont se différencier en spermatozoïdes.

À terme, on a bien **8 spermatozoïdes** à partir d'une spermatogonie B.

**D FAUX** Le syndrome de Kartagener touche les bras de dynéines qui sont au niveau de l'axonème. Pour rappel, cette structure est présente au niveau de la pièce intermédiaire mais aussi au niveau de la pièce principale. Donc le syndrome de Kartagener touche à la fois la pièce **intermédiaire** et la pièce **principale** du spermatozoïde.

**E FAUX** Le spermatocyte II est obtenu après la première division méiotique, donc il va subir la deuxième division méiotique. C'est à partir du stade de spermatide ronde que l'on n'observera plus de nouvelle division.

### **Question 37– Concernant l'ovogenèse : AC**

- A. À la fin du 5<sup>ème</sup> mois, il y a autant d'ovocytes I que de follicules primordiaux.
- B. À partir de la puberté, environ 1% des follicules présents dans les ovaires vont reprendre leur méiose.
- C. La *corona radiata* est responsable de l'inhibition de la reprise spontanée de méiose.
- D. La granulosa ne sera visualisable qu'à partir du stade folliculaire secondaire pré-antral.
- E. L'ovulation a lieu 24h après le début du pic gonadotrope.

**A VRAI** Après que les ovocytes I vont se bloquer en diplotène, elles vont s'entourer de cellules issues du stroma ovarien pour devenir des cellules folliculeuses et ainsi former les follicules primordiaux. Les ovocytes qui ne sont pas entourés de cellule folliculeuses vont dégénérer. C'est pour cela que l'on peut dire qu'il y a autant d'ovocytes I que de follicules primordiaux.

**B FAUX** Sur les 400 000 follicules primordiaux présent à la puberté, seulement 400 vont reprendre leur méiose, soit environ 1/1000. Le reste va dégénérer.

**C VRAI** La corona radiata est en connexion avec la membrane ovocytaire par de fins prolongements (des connexions de type *GAP* émettant des molécules inhibitrices comme le AMP<sub>c</sub>) et inhibent ainsi la reprise spontanée de méiose.

**D FAUX** La granulosa est visualisable plus tôt, dès le stade folliculaire secondaire.

**E FAUX** L'ovulation se déroule plus tard, environ **36 à 38 h** après le début du pic gonadotrope.

**Question 38 –Quelle(s) cellule(s) possède(nt) un nombre « N » de chromosomes et une quantité « 2C » d'ADN : BD**

- A. L'ovocyte I.
- B. Le premier globule polaire.
- C. Le spermatocyte I.
- D. Le gamète féminin.
- E. Le gamète masculin.

Les cellules étant sous la forme [N ; 2C] sont les cellules ayant subi la première division méiotique. Ce descriptif correspond au **premier globule polaire (B VRAI)** qui est expulsé après la méiose I et au gamète féminin (**D VRAI**) qui est bloqué en métaphase II.

**A FAUX** L'ovocyte I est une cellule bloquée en phase diplotène. Donc elle n'a pas fini la méiose I, il est donc sous la forme [2N ;4C].

**B VRAI**

**C FAUX** Le spermatocyte I est une cellule qui précède la méiose. Après la phase S, il est sous la forme [2N ; 4C].

**D VRAI**

**E FAUX** Le gamète masculin correspond au spermatozoïde. Il a subi les deux divisions méiotiques et une phase de différenciation. Il est sous la forme [N ; C].

**Concours blanc 2 2019/2020**

**Question 39 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : BCDE**

- A. a-3
- B. b-4
- C. c-2
- D. d-6
- E. e-10

**A FAUX** Les complexes synaptonémaux se forment durant le stade **zygotène**. Au stade pachytène, ces complexes vont subir des torsions qui permettront *les crossing over*. (Bonne association : a-2)

**B VRAI** Les chiasmata sont bien visibles durant la décondensation de l'ADN durant le stade diplotène.

**C VRAI** En plus de la constitution des 22 complexes synaptonémaux, Les chromosomes sexuels vont, du fait de leur trop grande différence de taille, s'isoler dans une vésicule : la vésicule sexuelle.

**D VRAI** En métaphase I, les kinétochores associés aux chromatides sœurs vont bien exercer une traction dans le même sens.

**E VRAI** En métaphase II, cette fois-ci les kinétochores associés aux chromatides sœurs vont exercer une traction dans le sens opposé.

**Question 40 – Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ACE**

- A. f-8
- B. g-7
- C. h-1
- D. i-2
- E. j-7

**A VRAI** En télophase I, les brassages intra chromosomique et inter chromosomique ont déjà été effectué donc lors de la cytotélerèse, les deux cellules obtenues ne sont plus identiques génétiquement.

**B FAUX** Les bivalents vont s'écarter au niveau des centromères tout en étant attachés au niveau des chiasmas au stade **diplotène** et au stade **diacinèse**. (Bonne association : g-4 et g-5)

**C VRAI** Durant le stade leptotène, les chromosomes vont s'individualiser et s'attacher à la membrane nucléaire.

**D FAUX** L'origine du brassage intra chromosomique est au stade **pachytène** : c'est durant ce stade que *les crossing over* vont se mettre en place par torsions de l'ADN, ce qui va permettre l'échange de matériel génétique. (Bonne association : i-3)

**E VRAI** Durant l'**anaphase I**, Les chromosomes sexuels vont bien se séparer pour rejoindre le pôle de chaque cellule.

**Question 41 – Concernant l'ovogenèse : ABCDE**

- A. La région fonctionnelle de l'ovaire correspond à la corticale.
- B. Du 5<sup>ème</sup> mois de développement intra-utérin à la ménopause, le stock d'ovocytes ne fera que de diminuer.
- C. Il y a autant de globule polaire II que de fécondation.
- D. Les deux globules polaires contiennent le même nombre de chromosomes.
- E. La zone pellucide s'est constituée il y a plusieurs mois, avant de l'ovulation.

**A VRAI**

**B VRAI** Suite à la dernière multiplication à la fin du 4<sup>ème</sup> mois – début du 5<sup>ème</sup> mois de développement embryonnaire, les ovogonies ne se diviseront plus et le stock de gamètes ne fera que de diminuer.

**C VRAI** Le globule polaire II est expulsé durant la formation du pronucléus femelle durant la fécondation donc on aura bien autant de globule polaire II que de fécondation.

**D VRAI** Le premier globule polaire est sous forme [**N ; 2C**] et le second globule polaire est sous forme [**N ; C**] étant donné que le « N » désigne le nombre de chromosomes, les deux globules polaires ont bien le même nombre de chromosomes.

**E VRAI** L'ovocyte synthétise sa zone pellucide au stade folliculaire secondaire pré-antral. Or il faut savoir que pour passer du stade secondaire au stade pré-ovulatoire, il faut environ 3 mois donc au moment de l'ovulation, la zone pellucide est bien âgée de plusieurs mois avant l'ovulation.

### **Question 42 – Soit une liste de cellule germinales et des propositions de formules : nombre(N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : ABE**

- A. a-2
- B. b-4
- C. c-1
- D. d-3
- E. e-1

**A VRAI** Le spermatocyte II a subi la première méiose, du coup il est bien sous la forme [**N ; 2C**].

**B VRAI** L'ovocyte I est obtenu lorsque l'ovogonie se bloque en diplotène durant la période fœtale. Donc il est bien sous la forme [**2N ; 4C**].

**C FAUX** L'ovocyte II s'obtient lorsqu'un ovocyte I reprend la méiose durant sa maturation finale et qu'il se bloque en métaphase II avant l'ovulation. Il sera de la forme [**N ; 2C**] (Bonne association : c-2)

**D FAUX** Le premier globule polaire est obtenu lors de la reprise de la méiose par ovocyte I pour obtenir l'ovocyte II. Donc il sera de la forme [**N ; 2C**] (Bonne association : d-2).

**E VRAI** Le spermatide allongée correspond à une évolution de la spermatide ronde donc elle est bien sous la forme [**N ; C**].

### **Question 43– Concernant la spermiogenèse : CE**

- A. Toutes les étapes de la spermiogenèse se déroulent entre deux cellules de Sertoli.
- B. Contrairement à la cape post-acrosomique, l'acrosome ne contient pas d'enzymes.
- C. La vésicule acrosomale est d'origine golgienne.
- D. Seuls les microtubules de l'axonème parcourent à la fois les pièces intermédiaire et principale.
- E. Lors de la spermiogenèse, les histones liées à l'ADN sont remplacées par des protamines codés par le génome haploïde.

**A FAUX** Les dernières étapes de la spermiogenèse se déroule au niveau apical des cellules de Sertoli.

**B FAUX** C'est l'inverse, la cape post-acrosomique ne possède pas d'enzymes contrairement à l'acrosome.

**C VRAI**

**D FAUX** En plus des microtubules de l'axonème, les **fibres denses** parcourent aussi les pièces intermédiaire et principale.

**E VRAI** Ces protamines vont permettre de condenser la chromatine du spermatozoïde en devenir afin de protéger l'information génétique pendant le transport dans les voies génitales féminines.

### **Question 44 – Si on compare l'ovogenèse et la spermatogenèse : ACD**

- A. Contrairement à la spermatogenèse, l'ovogenèse est un phénomène discontinu.
- B. Les deux gamètes fécondables sont sous la forme [N, C].
- C. Les deux gamètes fécondables ont des durées de vie très différents.
- D. Le nombre de gamètes en stock dans les gonades à la puberté est très différent.
- E. Chez l'homme comme chez la femme, le bivalent sexuel s'isolent dans une vésicule sexuelle en prophase I.

**A VRAI** La spermatogenèse est un phénomène continue entre la puberté et un âge avancé alors que l'ovogenèse est un phénomène discontinu : elle commence pendant la vie fœtale, reprend à la puberté de façon cyclique et s'arrête à la ménopause vers 45 ans.

**B FAUX** Le spermatozoïde est bien de la forme [N ; C]. Par contre, le gamète féminin correspond à l'ovocyte II fécondable et il est sous la forme [N ; 2C].

**C VRAI** Les spermatozoïdes peuvent survivre quelques jours dans les voies génitales féminines alors que la durée de vie d'un ovocyte II est comprise entre 12h et 24h.

**D VRAI** À la puberté, la femme se retrouve avec environ 400 000 ovocytes I répartis dans les deux ovaires alors que chez l'homme, on peut aisément dire il a plusieurs millions de spermatozoïdes dans les testicules.

**E FAUX** Le phénomène d'isolations des chromosomes sexuels n'est valable que dans la méiose **masculine** car ce bivalent ne peuvent se comporter comme des autosomes dû à leur différence de taille. Par contre, le bivalent sexuel féminin se comporte comme un autosome.

**Question 45 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : AB**

- A. a-6
- B. b-2
- C. c-3
- D. d-9
- E. e-2

**A VRAI** L'origine du brassage interchromosomique est bien en métaphase I. Ce brassage est dû à la répartition aléatoire des chromosomes au sein de chaque bivalent.

**B VRAI** Dans la méiose masculine, **lors de la phase zygotène**, pendant que les autosomes forment des complexes synaptonémaux, les chromosomes X et Y vont effectivement s'isoler dans une vésicule accolée à l'enveloppe nucléaire : la vésicule sexuelle. Donc cette vésicule se forme bien durant la phase zygotène.

**C FAUX** La concrétisation du brassage intra chromosomique a lieu lors de la séparation des bivalent, **en anaphase I**. Le stade pachytène correspond à **l'origine du brassage intrachromosomique**. (Bonne association : C-7)

**D FAUX** Entre les deux méioses, il n'y a pas de duplication. (Aucune bonne association)

**E FAUX** En zygotène, on observe la formation de complexes synaptonémaux. Puis **au pachytène**, on observe au niveau des nodules de recombinaisons des torsions qui permettent aux chromosomes homologues de se croiser et de former des chiasmats où vont se dérouler les crossing over. (Bonne association : E-3)

**Question 46 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ABC**

- A. f-4
- B. g-10
- C. h-6
- D. i-11
- E. j- 12

**A VRAI** En diplotène, on observe bien une décondensation de la chromatine, ce qui permet une activité transcriptionnelle.

**B VRAI** La méiose II s'apparente à une mitose à 23 chromosomes. Donc en métaphase II, les chromosomes s'alignent bien sur une plaque équatoriale « classique »

**C VRAI** Pour séparer les chromosomes homologues, Les kinétochores associés aux chromatides sœurs exercent bien une traction dans le même sens en métaphase I.

**D FAUX** La séparation du bivalent sexuel se passe durant l'**anaphase I**. (Bonne association : i-7)

**E FAUX** En fin de Téléphase II, les 4 cellules obtenus seront génétiquement distinctes, notamment grâce aux brassages intra et interchromosomique. (Aucune bonne association)

### **Question 47 – Concernant la gamétogenèse : E**

- A. Il y a 23 complexes synaptonémaux aussi bien chez l'homme que chez la femme.
- B. Les crossing-over sont impossibles au niveau des chromosomes sexuels masculins.
- C. À la fin de la méiose équationnelle, on obtient des cellules sous la forme [2N ; 2C].
- D. À la fin de la méiose réductionnelle, on obtient des cellules sous la forme [N ; C].
- E. La ségrégation des chromosomes sexuels a lieu dans les deux sexes.

**A FAUX** Chez la femme, on observe bien 23 complexes synaptonémaux par contre, chez l'homme on observe 22 complexes synaptonémaux. En effet, les chromosomes X et Y ne se comportent pas comme les autosomes à cause de la trop grande différence de taille entre les 2 chromosomes.

**B FAUX** Malgré que les chromosomes X et Y ne forment pas de complexe synaptonémal, il existe une région en commun entre les deux chromosomes, la région pseudo-autosomale, où les chromosomes peuvent s'apparier et former des *crossing over*.

**C FAUX** La méiose équationnelle ou méiose II permet d'avoir des cellules sous la formule chromosomique [N ; C].

**D FAUX** La méiose réductionnelle, ou méiose I permet d'avoir des cellules sous la formule [N ; 2C].

**E VRAI** La ségrégation des chromosomes sexuels correspond à la séparation des chromosomes sexuels en anaphase I. Elle a bien lieu dans les deux sexes en revanche, **ses conséquences** seront différentes selon le sexe.

### **Question 48 – Soit une liste de cellule germinales et des propositions de formules : nombre(N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : ABD**

- A. a-3
- B. b-4
- C. c-1
- D. d-1
- E. e-2

**A VRAI** En dehors de tout multiplication, mitose ou méiose, une cellule a une formule [2N ; 2C].

**B VRAI** La spermatogonie B en phase S va doubler son contenu en ADN, donc elle possède une formule [2N ; 4C].

**C FAUX** L'ovocyte II est produit lors de l'ovulation. Elle reste bloquée **en métaphase II** après la remise spontanée de la méiose donc elle sera sous la forme [**N ; 2C**]. (Bonne association : c-2)

**D VRAI** Le second globule polaire est produit lors de la fécondation, pour la formation du pronucléus femelle. Il est bien de formule [**N ; C**].

**E FAUX** Le spermatocyte I est la cellule qui **précède la méiose**, vu qu'on se situe **avant la phase S**, elle est de formule [**2N ; 2C**]. (Bonne association : e-3)

### **Question 49 – Concernant l'ovogenèse : BCDE**

- A. A la naissance, il y a 1 million d'ovocytes I dans chaque ovaire contenu dans des follicules.
- B. La méiose féminine ne sera complète qu'à l'extérieur de l'ovaire.
- C. La zone pellucide et la thèque interne apparaissent durant le même stade.
- D. À partir de la puberté, environ 1/1000 des ovocytes I reprendront la méiose.
- E. L'ovulation s'achève par la rupture du follicule mûr.

**A FAUX** A la naissance, il y a 1 million d'ovocytes I mais ils sont **répartis dans les deux ovaires**.

**B VRAI** Pour que la méiose féminine soit complète, il faut qu'il y ait fécondation et celle-ci se déroule dans les trompes, au niveau de l'ampoule.

**C VRAI** La zone pellucide et la thèque interne se forment lorsque le follicule est au stade secondaire pré antral.

**D VRAI** Entre la puberté et la ménopause, sur 400 000 ovocytes, seulement 400 vont reprendre la méiose.

**E VRAI**

### **Question 50 – Concernant la spermatogenèse : ACE**

- A. Le stock de spermatogonies Ad est en théorie constant.
- B. La formation de l'acrosome ainsi que la formation du flagelle démarrent avant la condensation visible de la chromatine.
- C. Les pièces principale et intermédiaire se distinguent par leurs structures péri-axonémales.
- D. La gaine mitochondriale est hélicoïdale et constituée de 2 à 3 tours de spires.
- E. Le rendement chez l'homme est plutôt faible comparé aux autres mammifères.

**A VRAI** Par la mise en place d'une mitose asymétrique, chaque division d'une spermatogonie Ad donnera une spermatogonie Ap et une spermatogonie Ad. Cela permet donc de garder le stock de spermatogonies Ad constant.

**B FAUX** La formation du flagelle, la formation de l'acrosome et la condensation de la chromatine démarrent de **manière synchrone** mais ces événements ont une temporalité différente.

**C VRAI** Dans la pièce intermédiaire, on observe une gaine mitochondriale et des fibres denses alors dans la pièce principale, on trouve une gaine fibreuse et des fibres denses.

**D FAUX** La gaine mitochondriale est bien hélicoïdale mais elle est constituée de **8 à 10** tours de spires.

**E VRAI** Ce faible rendement s'explique par le fait que la spermatogenèse humaine comporte peu de phases de multiplications que les autres mammifères.

### Epreuve majeure 3 2019/2020

#### Question 51 – Concernant la gamétogenèse : ADE

- A. Une phase S précède la première division méiotique.
- B. Les prophases I et II sont des étapes longues et complexes.
- C. Les conséquences de la ségrégation des chromosomes sexuels sont visibles dans les deux sexes.
- D. La méiose I permet d'expliquer à elle seule la diversité gamétique.
- E. Les gamètes ne sont pas des produits directs de la méiose.

**A VRAI** La phase S va bien précéder la méiose I pour que la cellule germinale puisse être sous la forme **[2N ; 4C]**.

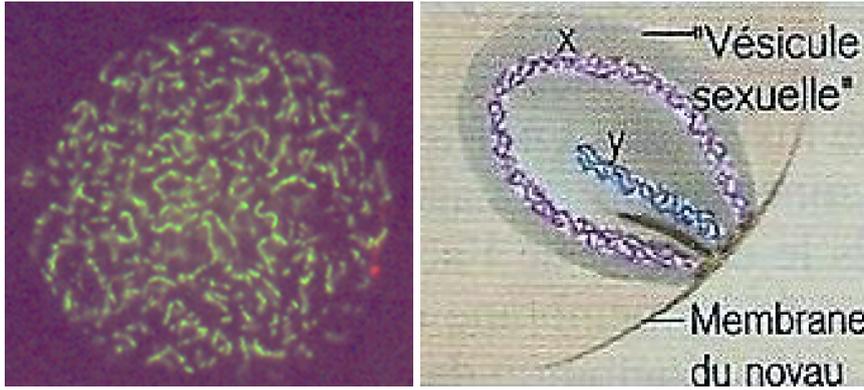
**B FAUX** Seule la prophase I est longue et complexe (Rappelez-vous que la méiose II dure moins d'une journée, donc la prophase II sera extrêmement rapide).

**C FAUX** La ségrégation des chromosomes sexuels a bien lieu dans les deux sexes par contre, elle n'aura de **conséquences que dans la méiose masculine**, avec la création de 2 populations de cellules germinales : une ayant le chromosome sexuel X et une autre avec le chromosome sexuel Y. Dans la méiose féminine, la ségrégation n'aura **pas de conséquences visibles** car les deux **chromosomes X** sont **identiques**.

**D VRAI** La méiose I comporte le stade **pachytène** en prophase I, l'étape **métaphase I** et l'étape **anaphase I**. Ces trois étapes sont hyper importantes car elles vont permettre les brassages chromosomiques. Le stade **pachytène** va être le point d'**origine du brassage intra chromosomique** et **l'anaphase I** va **la concrétiser** avec la séparation des chromosomes homologues. La **métaphase I** va être responsable du **brassage inter chromosomique** avec le **positionnement aléatoire des chromosomes au sein de chaque bivalents**. Donc, on va bien ici que la méiose I va être responsable des différents brassages chromosomiques et ainsi de la diversité gamétique.

**E VRAI** C'est une phrase à connaître par cœur +++.

#### Question 52 – Concernant la gamétogenèse : C



- A. Ces deux images sont visibles durant le même stade.
- B. L'évènement de l'image de droite a lieu durant le stade le plus long de la méiose masculine.
- C. L'image de gauche représente une individualisation des chromosomes.
- D. L'image de droite peut être visible durant les méioses masculine et féminine.
- E. L'image de gauche correspond au stade du « bouquet » également appelé zygotène.

- L'image de gauche représente une cellule germinale en phase **leptotène** (Item **E faux**) : Cette image représente donc **l'individuation des chromosomes** (item **C vrai**) et leur **attachement à l'enveloppe nucléaire**.
- L'image de droite représente une vésicule sexuelle. Cette vésicule apparait durant le stade **zygotène** et elle n'est présente **que dans la méiose masculine** (Item **D faux**). Cette vésicule sert à séparer les chromosomes sexuels des autres chromosomes homologues durant la prophase I car les chromosomes sexuels ne se comportent pas comme des autosomes dû à leurs différences de tailles.

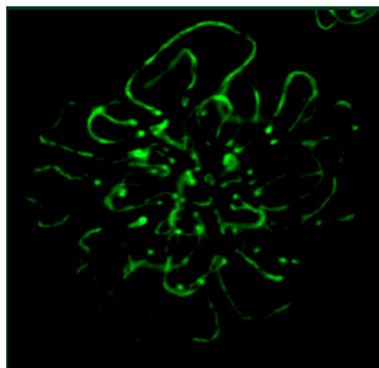
**A FAUX** Ces deux images représentent bien des stades différents de la prophase I.

**B FAUX** L'étape la plus longue de la méiose masculine est le stade **pachytène** et non le stade zygotène.

**C VRAI**

**D FAUX**

**E FAUX** Voici à quoi ressemble le noyau au stade du bouquet :



### Question 53 – Concernant les anomalies génétiques de la méiose : CE

- A. Une polyplôidie est une anomalie qui concerne un nombre restreint de paires de chromosomes.
- B. Une non-disjonction en anaphase II entraînera, à terme, la formation de 4 gamètes anormaux.
- C. La plupart des monosomies entraînent un arrêt de développement.
- D. Seule la trisomie 21 est viable.
- E. Les gamètes féminins anormaux sont fécondables.

**A FAUX** Une polyplôide est une anomalie qui va concerner TOUT le génome. Elle correspond à une multiplication d'un génome et va donner des cellules ayant 3 voire 4 lots complets de chromosomes (soit au moins 3N chromosomes).

**B FAUX** Une non-disjonction en anaphase II entraînera à terme la formation de **2 gamètes anormaux et de 2 gamètes normaux**.

**C VRAI** Exceptée pour la monosomie du chromosome X dans le cadre du syndrome de Turner, toutes les autres monosomies vont entraîner un arrêt de développement.

**D FAUX** En plus de la trisomie 21, les trisomies 13, 18 et des chromosomes sexuels (= 47, XXY pour le syndrome de Klinefelter ou le syndrome XYY) sont viables.

**E VRAI** C'est ce qui explique que des individus peuvent avoir, par exemple, le syndrome de Down.

### Question 54 – Concernant l'ovogenèse : BE

- A. La dégénérescence des ovogonies est plus importante durant la période fœtale.
- B. C'est dans un follicule de Graaf que l'on verra l'ovocyte I devenir un ovocyte II.
- C. Durant la maturation du follicule, la thèque interne et la thèque externe vont se former en même temps.
- D. Lors de l'ovulation, l'établissement de connexions de type GAP vont permettre la reprise de la méiose.
- E. La fragilisation de la thèque externe est due à l'action des collagénases.

**A FAUX** Tout est vrai dans cet item sauf que cette dégénérescence a lieu à partir du 6<sup>ème</sup> mois jusqu'à la naissance et durant ce période, on parle **d'ovocytes I** et non d'ovogonies.

**B VRAI** le follicule de Graaf est un autre nom qui désigne le **follicule pré-ovulatoire**. C'est sur ce follicule que va agir le pic gonadotrope (notamment la LH) pour déclencher la maturation nucléaire qui va permettre la reprise de la méiose de l'ovocyte I et le faire évoluer en ovocyte II.

**C FAUX** La thèque interne va se former au **stade de follicule secondaire pré-antral** alors que la thèque externe se forme au **stade folliculaire antral**.

**D FAUX** Au contraire, c'est la **rupture** des connexions de type GAP par la LH qui va permettre la reprise de la méiose.

**E VRAI** La fragilisation de la thèque externe est bien dû à l'action des collagénases. Les hydrolases vont fragiliser l'apex ovarien. Ces deux actions enzymatiques sont importantes pour l'expulsion du complexe cumulo-ovocytaire lors de l'ovulation.

### **Question 55 – Concernant la spermatogenèse : BCE**

- A. Le spermatocyte I est plus petit que la spermatide ronde.
- B. Les 3 étapes de la spermatogenèse ont une durée à peu près équivalente.
- C. L'axonème du flagelle dérive du centriole distal.
- D. Étant donné que le centriole proximal n'a aucun rôle, il sera éliminé.
- E. L'évolution complète de la lignée masculine est d'environ 74 jours.

**A FAUX** C'est l'inverse, plus la cellule va se différencier, plus elle sera petite. Donc, la spermatide ronde va être plus petite que le spermatocyte I.

**B VRAI** La phase de multiplication et de différenciation dure 27 jours, la méiose dure 24 jours et la spermiogenèse dure 23 jours. Au vu du nombre de jours très proches pour chaque étape, on peut dire que ces 3 étapes ont effectivement une durée similaire.

**C VRAI**

**D FAUX** Le centriole proximal évoluera en *spermastere* durant la fécondation pour permettre le rapprochement des deux pronucléus ainsi que d'assurer la première division de l'œuf. Donc le centriole proximal aura un rôle très important.

**E VRAI**  $27+24+23=74$  😊

### **Question 56 – Concernant la spermatogenèse et l'ovogenèse : A**

- A. Une spermatogonie Ap donnera 16 spermatozoïdes.
- B. L'ovocyte II a une durée de vie de quelques jours.
- C. Lors de la spermiogenèse, les histones sont remplacées par des protamines issues du génome sertolien.
- D. Les deux globules polaires ont la même quantité d'ADN.
- E. ~~Si on compare les durées d'évolutions entre la spermatogenèse et l'ovogenèse à partir de la puberté, la spermatogenèse dure le plus longtemps.~~

**A VRAI** Une spermatogonie Ap donnera deux spermatogonies B. Ces spermatogonies B donneront chacune deux spermatocytes I, soit **4 spermatocytes I**. Chaque spermatocyte donnera deux spermatocytes II lors de la méiose I, on a donc **8 spermatocytes II**. Durant la deuxième méiose,

chaque spermatocyte II donnera deux spermatides rondes qui vont se différencier en spermatozoïdes.

Au final, on a bien **16 spermatozoïdes** à partir d'une spermatogonie Ap.

**B FAUX** La durée de vie d'un ovocyte II est comprise entre **12 et 24h** (contrairement au spermatozoïde qui a une durée de vie maximale d'une semaine).

**C FAUX** Durant la spermiogenèse, les histones seront bien remplacées par des protamines, cependant, ces protamines sont originaires du **génomme haploïde** du spermatozoïde en devenir.

**D FAUX** Le premier globule polaire est sous la forme [**N ; 2C**], Le second globule polaire est sous la forme [**N ; C**]. En sachant que le « C » correspond à la quantité en ADN et que le « N » correspond au nombre de chromosomes, alors les deux globules polaires n'ont pas la même quantité d'ADN ;

**E** Item **annulé** car mal formulé.

## Epreuve majeure 2 2019/2020

**Question 57 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : BE**

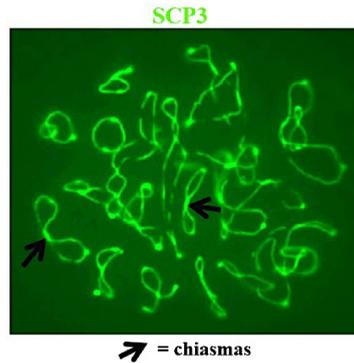
- A. a-2
- B. b-1
- C. c-3
- D. d-6
- E. e-5

**A FAUX** L'étape la plus longue de la méiose masculine est le stade pachytène, et non le stade zygotène. (Bonne association a-3).

**B VRAI** Durant le stade leptotène, les chromosomes vont bien s'attacher à l'enveloppe nucléaire et s'individualiser.

**C FAUX** L'étape la plus longue de la méiose féminine est le stade **diplotène**. Cette étape dure plusieurs années, environ 12 ans pour le premier follicule mûr qui va reprendre la méiose à la puberté voire 45 ans pour le dernier le follicule avant la ménopause. (Bonne association c-4)

**D FAUX** Les bivalents se séparent au centre des centromères mais restent attachés au niveau des chiasmata durant les stades **diplotène** et **diacinèse** (Bonne association : d-4 ou d-5).



**E VRAI** Lors du stade diacinèse, la décondensation de l'ADN cesse et on observe une nouvelle condensation afin de préparer la séparation des bivalents.

**Question 58 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : ACDE**

- F. f-4
- G. g-6
- H. h-3
- I. i-10
- J. j-7

**A VRAI** Au stade diplotène, on observe bien une décondensation de l'ADN permettant une transcription. Cette décondensation est nécessaire pour la survie des ovocytes I dans la méiose féminine.

**B FAUX** La vésicule sexuelle disparaît en **diacinèse**, lorsque les autosomes se détachent de l'enveloppe nucléaire et permet de dévoiler le bivalent sexuel attaché bout à bout. **Entre le stade diacinèse et la métaphase I**, c'est l'**enveloppe nucléaire** qui disparaît. (Bonne association : g-5)

**C VRAI** Durant le stade pachytène, On a l'apparition de nodules de recombinaisons ainsi qu'une condensation extrême et une torsion de l'ADN permettant la possibilité de *crossing-over* et donc un brassage intrachromosomique.

**D VRAI** Les kinétochores exercent bien une traction dans le sens opposé, contrairement à la métaphase I où les kinétochores exercent une traction dans le même sens.

**E VRAI** En anaphase I, le bivalent sexuel va se séparer dans deux cellules. En cas de disjonction, le bivalent sexuel ne se séparera pas et on retrouvera une cellule avec une formule 24 XX (ou 24 XY dans le cas d'une méiose féminine) et une cellule avec la formule 22,0.

**Question 59 – Concernant l'ovogenèse : ACDE**

- A. À partir du 6<sup>ème</sup> mois et jusqu'à la naissance, on assistera à la dégénérescence de plusieurs millions ovocytes I.

- B. Ce phénomène de dégénérescence est compensé par une phase de multiplication.
- C. La maturation complète d'un follicule dure plusieurs mois.
- D. Les globules polaires n'ont que pour rôle d'éliminer le matériel génétique excédentaire.
- E. Il y a autant de premiers globules polaires que d'ovulations.

**A VRAI** Entre le 6<sup>ème</sup> mois de développement embryonnaire et naissance on assiste à une dégénérescence massive des ovocytes I : on passe de 6 à un million d'ovocytes I.

**B FAUX** Suite à la dernière multiplication durant le 4<sup>ème</sup> mois de développement, il n'y aura plus de phase de multiplication et donc le stock d'ovogonies et par extension d'ovocytes I ne fera que de diminuer avec le temps.

**C VRAI** La maturation complète d'un follicule dure environ 6 mois.

**D VRAI** La méiose féminine se base sur une division très asymétrique pour permettre l'ovocyte d'être riche en organelle afin d'assurer le développement du futur œuf. Donc les globules polaires produits durant la méiose ont très peu de cytoplasme, sont incapables de se diviser et servent uniquement à éliminer l'excédent de matériel génétique.

**E VRAI** Le premier globule polaire est produit lors de la reprise de la méiose durant l'ovulation. Donc il y aura bien autant de globules polaires I que d'ovulations.

### **Question 60 – Concernant la spermatogenèse : CD**

- A. Seules les spermatogonies Ad et Ap sont en contact de la membrane propre.
- B. Les 3 événements de la spermiogenèse ont une temporalité semblable.
- C. La condensation de la chromatine est incompatible avec une activité transcriptionnelle.
- D. La principale différence entre le spermatozoïde et la spermatide allongée réside dans la présence d'un corps résiduel.
- E. Le contenu du sac acrosomique est compris entre la membrane plasmique et la membrane acrosomique externe.

**A FAUX** Il existe **3 types** spermatogonies au contact de la membrane propre du tube séminifère :

- Les spermatogonies Ad
- Les spermatogonies Ap
- Les spermatogonies B

**B FAUX** Les 3 événements de la spermiogenèse commencent de manière synchrone mais ils ont une temporalité **différente**. En effet, le flagelle et l'acrosome se mettent rapidement en place contrairement à la condensation de la chromatine qui est plus progressive.

**C VRAI** La condensation de la chromatine est bien incompatible avec une activité transcriptionnelle. Cette condensation sert de protection au matériel génétique contre les agressions extérieures durant le transport.

**D VRAI** Le corps résiduel est normalement éliminé par une phagocytose effectuée par les cellules de Sertoli, permettant de faire passer la spermatide allongée en spermatozoïde.

**E FAUX** Le contenu du sac acrosomal est compris entre les membranes acrosomiques externe et interne.

**Rappel** : la tête du spermatozoïde est composée successivement de :(de l'extérieur vers l'intérieur)

- La membrane plasmique ;
- La membrane acrosomique externe ;
- Le contenu du sac acrosomique ;
- La membrane acrosomique interne ;
- L'enveloppe nucléaire ;
- Le noyau

**Question 61 – Si on compare l'ovogenèse et la spermatogenèse : BCE**

- A. Le spermatocyte I en pré-leptotène et le premier globule polaire sont tous deux [N ; 2C].
- B. Le spermatozoïde et le second globule polaire sont tous deux [N ; C]
- C. La spermatogonie B en phase S et ovocyte I sont deux [2N ; 4C].
- D. Le spermatozoïde et l'ovocyte II sont tous deux [N ; C].
- E. Le spermatocyte II et le premier globule polaire sont tous deux [N ;2C].

Rappels :

- La spermatogonie B en phase S a une formule chromosomique [2N ; 4C]
- Le spermatocyte I en pré-leptotène a une formule chromosomique [2N ;4C]
- Le spermatocyte II a une formule chromosomique [N ;2C]
- L'ovocyte I a une formule chromosomique [2N ;4C]
- L'ovocyte II a une formule chromosomique [N ;2C]
- Le globule polaire I a une formule chromosomique [N ;2C]
- Le second polaire II a une formule chromosomique [N ; C]
- Le spermatozoïde a une formule chromosomique [N ; C]

A FAUX

B VRAI

C VRAI

D FAUX

E VRAI

**Epreuve majeure 1 2019/2020**

**Question 62 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : AB**

F. a-2

- G. b-4
- H. c-4
- I. d-3
- J. e-5

**A VRAI** L'apparition de la vésicule sexuelle se passe durant le stade zygotène dans la méiose masculine pour isoler les chromosomes sexuels des autres chromosomes, lorsque les chromosomes homologues s'apparient par la formation de complexes synaptonémaux.

**B VRAI** La décondensation et la transcription de l'ADN est possible en diplotène, cela permet aux ovocytes I de rester bloqués pendant plusieurs années avant la reprise de la méiose et d'avoir un métabolisme.

**C FAUX** Le stade **pachytène** est le stade le plus long dans la méiose masculine. (Bonne association : C-3).

**D FAUX** Le stade **diplotène** est le plus long dans la méiose féminine. (Bonne association : D-4)

**E FAUX/VRAI** Au stade diacinèse, les bivalents vont **se détacher** de l'enveloppe nucléaire mais celle -ci ne disparaît pas autant, elle disparaîtra plus tard **en métaphase I**. (Bonne association : E-6)

Après avoir demandé l'avis du Pr Guérin sur la question, il m'a répondu ceci : " L'enveloppe nucléaire disparaît à la fin du stade diacinèse ; mais on pourrait dire aussi « au début de la métaphase 1 » " Du coup, il y avait bien une ambiguïté sur cet item, donc elle passe aussi en **vrai/faux**. Il m'a aussi assuré qu'il ne poserait pas ce type de question mais dans le doute, reprenez la parole du professeur.

### **Question 63 – Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont correctement associés aux étapes (désignées par des nombres) : A**

- F. f-6
- G. g-7
- H. h-10
- I. i-6
- J. j-12

**A VRAI** Le brassage interchromosomique se passe bien en métaphase I. Ce brassage est dû à la répartition aléatoire des chromosomes au sein de chaque bivalent.

**B FAUX** Le brassage intrachromosomique se déroule durant le stade **pachytène**. Durant ce stade, les chromosomes homologues vont se croiser et former des chiasmata ou *crossing-over* pour permettre l'échange de matériel génétique. L'anaphase I permet **la concrétisation** des *crossing-over*. (Bonne association : G-3)

**C FAUX** En métaphase II, les kinétochores associés aux chromatides sœurs exercent une traction dans le **sens opposé**. C'est en **métaphase I** que les kinétochores exercent une traction dans le **même sens**. (Bonne association : H-6)

**D FAUX** cf Item C (Bonne association : I-10).

**E FAUX** Les gamètes fécondables sont le spermatozoïde et l'ovocyte II fécondable. Or, le spermatozoïde s'obtient après une phase de différenciation à la suite de la méiose et l'ovocyte II s'obtient lors de la métaphase II. Attention : Les gamètes ne sont pas des produits directs de méiose. (Aucune bonne association.)

### **Question 64 – Concernant le cycle de reproduction et la gamétogenèse : ADE**

- A. La reproduction sexuée correspond à l'alternance entre la phase haploïde et la phase diploïde.
- B. Chez l'Homme, la phase haploïde prédomine.
- C. La méiose I est dite « *équationnelle* ».
- D. La méiose II s'apparente à une mitose à 23 chromosomes.
- E. Les conséquences de la ségrégation des chromosomes sexuels ne sont visibles que dans la lignée germinale masculine.

**A VRAI** Cette alternance est permise par la méiose et la fécondation.

**B FAUX** Chez l'Homme, c'est la phase **diploïde** qui prédomine.

**C FAUX** La méiose I correspond à la méiose **réductionnelle** pour passer d'une cellule sous la forme  $[2N ; 4C]$  à deux cellules sous la forme  $[N ; 2C]$ .

**D VRAI**

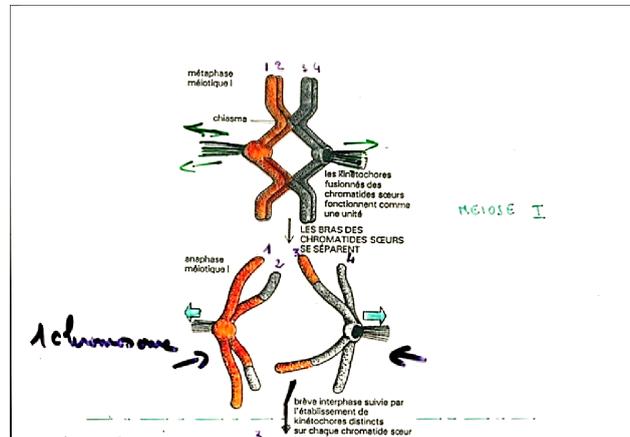
**E VRAI** La ségrégation des chromosomes sexuels correspond à la séparation des chromosomes sexuels dans des cellules distinctes. Cette ségrégation aura des conséquences visibles que dans la lignée germinale masculine car elle va donner deux populations de cellules : celle avec un chromosome X et celle avec un chromosome Y. Chez la femme, cette ségrégation n'aura pas de conséquence visible car les chromosomes sexuels sont identiques.

### **Question 65 – Concernant les aspects génétiques de la méiose : BD**

- A. Le brassage interchromosomique permet d'expliquer à lui seul la variété infinie de combinaisons chromosomiques, ce qui permet d'avoir des spermatozoïdes différents sur le plan génétique.
- B. Le brassage intrachromosomique permet d'expliquer que les chromatides sœurs des chromosomes ne sont plus identiques à la fin de l'anaphase I.
- C. Le syndrome de Klinefelter (47, XXY) est dû uniquement à une anomalie de la méiose paternelle.
- D. Le syndrome de Turner (45, XO) peut être dû à une anomalie de méiose I ou de la méiose II chez l'un ou l'autre des parents.
- E. Les phénomènes de brassages chromosomiques sont différents entre la méiose masculine et féminine.

**A FAUX** C'est le brassage **intrachromosomique** qui permet un nombre « infini » de combinaisons. Le brassage interchromosomique permet de faire environ 8,4 millions de combinaisons.

**B VRAI** L'anaphase I permet la séparation des bivalents de chromosomes au niveau des chiasmas, ce qui va entraîner un échange de matériel génétique au niveau des chromatides sœurs. Ils ne sont alors plus identiques.



*Séparation des deux chromosomes homologues au sein d'un bivalent.*

**C FAUX** Le syndrome de Klinefelter peut être causé par une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la mère, ou une anomalie de méiose 1 chez le père.

**D VRAI** Une anomalie de méiose paternelle ou maternelle peut effectivement entraîner un syndrome de Turner.

**E FAUX** Les phénomènes de brassage chromosomique sont identiques entre la méiose masculine et féminine, seules les conséquences de la ségrégation des chromosomes sexuels les différencient.

**Question 66 – Soit une liste de cellule germinales et des propositions de formules : nombre(N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : A**

- A. a-1
- B. b-2
- C. c-3
- D. d-4
- E. e-1

**A VRAI** Le spermatide ronde est le produit direct de la méiose, donc il est bien sous la forme  $[N ; C]$ .

**B FAUX** Le spermatocyte I en leptotène correspond à une cellule germinale mâle pendant la méiose I, donc elle a subi une phase S avant et donc il sous la forme  $[2N ; 4C]$ . (Bonne association : B-4).

**C FAUX** L'ovocyte I est une cellule germinale féminine qui reste bloqué au stade diplotène donc elle n'a pas fini sa première méiose et est sous la forme  $[2N ; 4C]$ . (Bonne association : C-4).

**D FAUX** Le premier globule polaire est issu de la première méiose féminine, il est donc sous la forme  $[N ; 2C]$ . (Bonne association : D-2).

**E FAUX** L'ovocyte fécondable correspond à l'ovocyte II donc il est sous la forme **[N ; 2C]**. (Bonne association : E2)

### **Question 67 – Concernant la spermatogenèse : AE**

- A. Les spermatogonies se trouvent au contact de la membrane propre du tube séminifère.
- B. La différenciation des cellules germinales se fait dans le sens centrifuge dans le tube séminifère.
- C. A l'issue de la méiose, on obtient des spermatides allongées.
- D. Au cours de la spermiogenèse, le premier phénomène visible est la condensation de la chromatine.
- E. Une absence de phagocytose par la cellule de Sertoli lors de la spermiation est pathologique.

**A VRAI** En effet, les spermatogonies sont en contact avec la membrane basale et deviennent des spermatocytes dès qu'elles quittent le compartiment basal pour se positionner entre deux cellules de Sertoli.

**B FAUX** La différenciation des cellules se fait dans le sens centripète, c'est-à-dire de l'extérieur vers l'intérieur.

**C FAUX** À l'issue de la méiose, on obtient des spermatides **rondes**.

**D FAUX** La condensation de la chromatine est un phénomène progressif, donc on verra avant la formation du flagelle et la formation de l'acrosome car ces phénomènes sont plus rapides.

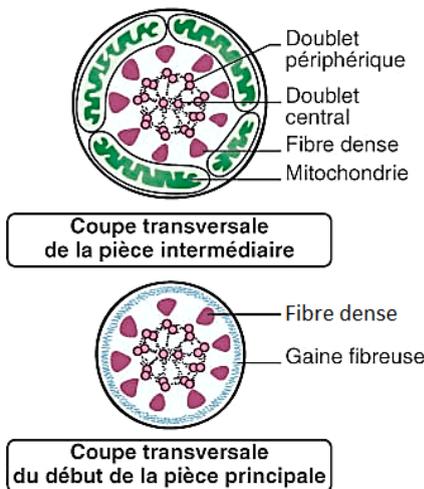
**E VRAI** La phagocytose lors de la spermiation permet d'éliminer le corps résiduel et de libérer les spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère. Une absence de phagocytose peut entraîner un mauvais mouvement des spermatozoïdes.

### **Question 68– Concernant le spermatozoïde : BD**

- A. Le flagelle se constitue à partir du centriole proximal.
- B. La principale différence entre les pièces principale et intermédiaire réside dans la composition des structures péri-axonémales.
- C. La composition de la cape post-acrosomique est sensiblement identique à l'acrosome.
- D. La longueur de la tête du spermatozoïde correspond à environ un dixième de sa taille totale.
- E. La pièce principale constitue la centrale énergétique du spermatozoïde.

**A FAUX** Le flagelle se constitue à partir du centriole **distal**, le centriole proximal servira lors de la première division de l'œuf.

**B VRAI** En effet, dans la pièce principale, on retrouve en péri-axonémales des fibres denses et de la gaine fibreuse alors que dans la pièce intermédiaire, on retrouve des fibres denses et une gaine mitochondriale.



**C FAUX** Contrairement à l'acrosome, la cape post-acrosomique ne contient pas d'enzymes.

**D VRAI** La tête du spermatozoïde mesure environ 5 microns et sa taille totale est d'environ 55 microns : donc on peut effectivement dire que la tête mesure environ un dixième de sa taille totale.

**E FAUX** c'est la pièce **intermédiaire** qui correspond à la centrale énergétique du spermatozoïde.

### **Question 69 – Concernant l'ovogenèse : BDE**

- A. La dégénérescence des follicules primordiaux est plus importante durant l'enfance comparée à la période foetale.
- B. On retrouvera environ 400 000 ovocytes I répartis dans les deux ovaires à la puberté.
- C. Entre le sixième mois de développement foetal et la naissance, on passe d'environ six millions à un million d'ovogonies.
- D. Lors de sa maturation finale, l'ovocyte va subir une maturation cytoplasmique et une maturation nucléaire.
- E. La maturation nucléaire est permise par l'action de la LH qui va entrainer la rupture de connections de type GAP.

**A FAUX** La dégénérescence des follicules primordiaux est importante durant la période foetale. En effet, on passe de 6 millions à un millions de follicules.

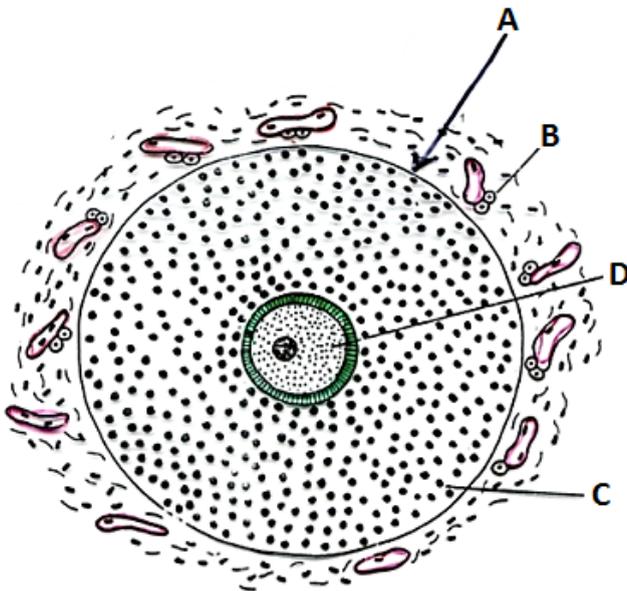
**B VRAI**

**C FAUX ATTENTION** /!\ : À partir du sixième mois de développement foetale, on ne parle plus d'ovogonies mais **d'ovocytes**. Sinon le reste de l'item est vrai.

**D VRAI** Durant sa maturation finale, l'ovocyte va subir une maturation nucléaire qui correspond à la reprise de la méiose et une maturation cytoplasmique qui correspond à la formation des granules corticaux.

**E VRAI** La LH va bien rompre les connexions de type gap de la corona radiata ce qui permet une reprise de la méiose par l'ovocyte.

### **Question 70 – Concernant l'ovogenèse : ACE**



- A. La légende A désigne la membrane de Slavjanski.
- B. La légende B désigne la thèque externe.
- C. La légende C désigne la granulosa, comportant entre 3000 et 5000 cellules folliculaires.
- D. La légende D désigne un ovocyte II entouré de sa zone pellucide.
- E. Il faut environ 3 mois pour passer du stade représenté par le schéma au follicule mûr.

**A VRAI**

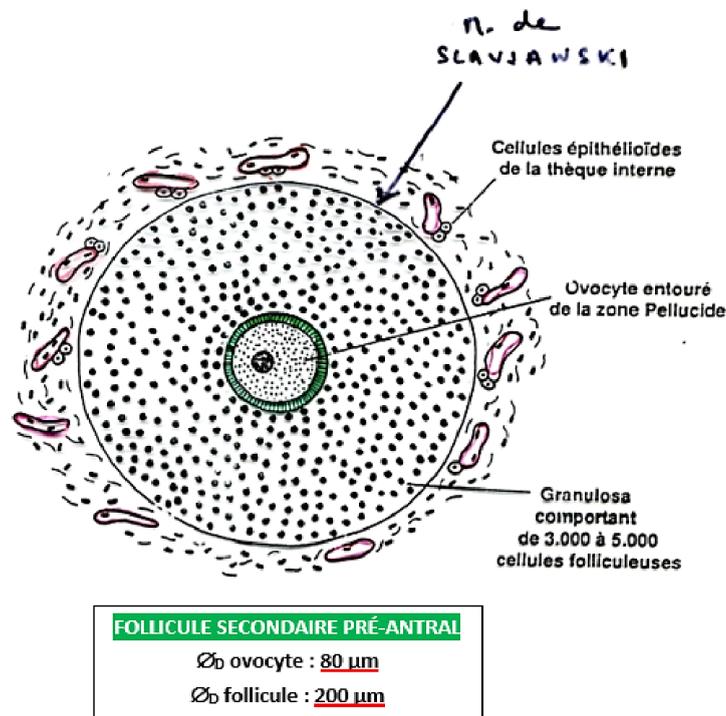
**B FAUX** Il s'agit de la thèque **interne**.

**C VRAI**

**D FAUX** Il s'agit d'un **ovocyte I** entouré de sa zone pellucide.

**E VRAI** Le schéma représente un follicule secondaire pré-antral, c'est durant ce stade que l'ovocyte synthétise sa zone pellucide. Or il faut savoir qu'au stade pré-ovulatoire, la zone pellucide est âgée de 3 mois donc on en déduit qu'il faut 3 mois pour passer du follicule pré-antral au follicule mûr.

Voici le schéma de correction :



### Question 71 – Si on compare l’ovogenèse et la spermatogenèse : CD

- A. Les évènements concernant la période fœtale sont sensiblement les mêmes.
- B. Le nombre des gamètes produits sera semblable durant toute la vie.
- C. Les gamètes fécondables ne sont pas des produits directs de la méiose.
- D. Toutes les deux ne peuvent se finaliser qu’après la puberté.
- E. L’achèvement des deux méioses se produit à l’extérieur de la gonade.

**A FAUX** Contrairement à l’ovogenèse, la spermatogenèse n’a pas de phase de dégénérescence des cellules germinales.

**B FAUX** Chez la femme, le nombre de gamètes est d’environ 400 alors que chez l’homme, ce nombre est largement supérieur.

**C VRAI** La méiose mâle donne des spermatozoïdes ronds et l’ovocyte II fécondable est bloqué en métaphase II. Donc la méiose ne produit pas directement les gamètes.

**D VRAI** En effet, une ovogenèse est permise par le pic gonadotrope et la fécondation. La spermatogenèse est permise lorsque les tubes séminifères deviennent creux. Ces différents événements n’ont lieu à partir de la puberté.

**E FAUX** L’achèvement de la méiose en extra-gonadique est valable seulement pour l’ovogenèse.

**Question 72 - Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : D**

- A. A-1.
- B. B-5.
- C. C-6.
- D. D-2.
- E. E-3.

- A. **FAUX**, les chiasmata ne sont pas visibles au stade leptotène (ils ne sont même pas constitués), ils le sont au stade diplotène, lorsque les chromosomes sont sous leur forme décondensée.
- B. **FAUX**, l'étape pendant laquelle une activité transcriptionnelle est possible est le diplotène.
- C. **FAUX**, la ségrégation des chromosomes sexuels se produit en anaphase I, lorsque les chromosomes sexuels sont chacun attirés vers des pôles opposés. En métaphase I, ils ne sont pas encore séparés.
- D. **VRAI**, le zygotène est aussi appelé stade du bouquet ou stade de l'araignée.
- E. **FAUX**, les conséquences du brassage intrachromosomique apparaissent à l'anaphase I, lorsque les chromosomes homologues se séparent. Le stade du pachytène est le stade pendant lequel les crossing-over se forment.

**Question 73 - Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : ACD**

- A. F-7.
- B. G-3.
- C. H-2.
- D. I-8.
- E. J-11.

- A. **VRAI**, pour avoir un gamète 24, XY, cela signifie qu'il y a eu une erreur de non-disjonction. Or, cette erreur de non-disjonction n'est possible qu'en anaphase I, car les deux chromosomes sexuels ont été attirés vers le même pôle de la cellule. Dans le cas d'une anomalie de disjonction en anaphase II, ce sont les deux chromatides sœurs qui seraient emportées vers le même pôle de la cellule. On obtiendrait des gamètes de formule 24, XX ou 24, YY.
- B. **FAUX**, les chromosomes se détachent de l'enveloppe nucléaire au stade de la diacinèse, et il se produit une nouvelle condensation. Attention, les chromosomes se condensent également au stade du pachytène, mais ils ne se détachent pas de l'enveloppe nucléaire.
- C. **VRAI**, les complexes synaptonémaux se constituent bien au stade du zygotène. Cela correspond à l'appariement physique des chromosomes homologues.
- D. **VRAI**, à la suite de la méiose I, on obtient bien deux cellules filles de formule chromosomique  $[N, 2C]$ , en télophase I.
- E. **FAUX**, les 4 cellules filles ne sont pas identiques génétiquement, grâce au brassage interchromosomique et au brassage intrachromosomique. Attention, c'est un piège fréquent.

**Question 74 – A propos de la spermatogenèse : C**

- A. Les spermatogonies Ad sont aussi appelées cellules de réserve.
  - B. Les spermatocytes I quittent le compartiment juxta luminal pour le compartiment basal et se positionnent entre deux cellules de Sertoli adjacentes.
  - C. Un nombre important de spermatozoïdes porteurs de corps résiduels est synonyme de mauvais fonctionnement des cellules de Sertoli.
  - D. La gaine mitochondriale est hélicoïdale et constituée de 2 à 3 tours de spires.
  - E. L'acrosome et la cape post acrosomiques se distinguent par les différents types d'enzymes qu'ils contiennent.
- 
- A. **FAUX**, ce sont bien des cellules de réserves mais pas des cellules amplifiantes car elles n'évoluent pas vers un état différencié. Les spermatogonies Ad sont des cellules souches car elles sont capables de s'autorenouveler de manière indéfinie.
  - B. **FAUX**, c'est l'inverse : Les spermatocytes I quittent le compartiment basal pour le compartiment juxtaluminal.
  - C. **VRAI**, les cellules germinales et les cellules de Sertoli sont en relation très étroite. Ces dernières servent à phagocyter le corps résiduel afin de n'en laisser presque pas. S'il cette phagocytose se fait mal alors les mouvements des spermatozoïdes seront perturbés. D. **FAUX**, il y a 8 à 10 tours de spires.
  - E. **FAUX**, la cape post acrosomique contient bien des enzymes, en revanche l'acrosome ne contient pas d'enzymes.

#### **Question 75 - A propos de l'ovogenèse : E**

- A. La maturation cytoplasmique correspond à l'expulsion des granules corticaux.
  - B. Lors de l'ovulation, l'ovocyte seul est expulsé du follicule de Graaf.
  - C. L'ovulation est facilitée par les contractions des cellules de la thèque interne.
  - D. Les cellules de la granulosa peuvent aromatiser les androgènes produits par la thèque externe, formant des œstrogènes.
  - E. Il faut environ 3 mois pour obtenir un follicule pré-ovulatoire à partir d'un follicule pré-antral.
- 
- A. **FAUX**, elle correspond à l'accumulation des granules corticaux. Ces derniers seront expulsés ultérieurement, au moment de la fécondation.
  - B. **FAUX**, c'est le complexe ovocyte-cumulus oophorus qui est expulsé lors de l'ovulation.
  - C. **FAUX**, l'ovulation est facilitée par les contractions des cellules de la thèque externe. Ces dernières possèdent des cellules musculaires lisses, permettant ces contractions.
  - D. **FAUX**, les androgènes sont produits par la thèque interne. Ils vont traverser la membrane de Slavjanski au stade du follicule antral, afin d'être aromatisés en œstrogènes par les cellules de la granulosa.
  - E. **VRAI**, il faut environ 3 mois pour obtenir un follicule pré-ovulatoire à partir d'un follicule préantral et 6 mois pour obtenir un follicule pré-ovulatoire à partir d'un follicule primordial.

### Concours blanc 1 2018/2019

#### **Question 76- A propos de la méiose : ACDE**

- A. La télophase I correspond à la cytodiérèse.

- B. Le brassage interchromosomique se déroule en métaphase II et offre plus de 8,4 millions de combinaisons d'associations de chromosomes possibles.
- C. Le brassage intrachromosomique permet une variété de combinaison supérieure au brassage interchromosomique.
- D. Il est impossible d'obtenir une mutation mosaïque lors de la méiose.
- E. Une trisomie peut être due à la non disjonction d'une paire de chromosome, pouvant se produire soit à l'anaphase I, soit à l'anaphase II.

**A VRAI**, on observe un étranglement de la cellule mère pour donner deux cellules [N, C], reliées par un pont cytoplasmique. On observe également une reconstitution d'une ébauche nucléaire.

**B FAUX**, le brassage interchromosomique se déroule en métaphase I. Il correspond au positionnement aléatoire des chromosomes homologues sur la plaque métaphasique, et ainsi leur direction vers une cellule fille ou l'autre. Ce brassage permet bien la formation de 8,4 millions de combinaisons d'associations de chromosomes possibles.

**C VRAI**, car le nombre de combinaisons possibles suite au brassage intrachromosomique est infini, tandis qu'il est de 8,4 millions pour le brassage interchromosomique.

**D VRAI**, car toute mutation apparaissant lors de la méiose touchera toutes les cellules de l'embryon. Il est donc impossible qu'une mutation mosaïque apparaisse pendant la méiose.

**EVRAI**, attention à ne pas confondre trisomie, qui concerne une seule paire de chromosomes et triploïdie, qui concerne la totalité des chromosomes, aboutissant à des caryotypes à 69 chromosomes. Cette anomalie peut résulter d'une non-disjonction se produisant autant en anaphase I qu'en anaphase II.

### **Question 77 - A propos de la spermatogenèse : D**

- A. La présence des jonctions communicantes est caractéristique des cellules de Sertoli.
- B. Après la libération des spermatozoïdes dans les tubes séminifères ceux-ci passent dans les tubes droits, dans le rete testis, dans les canaux efférents, dans le canal épendymaire et enfin dans le canal déférent.
- C. Le glissement des microtubules des spermatozoïdes est synchrone.
- D. L'acrosome permet la traversée de la zone pellucide, le flagelle fournit la force nécessaire au déplacement et la pièce intermédiaire constitue la centrale énergétique.
- E. Un col sépare la pièce intermédiaire de la pièce principale du flagelle.

**A FAUX**, ce sont des jonctions serrées

**B FAUX**, l'ordre est correct mais ce n'est pas le canal épendymaire mais **épididymaire**. Le canal épendymaire est un canal situé au centre de la moelle épinière.

**C FAUX**, il est métachrone ce qui permet de générer une onde flagellaire.

**D VRAI**, tout est vrai

**E FAUX**, le col sépare la tête et la flagelle. C'est l'annulus qui sépare la pièce intermédiaire et la pièce principale.

### **Question 78 - A propos de l'ovogenèse : BCE**

- A. A partir de la puberté, environ 400 ovocytes vont terminer leur méiose.
- B. Les deux globules polaires possèdent le même nombre de chromosomes.
- C. A la naissance, on ne trouve en principe plus d'ovogonies dans les ovaires.
- D. La phase de multiplication débute durant la période fœtale, s'arrête pendant l'enfance et reprend à la puberté.
- E. La méiose féminine ne peut s'achever qu'en dehors de l'ovaire.

**A FAUX**, la méiose féminine se termine uniquement en cas de fécondation. En revanche, à partir de la puberté, environ 400 ovocytes vont reprendre leur méiose. La reprise de méiose se fait de la prophase I (diplotène) à la métaphase de la méiose II.

**B VRAI**, le globule polaire I possède comme formule chromosomique  $[N, 2C]$ , tandis que le globule polaire II possède comme formule chromosomique  $[N, C]$ .  $N$  représentant le nombre de chromosomes, les globules polaires I et II possèdent bien le même nombre de chromosomes.

**C VRAI**, à la fin de la phase de multiplication, on retrouve seulement des follicules primordiaux, contenant des ovocytes I bloqués au stade du diplotène. Toutes les autres cellules isolées ne vont pas survivre. Ainsi, à la naissance, on ne retrouve pas d'ovogonies dans les ovaires.

**D FAUX**, la phase de multiplication se déroule exclusivement pendant la période fœtale, elle ne reprend pas à la puberté.

**E VRAI**, que ce soit dans le cas d'une grossesse physiologique ou dans le cas d'une grossesse utérine, la méiose se termine toujours en dehors de l'ovaire. Cependant, le prof a précisé que pour ce genre de questions, s'il n'est pas précisé qu'on parle de pathologie, il faut seulement prendre en compte la situation physiologique.

### **Question 79 - Quelles cellules parmi les suivantes possèdent le même nombre de chromosome et la même quantité d'ADN ? B**

- A. Spermatoocyte I au stade pré-leptotène et globule polaire I.
- B. Spermatoide allongée et globule polaire II.
- C. Spermatoocyte II et ovocyte I.
- D. Spermatoide ronde et ovocyte II.
- E.** Gamète masculin et gamète féminin.

**A FAUX**, le spermatoocyte I au stade pré-leptotène possède  $[2N, 4C]$  tandis que le globule polaire I possède  $[N, 2C]$  (il est issu de la première division de méiose).

**B VRAI**, la spermatoide allongée possède  $[N, C]$  (la méiose est achevée) et le globule polaire II possède  $[N, C]$  (il est issu de la deuxième division de méiose).

**C FAUX**, le spermatocyte II possède [N, 2C] (il est issu de la deuxième division de méiose), tandis que l'ovocyte I possède [2N, 4C] (il est bloqué en prophase I, donc il n'a pas achevé sa première division de méiose).

**D FAUX**, la spermatide ronde, tout comme la spermatide allongée possède [N,C] tandis que l'ovocyte II possède [N, 2C] (la première division de méiose est terminée mais pas la deuxième).

**E FAUX**, le gamète féminin est l'ovocyte II bloqué en métaphase II, il possède donc [N, 2C] tandis que le gamète masculin est le spermatozoïde, qui possède [N, C].

## Epreuve majeure 2 2018/2019

### **Question 80 - A propos de la méiose : CDE**

A. La ségrégation des chromosomes sexuels se produit seulement dans la méiose masculine.

**FAUX**, la ségrégation des chromosomes sexuels se produit dans la méiose masculine et féminine, cependant, celle-ci ne possède pas les mêmes conséquences. En effet, la ségrégation des chromosomes sexuels dans la méiose masculine va déterminer si les cellules filles seront [23, X] ou [23,Y], et ainsi, le sexe de l'embryon s'il y a fécondation.

B. Les anomalies de la méiose sont principalement dues aux anomalies de la méiose masculine.

**FAUX**, il n'y a aucun rapport, il y a autant d'anomalies dans la méiose féminine que dans la méiose masculine.

C. Les conséquences du brassage génétique sont les mêmes dans la méiose masculine et la méiose féminine.

**VRAI.**

D. Des crossing-over trop étendus entre les chromosomes sexuels au sein de la vésicule sexuelle peuvent avoir lieu, pouvant aboutir à des femmes 46, XY ou des hommes 46, XX.

**VRAI**, le gène de la différenciation masculine (SRY) se trouve juste en dessous de la région pseudoautosomique. Si des crossing-over ont lieu dans cette région, le gène SRY peut être déplacé du chromosome Y au chromosome X, pouvant aboutir à des hommes [46, XX] ou des femmes [46, XY].

E. La décondensation de la chromatine au stade du diplotène permet à l'ovocyte I de survivre pendant de nombreuses années grâce à des synthèses protéiques.

**VRAI.**

### **Question 81 – A propos de la spermatogenèse : ACE**

A. Les cellules de Sertoli et les cellules de Leydig sont des cellules de la lignée somatique.

**VRAI** Ce sont les spermatogonies qui sont des cellules de la lignée germinale

B. Les spermatogonies se différencient dès le premier mois du développement embryonnaire.  
**FAUX**, Lors du premier mois, il n'y a que des cellules germinales primordiales.

C. Les trois types de spermatogonies sont au contact de la membrane propre du tube séminifère, en revanche les spermatocytes I ne le sont pas.

**VRAI** Ils ont une évolution centripète, soit de la périphérie vers le centre

D. La vésicule acrosomale a une légère concavité du côté opposé au noyau.

**FAUX** La concavité est tournée vers le noyau

E. À terme, l'axonème sera constitué de neuf doublets microtubulaires périphériques et d'un doublet central.

**VRAI**

### **Question 82 - Quels sont les points communs entre la spermatogenèse et l'ovogenèse ? BC**

A. Le stock de gamètes dans les gonades est constant.

**FAUX**, le stock de gamètes est bien constant dans l spermatogenèse mais il ne l'est pas dans l'ovogenèse, car il y a constitution du stock pendant la vie fœtale, puis, à partir de ce moment, il ne fera que diminuer.

B. Tous deux ne peuvent s'achever qu'après la puberté.

**VRAI**, que ce soit les méioses masculines ou féminines, ces dernières ne peuvent s'achever qu'après la puberté, lorsque les hormones hypophysaires (LH et FSH) seront sécrétées.

C. Les conséquences génétiques de la méiose sont les mêmes.

**VRAI**, les brassages génétiques sont les mêmes, que ce soit pour la méiose masculine ou féminine.

D. Les gamètes masculins et féminins possèdent le même nombre de chromosomes et le même contenu en ADN.

**FAUX**, le gamète masculin est  $[N, C]$  tandis que le gamète féminin est  $[N, 2C]$ , il n'a pas achevé sa méiose.

E. L'activité gamétogène cesse dans les 2 sexes chez le sujet âgé.

**FAUX**, l'activité gamétogène cesse chez la femme à partir de la ménopause, mais en théorie, il n'y a rien chez l'homme qui va faire que l'activité gamétogène va cesser, bien que cette dernière se fasse en moins grande quantité.

**Question 83 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : B**

A. A.1

**FAUX**, les plaques d'attachement apparaissent bien lors du stade leptotène mais celles-ci se trouvent au niveau de la membrane nucléaire et non pas au niveau de la membrane cellulaire.

B. B.2

**VRAI**, la vésicule sexuelle s'accroche au niveau de la membrane nucléaire lors du stade du zygotène. Cela est dû à la différence de taille entre les chromosomes sexuels.

C. C.4

**FAUX**, les nodules de recombinaison apparaissent lors du stade du zygotène. On en trouve 1 à 4 par bivalent. Ils sont les lieux de crossing-over.

D. D.4

**FAUX**, le stade le plus long de la méiose masculine est le stade du pachytène, qui dure deux semaines.

E. E.3

**FAUX**, le stade le plus long de la méiose féminine est le diplotène car les ovocytes restent bloqués à ce stade pendant de nombreuses années.

**Question 84 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : DE**

A. F.7

**FAUX**, les chromosomes se détachent de l'enveloppe nucléaire lors du stade de la diacynèse qui fait partie de la prophase I. Cette dernière disparaît ensuite en métaphase I.

B. G.11

**FAUX**, cela se produit en métaphase I. Lors de la méiose I, ce sont les chromosomes homologues qui vont se séparer. Il y aura donc une traction exercée dans le même sens des chromatides sœurs afin que celles-ci restent assemblées.

C. H.8

**FAUX**, cela se produit en métaphase II. Ce sont les deux chromatides sœurs qui vont se séparer lors de la méiose II. Il faut donc qu'il y ait une traction dans des sens opposés.

D. I.3

**VRAI**, l'origine du brassage intrachromosomique est bien le pachytène. On observe lors de ce stade une condensation, qui va former les crossing-over au niveau des nodules de recombinaison (formés au stade du zygotène). E. J.7

**VRAI**, lors de la métaphase I, les chromosomes se disposent aléatoirement au sein de leur bivalent lorsqu'ils se placent sur la plaque métaphasique. Ainsi, les chromosomes homologues vont ensuite se répartir aléatoirement dans les deux cellules filles.

### **Question 85 : à propos de la méiose : A**

- A. Le noyau des cellules eucaryotes est caractérisé par l'alternance d'une phase haploïde et diploïde, séparées par la méiose et la fécondation.

**VRAI**, la méiose correspond au passage de l'état diploïde à l'état haploïde et la fécondation correspond au passage de l'état haploïde à l'état diploïde.

- B. Chez l'Homme, la phase haploïde prédomine.

**FAUX**, c'est la phase diploïde qui prédomine chez l'homme. Seules les cellules germinales sont concernées par l'haploïdie, ce qui représente une minorité des cellules de l'homme.

- C. Les cellules germinales constituent à elles-seules les gonades.

**FAUX**, les gonades sont constituées de cellules germinales mais aussi de cellules somatiques (par exemple les cellules de la granulosa dans les ovaires ou les cellules de Sertoli dans les testicules).

- D. La méiose correspond à deux divisions séparées d'une phase S.

**FAUX**, la phase S se trouve avant la méiose I et elle est unique. Il n'y a pas de nouvelle phase S entre les deux divisions de méiose.

- E. La méiose se déroule toujours intégralement dans les gonades.

**FAUX**, par exemple, les ovocytes terminent leur méiose II lors de la fécondation dans l'ampoule tubaire, donc en dehors des ovaires.

### **Question 86 : à propos de la méiose : BCE**

- A. C'est la méiose II qui permet la réduction du nombre de chromosomes.

**FAUX**, il s'agit de la méiose I car la phase haploïde est caractérisée par des cellules possédant des chromosomes en un seul exemplaire, donc une cellule possédant N chromosomes. C'est la méiose I qui permet de séparer les chromosomes homologues et d'obtenir deux cellules possédant chacune un exemplaire de chaque chromosome.

- B. Chez l'homme, on retrouve 22 complexes synaptonémaux, tandis que chez la femme, on en trouve 23.

**VRAI**, car chez l'homme, les chromosomes sexuels ne vont pas former des complexes synaptonémaux, mais ils vont former la vésicule sexuelle. Il restera donc les 22 autres paires qui

vont former des complexes synaptonéaux. En revanche, dans la méiose féminine, les chromosomes X se comportent comme une paire d'autosome et va également former un complexe synaptonéal, ce qui donnera un total de 23 complexes synaptonéaux.

C. La ségrégation des chromosomes sexuels se produit en anaphase I.

**VRAI**, c'est lors de l'anaphase I que les chromosomes sexuels vont se séparer dans une cellule fille ou dans l'autre, ce qui correspond à la ségrégation des chromosomes sexuels. Cela concerne les deux lignées germinales masculines et féminine mais il n'y a pas de conséquences dans la lignée féminine puisque les chromosomes sexuels sont les mêmes.

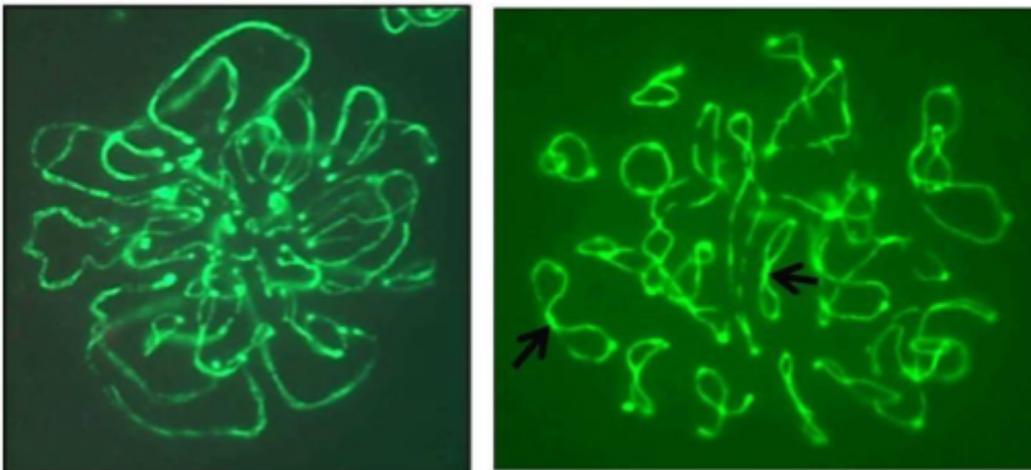
D. Une euploïdie correspond à une anomalie du nombre de chromosomes. Elle peut correspondre à une trisomie.

**FAUX**, une anomalie du nombre de chromosomes est appelée aneuploïdie. Les anomalies du nombre de chromosomes peuvent être par exemple des trisomies (un chromosome en trois exemplaires), des monosomies (un chromosome en un seul exemplaire), des triploïdies (tous les chromosomes en trois exemplaires) ...

E. Si un gamète porte une anomalie, les cellules de la lignée germinale et de la lignée somatique de l'embryon seront touchées.

**VRAI**, si le gamète est porteur de l'anomalie, toutes les cellules de l'individu seront touchées.

### **Question 87 : à propos des images suivantes : C**



A. L'image de gauche représente le stade du bouquet, également appelé pachytène.

**FAUX**, l'image de gauche représente bien le stade du bouquet, mais c'est l'équivalent du zygotène et non pas du pachytène.

B. L'image de droite représente le stade de la diacinèse.

**FAUX**, sur l'image de droite, on observe des chiasmas, or les chiasmas sont seulement visibles au stade du diplotène car l'ADN est décondensé. Donc l'image de droite représente le stade du diplotène.

- C. Les complexes synaptonémaux se forment au cours du stade représenté par l'image de gauche.

**VRAI**, l'image de gauche représente le stade du zygotène, et c'est bien à ce stade que se forment les complexes synaptonémaux : ces complexes permettent un appariement étroit entre les deux chromosomes homologues.

- D. Ces deux images représentent des chromosomes sous une forme très condensée.

**FAUX**, l'image de droite représente le stade du diplotène. Or, à ce stade, les chromosomes sont décondensés. La décondensation de la chromatine permet la synthèse d'ARN et de protéines, ce qui est important dans la méiose féminine car les ovocytes I vont rester bloqués pendant plusieurs années à ce stade et cela permet leur survie.

- E. Les flèches sur l'image de droite représentent les centromères des chromosomes.

**FAUX**, les flèches représentent les chiasmas entre les chromosomes homologues.

### **Question 88 : A propos des anomalies de la méiose : DE**

- A. Une anomalie survenant au cours de la méiose I va entraîner la formation d'au moins deux cellules filles normales.

**FAUX**, une anomalie survenant au cours de la méiose I va entraîner la formation de quatre cellules filles anormales (donc aucune de normale), tandis qu'une anomalie survenant au cours de la méiose II va entraîner la formation de seulement deux cellules filles anormales. Ces anomalies sont dites homogènes : toutes les cellules du zygote seront touchées en opposition aux anomalies mosaïques, dues aux anomalies lors des mitoses de segmentation.

- B. Le syndrome de Turner, caractérisé par une formule chromosomique [45, X0], est seulement dû à une anomalie de la méiose féminine.

**FAUX**, Le syndrome de Turner peut être dû à une anomalie de la méiose I ou de la méiose II autant chez le père que chez la mère.

- C. La non-disjonction d'une paire de chromosomes lors de la méiose va entraîner une triploïdie.

**FAUX**, la non-disjonction d'une paire de chromosomes va entraîner une trisomie et non une triploïdie qui concerne l'ensemble des chromosomes, aboutissant à des caryotypes à 69 chromosomes.

- D. Une anomalie de disjonction en méiose I et en méiose II peut aboutir à un gamète de formule chromosomique [26, XXYY].

**VRAI**, au vu de la formule chromosomique donnée dans l'item, nous allons nous intéresser à la méiose masculine. Une anomalie de disjonction des chromosomes sexuels en méiose I va donner une cellule de formule [24, XY] et une cellule de formule [22, 0]. Si une nouvelle anomalie de disjonction

des chromosomes sexuels a lieu en anaphase II sur la cellule de formule [24, XY], on obtiendra un zygote masculin de formule [26, XXYY].

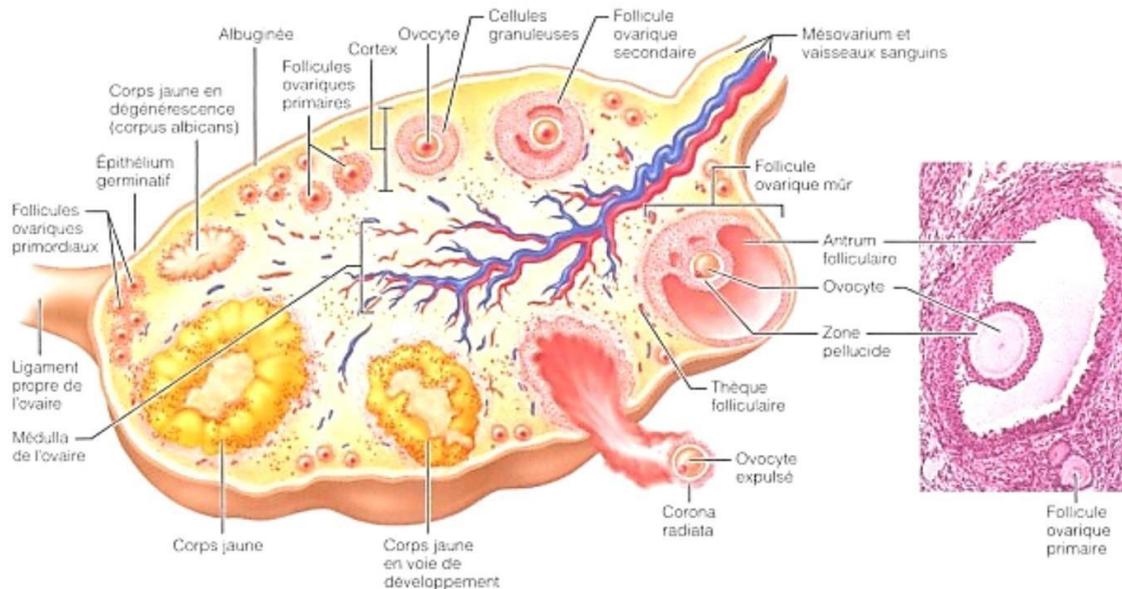
- E. En cas d'erreur de non-disjonction dans la formation de chacun des deux gamètes formant un œuf, il est possible d'obtenir pour formule chromosomique : [46, YY].

**VRAI**, en cas de non-disjonction des chromosomes sexuels lors de la méiose masculine en méiose I, on obtient une cellule de formule [24, XY] et une cellule de formule [22, 0]. Lors d'une erreur en méiose II, on peut obtenir une cellule de formule [24, XX] ou [24, YY] et une cellule de formule [22, 0]. Dans le cas de la méiose féminine, que ce soit en méiose I ou en méiose II, on obtiendra une cellule de formule [23, XX] et une cellule de formule [22, 0]. Si l'on associe un gamète féminin [22, 0] avec un gamète masculin [24, YY], il est possible d'obtenir un œuf de formule chromosomique [46, YY].

### **Question 89 : A propos de l'ovogenèse : CE**

- A. Les follicules se trouvant aux différents stades de maturation se trouvent dans la médullaire de l'ovaire.

**FAUX**, les follicules aux différents stades de maturation se trouvent dans la corticale de l'ovaire. Il s'agit de la zone fonctionnelle de l'ovaire, périphérique. La médullaire correspond à la zone centrale de l'ovaire. Il s'agit de la zone contenant les vaisseaux.



- B. Le stock d'ovocytes est constant tout au long de la vie de la femme.

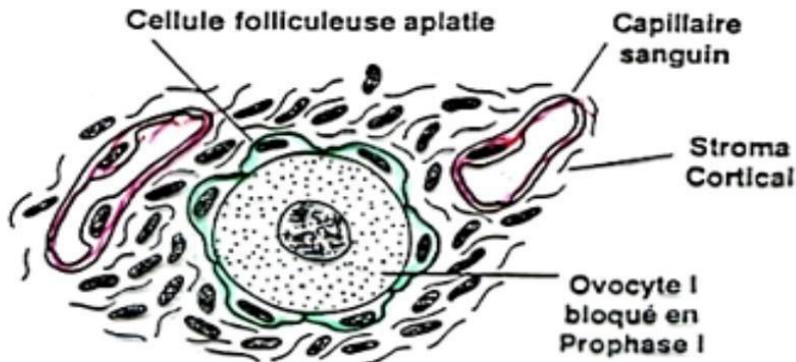
**FAUX**, le stock d'ovocytes se constitue au début de la vie fœtale, puis il ne pourra que diminuer car il n'y a plus de phase de multiplication à partir du 4<sup>ème</sup> mois. On observe une dégénérescence massive lors de la vie fœtale puis une dégénérescence plus lente pendant l'enfance.

- C. Il y a autant de follicules primordiaux que d'ovocytes I.

**VRAI**, car les follicules primordiaux sont des ovocytes I entourés d'une couche de cellules folliculeuses et tous les ovocytes I n'étant pas entourés par cette couche vont dégénérer. On observe donc bien autant de follicules primordiaux que d'ovocytes I.

D. Les follicules primordiaux sont uniquement constitués de cellules de la lignée germinale.

**FAUX**, les follicules primordiaux sont certes constitués de l'ovocyte I, qui est une cellule de la lignée germinale, mais ils sont aussi constitués de cellules folliculeuses qui appartiennent à la lignée somatique.

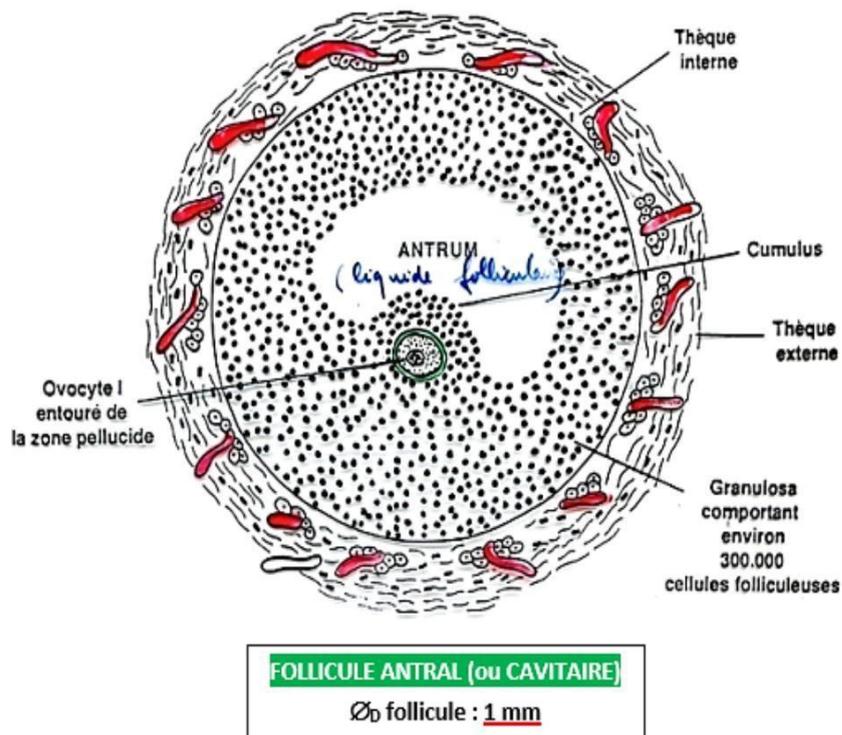


**FOLLICULE PRIMORDIAL**  
 $\varnothing_D$  ovocyte : 30  $\mu\text{m}$   
 $\varnothing_D$  follicule : 35  $\mu\text{m}$

E. Sur le nombre total d'ovocytes présents à la puberté, 999/1000 évoluent vers l'atrésie.

**VRAI**, il y a environ 400 000 ovocytes à la puberté pour les deux ovaires. Seulement 400 ovocytes sur ces 400 000 vont reprendre leur méiose I, ce qui représente 1 ovocyte sur 1000. Donc 999 ovocytes sur 1000 vont dégénérer et évoluer vers l'atrésie au sein de l'ovaire.

**Question 90 : A propos du schéma suivant : AC**



A. La légende 1 correspond à la thèque interne.

**VRAI**, la thèque interne apparaît au stade du follicule secondaire pré-antral.

B. La légende 2 correspond à l'antrum.

**FAUX**, la légende 2 correspond au cumulus oophorus. Il s'agit de la couche de cellules folliculeuses entourant l'ovocyte. L'antrum est la cavité formée par sécrétion du liquide folliculaire.

C. La légende 3 correspond à la thèque externe.

**VRAI**, la thèque externe apparaît au stade du follicule antral.

D. La légende 4 correspond à la granulosa, comportant environ 30 000 cellules folliculeuses.

**FAUX**, au stade du follicule antral, on trouve environ 300 000 cellules folliculeuses.

E. La légende 5 correspond à l'ovocyte II entouré de sa zone pellucide.

**FAUX**, il s'agit de l'ovocyte I entouré de sa zone pellucide.

### **Question 91 : A propos de l'ovulation : CD**

- A. La maturation nucléaire correspond à la reprise de méiose de la prophase I jusqu'à la métaphase I.

**FAUX**, la reprise de méiose s'effectue de la prophase I jusqu'à la métaphase II.

- B. La maturation cytoplasmique est visible au microscope optique.

**FAUX**, la maturation cytoplasmique correspond à une accumulation des ARNm et des granules corticaux. Ces derniers ne sont pas visibles en microscope optique. C'est la maturation nucléaire qui est visible au microscope optique (on voit les chromosomes).

- C. Le cumulus oophorus synthétise de l'acide hyaluronique, jouant un rôle de lubrifiant.

**VRAI**, cela va permettre aux cellules du cumulus oophorus de ne plus être compactes et de diminuer la densité afin de faciliter le passage des spermatozoïdes.

- D. Les cellules de la couche interne du cumulus sont en connexion par des jonctions de type GAP avec la membrane ovocytaire et inhibent la reprise spontanée de méiose.

**VRAI**, le pic gonadotrope entraîne une rupture de ces connexions, ce qui permet la reprise de la méiose.

- E. La sécrétion des collagénases permet de fragiliser la thèque interne tandis que la sécrétion des hydrolases permet de fragiliser l'apex du follicule.

**FAUX**, la sécrétion des collagénases permet de fragiliser la thèque externe (retenir que c'est la thèque externe qui est composée de collagène). Les hydrolases permettent bien de fragiliser l'apex du follicule.

### **Question 92 : A propos de l'ovogenèse : D**

- A. Les globules polaires sont des cellules très riches en organites.

**FAUX**, les globules polaires servent à éliminer le matériel génétique excédentaire après les divisions de méiose. Ces derniers sont très pauvres en organites car l'ovocyte doit être gros et riche en cytoplasme et organites car en cas de fécondation, il y aura besoin de tous ces organites pour le développement.

- B. Il y a autant de globules polaires I que d'ovocytes en maturation dans les ovaires.

**FAUX**, il y a autant de globules polaires I que de gamètes féminins. En effet, les globules polaires I sont expulsés lorsqu'il y a reprise de la méiose (à la fin de la méiose I), donc lors de l'ovulation.

- C. Il y a autant de globules polaires II que de gamètes féminins.

**FAUX**, il y a autant de globules polaires II que de fécondation. En effet, s'il n'y a pas de fécondation, l'ovocyte II restera bloqué en métaphase II et ne terminera pas sa méiose II, donc il n'y aura pas d'expulsion du globule polaire II.

D. Un ovocyte n'existe jamais sous la forme [N, C].

**VRAI**, le gamète féminin est l'ovocyte II, qui est [N, 2C]. La méiose ne pourra se terminer que s'il y a fécondation, or, dans ce cas, il faudra prendre en compte le matériel génétique du spermatozoïde, donc on ne pourra pas avoir d'ovocyte sous la forme [N, C].

E. Les globules polaires, après leur expulsion, peuvent subir d'autres divisions.

**FAUX**, le premier globule polaire peut éventuellement se fractionner en deux, mais il ne s'agit pas d'une division, il s'agit plutôt d'une forme de dégénérescence car le globule polaire ne possède pas assez de cytoplasme et ne possède pas de fuseau de division pour cela.

### **Question 93 : A propos de la spermatogenèse : BCD**

A. La spermatogenèse correspond à l'évolution de la lignée somatique mâle dans les tubes séminifères des testicules.

**FAUX**, cela correspond à l'évolution de la lignée germinale.

B. La spermatogenèse se déroule en trois phases à peu près de durée égale.

**VRAI**, elle est formée de trois phases :

- Une phase de multiplication de 27 jours
- La méiose durant 24 jours
- La spermiogénèse durant 23 jours

Selon le professeur Guérin ces trois phases sont de durée similaire.

C. La division des spermatogonies Ad à partir de la puberté est une division asymétrique.

**VRAI**, une spermatogonie Ad donne une spermatogonie Ad et une spermatogonie Ap afin de maintenir le stock de cellules souches.

D. Les trois types de spermatogonies sont au contact de la membrane propre du tube séminifère, en revanche les spermatocytes I ne le sont pas.

**VRAI**

E. Les spermatogonies B proviennent directement de la division des spermatogonies Ad.

**FAUX**, Elles proviennent de la différenciation des spermatogonies Ap.

**Question 94 : Concernant la méiose masculine : ACDE**

A. La méiose I a une durée bien supérieure à la méiose II.

**VRAI**, la méiose I dure 23 jours et la méiose II dure moins d'un jour.

B. La Méiose II se déroule à la suite d'une nouvelle phase S.

**FAUX**, Il n'y a pas de phase S entre la méiose I et la méiose II, c'est très important à retenir !

C. Les cellules diminuent de taille au fur et à mesure des divisions.

**VRAI**, le spermatocyte I est plus gros que le spermatocyte II, qui est lui-même plus gros que la spermatide.

D. On a successivement : spermatocytes I, méiose I, spermatocytes II, méiose II, spermatides rondes.

**VRAI**, A bien retenir car c'est très important

E. À la suite des deux méioses nous obtenons 16 spermatides pour une spermatogonie Ad.

**VRAI**

**Question 95 : Concernant la spermiogenèse : ABD**

A. La formation de l'acrosome et du flagelle se font très rapidement.

**VRAI**, contrairement à la condensation de la chromatine qui se fait de manière progressive.

B. La condensation de la chromatine non favorable à l'activité transcriptionnelle se fait par un remplacement des histones par des protamines, codées par le génome haploïde.

**VRAI**

C. Au stade de la spermatide ronde, le noyau est déjà très condensé.

**FAUX**, il est encore clair, non condensé visiblement.

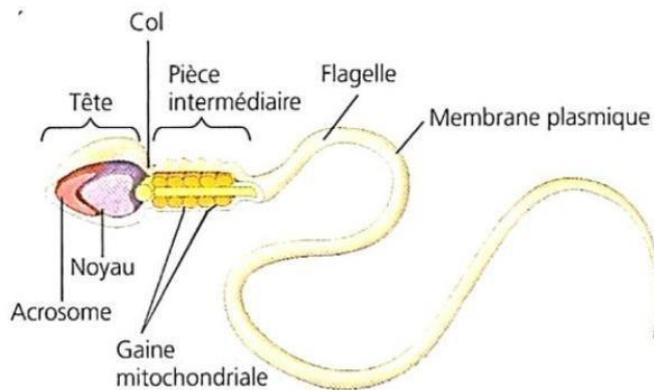
D. L'élimination du résidu cytoplasmique représente l'étape ultime de la spermatogenèse.

VRAI

E. Le développement du flagelle se réalise suite à la migration des deux centrioles (proximal et distal) à l'avant du noyau.

FAUX, la migration se fait à l'arrière du noyau.

**Question 96 : Concernant la structure du spermatozoïde : BE**



A. La structure A mesure 5 mm.

FAUX, la tête du spermatozoïde mesure 5 microns.

B. La structure B fait partie des structures péri-axonémales.

VRAI, Structures péri-axonémales = fibres denses + gaine mitochondriale (pièce intermédiaire) ou fibres denses + gaine fibreuse (pièce principale).

C. La structure C est la cape post-acrosomique.

FAUX, c'est l'acrosome.

D. La structure D contient 50 à 100 mitochondries.

FAUX, En D est représenté le flagelle.

Rappels :

- L'acrosome permet la traversée de la zone pellucide,
  - Le flagelle fournit la force nécessaire au déplacement dans le tractus génital féminin
- La pièce intermédiaire constitue la centrale énergétique.

E. La structure E joue un rôle dans la traversée de la zone pellucide.

**VRAI**, cela représente la pièce intermédiaire qui contient les mitochondries fournissant l'énergie indispensable au mouvement des spermatozoïdes.

## Concours blanc 2 2017/2018

### **Question 97 – Concernant la méiose : BCD**

- A. La méiose I permet de passer d'une cellule [2N, 4C] à deux cellules [2N, 2C].
- B. La prophase I est longue et complexe, elle représente plus de 90% de la méiose I.
- C. Au diplotène, on observe une séparation des bivalents au niveau des centromères.
- D. La trisomie 21 est un exemple d'aneuploïdie.
- E. Le syndrome de Turner s'écrit 47, XXY.

**A FAUX** La méiose I permet de passer d'une cellule [2N, 4C] à deux cellules [N, 2C].

**B VRAI** Elle est caractérisée par le synapsis autrement dit l'appariement des chromosomes homologues et par les crossing over.

**C VRAI** Mais, ils restent liés entre eux au niveau des chiasmata.

**D VRAI** Aneuploïdie = nombre anormal de chromosomes. Dans la trisomie 21, il y a un chromosome surnuméraire au niveau de la 21<sup>ème</sup> paire.

**E FAUX** Il s'écrit 45, XO. 47, XXY correspond au syndrome de Klinefelter.

### **Question 98 – En considérant le contenu (C) en ADN et le nombre (N) de chromosomes, les associations vraies ci-dessous sont : CE**

- A. Spermatocyte I [N, 2C].
- B. Globule polaire I [N, C].
- C. Spermatogonies B après la phase S [2N, 4C].
- D. Ovocyte II [2N, 4C].
- E. Spermatocyte II [N, 2C].

**A FAUX** Le spermatocyte I correspond à une cellule en pleine méiose I pour former un spermatocyte II. La méiose I n'étant pas encore finie, sa formule est [2N, 4C].

**B FAUX** Le GB I est l'équivalent d'une cellule ayant réalisé sa méiose I, sa formule est donc  $[N, 2C]$ .

**C VRAI** Ici il faut bien faire attention au fait qu'on demande la formule APRES la phase de multiplication, sinon la formule aurait été  $[2N, 2C]$ .

**D FAUX** L'ovocyte II correspond à un ovocyte I qui s'est « débloqué » du diplotène de la prophase I et qui est rentré dans la méiose II, sa formule est donc  $[N, 2C]$ . Attention, c'est seulement lors de la fécondation que l'ovocyte II va larguer un globule polaire II de formule  $[N, C]$  par un processus de division asymétrique.

**E VRAI** A la fin de la méiose II, un spermatocyte II donnera 2 spermatozoïdes ronds de formule  $[N, C]$  qui nécessitent des étapes de maturation avant d'être apte à la fécondation.

### **Question 99 – Concernant la méiose : BCE**

- A. Le brassage intra-chromosomique se déroule en métaphase I.
- B. La méiose II est dite équationnelle.
- C. En métaphase II, les microtubules kinétochoriaux des chromatides sœurs exercent une traction dans des directions opposées.
- D. Le brassage intra-chromosomique engendre environ 8,4 millions de possibilités concernant le génome des cellules filles.
- E. Le déroulement complet de la méiose masculine et féminine ne peut avoir qu'à partir de la puberté.

**A FAUX**

<i>Brassage inter-chromosomique</i>	<i>Brassage intra-chromosomique</i>
Initiation durant la <b>métaphase I</b> .	Initiation durant le <b>pachytène de prophase I</b> , conséquences visibles en <b>anaphase I</b> .
Nombre fini de combinaisons: 8,4 millions.	Nombre infini de combinaisons.
Le brassage est induit par la répartition aléatoire des chromosomes homologues au sein des deux cellules filles issues de la méiose I.	Il existe un échange d'ADN au niveau des chiasmata au cours du crossing over, ce qui induit un remaniement des chromosomes en effet les allèles portés par les 2 chromosomes homologues sont différents.

**B VRAI**

#### RAPPEL :

- **Méiose I = réductionnelle**, à l'issue de la M1, on a une formule de type  $[N, 2C]$
- **Méiose II = équationnelle**, A l'issue de la méiose équationnelle (=méiose II) : on a une formule de type  $[N, C]$

**C VRAI** Rappel : en métaphase I ils exercent une traction dans le même sens.

**D FAUX** C'est le brassage inter-chromosomique qui engendre 8,4 millions de possibilités. Le brassage intra-chromosomique en engendre une infinité.

**E VRAI**

- ✓ Chez l'homme : la production de spermatozoïdes démarre à la puberté.
- ✓ Chez la femme : la reprise de méiose d'un ovocyte bloqué au diplotène a lieu au moment de la puberté.

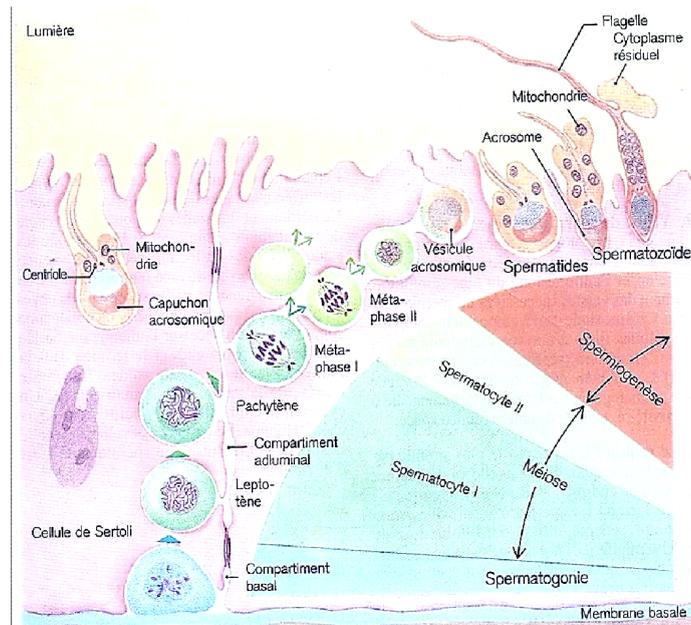
**Question 100 : Concernant la spermatogénèse : ADE**

- A. Les spermatogonies sont accolées à la membrane propre du tube séminifère.
- B. Les spermatocytes se placent ensuite entre deux cellules de Leydig dans le compartiment dit juxtaluminal (ou adluminal).
- C. On observe une phagocytose lors de la spermiation uniquement dans des cas pathologiques.
- D. La formation de l'acrosome, du flagelle ainsi que la condensation de la chromatine ont lieu sensiblement en même temps lors de la spermiogénèse.
- E. Les trois phases de la spermatogénèse ont une durée sensiblement égale.

**A VRAI** Les trois types de spermatogonies (Ad, Ap et B) sont accolées à cette membrane propre.

**B FAUX** Ils quittent bien la membrane propre pour aller dans le compartiment juxtaluminal mais cela se fait entre 2 cellules de Sertoli ! Les cellules de Leydig sont impliquées dans la formation de la testostérone.

**C FAUX** Au contraire cela est physiologique, si cette phagocytose est défective, le corps résiduel risque de gêner la mobilité du spermatozoïde et ainsi altérer les capacités de fécondation. On dit qu'il y a un problème de phagocytose à partir de 30% de corps résiduels dans les spermatozoïdes.



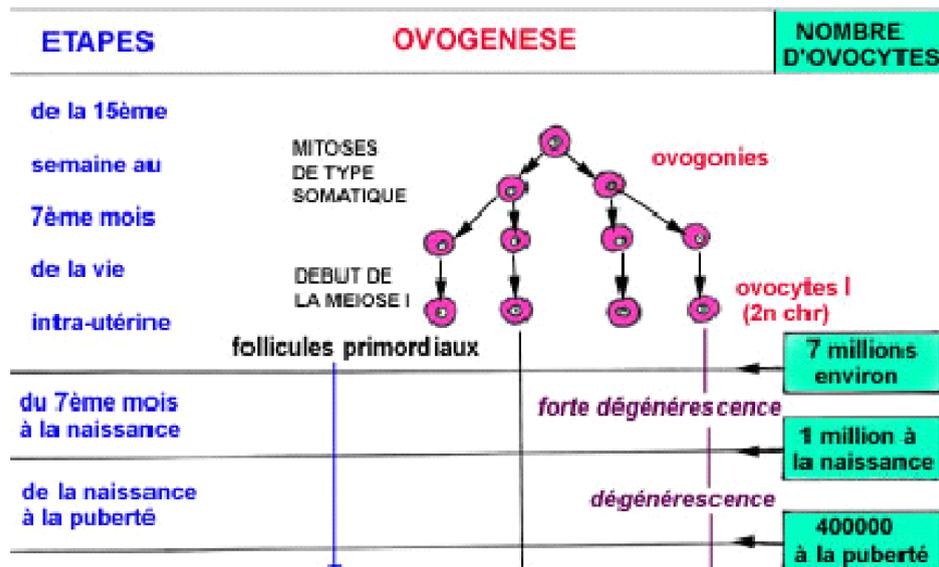
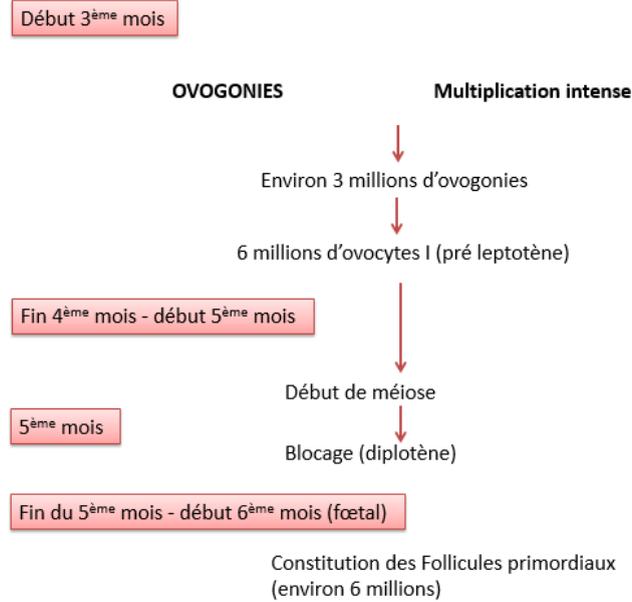
**D VRAI** En revanche leur temporalité est différente, la formation de l'acrosome et du flagelle s'effectue plus rapidement que la condensation de la chromatine.

**E VRAI** La phase de multiplication dure 27 jours, suivi de la méiose qui dure 24 jours (dont 23 jours de méiose I) et enfin la spermiogénèse qui dure 23 jours. Mais le prof a dit en cours qu'il considérait que ces durées sont sensiblement égales, oui ça paraît illogique mais il simplifie cette notion afin de ne pas vous piéger sur un nombre de jours.

### **Question 101 – Concernant l'ovogenèse : BE**

- A. A partir du 6<sup>ème</sup> mois fœtal jusqu'à la naissance, on passe de 1 million d'ovocytes à 400 000 pour les deux ovaires.
- B. La dégénérescence des ovocytes est plus massive pendant la vie fœtale que pendant l'enfance.
- C. A la fin du 5<sup>ème</sup> mois fœtal, les ovogonies se bloquent en diplotène.
- D. Le globule polaire I est émis uniquement s'il y a une fécondation.
- E. La durée de vie de l'ovocyte II en métaphase II est de 24 heures.

**A FAUX** Entre le 6<sup>ème</sup> mois fœtal et la naissance, on passe d'environ 6 millions à 1 million d'ovocytes I. C'est de la naissance à la puberté qu'on passe d'1 millions à 400 000 ovocytes I.



**B VRAI** Jusqu'à environ 80% de dégénérescence pendant la vie fœtale.

**C FAUX** A ce moment, on ne parle plus d'ovogonies mais d'ovocytes.

**D FAUX** C'est le cas du globule polaire II, le Globule polaire I est émis sous l'effet du pic de LH, lorsque l'ovocyte contenu dans le follicule pré-ovulatoire reprend sa méiose.

**E VRAI**

## Concours blanc 1 2017/2018

### **Question 102 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : B**

A. A.3

**FAUX** La 3<sup>ème</sup> étape de la prophase I est le pachytène.

Rappel : Leptotène>Zygotène>Pachytène>Diplotène>Diacinèse

B. B.5

**VRAI** La formation de ces complexes permet un appariement étroit entre les deux chromosomes homologues. Cet appariement se fait sous forme d'une fermeture éclair à partir de l'extrémité d'un bivalent.

C. C.12

**FAUX** Il faut bien se rappeler que les gamètes ne sont pas le produit direct de la méiose. En effet d'autres étapes de maturation sont nécessaires afin d'arriver à des gamètes fécondables.

D. D.2

**FAUX** La vésicule sexuelle se forme durant le zygotène.

E. E.1

**FAUX** Petit piège, ici on parle d'enveloppe nucléaire et non de vésicule sexuelle. Entre le diplotène et la diacinèse, la vésicule sexuelle disparaît alors que la vésicule nucléaire disparaît durant la métaphase I.

### **Question 103 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : BCD**

A. F.10

**FAUX** La traction se fait dans des sens opposés dans le cas d'une métaphase II ou d'une métaphase de mitose classique.

B. G.2

**VRAI** C'est à ce stade que se produisent les crossing-over au niveau des nodules de recombinaison et donc le brassage intra chromosomique.

C. H.6

**VRAI** Ce brassage est dû à la position aléatoire de chaque bivalent. Pour N bivalent, il y a  $2^N$  possibilités de combinaisons différentes soit plus de 8,4 millions chez l'Homme avec N=23.

D. I.3

**VRAI** C'est durant le diplotène que l'ovocyte reste bloqué jusqu'à la puberté au minimum, il faut donc un métabolisme afin d'assurer sa survie.

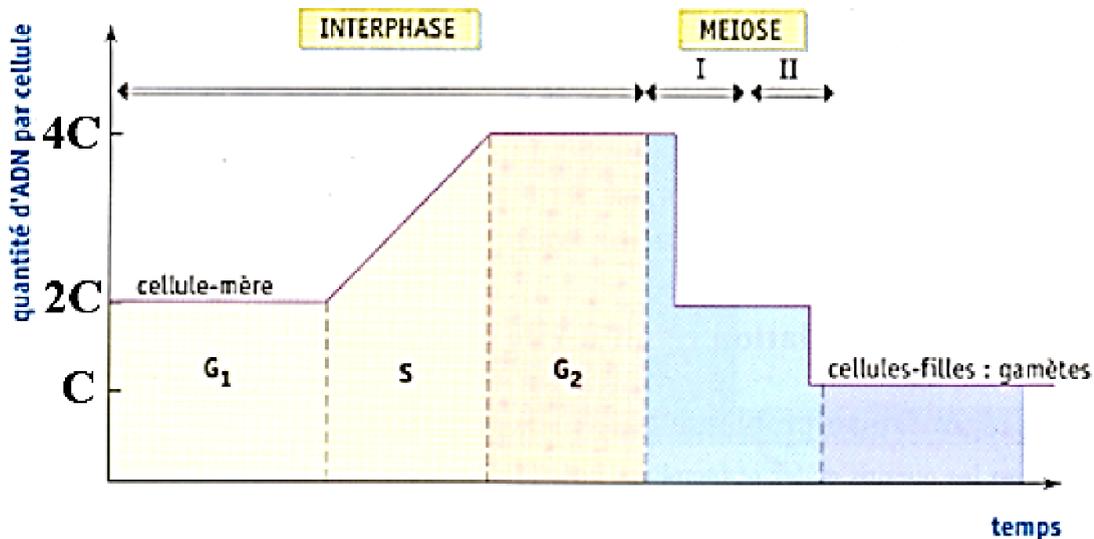
E. J.4

**FAUX** Les conséquences du crossing-over sont visibles à partir de l'anaphase I.

**Question 104 – Concernant la méiose : BCD**

A. Au début des deux phases de la méiose, une phase S de multiplication a lieu comme lors de la mitose.

**FAUX** La phase de multiplication n'a lieu qu'avant la méiose I.



B. Le stade le plus long de la méiose masculine est le pachytène.

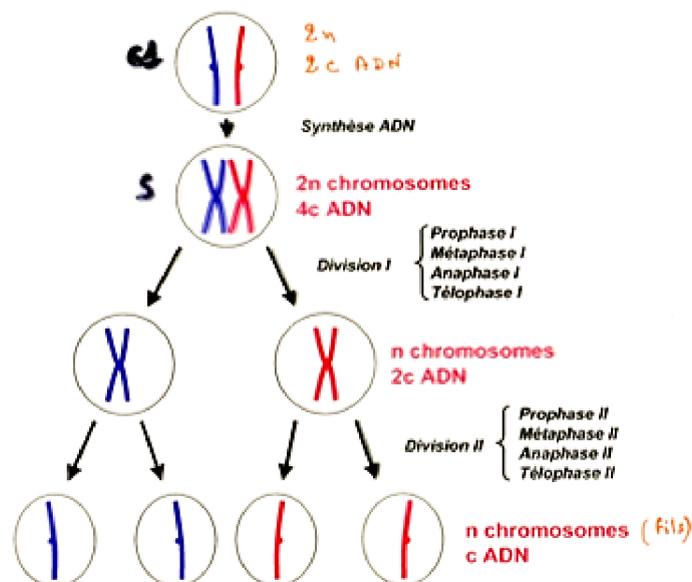
**VRAI** Il dure en moyenne 2 semaines sur les 3 semaines de la méiose I masculine.

C. La méiose I est dite « réductionnelle » et se termine par la séparation des chromosomes homologues.

**VRAI** Elle aboutit à 2 cellules haploïdes [ $N$ ,  $2C$ ].

D. La méiose II est dite « équationnelle » et se termine par la séparation des chromatides sœurs.

**VRAI** Elle aboutit à 4 cellules haploïdes [ $N$ ,  $C$ ].



E. Chez l'homme comme chez la femme, il y a formation de 23 complexes synaptonémaux.

**FAUX** Le gonosome XY se comporte différemment des autres autosomes, il s'isole dans une vésicule sexuelle et ne fait donc pas l'objet de la formation d'un complexe synaptonémal. Il y a donc formation de 22 complexes synaptonémaux chez l'Homme contre 23 chez la Femme.

**Question 105 – En considérant le contenu (C) en ADN et le nombre (N) de chromosomes, les associations vraies ci-dessous sont : CE**

A. Spermatocyte I [N, 2C].

**FAUX** Le spermatocyte I correspond à une cellule en pleine méiose I pour former un spermatocyte II. La méiose I n'étant pas encore fini, sa formule est [2N, 4C].

B. Globule polaire I [N, C].

**FAUX** Le GB I est l'équivalent d'une cellule ayant réalisé sa méiose I, sa formule est donc [N, 2C].

C. Spermatogonies B après la phase S [2N, 4C].

**VRAI** Ici il faut bien faire attention au fait qu'on demande la formule APRES la phase de multiplication, sinon la formule aurait été [2N, 2C]

D. Ovocyte II [2N, 4C].

**FAUX** L'ovocyte II correspond à un ovocyte I qui s'est « débloqué » du diplotène de la prophase I et qui est rentré dans la méiose II, sa formule est donc [N,2C]. Attention, c'est seulement lors de la fécondation que l'ovocyte II va larguer un globule polaire II de formule [N, C] par un processus de division asymétrique.

E. Spermatocyte II [N, 2C].

**VRAI** A la fin de la méiose II, un spermatocyte II donnera 2 spermatides rondes de formule [N, C] qui nécessitent des étapes de maturation avant d'être apte à la fécondation.

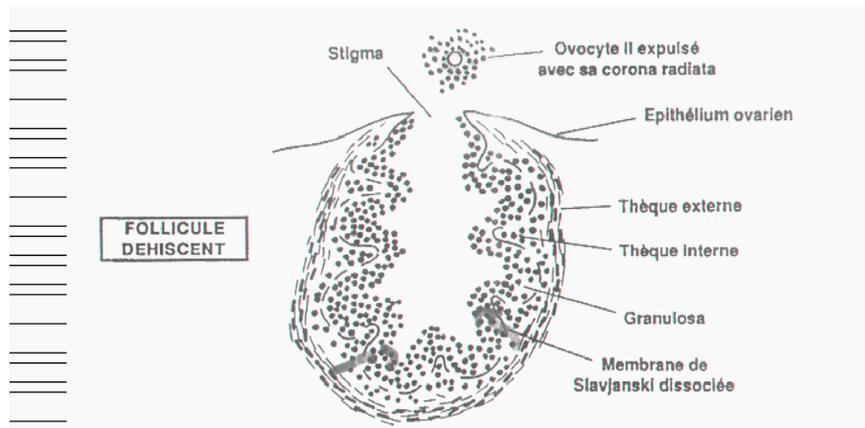
**Question 106 – Concernant l'ovulation : CDE**

A. Le pic gonadotrope permet l'expulsion des granules corticaux.

**FAUX** Le pic gonadotrope permet l'accumulation des granules corticaux au contact de la membrane ovocytaire, mais ces derniers ne seront libérés que si l'ovocyte est fécondé par un spermatozoïde ce qui entraîne l'imperméabilisation de la zone pellucide.

B. Lors de la rupture folliculaire, les cellules de la granulosa et l'ovocyte II sont captés par la trompe.

**FAUX** Il n'y a que l'ovocyte II avec son cumulus oophorus qui est expulsé. Le massif de la granulosa n'est pas évacué car il est trop dense. Cependant, l'acide hyaluronique synthétisé par le cumulus oophorus suit le liquide folliculaire et permet l'expulsion du complexe cumulo-ovocytaire hors de l'ovule.



C. Les cellules de la couche interne du cumulus (*corona radiata*) sont en connexion avec la membrane ovocytaire par de fins prolongements, et inhibent ainsi la reprise spontanée de méiose.

**VRAI** Par l'intermédiaire de molécules comme l'AMPc. Le pic gonadotrope entraîne la rupture des connexions ce qui permet la reprise de méiose.

D. L'épithélium ovarien sécrète des hydrolases au niveau du follicule mûr fragilisant l'apex de ce dernier.

**VRAI** Il y a aussi une sécrétion de collagénases par la granulosa fragilisant la thèque externe. Toutes ces enzymes fragilisent le follicule afin qu'il libère le complexe cumulo-ovocytaire.

E. La rupture folliculaire achève l'ovulation.

**VRAI** Je vous remets la définition de l'ovulation donnée en cours : L'ovulation est l'ensemble des transformations subies par l'ovocyte et le cumulus oophorus et s'achevant par la rupture folliculaire.

## Epreuve majeure 2 2017/2018

### **Question 107 – Concernant la méiose : CD**

A. Le diplotène est le stade le plus long de la méiose masculine.

**FAUX** Le stade le plus long de la méiose masculine correspond au pachytène (environ 2 semaines).

B. Le pachytène est le stade le plus long de la méiose féminine.

**FAUX** Le stade le plus long de la méiose féminine est le diplotène.

Concernant l'image ci-dessous :



C. La photo représente une image du « zygotène » appelé aussi « stade du bouquet ».

**VRAI** Pendant ce stade on assiste à un appariement étroit entre les chromosomes homologues sous la forme du complexe synaptonémal.

D. Pendant le zygotène, apparaissent des nodules de recombinaison.

**VRAI** Les nodules de recombinaison apparaissent au zygotène. Ce sont ces nodules de recombinaison qui conditionnent le placement des chiasmata.

E. Au stade représenté par l'image, la cellule contient 2N chromosomes et une quantité en ADN de 2C.

**FAUX** Il s'agit du zygotène, on se trouve donc au moment de la prophase I. Avant la méiose I, il y a une réplication de la quantité d'ADN, cette cellule a donc une formule de 2N, 4C.

### **Question 108 – Concernant la spermatogenèse : AE**

A. Les cellules de la lignée germinale évoluent de manière centripète au sein d'une section de tube séminifère.

**VRAI** centripète signifie : « vers le centre »

B. À l'extérieur du tube séminifère, on trouve des cellules de Sertoli sécrétant de la testostérone.

**FAUX**

**RAPPEL :**

- Les cellules de Sertoli (=cellules somatiques) se situent à l'intérieur du tube séminifère, elles jouent un rôle dans le soutien des spermatogonies et participent à la spermiogénèse
- Les cellules de Leydig (=cellules somatiques) se situent à l'extérieur du tube séminifère, ce sont des cellules endocrines qui sécrètent la testostérone.

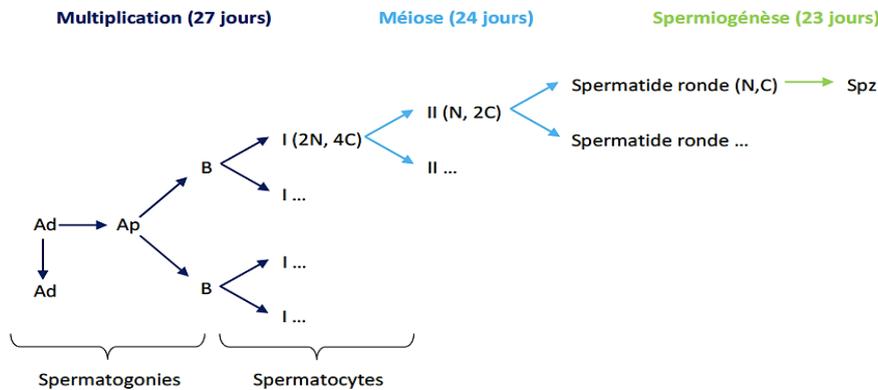
C. Seules les spermatogonies Ad et Ap sont en contact avec la membrane propre du tube séminifère.

**FAUX** Les trois types de spermatogonies : Ad, Ap et B sont en contact avec la membrane propre du tube séminifère.

Attention à ne pas confondre spermatogonies, spermatocytes et spermatozoïdes.

D. La spermatogonie B va donner 2 spermatocytes I à l'issue de la méiose I.

**FAUX** La spermatogonie B donne 2 spermatocytes I à l'issue d'une MITOSE.



E. La tête du spermatozoïde mesure environ 1/10<sup>ème</sup> du spermatozoïde.

**VRAI** Le spermatozoïde mesure environ 50 microns, la tête mesure environ 5 microns.

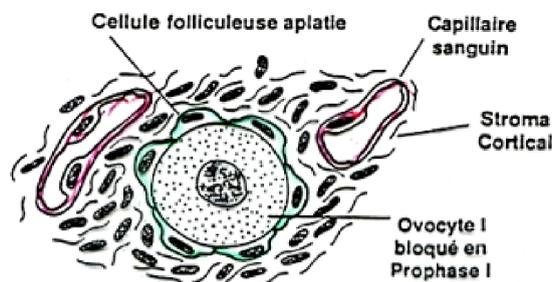
### Question 109 - Concernant les follicules : BCDE

A. La membrane de Slavjanski apparaît au stade du follicule secondaire.

**FAUX** Elle apparaît au stade du follicule primaire après rassemblement de cellules folliculeuses autour de l'ovocyte pour former une couche cubique unique. Cette membrane de Slavjanski entoure cette couche cellulaire.

B. Le follicule primordial est composé d'un ovocyte I bloqué en prophase I et par une vingtaine de cellules folliculeuses qui l'entourent.

**VRAI** Il représente le follicule de réserve ovarienne.



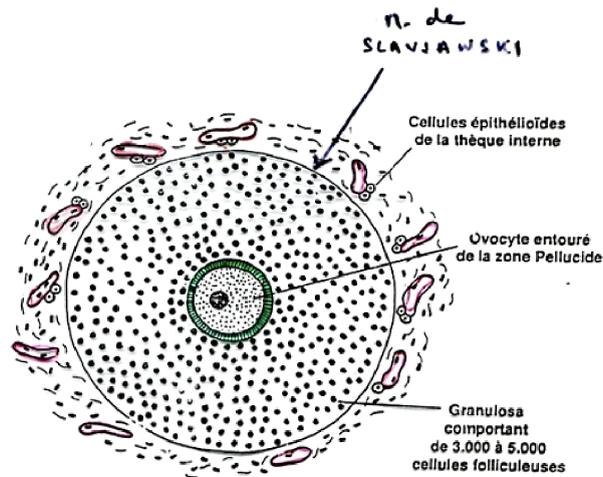
#### FOLLICULE PRIMORDIAL

Ø<sub>D</sub> ovocyte : 30 µm

Ø<sub>D</sub> follicule : 35 µm

C. Les cellules du stroma ovarien se différencient en cellules de la thèque interne au stade du follicule secondaire pré-antral.

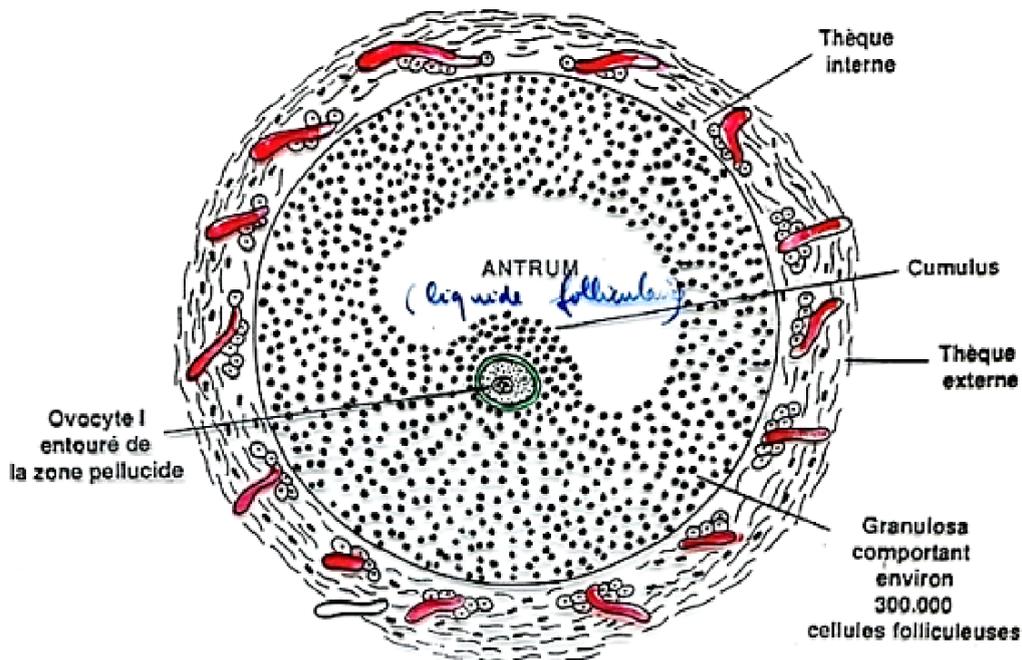
**VRAI** Les cellules de la thèque interne ne sont jamais en contact avec celles de la granulosa (cellules folliculeuses entourant l'ovocyte) en raison de la présence de la membrane de Slavjanski.



**FOLLICULE SECONDAIRE PRÉ-ANTRAL**  
 $\varnothing$  ovocyte : 80  $\mu$ m  
 $\varnothing$  follicule : 200  $\mu$ m

D. La formation d'une cavité en forme de haricot appelée *antrum* fait passer du stade de follicule secondaire au stade de follicule antral.

**VRAI** Cette étape marque bien la transition entre les deux stades



**FOLLICULE ANTRAL (ou CAVITAIRE)**  
 $\varnothing$  follicule : 1 mm

E. Il faut environ 6 mois au follicule primordial pour atteindre le stade pré-ovulatoire.

**VRAI** De plus, il faut 3 mois au follicule pré-antral pour atteindre le même stade, la zone pellucide a donc 3 mois lors de la fécondation.

## Epreuve majeure 1 2017/2018

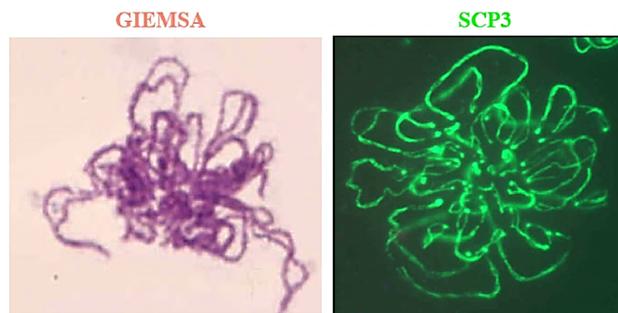
**Question 110 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : AD**

A. A.6

**VRAI** Elle comprend 90% de la méiose I, en plus de sa longueur, elle est complexe et divisée en 5 grandes étapes : leptotène, zygotène, pachytène, diplotène, diacinèse. (L'ordre est à connaître PAR CŒUR)

B. B.3

**FAUX** Le stade du bouquet correspond au stade du zygotène en raison de l'appariement physique des chromosomes permis par la formation de complexes synaptonémaux.



C. C.4

**FAUX** C'est durant la diacinèse que cette terminalisation a lieu, l'écartement des chromosomes est maximum mais ils restent attachés au niveau des chiasmats avant la rupture en anaphase I (permise par la traction des kinétochores en métaphase I).

D. D.11

**VRAI** Cela est aussi le cas pour une mitose classique. La méiose II est comparable à une mitose à 23 chromosomes. Attention à ne pas confondre avec la métaphase I (traction dans le même sens).

E. E.5

**FAUX** Certes, les chiasmats sont visibles durant la diacinèse mais c'est à partir du diplotène qu'ils le sont pour la première fois. Il faut bien retenir que les chiasmats sont visibles à partir du diplotène et leurs conséquences apparaissent à partir de l'anaphase I. La chronologie est importante, il faut savoir ce qui se passe dans chaque étape !

Réponses : A.6, B.2, C.5, D.11, E.4

**Question 111 : Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : ACD**

A. F.8

**VRAI** voir question 1 item E

B. G.4

**FAUX** le stade le plus long de la méiose masculine est le pachytène et dure 2 semaines (sur les 3 semaines de la prophase I masculine). Le diplotène correspond au plus long stade de la méiose féminine car c'est lors de ce dernier que l'ovocyte reste bloqué en attente d'une reprise de méiose à partir de la puberté pour les premiers.

C. H.13

**VRAI** Contrairement à la mitose classique où les cellules obtenues sont strictement identiques, ici les cellules filles sont toutes différentes en raison du brassage intra et interchromosomique.

D. I.2

**VRAI** le bivalent sexuel XY ne participe pas à la formation d'un complexe synaptonémal. C'est pour cela qu'il s'isole dans une membrane nucléaire appelée vésicule sexuelle. Il y a donc 22 complexes synaptonémaux chez l'Homme contre 23 chez la Femme.

E. J.3

**FAUX** voir item B

Correction : F.8, G.3, H.13, I.2, J.4

**Question 112 – Concernant la méiose : C**

A. Avant la méiose I, il existe une phase de réplication (phase S) de l'ADN, c'est aussi le cas avant la méiose II.

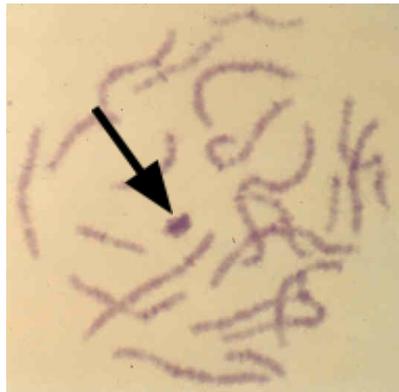
**FAUX** Seule la méiose I est précédée d'une phase de réplication de l'ADN.

B. L'image ci-dessous correspond au zygotène.

**FAUX** Il s'agit du stade du pachytène. Lors du stade du zygotène, on observe une formation en bouquet. Pour différencier le diplotène du pachytène on regarde si les chiasmata sont visibles : ils le seront dans le stade diplotène car il y a une décondensation de la chromatine

C. La flèche désigne les chromosomes X et Y isolés dans la vésicule sexuelle.

**VRAI** La vésicule sexuelle apparaît au zygotène et disparaît entre le diplotène et la diacynèse.



D. L'image montre un stade où les crossing-over deviennent visibles.

**FAUX** Les *crossing-over* se mettent en place au pachytène, mais à ce stade les chromosomes sont trop condensés pour que l'on puisse visualiser les chiasmata. Cela est possible au diplotène. Concernant les conséquences des *cross-over*, elles n'apparaîtront qu'en anaphase I.

E. Un crossing-over entre les chromosomes X et Y est impossible.

**FAUX** Les chromosomes X et Y ont une région en commun : la région pseudo-autosomale, dans cette région il peut y avoir des *crossing-over*. *Pour aller plus loin* : c'est d'ailleurs à cause de cette région que l'on peut trouver des rares cas d'hommes 46, XX en raison du *crossing-over* du gène SRY (revu en MEAG). Cette notion n'a cependant pas été très abordée cette année.

### **Question 113 - Gamétogénèse : DE**

A. Le premier mécanisme de reproduction apparu au cours de l'évolution est la reproduction sexuée.

**FAUX** C'est la reproduction asexuée qui est le premier mécanisme apparu lors de l'évolution, elle correspond à une simple division par mitose empêchant ainsi l'existence d'un brassage génétique. Cette reproduction se retrouve notamment chez les procaryotes.

B. Chez l'Homme, la phase haploïde prédomine.

**FAUX** Chez l'Homme, c'est la phase diploïde qui prédomine (c'est-à-dire composé de paires de chromosomes).

C. Chez les mammifères, la méiose aboutit à des gamètes prêts à la fécondation.

**FAUX** La méiose masculine aboutit à la spermatide ronde qui nécessite une maturation pour pouvoir être apte à la fécondation. Concernant la méiose féminine, elle ne se termine que lorsqu'il y a fécondation. Les gamètes ne sont pas le produit final direct de la méiose chez les mammifères.

D. Les gonades ne contiennent pas que des cellules de la lignée germinale, des cellules de la lignée somatiques sont aussi présentes.

**VRAI** C'est le cas des cellules de Sertoli dans les testicules et des follicules dans l'ovaire.

E. Les cellules germinales sont les seules cellules de l'organisme concernées par la méiose.

**VRAI** Notion importante à comprendre, ce sont les cellules germinales qui vont subir la méiose et qui vont donc aboutir à des gamètes après maturation. Pour aller plus loin : En ce qui concerne leur migration, il faut savoir que leur migration commence en dehors des gonades (approfondi en spécialité pour ceux qui feront HEAR).

### **Question 114 – Spermiogénèse : ACD**

A. La formation de l'acrosome ainsi que du flagelle a lieu sensiblement en même temps.

**VRAI** Ces deux phénomènes sont les premiers de la spermiogénèse.

B. La condensation de la chromatine permet une possibilité de transcription ainsi qu'une traduction du matériel génétique.

**FAUX** Au contraire, elle ne permet pas de transcription, cette condensation permet de « protéger » la chromatine durant la spermatogénèse ainsi que durant le transport des spermatozoïdes.

C. Le centriole distal est à l'origine du développement du flagelle.

**VRAI** Le développement du flagelle se fait avec une polymérisation des microtubules à partir du centriole distal. Le centriole proximal aura lui un rôle dans la fécondation (attention à ne pas confondre les deux).

D. La différence fondamentale entre la spermatide allongée et le spermatozoïde est la présence du corps résiduel.

**VRAI** Ce corps résiduel est normalement éliminé durant la spermiation. Une anomalie au niveau des cellules de Sertoli (qui phagocytent ce corps résiduel) peut entraîner une présence excessive de corps résiduel.

E. La pièce principale est composée de fibres denses et d'une gaine mitochondriale.

**FAUX** Pièce principale : Fibres denses + gaine fibreuse / Pièce intermédiaire : gaine mitochondriale + fibres denses.

### **Question 115 – Concernant la spermatogenèse : CE**

A. La cape post-acrosomique provient d'une vésicule golgienne qui s'étale et coiffe le noyau sur une grosse moitié supérieure.

**FAUX** ! Attention à ne pas confondre l'acrosome et la cape post-acrosomique.

**RAPPEL :**

- L'acrosome provient d'une vésicule golgienne qui s'étale et coiffe le noyau sur une grosse moitié supérieure. L'acrosome a un rôle lors de l'interaction entre spermatozoïde et zone pellucide au moment de la fécondation.
- La cape post-acrosomique est un épaississement de la membrane en arrière de l'acrosome, elle est impliquée dans la fusion gamétique lors de la fécondation.

B. La production de spermatozoïde commence dès l'enfance.

**FAUX** La production de spermatozoïde commence à la puberté (à partir de 13-14 ans), en théorie cette production est continue et perdure jusqu'à la mort.

C. Le rendement de la spermatogenèse dans l'espèce humaine est faible par rapport à celui d'autres mammifères.

**VRAI** Le rendement de la spermatogenèse est de 16 spermatozoïdes pour une spermatogonie Ad. Chez d'autres mammifères il y a beaucoup plus de spermatozoïdes pour une spermatogonie Ad, car la phase de multiplication est plus longue.

D. La chromatine du noyau spermatocytaire doit être décondensée pour assurer une synthèse protéique pendant son transport.

**FAUX** Au contraire ! La chromatine est extrêmement condensée et ne permet pas de synthèse protéique et transcriptionnelle afin d'assurer sa protection pendant le transport, tout ceci dans le but d'arriver intact pour la fécondation de l'ovocyte.

E. En l'absence de bras de dynéine, on observe une immobilité des spermatozoïdes.

**VRAI** Les bras de dynéine se situent sur les doublets de microtubules et induisent un glissement décalé permettant de générer l'onde flagellaire. Sans dynéine il n'y a pas de mouvement donc les spermatozoïdes sont immobiles, on a le même souci au niveau des cellules ciliées, notamment au niveau bronchique : c'est le syndrome des cils immobiles.

### **Question 116 - Concernant l'ovogénèse : BDE**

A. À chaque cycle ovarien, la reprise de la méiose est réalisée à partir d'un ovocyte II de la puberté à la ménopause.

**FAUX** La reprise de méiose est faite par un ovocyte I (et non ovocyte II !) de la puberté à la ménopause lors de chaque cycle ovarien.

B. En moyenne, 400 ovocytes dépasseront au moins le stade diplotène.

**VRAI** Il y a 400 000 ovocytes présents à la puberté, un ovocyte dépasse le stade diplotène par cycle ovarien soit 1 ovocyte tous les 28 jours. Soit 400 ovocytes qui dépassent ce stade jusqu'à la ménopause arrivant vers 45 ans.

C. La dégénérescence la plus importante de follicules primordiaux se déroule entre la naissance et la puberté.

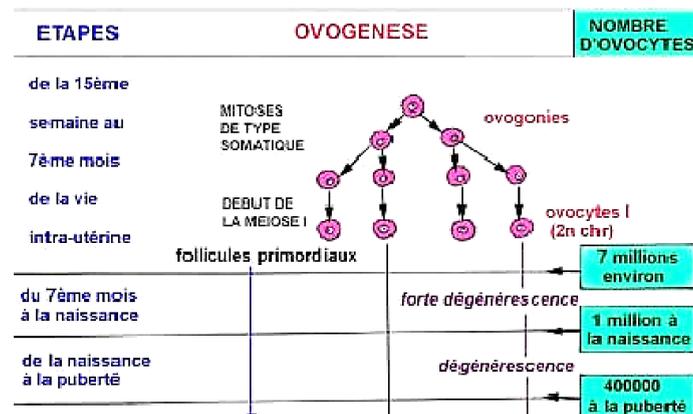
**FAUX** La dégénérescence la plus importante se déroule entre le 6<sup>ème</sup> mois de développement fœtal et la naissance, on passe de 6 millions d'ovocytes à 1 million. Entre la naissance et la puberté, il y a une dégénérescence moins importante de 1 million à 400 000 ovocytes.

D. Il y a environ 6 millions d'ovocytes l lors du début du 5<sup>ème</sup> mois fœtal.

**VRAI** Ils dégèrent par la suite d'une manière importante puis moins importante.

E. L'atrésie correspond à une dégénérescence folliculaire qui va concerner 999/1000 follicules.

**VRAI** ATTENTION, cette notion a été rajoutée par Pr. Guérin cette année. En effet il n'y a qu'un millième des ovocytes qui va reprendre sa méiose entre la puberté et la ménopause de la femme en raison de la durée des cycles qui est d'un peu moins d'un mois. (Item tiré de l'épreuve mineure disponible sur Caroline, n'hésitez pas à les faire)



### Question 117 – Concernant l'ovogenèse : ABC

A. Le globule polaire II est émis uniquement s'il y a fécondation.

**VRAI** S'il y a une fécondation, la méiose peut se terminer par l'expulsion du second globule polaire.

B. Au stade du follicule secondaire pré-antral, on peut observer la zone pellucide.

**VRAI** La zone pellucide est observable à partir du stade de follicule pré-antral.

C. Le follicule pré-ovulatoire contient environ 50 millions de cellules folliculeuses.

**VRAI** de plus, il mesure environ 2 cm et fait saillie à la surface de l'ovaire.

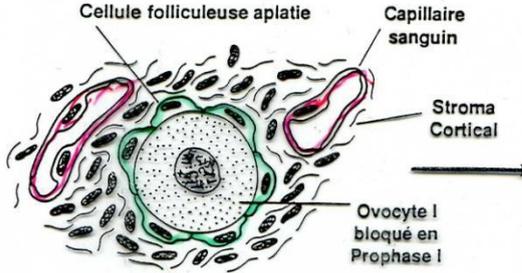
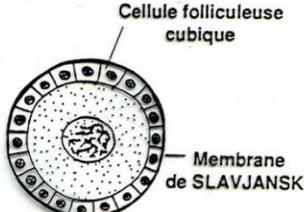
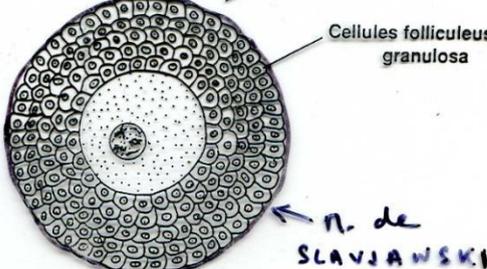
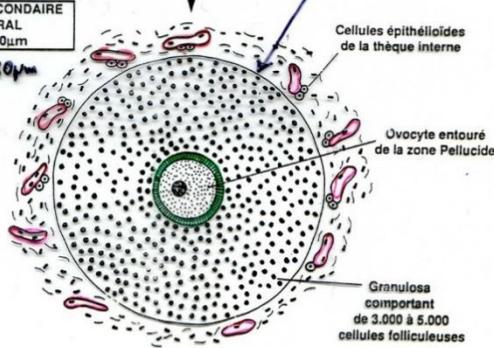
D. La membrane de Slavjanski apparaît au stade de follicule pré-antral.

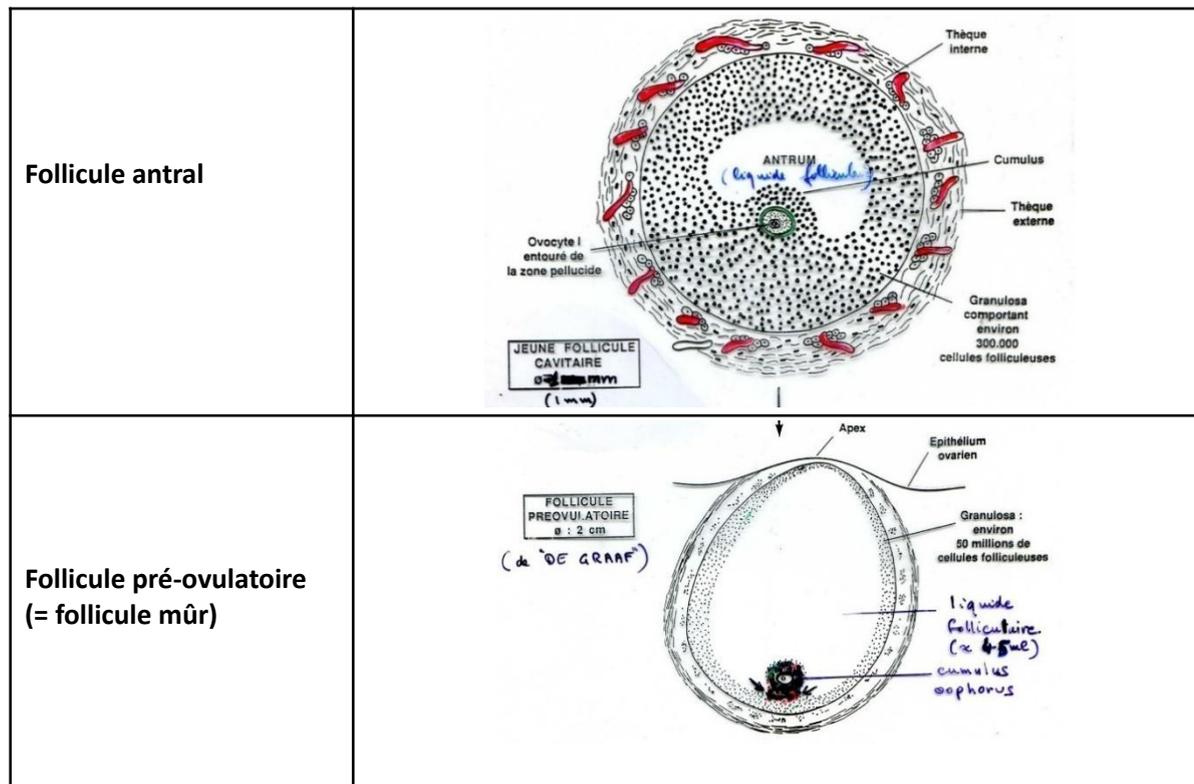
**FAUX** Attention à ne pas confondre membrane de Slavjanski qui apparaît au stade de follicule primaire avec la zone pellucide qui apparaît au stade de follicule pré-antral.

E. Les cellules de la thèque interne sont au contact direct de la granulosa.

**FAUX** La thèque interne provient de la différenciation des cellules du stroma ovarien elle est séparée de la granulosa par la membrane de Slavjanski.

**Récapitulatif de la croissance folliculaire :**

<p><b>Follicule Primordial</b></p>	 <p>Cellule folliculeuse aplatie    Capillaire sanguin Stroma Cortical Ovocyte I bloqué en Prophase I</p> <p><b>FOLLICULE PRIMORDIAL</b> ø de l'ovocyte : 30µm ø du follicule : 35µm</p>
<p><b>Follicule Primaire</b></p>	 <p>Cellule folliculeuse cubique Membrane de SLAVJANSKI</p> <p><b>FOLLICULE PRIMAIRE</b> ø ovocyte : 35µm ø follicule : 45µm</p>
<p><b>Follicule secondaire</b></p>	 <p>Cellules folliculeuse granulosa</p> <p><b>FOLLICULE SECONDAIRE</b> ø de l'ovocyte : de 40 à 60µm ø du follicule : de 50 à 180µm</p> <p>← n. de SLAVJANSKI</p>
<p><b>Follicule secondaire pré-antral</b></p>	 <p>Cellules épithélioïdes de la thèque interne Ovocyte entouré de la zone Pellucide Granulosa comportant de 3.000 à 5.000 cellules folliculeuses</p> <p><b>FOLLICULE SECONDAIRE PREANTRAL</b> ø : 80µm ø ovocyte : 80µm</p>



**Question 118 – Concernant l’ovogenèse : ABCE**

A. Il existe autant de follicules primordiaux que d’ovocytes I.

**VRAI** Les cellules de la lignée germinale (ovocytes) ne sont jamais isolées, elles sont toujours contenues dans un follicule. Si ce n’est pas le cas, elles dégénèrent.

B. L’évolution de la lignée germinale femelle a lieu dans la corticale de l’ovaire.

**VRAI**

RAPPEL On distingue 2 zones dans l’ovaire :

La corticale : lieu où se développe les follicules et le corps jaune, cette zone est qualifiée de noble car c’est la zone fonctionnelle de l’ovaire.

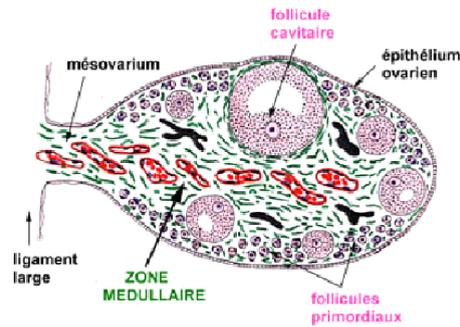
La médullaire : lieu où se situe les vaisseaux.

C. La FSH est une hormone gonadotrope qui stimule la croissance des follicules.

**VRAI** FSH signifie “Follicule Stimulating Hormone”.

D. L’ovulation correspond à l’expulsion de l’ovocyte hors de la zone pellucide.

**FAUX** L’ovulation correspond aux étapes de transformation de l’ovocyte et du cumulus oophorus ainsi qu’à la rupture du follicule mûr entraînant l’expulsion de l’ovocyte. Mais il n’y a pas expulsion hors de la zone pellucide ! Ce n’est que lors de l’éclosion de l’œuf (J<sub>6</sub>-J<sub>7</sub>) que la zone pellucide sera percée.



E. Il est encore possible de trouver des ovocytes I bloqués au diplotène chez une femme de 40 ans.

**VRAI** L'ovogénèse débute pendant la vie foetale, au 3<sup>ème</sup> mois in utero, on a une multiplication intense des ovogonies pour aboutir en fin de 4<sup>ème</sup> – début 5<sup>ème</sup> mois à 6 millions d'ovocytes I (pré-leptotène) pour l'ensemble des 2 ovaires. Au 5<sup>ème</sup> mois in utero, on a un blocage des ovocytes au diplotène, ils resteront bloqués à ce stade pendant 12-13 ans (ce qui correspond à la puberté) pour les premiers ovocytes à reprendre leur méiose. Les derniers à reprendre la méiose seront bloqués jusqu'à environ 45 ans ce qui correspond à la ménopause.

### **Question 119 : Quelles cellules germinales sont de formules [N, C] ? CE**

A. Spermatocyte I.

**FAUX** Les spermatocytes I dérivent des spermatogonies B, elles correspondent aux cellules qui se décollent de la membrane propre du tube séminifère pour se placer dans le compartiment adluminal (ou juxtaluminal), sa formule est [2N, 4C].

B. Spermatocyte II.

**FAUX** Résulte de la fin de méiose I du spermatocyte I, sa formule est donc [N, 2C].

C. Spermatide ronde.

**VRAI** Gamète non mature, sa formule est [N, C]. Après maturation, on obtient un spermatozoïde.

D. Ovocyte II.

**FAUX** L'ovocyte II dérive de la fin de méiose I de l'ovocyte I qui aboutit à la formation de l'ovocyte II et de l'expulsion du globule polaire I qui sont de formule [N, 2C].

E. Globule polaire II.

**VRAI** Expulsé uniquement s'il y a fécondation, il est de formule [N, C], il dégénère par la suite tout comme le globule polaire I.

## Concours blanc 2016/2017

### **Question 120 – Concernant la méiose : AD**

A. A.7

**VRAI** En effet à l'anaphase I, les chromosomes sexuels se séparent. S'il y a une mauvaise séparation chez la femme, il va alors se constituer un gamète 24, XX à la fin de la méiose. C'est donc à ce moment que peut se constituer un tel gamète.

B. B.12

**FAUX** Piège classique. C'est bien la fin de la méiose mais on n'obtient pas des gamètes. Il faut encore ensuite plusieurs étapes de maturations, que ce soit chez l'homme ou chez la femme.

C. C.2

**FAUX** L'enveloppe nucléaire commence à disparaître au diplotène et elle disparaît complètement au stade de diacinèse.

D. D.2

**VRAI** Le zygotène est le stade où les chromosomes s'apparient. Pour s'apparier ils vont former des complexes synaptonémaux.

E. E.9

**FAUX** Les chromosomes sont sous forme de longs filaments fins au leptotène. A la prophase II, les chromosomes ne se décondensent pas. Ils restent condensés et ne sont donc pas longs et fins.

**Question 121 - Soit une liste de cellules germinales et des propositions de formules : nombre (N) de chromosomes et contenu (c) en ADN : DE**

A. a.3

**FAUX** Pour répondre à ces questions je trouve qu'il est plus facile de savoir quelles sont les formules chromosomiques à la fin des méioses I et II et ensuite de comparer les différentes structures à des cellules réalisant leur méiose. Par exemple, le globule polaire I est l'équivalent d'une cellule ayant réalisé sa méiose I. Sa formule chromosomique est donc  $[N, 2C]$ .

B. c.2

**FAUX** Une cellule à la fin de la méiose équationnelle donc de la méiose II possède une formule  $[N, C]$ .

C. d.1

**FAUX** En phase G1, les spermatogonies B sont sous forme  $[2N, 2C]$ . Mais après la réplication, les chromosomes deviennent doubles brins, la formule devient donc  $[2N, 4C]$ . Les spermatogonies B n'ont pas encore démarré la méiose, ils ont donc la même formule chromosomique qu'une cellule avant sa méiose. Par contre, il faut bien repérer si dans l'item on se situe avant ou après la réplication.

D. e.2

**VRAI** L'ovocyte II correspond à une cellule bloquée au niveau de la méiose II. Elle a réalisé et terminé la méiose I, elle possède donc une formule,  $[N, 2C]$ .

E. b.4

**VRAI.** Le spermatocyte I possède une formule chromosomique  $[2N, 4C]$ . Il correspond à une cellule avant que la méiose I se termine.

**Question 122 – concernant la spermatogénèse : E**

A. La spermatogénèse possède un rendement d'une spermatogonie B pour 16 spermatozoïdes.

**FAUX** Une spermatogonie B donnera 8 spermatozoïdes. En revanche une spermatogonie Ad donnera bien 16 spermatozoïdes.

B. Le spermatocyte II au stade pachytène n'est plus au contact de la membrane basale.

**FAUX** Les spermatocytes ne sont jamais au contact de la membrane basale. Mais ici, le piège était au niveau du spermatocyte II. Un spermatocyte II est au niveau de la deuxième méiose, il ne peut donc pas être au stade de pachytène.

C. Au niveau de la pièce principale, les structures péri-axonémales sont exhaustivement les fibres denses et la gaine mitochondriale.

**FAUX** Au niveau de la pièce principale on retrouve la gaine fibreuse. Mais sinon ce sont bien les deux seules structures péri-axonémales (fibres denses et gaine fibreuse).

D. Un syndrome de Kartagener touche uniquement la pièce intermédiaire du spermatozoïde.

**FAUX** Le syndrome de Kartagener touche les bras de dynéine qui sont au niveau de l'axonème. Cette structure est présente au niveau de la pièce intermédiaire mais aussi au niveau de la pièce principale.

E. On observe physiologiquement une phagocytose lors de la spermiation.

**VRAI** On observe une phagocytose de la gouttelette cytoplasmique présente chez le spermatozoïde par la cellule de Sertoli. Si cette phagocytose ne se fait pas c'est pathologique.

### **Question 123 – Concernant l'ovogenèse : BCE**

A. L'ovogenèse est un cycle continu lors de la vie d'une femme.

**FAUX.** Très important à comprendre. C'est une différence majeure par rapport au cycle masculin qui lui est continu. L'ovocyte subit plusieurs pauses pendant le développement. D'abord au stade diplotène pendant 12 ans environ, en attendant que la puberté démarre. Puis après l'expulsion de l'ovocyte, où ce dernier attend le spermatozoïde en vue d'une possible fécondation. Il est alors bloqué en métaphase II.

B. Lors d'un développement parthénogénétique, on assistera à l'expulsion du deuxième globule polaire.

**VRAI.** Si l'ovocyte s'active seul sans l'intervention d'un spermatozoïde, il termine sa méiose en expulsant le deuxième globule polaire. On parle alors de développement parthénogénétique. Ce développement n'est pas viable.

C. En moyenne, 400 ovocytes dépasseront au moins le stade diplotène chez la femme.

**VRAI.** Ce nombre correspond aux ovocytes qui reprendront leur méiose au cours de la vie d'une femme et passeront donc du stade diplotène au stade métaphase II. Les ovocytes sont tous bloqués en diplotène. Les hormones produites lors du cycle menstruel vont permettre la reprise de méiose chez certains ovocytes qui seront alors expulsés et bloqués en métaphase II, c'est l'ovulation. On estime que dans la vie d'une femme il y a 400 cycles et donc 400 reprises de méiose.

D. Dans un follicule pré-antral, on n'observe pas encore la thèque interne.

**FAUX.** La thèque interne apparaît au stade de follicule pré-antral. La thèque externe apparaît au stade de follicule antral.

E. Le follicule contenant le plus abondant liquide folliculaire est un follicule antral.

**VRAI.** Le follicule qui possède le plus gros volume folliculaire est le follicule mur (= follicule pré-ovulatoire = follicule de De Graaf). Ce follicule est bien un follicule antral, attention !

### **Question 124 – Concernant la méiose : ACD**

A. Lors de la métaphase de la méiose réductionnelle, les tétrades de chromatides s'alignent sur la plaque métaphasique.

**VRAI/FAUX.** La méiose réductionnelle correspond à la méiose I, à ce stade on a bien une séparation des chromosomes homologues qui sont sous la forme (2N, 4C). *Rappel : paire de chromosomes homologues = bivalent de chromosomes homologues = tétrade de chromatides.* Au niveau des termes : on peut utiliser le terme de plaque équatoriale pour les 2 méioses, cela signifie simplement que les chromosomes s'alignent au centre de la cellule. Pour le terme de plaque métaphasique, il peut être utilisé tel quel pour la méiose II (puisqu'elle correspond à une division de mitose) mais peut porter à confusion pour la méiose I (puisqu'il ne s'agit pas d'une plaque classique). Donc sans précision dans l'item on peut le penser faux. Le Pr Guerin avait validé l'item comme vrai.

B. L'image ci-dessous représente le stade du bouquet, qui dure environ 2 semaines et correspond ainsi au plus long stade de la méiose chez l'homme.

**FAUX.** Cette photo représente bien le stade du bouquet, ou zygotène, mais celui-ci dure 1 semaine. Le stade le plus long chez l'homme est le pachytène qui dure environ 2 semaines. Attention chez la femme c'est différé : comme l'ovocyte se bloque en diplotène au minimum jusqu'à la puberté, on considère que ce dernier est le plus long stade de la méiose féminine.

C. Le brassage intrachromosomique, qui se concrétise en anaphase I, est originaire à lui seul d'une diversité quasi-infinie.

**VRAI.** A la différence du brassage interchromosomique, qui permet seulement  $2^{23}$  possibilités d'associations de chromosomes homologues (soit environ 8,4 millions), le brassage intrachromosomique donne une variété de combinaisons impossible à chiffrer mais que l'on considère comme quasi-infinie. *Attention : En pratique, la diversité est due aux 2 types de brassages puisqu'ils sont toujours associés.*

D. La vésicule sexuelle commence à disparaître au stade du diplotène.

**VRAI.** La vésicule sexuelle disparaît entre le stade du diplotène et celui de la diacynèse.

E. Un gamète 24, XY peut résulter d'une non-disjonction à l'anaphase II de la méiose masculine.

**FAUX.** La méiose II correspond à la séparation des chromatides, qui proviennent du même chromosome donc soit X soit Y pour les chromosomes sexuels chez l'homme. Ainsi une non-disjonction à l'anaphase II de la méiose masculine pourra donner un gamète 24, XX, 24, YY où 22,0 si elle concerne un chromosome sexuel.

### **Question 125 – Concernant la spermatogénèse et la structure du spermatozoïde : A**

A. Les 8 spermatocytes II obtenus à la suite de la méiose I ont un diamètre plus petit que les 4 spermatocytes I desquels ils sont issus.

**VRAI.** En effet lors de la méiose masculine, la taille des cellules diminue au cours des divisions. Ainsi les spermatides rondes sont plus petites que les spermatocytes II qui sont eux-mêmes plus petits que les spermatocytes I.

B. La vésicule acrosomale est d'origine golgienne et est d'emblée dense aux électrons.

**FAUX.** La vésicule acrosomale précède l'acrosome, la densification aux électrons n'a pas encore eu lieu à ce stade de la spermiogénèse.

C. Histologiquement, la cape post-acrosomique est un dérivé de l'acrosome.

**FAUX.** La cape post-acrosomique est une simple condensation dans le cytoplasme. Elle n'a pas la même origine que l'acrosome et ne contient pas d'enzymes acrosomiques.

D. Au niveau de la tête du spermatozoïde, on trouve de l'intérieur vers l'extérieur la membrane plasmique, la membrane acrosomique externe, le contenu du sac acrosomique, la membrane acrosomique interne, et enfin l'enveloppe nucléaire.

**FAUX.** Attention les structures sont justes mais l'ordre n'est pas bon : ici elles sont décrites de l'extérieur vers l'intérieur.

E. Les deux microtubules de chacun des 9 doublets périphériques du flagelle portent chacun un bras de dynéines, ce qui permet de former l'onde flagellaire.

**FAUX.** Un seul microtubule de chaque doublet porte un bras de dynéines.

### **Question 126 – Concernant l'ovogenèse : C**

A. On observe une dégénérescence massive des ovogonies avant la naissance : on passe environ de 6 millions au 6<sup>e</sup> mois fœtal à 1 million à la naissance.

**FAUX.** Il ne s'agit plus d'ovogonies à ce stade, mais d'ovocytes I constituant des follicules primordiaux. On ne parle plus d'ovogonies à partir du 5<sup>e</sup> mois.

B. L'émission du 2<sup>e</sup> globule polaire permet l'obtention de l'ovocyte II.

**FAUX.** Le 2<sup>e</sup> globule polaire est émis uniquement s'il y a fécondation, lors de la terminaison de la méiose de l'ovocyte II. C'est l'émission du 1<sup>er</sup> globule polaire qui permet l'obtention de l'ovocyte II.

C. La membrane de Slavjanski est visible au stade du follicule primaire.

**VRAI.**

D. Au stade du follicule pré-antral, on trouve de l'extérieur vers l'intérieur : les cellules de la thèque externe, les cellules de la thèque interne, la membrane de Slavjanski, la granulosa, la zone pellucide, et l'ovocyte I bloqué en prophase I.

**FAUX.** La thèque externe apparaît au stade du follicule antral.

E. La maturation nucléaire correspond à une accumulation des ARNm et des granules corticaux.

**FAUX.** Il s'agit de la maturation cytoplasmique. La maturation nucléaire correspond à la reprise de méiose de la prophase I à la métaphase II.

## **Epreuve majeure n°1 – 2016/2017**

### **Question 127 : CE**

A. A-3

**FAUX.** Le stade le plus long dans la méiose féminine est le diplotène. En effet, la cellule reste bloquée pendant 12 ans environ au stade diplotène. Elle a donc besoin d'avoir un métabolisme pour survivre. Pour cela, il faut que l'ADN soit transcrit en ARN. Le seul stade où l'ADN est décondensé est le diplotène, c'est donc le stade le plus long dans la méiose féminine.

B. B-4

**FAUX.** Le stade le plus long dans la méiose masculine est le pachytène. C'est à ce moment que se forment les chiasmas, cela prend du temps. Chez l'homme le diplotène est très court car l'homme réalise sa méiose d'un seul trait, celle-ci n'est jamais interrompue.

C. G-1

**VRAI.** Le leptotène est bien le premier stade de la prophase I et donc également le premier stade de la méiose. A ce stade, les chromosomes s'individualisent en formant de longs filaments fins. *Leptos = fin en grec.*

D. H-3

**FAUX.** La vésicule sexuelle se forme au zygotène. A ce stade, les chromosomes homologues s'apparient à l'aide des complexes synaptonémaux. Mais chez l'homme, les chromosomes sexuels ne sont pas similaires donc la formation d'un tel complexe est impossible, ce qui explique la formation de la vésicule.

E. J-7

**VRAI.** Au pachytène, les chiasmas se forment et dès ce moment-là des échanges génétiques commencent à avoir lieu entre les chromatides de deux chromosomes homologues, mais on considère qu'ils aboutissent à l'anaphase I. Ainsi à l'anaphase I les chromatides des chromosomes homologues ne sont plus exactement identiques.

### **Question 128 : ABE**

A. D-6

**VRAI.** Les kinétochores exercent bien une traction dans le même sens, à l'inverse de la métaphase II ou ils exercent une traction en sens opposé comme dans une mitose classique.

B. F-8

**VRAI.** En télophase I, on se situe à la fin de la méiose I dite réductionnelle. On a donc deux cellules de formule chromosomique  $[N, 2C]$ .

C. E-12

**FAUX.** En télophase II, nous nous situons bien à la fin de la méiose, mais attention, les cellules obtenues ne sont pas encore des gamètes. Après la méiose aura lieu l'ovogenèse et la spermatogenèse qui permettra d'obtenir des gamètes aptes à la fécondation.

D. C-1

**FAUX.** Les chromosomes viennent tout juste de s'individualiser à ce stade. De plus, les chromosomes homologues ne sont pas encore associés car la formation des complexes synaptonémaux a lieu en zygotène. On ne peut donc pas observer les chromosomes homologues.

E. I-7

**VRAI.** Il y a trois grandes étapes pour les crossing-over. Au pachytène se forment les chiasmas. Ces derniers sont visibles au diplotène. Enfin, à l'anaphase I les crossing-over se concrétisent.

Attention à bien différencier chiasma et crossing-over. Le chiasma correspond au fait que les chromatides se croisent et se lient ensemble. Alors que le crossing-over désigne l'échange de matériel génétique dans sa globalité. En résumé, les chiasmas permettent les crossing-over.

### **Question 129 - Concernant la méiose : BD**

A. La vésicule sexuelle est accolée à la membrane plasmique.

**FAUX.** La vésicule sexuelle est accolée à la membrane nucléaire. En effet, pendant tout le début de la prophase la membrane nucléaire est encore présente, elle ne disparaîtra qu'en diacinèse. Ainsi, la vésicule sexuelle s'isole en s'accolant à la membrane nucléaire, puisqu'à ce stade les chromosomes sont encore contenus dans le noyau.

B. Lors du pachytène, les chiasmata ne sont pas visibles en microscopie optique car la condensation de l'ADN est trop importante.

**VRAI.** Les chiasmata ne sont visibles qu'au diplotène, car l'ADN se décondense pour permettre la synthèse d'ARN, ce qui rend les chiasmata visibles.

C. À la fin de la méiose I, on obtient des cellules [N, 2C]. Le terme « N » nous indique que les chromosomes ne possèdent qu'une seule chromatide.

**FAUX.** A la fin de la méiose I, on obtient bien des cellules [N,2C]. Mais le « N » signifie que la cellule possède chaque chromosome en un seul exemplaire. Lorsque la cellule possède les deux chromosomes, donc la paire en entier elle est 2N. Le 2C quant à lui indique la quantité d'ADN présente dans la cellule.

D. Au stade de la diacinèse, la synthèse d'ARN cesse.

**VRAI.** Comme expliqué ci-dessus, la synthèse d'ARN lors de la méiose n'est possible qu'au diplotène. Ainsi cette synthèse s'arrête au stade suivant, qui est le stade de la diacinèse.

E. Il est impossible que les chromosomes sexuels chez l'homme fassent l'objet de *crossing-over*.

**FAUX.** Il est tout à fait possible d'obtenir des *crossing-over* au niveau des chromosomes sexuels. Chez la femme oui car les chromosomes sexuels sont identiques et se comportent donc comme des autosomes. Chez l'homme cela est différent, mais on observe également des *crossing-over* dans la région où les deux chromosomes se ressemblent, la région pseudo autosomale.

### **Question 130 - Concernant la méiose : ABCDE**

A. Chez l'homme, il n'y a que 22 complexes synaptonémaux complets.

**VRAI.** On observe que 22 complexes synaptonémaux complets chez l'homme, alors qu'il y en a 23 chez la femme. Cela s'explique par les chromosomes sexuels qui sont différents chez l'homme mais identiques chez la femme.

B. Les *crossing-over* se produisent généralement au niveau des nodules de recombinaison.

**VRAI.** Les nodules de recombinaison correspondent aux endroits où les chromatides des chromosomes homologues sont très proches ce qui favorise la mise en place des *crossing-over*.

C. Le brassage interchromosomique ne se produit qu'en métaphase I

**VRAI.** Le Pr Guerin considère que le brassage interchromosomique se déroule en métaphase I, il ne tient pas compte de ce qui pourrait aussi se passer en métaphase II. En effet, à ce stade les chromatides se répartissent de part et d'autre de la plaque équatoriale de manière aléatoire ce qui crée à nouveau de la diversité, mais le Pr Guerin ne le considère pas comme un réel brassage interchromosomique.

D. En anaphase II, les kinétochores associés aux chromatides exercent toujours une traction dans un sens opposé.

**VRAI.** On parle souvent de la métaphase lorsque l'on parle des tractions des kinétochores mais attention cela est aussi valable en anaphase où les chromosomes ou les chromatides sont tirés de part et d'autre de la cellule.

E. La réplication ne fait pas partie de la méiose.

**VRAI.** On observe une réplication avant la méiose, mais en aucun cas la réplication ne fait partie de la méiose, ce sont deux étapes différentes dans le cycle cellulaire.

### **Question 131 – Concernant la spermatogenèse : ADE**

A. Les cellules de la lignée germinale évoluent de manière centripète au sein d'une section de tube séminifère.

**VRAI.** C'est un item qui tombe souvent. Les cellules de la lignée germinale vont de l'extérieur du tube vers son centre. Les cellules évoluent lors de ce chemin et lorsque qu'elles ont terminé leur préparation, elles peuvent être excrétées au centre du tube, dans sa lumière.

B. Un tube séminifère est un tube peu contourné composé de cellules germinales et somatiques telles que les cellules de Sertoli.

**FAUX.** Le tube séminifère est un tube très contourné, pour que le trajet vers le centre se fasse lentement et permette ainsi à la cellule de devenir un spermatozoïde.

C. Lors de la spermiogenèse, les spermatogonies Ad peuvent se différencier en spermatogonies Ap.

**FAUX.** Attention à ne pas confondre spermatogenèse et spermiogenèse. La transformation des spermatogonies Ad en AP se déroule lors de la première étape de la spermatogenèse. La dernière étape de la spermatogenèse est la spermiogenèse.

D. Toutes les cellules Ap donneront par mitose des spermatogonies B.

**VRAI.** Pour passer d'une spermatogonie AP à une spermatogonie B, la cellule utilise une mitose symétrique qui donnera donc à la fin deux cellules similaires, les spermatogonies B. Ainsi toutes les cellules AP sont amenées à devenir des spermatogonies B. En revanche, pour les spermatogonies Ad, la mitose est asymétrique. Seules les cellules riches en organites deviendront des spermatogonies AP par mitose asymétrique.

E. À l'issue de la méiose, on obtient les spermatides rondes.

**VRAI.** À l'issue de la méiose II qui est donc la deuxième étape de la méiose on obtient les spermatides rondes qui à travers la spermiogenèse vont devenir des spermatozoïdes.

### **Question 132 – Concernant la spermatogenèse et le spermatozoïde : CE**

A. L'homme produit 16 spermatozoïdes génétiquement différents pour 4 spermatogonies Ad.

**FAUX.** L'homme produit 16 spermatozoïdes pour une spermatogonie Ad. En effet, à la fin de la première étape on obtient à partir d'une cellule Ad quatre spermatocytes I. Ensuite par méiose, ces spermatocytes donneront 16 spermatides rondes, on multiplie par 4. Ces dernières vont évoluer en 16 spermatozoïdes génétiquement différents grâce aux brassages lors de la méiose.

B. La vésicule acrosomale donnera naissance par la suite à l'acrosome et la cape post-acrosomique.

**FAUX.** La vésicule acrosomale donne naissance uniquement à l'acrosome.

C. La spermiation est l'étape finale de la spermatogenèse et de la spermiogenèse.

**VRAI.** Cet item ne tombera probablement jamais en concours mais c'était pour bien vous faire comprendre. La spermatogenèse peut être découpée en trois parties. Tout d'abord, on assiste à la phase d'amplification, ensuite c'est la méiose et elle se termine par la spermiogénèse. Ainsi la spermiogénèse est bien une étape de la spermatogenèse. La spermiation est la dernière étape de la spermiogénèse, elle fait donc partie de la spermiogénèse et a fortiori de la spermatogenèse.

D. La formation de l'acrosome et la condensation de la chromatine sont deux évènements qui se déroulent rapidement.

**FAUX.** Lors de la spermiogénèse, les évènements rapides sont la formation de l'acrosome et du flagelle. La compaction de la chromatine est beaucoup plus lente. En effet, il faut laisser le temps aux histones de faire leur travail et de réduire l'ADN déroule en une chromatine compacte. Mais attention, ces trois évènements démarrent bien en même temps.

E. Les dernières étapes de la spermiogénèse se déroulent au pôle apical des cellules de Sertoli.

**VRAI.** Les cellules évoluent lors de la spermatogenèse de manière centripète. Elles partent donc du pôle basal des cellules de Sertoli pour ensuite terminer dans la lumière du tube à leur pôle apical.

### **Question 133 – Concernant la structure du spermatozoïde : BCD**

A. La tête représente environ 1/5<sup>ème</sup> de la taille du spermatozoïde.

**FAUX.** La tête est longue de 5µm alors que le flagelle mesure 50µm. La tête représente donc environ 1/10 de la taille du spermatozoïde.

B. L'annulus sépare la pièce intermédiaire de la pièce principale.

**VRAI.** Attention, il ne correspond pas au col du spermatozoïde

C. Entre la pièce principale et la pièce intermédiaire, seules les structures péri-axonémales diffèrent.

**VRAI.** Tout à fait, l'axonème en lui-même ne change pas. Il est toujours constitué des microtubules. En revanche, les structures situées autour de lui diffèrent entre la pièce terminale et la pièce principale.

D. Les fibres denses sont des structures péri-axonémales.

**VRAI.** Structures péri-axonémales : fibres denses + gaine mitochondriale (pièce intermédiaire) ou fibres denses + gaine fibreuse (pièce principale)

E. Le développement du flagelle se réalise à partir du centriole proximal.

**FAUX.** Item qui tombe souvent. Le développement du flagelle se réalise à partir du centriole distal.

### **Question 134 – À propos de l'ovogenèse : B**

A. La zone médullaire de l'ovaire contient des follicules à différents stades de maturation.

**FAUX.** C'est dans la zone corticale, en périphérie, qu'a lieu la maturation des follicules. On l'appelle aussi la « zone noble », car c'est la zone fonctionnelle de l'ovaire. La médullaire, en position centrale, contient surtout des vaisseaux.

B. La multiplication des ovogonies se déroule exclusivement avant le 5<sup>ème</sup> mois fœtal.

**VRAI.** Après ce stade il n'y a plus de phase de multiplication, le stock ne pourra que diminuer.

C. Les cellules folliculeuses font partie de la lignée germinale.

**FAUX.** Les cellules folliculeuses proviennent du stroma ovarien (c'est-à-dire de la corticale), elles font donc partie de la lignée somatique.

D. Au 5<sup>ème</sup> mois fœtal, tous les ovocytes II s'entourent de cellules folliculeuses.

**FAUX.** Attention il s'agit des ovocytes I et non des ovocytes II. Selon le Pr Guerin, tous les ovocytes s'entourent physiologiquement de cellules folliculeuses. Il est probable que ce ne soit pas le cas pour certains et qu'ils dégèrent, mais le Pr ne prête pas attention à ce phénomène.

E. Au début du 6<sup>ème</sup> mois fœtal, chaque ovaire contient environ 6 millions de follicules primordiaux.

**FAUX.** Il y a 6 millions de follicules primordiaux pour les 2 ovaires.

### **Question 135 – À propos de l'ovogenèse : DE**

A. Entre le 6<sup>ème</sup> mois fœtal et la puberté, on assiste à la dégénérescence d'environ 5/6<sup>e</sup> des ovocytes.

**FAUX.** Entre le 6<sup>e</sup> mois fœtal et la naissance, on passe de 6 millions d'ovocytes à 1 million, soit une dégénérescence de 5/6<sup>e</sup> des ovocytes. Puis entre la naissance et la puberté, la dégénérescence est plus faible : on passe de 1 million à 400 000 ovocytes.

B. À partir de la puberté, les hormones gonadotropes FSH et LH sont libérées de manière continue.

**FAUX.** Elles sont libérées de manière cyclique, ce qui détermine le cycle ovarien.

C. À chaque cycle, on observe la reprise de méiose d'un ovocyte II bloqué en diplotène pour aboutir à un ovocyte II bloqué en métaphase II.

**FAUX.** Le stock d'ovocytes est constitué d'**ovocytes I** bloqués en prophase I (diplotène). A chaque cycle, un de ces ovocytes I reprend sa méiose à la suite du pic de LH, il termine sa méiose I et se bloque à nouveau, cette fois en métaphase II. L'ovocyte II obtenu constitue le gamète féminin, et il ne terminera sa méiose II que s'il y a fécondation.

D. Les ovocytes contiennent plus d'éléments cytoplasmiques que les spermatozoïdes.

**VRAI.** Pour l'ovogenèse, les divisions cellulaires sont très asymétriques : l'ovocyte récupère le maximum d'éléments organiques possible (nécessaires au développement du futur zygote), il est donc très riche en cytoplasme. Au contraire, le spermatozoïde se débarrasse du matériel cytoplasmique excédentaire car son but n'est pas d'aider au développement mais surtout d'arriver intact pour la fécondation.

E. Le gamète féminin possède une quantité en ADN [N, 2C], contrairement au spermatozoïde qui a une formule [N, C].

**VRAI.** Il s'agit de l'ovocyte II bloqué en métaphase II, il n'a pas terminé sa méiose donc est encore (N, 2C) et non pas (N, C) comme le spermatozoïde.

### **Question 136 – À propos de l'ovogenèse : BCE**

A. Le follicule primordial est composé d'un ovocyte entouré d'une couche unique de cellules folliculeuses cubiques.

**FAUX.** Au stade du follicule primordial, les cellules folliculeuses, très peu nombreuses, sont très aplaties. Elles deviennent cubiques au stade du follicule primaire.

B. La zone pellucide se forme au stade du follicule pré-antral, environ 3 mois avant l'ovulation.

**VRAI.** La zone pellucide se forme bien à ce stade, et il faut ensuite environ 3 mois au follicule pré-antral pour atteindre le stade pré-ovulatoire.

C. Les cellules de la thèque interne apparaissent en même temps que la zone pellucide.

**VRAI.** La thèque interne apparaît bien au stade du follicule pré-antral. La thèque externe apparaît quant à elle au stade du follicule antral.

D. La rupture folliculaire est permise par la sécrétion de collagénases par les cellules de la *granulosa*, qui fragilisent la thèque interne, et d'hydrolases par les cellules de l'épithélium ovarien, qui fragilisent l'*apex* du follicule.

**FAUX.** Les collagénases fragilisent la thèque externe. Le reste est vrai.

E. L'ovulation a lieu environ 26 heures après le sommet du pic de LH.

**VRAI.** La rupture folliculaire a lieu environ 38 heures après le début du pic de LH, et le sommet du pic a lieu environ 12 heures après le début du pic. Donc on retrouve bien un délai de 26h (38-12) entre le sommet du pic et l'ovulation.

### Concours Blanc – 2015/2016

**Question 137 - Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : **CD****

A-10. **FAUX**, les cellules filles ne sont pas strictement identiques, cela est dû aux *crossing-over*.

B. B-8. **FAUX**, b-5.

C. C-5. **VRAI**.

D. D-2. **VRAI**.

E. E-2. **FAUX**, e-1.

**Question 138 - Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : **CDE****

A. F-5. **FAUX**, f-8.

B. G-9. **FAUX**, g-6.

C. H-6. **VRAI**.

D. I-3. **VRAI**, c'est l'étape où l'ovocyte va rester bloqué pendant plusieurs années, d'où la nécessité d'avoir une transcription d'ARN et production de protéines.

E. J-1. **VRAI**.

**Question 139 - Concernant les généralités sur la méiose dans l'espèce humaine : ACDE**

A. La création du zygote rétablit la diploïdie.

**VRAI**, la méiose permet d'obtenir ovocyte et spermatozoïdes qui sont haploïdes. La fécondation, c'est-à-dire la réunion d'un spermatozoïde et d'un ovocyte rétablira la diploïdie. Donc le zygote, qui est créé grâce à la fécondation, rétablit la diploïdie.

B. Lorsqu'on parle de 46, XY, on considère en réalité 47 chromosomes : 46 autosomes et le bivalent sexuel.

**FAUX**, on a 46 chromosomes seulement, on a donc 45 autosomes et une paire de gonosome (= bivalent sexuel).

C. La méiose ne peut s'achever et donner des gamètes qu'à partir de la puberté.

**VRAI.**

D. La phase diploïde est prédominante dans l'espèce humaine.

**VRAI.**

E. Il existe parfois une région pseudo-autosomale « plus grande » qui peut aussi englober le gène SRY et donner des phénotypes féminins avec un caryotype 46, XY.

**VRAI.**

**Épreuve majeure n°2 –2015/2016**

**Question 140 – Généralités concernant la méiose dans l'espèce humaine : CDE**

A. Elle concerne toutes les cellules germinales et certaines cellules somatiques.

**FAUX**, elle ne concerne que les cellules de la lignée germinale !

B. Au début de la méiose I et de la méiose II, comme pour la mitose, on aura une phase S.

**FAUX**, on a bien une phase S au début de la méiose I et de la mitose, mais pas de la méiose II. En effet si on avait une réplication avant le début de la méiose II on reviendrait au point de départ et nos cellules finales ne seraient pas haploïdes.

C. Au leptotène, le chromosome sera composé de deux molécules d'ADN identiques : les chromatides sœurs.

**VRAI**, et ainsi chaque chromatide sœur se séparera au cours de la méiose II.

D. Une paire de chromosomes homologues est composée : d'un chromosome hérité du père de l'individu avec deux chromatides, et d'un chromosome hérité de la mère avec deux chromatides aussi.

**VRAI**, il est très important de comprendre cette notion qu'on ne retrouve qu'au cours de la méiose.

E. Les chromosomes homologues sont d'ailleurs identiques, visualisables en technique de painting, avant le début de la méiose.

**VRAI**, par contre à la fin de la méiose elles ne seront plus identiques : on aura eu des *crossing-over* qui sont des échanges de matériel génétique entre chromatides.

**Question 141 – Concernant les étapes de la méiose dans l'espèce humaine : ABDE**

A. La méiose I dite « réductionnelle » se termine par la séparation des chromosomes homologues, alors que la méiose II dite « équationnelle », se termine par la séparation des chromatides sœurs.

**VRAI**, il est important de bien distinguer ces deux méioses.

B. La prophase de première méiose est subdivisée en cinq phases, dont la plus longue dans la spermatogenèse est le stade de pachytène.

**VRAI**, la phase la plus longue dans l'ovogenèse est le diplotène, car l'ovocyte I reste bloqué pendant de nombreuses années dans ce stade.

**Concernant l'image ci-dessous :**



C. Elle représente le stade du bouquet.

**FAUX**, cette image représente le stade de pachytène. Le stade du bouquet lui est visible au cours du zygotène.

D. La flèche désigne la vésicule sexuelle, qui n'est visible que dans la méiose masculine.

**VRAI**, c'est où s'isolent les chromosomes X et Y au cours de la méiose I.

E. C'est une image du stade pachytène, stade où les *crossing-over* ont lieu, mais qui ne seront visibles qu'en anaphase I.

**VRAI**, ils ne seront visibles qu'à l'anaphase I car les chromosomes sont ici condensés et on ne peut pas différencier les chromatides homologues.

**Question 142 - À propos de la gamétogenèse : AE**

**Concernant l'ovogenèse :**

A. Elle correspond à l'évolution de la lignée germinale femelle et s'effectue dans la corticale de l'ovaire.

**VRAI.**

B. Dans un follicule primordial on trouve un ovocyte I bloqué en métaphase I.

**FAUX** il est bloqué en prophase I au stade du diplotène.

C. Le stock d'ovogonies est maintenu constant pendant toute la vie de la femme jusqu'à la ménopause.

**FAUX** le stock d'ovogonies est présent dès le début en intra-utérin. Il ne restera d'ailleurs plus d'ovogonies une fois transformées en ovocytes (l'intégralité commence la méiose et se bloque en méiose I). Le stock d'ovocytes ne cesse de diminuer au cours de la vie d'une femme.

**Concernant la spermatogenèse :**

D. Il faut environ 22 jours aux spermatozoïdes pour aller du tube séminifère vers la queue de l'épididyme, où ils s'accumulent entre deux éjaculations.

**FAUX** il faut environ 12 jours pour ce faire selon le Pr. Guérin (attention pour ceux qui ont le module *histologie et embryologie de l'appareil reproducteur*, il se peut que le Dr. Benchaïb dise 14 jours dans un de ses cours).

E. Chez l'homme, la FSH (*Follicle-Stimulating Hormone*) ainsi que la LH (*Luteinizing Hormone*) déclenchent la puberté.

**VRAI** bien que l'on puisse penser de par leurs noms respectifs que ces deux hormones soient féminines, elles ont en fait un rôle aussi chez l'homme. Ce rôle n'est pas cyclique comme chez la femme mais déclenche effectivement la puberté chez l'homme. On appelle à *fortiori* et plus représentativement la FSH et la LH des gonadotrophines, autrement dit des hormones qui régulent la production des gonades.

## Épreuve majeure n°1 – 2015/2016

**Question 143 : Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : BC**

A. a-6

**FAUX**, a-3, le brassage interchromosomique c'est en métaphase I et le brassage intrachromosomique en pachytène.

B. b-2

**VRAI.**

C. c-4

**VRAI.**

D. d-5

**FAUX**, d-1.

E. e-3

**FAUX**, e-6.

**Question 144 - Les événements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes (désignées par des chiffres) : C**

A. f-11

**FAUX**, f-7.

B. g-1

**FAUX**, nouvelle condensation en diacinèse g-5.

C. h-10

**VRAI**, on aura alors une séparation des chromatides sœurs.

D. i-7

**FAUX**, i-11.

E. j-12

**FAUX**, j-8, en télophase II on obtient 4 cellules filles à N, C.

### **Question 145 - Concernant les stades de la méiose dans l'espèce humaine : CDE**

A. Le zygotène dure environ deux semaines et contient le début de la formation du complexe synaptonémal.

**FAUX**, le zygotène dure une semaine. C'est le pachytène qui dure deux semaines qui est d'ailleurs le stade le plus long de la méiose chez l'homme.

B. Au pachytène on peut désormais visualiser les chiasmas.

**FAUX**, ils se forment mais ne se verront qu'au cours du diplotène.

C. On peut dire que le diplotène est plus long chez la femme que chez l'homme.

**VRAI**, du fait du blocage à ce stade chez la femme.

D. Au cours de l'anaphase I on assiste à la concrétisation des brassages intrachromosomiques, dont résulte une infinité de combinaisons possibles.

**VRAI**, alors qu'ils se forment au cours du pachytène.

E. La méiose équationnelle, concerne des chromatides remaniées, pour aboutir à la formation de quatre cellules haploïdes.

**VRAI**, la méiose équationnelle est équivalente à la méiose II.

### **Question 146 - Concernant la spermatogenèse : ABC**

A. Elle concerne la lignée germinale mâle et démarre au niveau des spermatogonies Ad par mitose asymétrique.

**VRAI**, c'est le type de division effectué par la majeure partie des cellules souches afin de conserver une quantité de cellules souches constantes et en même temps envoyer des cellules se différencier dans la lignée cellulaire qui leur est propre.

B. On peut dire que le cycle spermatogénétique contient 3 phases majeures et que ses deux dernières ont une durée voisine.

**VRAI**, cycle spermatogénétique : I) Phase de multiplication (**27 jours**) ; II) Méiose (**24 jours**) ; III) Spermiogénèse (**23 jours**).

C. La différenciation de la spermatide ronde en spermatozoïde en passant par la spermatide allongée se nomme la spermiogénèse.

**VRAI**.

D. Cette spermiogénèse débute par la formation de l'acrosome puis vient ensuite la formation du flagelle et se termine par la spermiation.

**FAUX**, la spermiogénèse comprend la formation de l'acrosome et la formation du flagelle qui se déroule au même moment de façon presque immédiate. Puis vient ensuite de manière plus progressive la condensation de la chromatine. Et le tout se termine par la spermiation correspondant à la phagocytose de la gouttelette cytoplasmique par les cellules de Sertoli, libérant ainsi le néo-spermatozoïde dans la lumière du tube séminifère.

E. Quant au spermatozoïde (produit final), on peut donner comme différence entre sa pièce intermédiaire et sa pièce principale la composition des gaines, respectivement fibreuse et mitochondriale.

**FAUX**, c'est l'inverse, la gaine mitochondriale est située dans la pièce intermédiaire tandis que la gaine fibreuse est présente au sein de la pièce principale.

### **Question 147 – Concernant la spermatogénèse : RIEN**

A. Les cellules de la lignée germinale évoluent de manière centrifuge au sein du tube séminifère.

**FAUX** elles évoluent de manière centripète.

B. Concernant la lignée germinale, seules les spermatogonies Ap et Ad sont au contact de la membrane propre du tube séminifère.

**FAUX** Les spermatogonies B aussi

C. Il existe des cellules somatiques au sein du tube séminifère telles que les cellules de Leydig.

**FAUX** il existe bien des cellules somatiques au sein des tubes séminifères mais ce sont les cellules de Sertoli, en effet les cellules de Leydig sont à l'**extérieur** du tube séminifère.

D. Chez les mammifères, l'homme a le cycle le plus long (74 jours) mais le plus rentable.

**FAUX** il a bien le cycle le plus long, mais c'est le moins rentable : 16 spermatozoïdes pour une spermatogonie Ad. Cela n'a pas été précisé en cours mais le cycle de l'homme est bien le plus long.

E. La spermiogénèse constitue l'étape finale de la spermiation.

**FAUX** c'est le contraire, la spermiation qui est la libération dans la lumière du tube séminifère des spermatozoïdes est la dernière étape de la spermiogénèse.

### **Question 148 - Concernant le spermatozoïde : AE**

A. Il possède entre une cinquantaine et une centaine de mitochondries dans la pièce intermédiaire du flagelle, organisées sous forme d'une gaine hélicoïdale.

**VRAI.**

B. Les fibres denses ne sont retrouvées qu'au niveau de la pièce intermédiaire du flagelle.

**FAUX**, attention à ne pas confondre la gaine fibreuse qui se trouve uniquement dans la pièce principale du flagelle et les fibres denses qui se trouvent dans la pièce intermédiaire et principale.

C. Le mouvement des spermatozoïdes est possible grâce à l'activité ATPasique des kinésines.

**FAUX**, grâce à l'activité ATPasique des dynéines !

D. Le noyau du spermatozoïde est très dense aux électrons, car il y a une activité transcriptionnelle intense.

**FAUX**, le noyau est justement dense aux électrons car il est très compacté et donc pas de transcription possible.

**E.** La tête mesure environ 1/10 de la taille du spermatozoïde  
**VRAI.**

### **Question 149 - Concernant l'ovogenèse : BD**

**A.** Au début du 5<sup>ème</sup> mois du développement embryonnaire les ovocytes de premier ordre au stade pré-leptotène achèvent leur méiose pour former des ovocytes I.

**FAUX** l'achèvement de la méiose ne s'effectue que s'il y a fécondation.

**B.** Les ovocytes I s'entourent pendant la vie embryonnaire de cellules de type somatique provenant du stroma ovarien pour former des follicules primordiaux.

**VRAI** ce sont les cellules qu'on appelle d'ailleurs cellules folliculeuses

**C.** Vers environ la fin du 6<sup>ème</sup> mois de la vie embryonnaire jusqu'à la naissance on a une faible dégénérescence des follicules primordiaux.

**FAUX** on a à ce stade une dégénérescence massive.

**D.** De la puberté à la ménopause chez la femme on considère qu'environ 999/1000 des ovocytes I ne vont pas pouvoir potentiellement reprendre leur méiose.

**VRAI** car au rythme d'environ un ovocyte par mois reprenant sa méiose de 13 ans (puberté) à 45ans (ménopause) on a  $12 \times 32 \sim 400$  ; pour un stock de 400000 à la puberté. Donc 1/1000 reprennent leur méiose.

**E.** On peut dire que l'ovocyte I contient une quantité N de chromosomes et une quantité 2C de molécules d'ADN.

**FAUX** ceci est valable pour le gamète féminin qui correspond à l'ovocyte II bloqué en métaphase II.

### **Question 150 – Concernant l'ovogenèse : BC**

**A.** La phase de multiplication s'étend du 3<sup>ème</sup> mois fœtal jusqu'à la ménopause.

**FAUX** du 3<sup>ème</sup> mois fœtal jusqu'à la fin du 4<sup>ème</sup> mois début 5<sup>ème</sup> mois fœtal ! Il n'y a plus de multiplication après, ce qui explique qu'on ait un stock prédéfini.

**B.** La méiose commence dans la période fin 4<sup>ème</sup> mois - début 5<sup>ème</sup> mois.

**VRAI.**

**C.** A la fin du 6<sup>ème</sup> mois fœtal nous n'avons plus d'ovogonies mais uniquement des ovocytes I bloqués en diplotène.

**VRAI** et ils vont rester bloqués en diplotène pendant plusieurs années.

**D.** Pendant l'enfance, on assiste à une dégénérescence massive des ovocytes I, beaucoup plus importante quantitativement que la dégénérescence pendant la période embryonnaire.

**FAUX** la dégénérescence pendant la période embryonnaire est beaucoup plus importante, en effet on passe d'un stock de 6 millions à plus que 1 million à la naissance. Alors que pendant l'enfance on passe d'un stock de 1 million à environ 400 000 à l'adolescence.

**E.** Le stock d'ovocytes est constamment renouvelé de l'adolescence à la ménopause.

**FAUX** le stock d'ovocyte contrairement aux spermatozoïdes est prédéfini lors de la période embryonnaire et il n'y aura plus aucune multiplication ensuite !

### **Question 151 - Concernant l'ovulation et les follicules : AB**

A. La fragilisation de la thèque externe est due à un mécanisme œdémateux qui entraîne une exfiltration de liquide folliculaire, qui par contraction réflexe expulse le contenu du follicule.

**VRAI** œdème généralisé des petits vaisseaux qui composent la thèque externe entraînant une réaction inflammatoire, cela donne une fuite de liquide folliculaire donnant une contraction réflexe des cellules musculaires lisses de cette même thèque. L'expulsion par ce phénomène du liquide folliculaire lors de la rupture de l'apex entraîne avec lui l'ovocyte et son cumulus.

B. L'ovulation est sous contrôle du pic gonadotrope et notamment l'hormone lutéinisante, le sommet du pic survient environ 24h avant l'expulsion.

**VRAI** l'hormone lutéinisante correspond à la LH. Son rôle est double, à la fois en permettant les mécanismes de l'ovulation ainsi qu'en stimulant le corps jaune. Résumé des événements : Temps 0 : début du pic **12h après (12h)** : sommet du pic + **12h après (24h)** : reprise de méiose et expulsion du premier globule polaire + **12h après (36h)** : nouveau blocage de l'ovocyte en méta II + **1 ou 2h (36h-38h il ne fera pas de pièges là-dessus)** : ovulation

C. Au niveau du follicule pré-ovulatoire de l'intérieur vers l'extérieur on trouve : l'ovocyte, le cumulus oophorus, la corona radiata, la granulosa, la membrane de Slavjanski, la thèque interne puis la thèque externe.

**FAUX** la corona radiata est la couche la plus interne de cellules du cumulus oophorus.

D. Au niveau du follicule secondaire préantral, on trouve la thèque interne et externe.

**FAUX** on ne trouve que la thèque interne car l'externe n'apparaît qu'au stade suivant de jeune follicule cavitaire.

E. Du début de la formation du follicule secondaire préantral à l'ovulation on considère qu'il se passe environ 15 jours.

**FAUX** on considère que chaque stade de follicule dure 28 jours, donc ici on a 3 stades : secondaire préantral, jeune cavitaire et pré-ovulatoire, soit  $28 \times 3$  donc environ 84 jours. 15 jours c'est la durée de la phase folliculaire. Il ne faut pas retenir 85, mais retenir que c'est long.

## Concours Blanc – 2014/2015

### **Question 152 – Concernant les étapes de la méiose : C**

A. Le zygotène de la prophase I est caractérisé par la mise en place d'une plaque d'attachement des chromosomes homologues au niveau de l'enveloppe nucléaire.

**FAUX** le **leptotène** est le stade caractérisé par la mise en place des plaques d'attachement des chromosomes à l'enveloppe nucléaire. Le zygotène est quant à lui caractérisé par l'apparition des complexes synaptonémaux et la mise en place de la vésicule sexuelle dans le cas de la méiose masculine.

B. La terminalisation des chiasmas se produit au diplotène lors de la décondensation des chromosomes qui s'épaississent et se détachent de l'enveloppe nucléaire.

**FAUX** la **diacynèse** est le stade où la terminalisation des chiasmas a lieu.

C. Les microtubules kinétochoriaux des chromatides sœurs exercent une traction dans le même sens lors de l'anaphase de la méiose réductionnelle.

**VRAI** méiose réductionnelle = méiose I. méiose équationnelle = méiose II.

D. Lors de la deuxième division de méiose, on assiste à une réduction du nombre de chromosomes et du contenu en ADN.

**FAUX** lors de la deuxième division de méiose, on assiste au passage de 2 cellules (N,2C) à 4 cellules filles (N, C). Il n'y a pas réduction du nombre de chromosomes.

E. Le brassage interchromosomique entraîne une infinité de combinaisons possibles.

**FAUX** le brassage intrachromosomique entraîne une infinité de possibilité tandis qu'il y a environ 8 millions de combinaisons possibles avec le brassage inter- chromosomique.

**Question 153 – Les cellules suivantes ont un nombre « N » de chromosomes et une quantité « C » d'ADN : D**

A. Spermatogonie B avant une phase S.

**FAUX** Spermatogonies B avant une phase S = 2N, 2C.

B. Cellule en métaphase II.

**FAUX** cellules en métaphase II = N, 2C.

C. Ovocyte ayant expulsé son 1er globule polaire.

**FAUX** Ovocyte ayant expulsé son 1er globule polaire = N, 2C.

D. Spermatozoïde.

**VRAI**

E. Spermatozoïde I après une phase S.

**FAUX** Spermatozoïdes I après une phase S = 2N,4C.

**Question 154 – Concernant la spermatogenèse et la structure du spermatozoïde : CDE**

A. L'onde flagellaire est consommatrice d'énergie, elle est fournie par les mitochondries présentes dans la pièce principale du spermatozoïde.

**FAUX** les mitochondries sont présentes au niveau de la pièce intermédiaire.

B. La gaine fibreuse est présente sur toute la longueur du spermatozoïde.

**FAUX** la gaine fibreuse n'est présente qu'au niveau de la pièce principale du spermatozoïde, elle remplace le manchon mitochondrial de la pièce intermédiaire. En revanche les fibres denses sont présentes sur toute la longueur du flagelle mais pas sur toute la longueur du spermatozoïde, il ne faut pas oublier la tête de ce dernier.

C. L'axonème dérive du centriole distal tandis que le centriole proximal aura un rôle lors de l'amphimixie.

**VRAI**

D. Le remplacement des histones par des protamines codées par le génome haploïde du spermatozoïde favorise la compaction de l'ADN au sein du noyau.

**VRAI**

E. Lors de la spermiation, la phagocytose de la gouttelette cytoplasmique est assurée par les cellules de Sertoli.

**VRAI** tandis que les cellules de Leydig produisent de la testostérone.

### **Question 155 – Concernant l’ovogenèse et l’ovulation : E**

A. A la naissance il y a environ 1 million d’ovogonies, ce nombre ne va cesser de diminuer jusqu’à la ménopause.

**FAUX** à la naissance il n’y a plus d’ovogonie. Toutes les cellules germinales sont entourées de cellules folliculaires et sont bloquées au stade diplotène.

B. La phase de multiplication peut être reprise après la puberté au sein de l’ovaire si le taux d’œstrogène est suffisamment élevé.

**FAUX** la multiplication a lieu uniquement du 3e mois au 6-7e mois de développement embryonnaire.

C. Chez une femme de 30 ans à n’importe quel moment du cycle, on trouve des follicules pré-ovulatoires dans les ovaires.

**FAUX** on trouve dans les ovaires tous les types de follicule sauf le follicule pré-ovulatoire qui n’est pas présent à la phase lutéale.

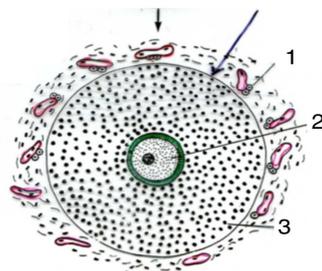
D. La rupture folliculaire est uniquement due à la destruction de l’apex du follicule par des hydrolases sécrétées par les cellules de l’épithélium ovarien.

**FAUX** la rupture folliculaire est due à la destruction de l’apex du follicule par des hydrolases sécrétées par les cellules de l’épithélium ovarien et à la fragilisation de la thèque externe par des collagénases sécrétées par la granulosa.

E. Le corps jaune est une structure primordiale pour la synthèse de la progestérone au cours de la phase lutéale du cycle.

**VRAI**

### **Question 156 – Concernant les follicules ovariens : RIEN**



A. Le schéma ci-dessus représente un follicule secondaire.

**FAUX** c’est un follicule secondaire pré-antral.

B. Le numéro 2 du schéma ci-dessus représente l’ovocyte I bloqué en métaphase I.

**FAUX** l’ovocyte I est bloqué en prophase I au stade diplotène.

C. Le numéro 3 du schéma ci-dessus représente la granulosa, elle est constituée de quelques

centaines de cellules.

**FAUX** la granulosa est composée 3 000 à 5 000 cellules folliculeuses.

D. La thèque interne est doublée par la thèque externe au stade du follicule secondaire.

**FAUX** l'apparition de la thèque externe se réalise au stade jeune cavitare.

E. Les jonctions adhérentes entre l'ovocyte et la corona radiata assure une communication entre eux.

**FAUX** ceux sont des jonctions communicantes.

## Épreuve majeure n°2 – 2014/2015

**Question 157 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes suivantes (désignées par des chiffres) : **DE****

A. a-7.

**FAUX** je remets le tableau pour bien différencier le brassage intrachromosomique et le brassage interchromosomique.

<i>Brassage interchromosomique</i>	<i>Brassage intrachromosomique</i>
Initiation durant la métaphase I.	Initiation durant le pachytène de prophase I, conséquences visibles en anaphase I.
Nombre fini de combinaisons: 8,4 millions.	Nombre infini de combinaisons.
Le brassage est induit par la répartition aléatoire des chromosomes homologues au sein des deux cellules filles issues de la méiose I.	Il existe un échange d'ADN au niveau des chiasmata au cours du crossing over, ce qui induit un remaniement des chromosomes en effet les allèles portés par les 2 chromosomes homologues sont différents.

B. b-3.

**FAUX** voir ci-dessus.

C. c-6.

**FAUX** voir ci-dessus.

D. d-10.

**VRAI** lors de la métaphase II, la séparation des chromatides sœurs permet l'obtention de deux cellules N, C.

E. e-6.

**VRAI** lors de la métaphase I on a bien séparation des chromosomes homologues pour obtenir des cellules N, 2C.

**Question 158 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes suivantes (désignées par des chiffres) : **CDE****

A. f-4.

**FAUX** lors de du diplotène, on observe une décondensation de la chromatine pour qu'il y est une transcription de l'ADN alors que de la diacinèse, il y a une nouvelle condensation.

B. g-1.

**FAUX** le stade le plus long de la méiose masculine est le stade pachytène, il dure 2 semaines.

C. h-2.

**VRAI** la formation de cette vésicule s'explique par la différence entre les chromosomes X et Y qui ne sont pas des chromosomes homologues donc ils ne peuvent pas s'apparier comme les autosomes.

D. i-11.

**VRAI** il peut y avoir non disjonction des chromatides sœurs lors de l'anaphase II ce qui entraîne la formation de 4 cellules filles de formule chromosomique :

- 2 => 23, XY ou 23, XX
- 1 => 24, XX ou 24, YY
- 1 => 22, 0

E. j-8.

**VRAI** le produit de la méiose I est la formation de cellules de constitution N, 2C.

### **Question 159 – Concernant la gamétogenèse : ADE**

A. Les structures péri-axonémales et axonémales sont toutes les deux indispensables pour constituer l'onde flagellaire.

**VRAI**

B. Les cellules de Leydig sont des cellules somatiques endocrines impliquées dans la sécrétion de la testostérone au sein de la paroi des tubes séminifères.

**FAUX** dans la paroi des tubes séminifères on va trouver les cellules de Sertoli (soutien de la spermatogenèse) et les cellules de la lignée germinale. Le reste de l'item est vrai.

C. Lors de la spermiation, on assiste à un remaniement de la chromatine au sein du noyau du spermatozoïde, les histones sont remplacées par des protamines originaires du spermatozoïde.

**FAUX** ce phénomène se réalise lors de la spermiogenèse. La spermiation est la dernière étape de la spermiogenèse, elle correspond à la libération du spermatozoïde dans la lumière du tube avec phagocytose de la gouttelette lipidique.

D. Le pic gonadotrope permet la reprise de méiose : il entraîne la rupture des jonctions communicantes entre le corona radiata et l'ovocyte I, ce qui supprime l'apport des facteurs inhibiteurs de la reprise de méiose.

**VRAI**

E. L'ovocyte est bloqué en métaphase II environ 30-35 heures après le pic gonadotrope.

**VRAI** Il y a quelques imprécisions au niveau de la chronologie du pic gonadotrope, mais on peut retenir la chronologie du « Larsen » :

T0 : début du pic

T 15h : début de la reprise de méiose (et sommet approximatif du pic)

T 20-24h : expulsion du 1<sup>er</sup> GP (achèvement de la méiose 1)

T30-35h : blocage en métaphase 2

T 38-39h : ovulation

## Épreuve majeure n°1 – 2014/2015

### Question 160 – Concernant la méiose dans l'espèce humaine : E

A. Elle a lieu dans tous les types cellulaires.

**FAUX** la méiose n'a pas lieu dans tous les types cellulaires. En fait il existe deux catégories de cellules dans l'organisme : les cellules somatiques et les germinales qui se situent au niveau des gonades. La méiose peut se produire uniquement dans les cellules germinales.

B. Lors de la méiose I dite « équationnelle » on obtient des cellules de formule chromosomique  $N, 2C$ , alors que dans la méiose II dite « réductionnelle » les cellules sont de formule chromosomique  $N, C$ .

**FAUX** la méiose I est dite « réductionnelle », en fait on passe d'une cellule à  $2N, 4C$  à une cellule  $N, 2C$ . La méiose II quant à elle est « équationnelle ».

C. Le produit final de la méiose est le gamète : l'ovocyte chez la femme et le spermatozoïde chez l'homme.

**FAUX** le produit final de la méiose correspond chez l'homme à la spermatide ronde, il reste encore l'étape de maturation (spermiogenèse) pour obtenir le spermatozoïde. Chez la femme, c'est l'ovocyte II (donc  $N, 2C$ ) qui est le gamète féminin.

D. Les fibres kinétochoriales vont tracter dans le même sens les chromosomes lors des deux divisions cellulaires constitutives de la méiose.

**FAUX** c'est l'une des différences majeures avec la mitose. Lors de la méiose I, les fibres kinétochoriales vont tracter les chromatides sœurs dans le même sens afin qu'elles ne soient pas séparées, on assiste uniquement à une séparation des chromosomes homologues. En revanche lors de la méiose II, les microtubules tractent dans des sens opposés ainsi les chromatides sœurs se séparent.

E. La méiose, contrairement à la mitose, fait intervenir la notion de chromosomes homologues.

**VRAI** une des particularités de la méiose est la notion de chromosomes homologues c'est-à-dire qu'il y a constitution de paires de chromosomes, ils portent les mêmes gènes mais les allèles peuvent être différents, l'un est hérité du père et l'autre de la mère. On va employer le terme de bivalent lors de l'appariement de ces chromosomes homologues au cours de la prophase I, on peut aussi trouver le terme de tétrades de chromatides.

### Question 161 – Concernant la prophase I : ABE



A. L'image ci-dessus correspond au stade zygotène de prophase I.

**VRAI** sur l'image on observe le stade du bouquet qui correspond au zygotène de prophase I (voir diapo 18 du Pr. Guérin).

B. Le stade zygotène est communément appelé stade du bouquet et dure une semaine environ dans la méiose masculine.

**VRAI** les durées des différents stades de la méiose sont à maîtriser !

C. L'image ci-dessus correspond au stade pachytène de prophase I.

**FAUX** cf. item A.

D. Le stade pachytène est le stade le plus long de la méiose masculine, il dure approximativement un mois.

**FAUX** le stade pachytène de la méiose masculine est en effet le plus long de la méiose masculine mais il dure 2 semaines.

E. Le pachytène est caractérisé par la constitution de crossing-over dont les conséquences ne seront visibles qu'en anaphase I.

**VRAI** les chiasmas du crossing-over se constituent bien au pachytène au niveau des nodules de recombinaison du complexe synaptonémal cependant les conséquences de ce dernier ne seront visibles que lors de l'anaphase I.

### **Question 162 – Concernant les événements de la première division de méiose: ADE**

A. Des crossing-over sont possibles au niveau des chromosomes sexuels féminins et masculins.

**VRAI** le Pr. Guérin a précisé qu'il n'avait pas beaucoup abordé ce point en cours mais il a maintenu l'item par conséquence c'est une notion à connaître. Le crossing-over est possible au niveau de la région pseudo-autosomale du chromosome Y.

B. La ségrégation des chromosomes sexuels n'est possible que dans la méiose masculine.

**FAUX** la ségrégation des chromosomes sexuels est à distinguer de la vésicule sexuelle qui isole les chromosomes sexuels lors de la méiose I masculine. La ségrégation a lieu lors de l'anaphase I lorsque les chromosomes homologues se séparent chez les deux sexes.

C. On assiste à une condensation linéaire et continue de la chromatine lors de la prophase I.

**FAUX** la condensation est non linéaire lors de la prophase I, en effet lors du diplotène on assiste à une décondensation de la chromatine puis à une nouvelle condensation au diacinèse.

D. Les nodules de recombinaison sont des sites des complexes synaptonémaux où les chiasmas vont s'observer.

**VRAI** les chiasmas sont les sites où se réalisent les crossing-over.

E. Le brassage intrachromosomique est la conséquence des crossing-over, celui-ci commence au pachytène mais ses conséquences ne sont visibles qu'en anaphase I.

**VRAI**

**Question 163 – Les aspects génétiques de la méiose : ADE**

<i>Brassage interchromosomique</i>	<i>Brassage intrachromosomique</i>
Initiation durant la <b>métaphase I</b> .	Initiation durant le <b>pachytène de prophase I</b> , conséquences visibles en <b>anaphase I</b> .
Nombre fini de combinaisons : 8,4 millions.	Nombre infini de combinaisons.
Le brassage est induit par la répartition aléatoire des chromosomes homologues au sein des deux cellules filles issues de la méiose I.	Il existe un échange d'ADN au niveau des chiasmata au cours du crossing over, ce qui induit un remaniement des chromosomes en effet les allèles portés par les 2 chromosomes homologues sont différents.

A. Le brassage interchromosomique s'initie à la métaphase I lors de la séparation aléatoire des chromosomes homologues.

**VRAI** voir tableau.

B. Le brassage interchromosomique permet d'avoir un nombre illimité de possibilités de constitution de gamètes différents.

**FAUX** voir tableau.

C. On obtient quatre cellules filles strictement identiques à la fin de la méiose.

**FAUX** du fait des nombreux brassages, les 4 cellules issues de la méiose possèdent N chromosomes et C molécules d'ADN mais elles ne sont pas identiques au niveau des allèles que portent les chromosomes.

D. Le syndrome de Klinefelter (47, XXY) peut être dû à une non disjonction des chromosomes homologues lors de la méiose I masculine dont est issu le spermatozoïde fécondant.

**VRAI** à l'issue de la méiose I masculine on obtient, s'il n'y a pas d'anomalie, deux cellules filles dont le génotype est 23, X et 23, Y. Cependant s'il y a non disjonction des chromosomes au cours de la

méiose I, on obtient une cellule 24, XY et l'autre 22,0. Par la suite lors de la fécondation avec un ovocyte normal (23, X), il y a réunion des deux patrimoines génétiques et on aboutit au syndrome de Klinefelter (47, XXY).

E. Le syndrome de Down peut être détecté par microscopie optique grâce au caryotype.

**VRAI** le syndrome de Down correspond à la trisomie 21, il se détecte en prénatal via un caryotype.

### **Question 164 – Concernant la structure du spermatozoïde : ADE**

A. Le spermatozoïde mesure environ 55µm de long, il est constitué de 2 parties : la tête (5µm) et le flagelle (50 µm).

**VRAI**

B. Le spermatozoïde possède deux centrioles, l'un dit distal et l'autre proximal.

**FAUX** le spermatozoïde ne possède plus que le centriole proximal étant donné que le centriole distal a évolué, lors de la phase de maturation, pour constituer le flagelle.

C. Seul l'axonème est utile pour les mouvements flagellaires qui permettent au spermatozoïde de progresser dans le tractus génital féminin.

**FAUX** pour que les mouvements flagellaires soient optimaux, les structures péri-axonémales sont indispensables telles que les mitochondries qui fournissent l'énergie nécessaire à cette activité.

D. L'acrosome est dense aux électrons lors d'une visualisation au microscope électronique.

**VRAI**

E. Au niveau de la tête du spermatozoïde, il y a de dedans en dehors : l'enveloppe nucléaire, la membrane interne acrosomale, la membrane externe acrosomale et la membrane plasmique.

**VRAI** voir schéma du diaporama du Pr. Guérin.

### **Question 165 – Concernant les figures ci-dessous : ABCE**

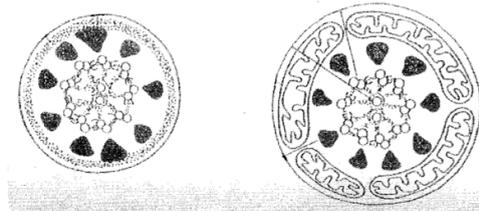


Figure N°1

Figure N°2

A. La figure n°2 est une coupe transversale au niveau de la pièce intermédiaire du spermatozoïde.

**VRAI**

B. La figure n°1 est une coupe transversale au niveau de la pièce principale du spermatozoïde

**VRAI**

C. La gaine mitochondriale comporte une centaine de mitochondries qui fournissent l'énergie nécessaire au mouvement flagellaire.

**VRAI**, une centaine de mitochondries (chiffre à savoir)

D. La gaine fibreuse est remplacée par les fibres denses dans la pièce principale.

**FAUX**, les fibres denses parcourent l'ensemble du flagelle, c'est la gaine fibreuse qui remplace la gaine mitochondriale au niveau de la pièce principale.

E. L'axonème est constitué d'un doublet central avec 9 doublets périphériques de microtubules initiant l'onde flagellaire grâce à des moteurs moléculaires de dynéine.

**VRAI**, petite précision du Pr. Guérin, en réalité il y a une paire de doublets centraux mais il n'y aura pas de piège sur ce point le jour du concours.

### **Question 166 – Concernant la spermatogénèse : ABE**

A. Le cycle spermatique dure environ 74 jours et il est composé de 3 phases : la phase de multiplication, la méiose et la spermiogénèse.

**VRAI** phase de multiplication (27 jours) + phase de méiose (24 jours) + spermiogénèse (23 jours) = spermatogénèse (74 jours).

B. Les cellules de Sertoli ont un rôle de soutien dans les tubes séminifères, elles appartiennent à la lignée somatique.

**VRAI** il faut bien distinguer les cellules somatiques (cellules de Leydig) et les cellules de la lignée germinale (spermatogonies, spermatozytes, spermatozydes et spermatozoïdes) présents au sein des tubes séminifères.

C. Le premier événement de la spermiogénèse est la condensation de la chromatine.

**FAUX** il y a trois événements concomitants lors de la spermiogénèse : formation de l'acrosome, formation du flagelle et condensation de la chromatine. Ce dernier événement met plus de temps que les deux autres.

D. La condensation de la chromatine lors de la spermiogénèse s'accompagne d'un remplacement des histones par des protamines, favorisant la transcription du génome haploïde du spermatozoïde.

**FAUX** la condensation de la chromatine, au contraire, empêche la transcription. Sinon le reste de l'item est vrai.

E. Les spermatogonies Ad se divisent de manière asymétrique afin de préserver un stock de cellules souches constant.

**VRAI**

### **Question 167 – Concernant l'ovogénèse : ACD**

A. L'ovocyte est bloqué au cours de la méiose au stade diplotène (prophase I) et au stade métaphase II.

**VRAI**

B. Il y a autant de premier que de deuxième globule polaire émis par l'ovocyte au cours de la vie génitale de la femme.

**FAUX** le premier globule polaire est émis à chaque cycle maternel par l'ovocyte I qui se transforme en ovocyte II après cette expulsion. En revanche le deuxième globule polaire n'est émis que si l'ovocyte est fécondé par un spermatozoïde.

C. Au 6<sup>e</sup> mois de développement embryonnaire toutes les ovogonies souches ont commencé

leur méiose, elles sont devenues des ovocytes I.

**VRAI** ce point est important à connaître, à la naissance il n'y a plus d'ovogonies souches, ceux sont tous des ovocytes I.

D. La phase de méiose de l'ovogénèse commence au 5<sup>e</sup> mois et on dénombre à la fin du 7<sup>e</sup> mois environ 6 000 000 d'ovocytes I dans les deux ovaires.

**VRAI**

E. Quantitativement, la plus forte dégénérescence des follicules a lieu entre la naissance et la puberté.

**FAUX** la plus forte dégénérescence quantitativement a lieu entre le 7<sup>e</sup> mois et la naissance.

Déroulement de l'ovogénèse		Chiffres à connaître
3 <sup>e</sup> mois de DE	Multiplication intense des ovogonies jusqu'au 7 <sup>e</sup> mois de DE	
5 <sup>e</sup> mois de DE	La multiplication se poursuit + les ovogonies rentrent en méiose pour se bloquer au stade de diplotène => ovocyte I	
7 <sup>e</sup> mois de DE	Les ovogonies sont toutes devenues des ovocytes I + fin de la phase de multiplication	6 000 000 dans les 2 ovaires
Naissance	Forte dégénérescence	1 000 000
Puberté	Dégénérescence	400 000

### **Question 168 – Concernant les follicules ovariens: CD**

A. La thèque interne et la membrane de Slavjanski apparaissent de manière concomitante dans le développement du follicule ovarien.

**FAUX** la membrane de Slavjanski apparait de manière plus précoce que la thèque interne au stade follicule primaire. En revanche la thèque interne et la zone pellucide apparaissent en même temps au niveau du follicule pré-antral.

B. Le follicule primaire est le premier stade observé lors du développement des follicules et de l'ovocyte.

**FAUX** c'est le follicule primordial qui est le premier stade.

C. L'ovocyte va diminuer de taille de manière relative par rapport au follicule.

**VRAI** les éléments autour de l'ovocyte vont croître énormément par rapport à ce dernier.

D. La corona radiata est la couche la plus interne du cumulus oophorus.

**VRAI**

E. Pour obtenir un follicule cavitaire à partir d'un follicule primordial, il faut environ 28 jours.

**FAUX** il faut environ 3 mois pour aller jusqu'au follicule secondaire à partir du follicule primordial, et ensuite encore au moins un cycle de 28 jours pour obtenir un follicule cavitaire.

**Question 169 – Concernant l’ovulation : ACDE**

A. L’ovocyte subit une maturation nucléaire et cytoplasmique lors de l’ovulation suite au pic gonadotrope hypophysaire.

**VRAI** **Maturation nucléaire** : reprise de la méiose avec expulsion du premier globule polaire, on obtient un ovocyte II bloqué en métaphase II. **Maturation cytoplasmique** : accumulation de granules corticaux.

B. On observe une accumulation de granules corticaux sous la membrane ovocytaire ce qui traduit une maturation nucléaire de l’ovocyte lors de l’ovulation.

**FAUX** ce phénomène traduit une maturation cytoplasmique et non nucléaire.

C. L’acide hyaluronique synthétisé par le cumulus oophorus permet une dissociation des cellules folliculeuses entourant l’ovocyte.

**VRAI**

D. La rupture folliculaire est obtenue à l’aide de collagénases qui sont produites par les cellules de la granulosa et qui attaquent la thèque externe.

**VRAI** et les cellules de l’épithélium ovarien synthétisent des hydrolases pour détruire l’apex folliculaire.

E. Des hydrolases interviennent pour détruire l’apex du follicule ovarien.

**VRAI** cf item D

**Concours Blanc – 2013/2014**

**Question 170 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes suivantes (désignées par des chiffres) : AE**

A. a-2

**VRAI**

B. b-3

**FAUX** les conséquences des crossing-over ne sont visibles qu’à l’anaphase.

C. c-5

**FAUX** la dissociation des complexes synaptonémaux commence en diplotène et se termine en fin de diacinèse

D. d-6

**FAUX** c’est en métaphase II que les microtubules kinétochoriaux des chromatides sœurs exercent une traction dans le sens opposé.

E. e-2

**VRAI**

**Question 171 – Les évènements de la méiose (désignés par des lettres) sont associés aux étapes suivantes (désignées par des chiffres) : D**

- A. f-3 **FAUX** ici c'est le terme « nouvelle » qui est incorrect. Il se produit bien une condensation des chromosomes au pachytène mais ensuite, il y a, à nouveau, une condensation de la chromatine en diacinèse.
- B. g-2 **FAUX** les crossing-over se forment au pachytène !
- C. h-6 **FAUX** l'alignement des centromères sur une plaque métaphasique se fait en métaphase II.
- D. i-11 **VRAI**
- E. j-8 **FAUX** en télophase I, on a constitution de 2 cellules-filles de formule génétique [N, 2C] !

**Question 172 – Concernant les anomalies de l'embryon de nature chromosomique : AE**

A. Les anomalies chromosomiques au cours des mitoses de segmentation peuvent expliquer l'apparition « d'embryons mosaïques » qui sont des mutations non homogènes.  
**VRAI** un embryon « mosaïque » possède une population de cellules normales et une population de cellules ayant une anomalie. On parle de mutation non homogène.

B. Les polyploïdies sont des anomalies portant sur une ou plusieurs paires de chromosomes.  
**FAUX** les polyploïdies sont des anomalies portant **sur la totalité** des paires de chromosomes, par exemple une triploïdie est une polyploïdie dans laquelle l'œuf a une formule chromosomique [3 N], c'est-à-dire que le matériel génétique est en triple au lieu d'être en double.

C. Le syndrome de Klinefelter est exclusivement dû à une anomalie de méiose paternelle.  
**FAUX**, Le syndrome de Klinefelter peut être dû :  
-à une anomalie de méiose I ou de méiose II de la mère,  
-ou à une anomalie de méiose I paternelle.

D. Le brassage interchromosomique est dû aux échanges de matériel génétique entre chromosomes homologues.  
**FAUX** Le brassage interchromosomique est dû à la position aléatoire des chromosomes d'origine paternelle ou maternelle au sein de chaque bivalent à la métaphase I tandis que le brassage intrachromosomique est dû aux échanges de matériel génétique entre chromatides homologues.

E. Dans l'espèce humaine, la méiose réductionnelle dure toujours beaucoup plus longtemps que la deuxième division de méiose.  
**VRAI**

**Question 173 – Concernant le spermatozoïde humain : ABE**

A. Les structures axonémales et péri-axonémales sont impliquées dans le mouvement du flagelle.  
**VRAI** Les structures peri-axonémales limitent le mouvement du flagelle (donc elles y participent quand même).

B. La cape post-acrosomique impliquée dans la fusion des gamètes lors de la fécondation, est une région dense aux électrons.

**VRAI**

C. On dénombre environ 1000 mitochondries dans la gaine mitochondriale de la pièce intermédiaire du flagelle.

**FAUX** le spermatozoïde possède environ 50-100 mitochondries. Rappel : l'ovocyte comporte 100 000 mitochondries !

D. Les fibres denses appartiennent au complexe axonémale.

**FAUX** elles appartiennent au complexe peri-axonémales.

E. La longueur de la tête du spermatozoïde représente environ un dixième de sa longueur totale.

**VRAI** la tête mesure environ 5 µm et le spermatozoïde mesure environ 60µm.

### **Question 174 – Concernant la spermatogenèse : BCD**

A. Le rendement théorique de la spermatogenèse humaine est relativement élevé comparé aux autres mammifères.

**FAUX** il est relativement faible comparé aux autres mammifères : 16 spermatozoïdes pour 1 spermatogonie Ad.

B. Lors de la spermiogenèse, les histones sont progressivement remplacées par des protamines codées par le génome haploïde.

**VRAI**

C. L'axonème subit un allongement par polymérisation des microtubules.

**VRAI**

D. À partir de la puberté, le stock de spermatogonies Ad se maintient sensiblement.

**VRAI**

E. À partir d'un spermatocyte I pré leptotène, on obtient à l'issue de la méiose 4 spermatides allongées.

**FAUX** à l'issue de la méiose, on obtient 4 spermatides rondes qui subiront ensuite une différenciation lors de la spermiogenèse.

### **Question 175 – Concernant l'ovogénèse : C**

A. Un ovocyte I est à l'origine (après la méiose) de quatre gamètes féminins.

**FAUX** le gamète ou ovocyte II est obtenu à l'issue de la méiose I uniquement. De plus, contrairement à la spermatogenèse où l'on obtient 4 spermatides rondes à partir d'un spermatocyte I, l'ovogénèse expulse des globules polaires et ne permet donc la formation que d'un gamète !

B. L'atrésie folliculaire ne concerne que les ovocytes anormaux.

**FAUX** l'atrésie folliculaire est un phénomène physiologique affectant la majorité des follicules entre le 7<sup>ème</sup> mois de vie utérine et la ménopause.

C. Elle commence pendant la vie fœtale et se termine à la ménopause.

**VRAI**

D. L'expulsion des deux globules polaires a lieu au sein du follicule pré-ovulatoire.

**FAUX** c'est vrai pour le premier mais le 2<sup>ème</sup> n'est expulsé qu'en cas de fécondation donc l'ovocyte n'est plus entouré d'un follicule.

E. Les ovocytes contenus dans l'ovaire juste avant la naissance ont un contenu (2C) en ADN.

**FAUX** ils sont (2N, 4C) !

### **Question 176 – Concernant la folliculogénèse et l'ovulation : AE**

A. Le follicule primaire se caractérise par l'apparition de cellules folliculaires cubiques.

**VRAI**

B. La zone pellucide apparaît avant la membrane de Slavjanski.

**FAUX** la membrane de Slavjanski apparaît au stade de follicule primaire tandis que la thèque interne n'apparaît que dans le follicule préantral.

C. On observe du liquide folliculaire à partir du stade de follicule préantral.

**FAUX** à partir du stade cavitaire.

D. Le pic gonadotrope provoque la sécrétion de collagénases par l'épithélium ovarien pour fragiliser la thèque externe.

**FAUX** le pic gonadotrope provoque la sécrétion de collagénases par la granulosa pour fragiliser la thèque externe et d'hydrolases par l'épithélium ovarien pour la destruction de l'apex.

E. Dans le follicule déhiscent, la membrane de Slavjanski est dissociée.

**VRAI**

## Épreuve majeure n°2 – 2013/2014

### **Question 177 – La première et la deuxième division de méiose ont en commun les points suivants : D**

A. À l'issue de chacune d'elles, le nombre de chromosomes est divisé par 2.

**FAUX** lors de la méiose, on passe d'une cellule-mère de formule chromosomique 2N4C à deux cellules N2C puis à 4 cellules-filles NC. On rappelle que le nombre de chromosomes est noté N et que C correspond à la quantité d'ADN.

B. Elles ont une durée sensiblement égale.

**FAUX** la méiose II est toujours plus courte que la méiose I.

C. Elles sont précédées d'une phase S.

**FAUX**

D. Leur déroulement n'est complet qu'à partir de la puberté.

**VRAI**

E. Leur prophase est longue et complexe.

**FAUX** seulement dans la 1<sup>ère</sup> division de méiose.

### **Question 178 – Concernant la gamétogénèse : AD**

A. Une spermatogonie Ad sera à l'origine de la formation de 8 spermatocytes II.

**VRAI**

B. L'ovogenèse se déroule principalement dans la médullaire ovarienne.

**FAUX** elle a lieu dans la corticale de l'ovaire.

C. L'ovulation correspond à l'expulsion du 2<sup>ème</sup> globule polaire au sein du follicule mûr.

**FAUX** c'est l'expulsion du complexe cumulo-ovocytaire dans la trompe suite au pic hormonal ; le 2<sup>ème</sup> GP n'est expulsé qu'en cas de fécondation lors de l'anaphase 2.

D. On observe entre la corona radiata et la membrane ovocytaire des connexions inhibant la reprise spontanée de méiose.

**VRAI** le pic gonadotrope entraîne une rupture de ces connexions, permettant ainsi la reprise de la méiose.

E. Le parenchyme des tubes séminifères contient les cellules germinales, les cellules de Leydig et les cellules de Sertoli.

**FAUX** les cellules de Leydig sécrétant la testostérone sont situées dans l'espace interstitiel.

### Épreuve majeure n°1 – 2013/2014

#### **Question 179 - Concernant la méiose : D**

A. La méiose correspond aux deux divisions successives d'une cellule diploïde aboutissant à 4 gamètes.

**FAUX** la méiose correspond aux deux divisions successives d'une cellule diploïde aboutissant à 4 cellules-fille. Les gamètes ne sont pas les produits finaux directs de la méiose.

B. Dans l'espèce humaine, elle commence après la puberté dans les deux sexes.

**FAUX** elle commence à la puberté uniquement dans la spermatogenèse. Pour l'ovogenèse, la méiose débute bien avant, dès la vie foetale.

C. Elle permet l'obtention de 4 cellules-filles identiques.

**FAUX** il n'y a pas d'identité stricte entre les cellules obtenues sur le plan génétique.

D. Elle ne concerne que les cellules de la lignée germinale.

**VRAI**

E. Le brassage interchromosomique est dû à la position aléatoire des chromosomes sur la plaque métaphasique en métaphase II.

**FAUX** le brassage interchromosomique a lieu lors de la métaphase I.

#### **Question 180 - Concernant la prophase I : BD**

A. Chez les mammifères, il y a 23 complexes synaptonémaux chez le mâle.

**FAUX** il n'y a pas de complexe synaptonémal pour les gonosomes. Car dans la méiose mâle les chromosomes sexuels sont isolés dans une vésicule sexuelle, afin de limiter les crossing over.

B. La décondensation de la chromatine lors du diplotène permet la transcription.

**VRAI**

C. Chez le mâle, les chromosomes sexuels sont isolés dans une vésicule sexuelle qui se forme au cours du pachytène.

**FAUX** c'est au cours du zygotène que la vésicule sexuelle est formée dans la méiose mâle.

D. Les crossing-over ont lieu à l'emplacement des nodules de recombinaisons.

**VRAI** Les crossing over ont bien lieu à l'emplacement des nodules de recombinaison. **Attention à ne pas confondre chiasma et crossing over.** Les crossing over sont des échanges de matériel génétique ayant lieu à l'emplacement des nodules de recombinaisons, tandis que le chiasma correspond au point de croisement.

E. Le pachytène est l'étape la plus longue dans l'espèce humaine.

**FAUX** le pachytène dure 2 semaines dans la spermatogenèse, c'est donc l'étape la plus longue chez l'homme. Mais dans la méiose féminine, c'est le diplotène qui dure le plus longtemps.

### **Question 181 - Concernant le spermatozoïde humain : B**

A. Les structures péri-axonémales, regroupant les fibres denses et les microtubules, limitent le mouvement du flagelle.

**FAUX** Les structures péri-axonémales sont constituées :

des fibres denses

des gaines (mitochondriale ou fibreuse selon la zone),

Ces structures péri-axonémales limitent bien le mouvement du flagelle.

L'axonème est constitué d'un cylindre de 9 doublets de microtubules, reliés par des bras de dynéine.

B. Les 9 colonnes segmentées s'appuient sur les 9 fibres denses, lesquelles parcourent toute la longueur du flagelle.

**VRAI**

C. Il est pourvu d'un manchon fibreux qui se limite à la pièce intermédiaire du flagelle.

**FAUX** La pièce intermédiaire du flagelle est constituée d'un manchon mitochondrial, tandis que la pièce principale est pourvue d'un manchon fibreux. Attention à ne pas confondre !

D. Il possède un axonème qui se développe à partir du centriole proximal.

**FAUX** L'axonème continue son élongation à partir du **centriole distal**. Le centriole distal donne naissance aux doublets de microtubules de l'axonème.

E. Les doublets des microtubules sont pourvus de bras de dynéine qui permettent une synthèse d'ATP.

**FAUX** Ces bras de dynéine permettent une *dégradation d'ATP* afin de récupérer l'énergie nécessaire.

### **Question 182 - Concernant la spermatogenèse : DE**

A. L'évolution de la lignée germinale mâle se fait de l'intérieur vers l'extérieur, de sorte qu'on trouve les cellules germinales les moins matures dans la lumière du tube.

**FAUX** L'évolution de la lignée germinale se fait de manière **centripète**, c'est-à-dire de l'extérieur vers l'intérieur des tubes séminifères du testicule. Les cellules germinales les moins matures se trouvent au contact de la membrane propre dans la paroi du tube, tandis que les spermatozoïdes les plus matures se situent dans la lumière.

B. Seules les spermatogonies Ad et B sont au contact de la membrane propre du tube séminifère.

**FAUX** Les spermatogonies Ap sont également au contact de la membrane propre du tube séminifère.

C. Les phases de mitose, méiose I, méiose II, et spermiogenèse ont une durée sensiblement équivalente.

**FAUX** Il est vrai de dire que les phases de mitose, méiose et spermiogenèse ont une durée sensiblement équivalente : les mitoses dans la spermatogenèse ont une durée de 27 jours, la méiose 24 jours, et enfin la spermiogenèse a une durée de 23 jours. Mais les deux divisions de méiose n'ont pas la même durée (23 jours pour la méiose I contre 1 journée pour la méiose II).

D. Les cellules de Sertoli interviennent dans la spermatogenèse.

**VRAI** Les cellules de Sertoli permettent la spermiation c'est-à-dire la libération de la spermatide allongée. (pseudo phagocytose).

E. Le premier évènement visible de la spermiogenèse est représenté par la formation d'une vacuole dérivant de l'appareil de Golgi : l'acrosome.

**FAUX** La spermiogenèse est l'étape de différenciation de la spermatide au spermatozoïde. Cette différenciation commence par l'apparition de l'acrosome dans la concavité du noyau.

### **Question 183 - Quelles associations ci-dessous sont vraies ? AC**

A. Spermatide ronde – [N ; C]

**VRAI**

B. Deuxième globule polaire – [N ; 2C]

**FAUX** Le 1<sup>ER</sup> Globule polaire est N2C tandis que le 2<sup>e</sup> Globule polaire est de formule NC.

C. Ovocyte II – [N ; 2C]

**VRAI**

D. Spermatocyte II – [2N ; 4C]

**FAUX** le spermatocyte II est N2C.

E. Gamète féminin – [N ; C]

**FAUX** le gamète féminin est l'ovocyte II : N2C.

### **Question 184 - Concernant la différence entre spermatogenèse et ovogenèse : ACDE**

A. Toutes deux ne peuvent être complètes qu'après la puberté.

**VRAI**

B. Le cycle spermatogénétique est l'équivalent du cycle ovarien.

**FAUX** Le cycle spermatogénétique n'est pas considéré comme un véritable cycle.

C. À partir du 7ème mois fœtal, aucun ovocyte n'est isolé dans le cortex ovarien à la différence de la spermatogenèse, où on ne trouve que des cellules germinales isolées.

**VRAI** Les ovocytes ne sont jamais isolés (sinon ils meurent).

D. Elles ont les mêmes conséquences génétiques suite à la méiose.

**VRAI** La spermatogenèse et l'ovogenèse n'ont pas les mêmes modalités de méiose mais ont globalement les mêmes conséquences génétiques.

E. La spermatogenèse et l'ovogenèse n'ont pas le même rendement.

**VRAI** Le rendement de la spermatogenèse est de 16 spermatozoïdes pour une spermatogonie Ad. Ce rendement, faible comparé aux autres mammifères, s'explique par l'étape de multiplication. Le rendement de l'ovogenèse est de 1/1000.

**Question 185 - Concernant l'ovogenèse : B**

A. C'est durant la puberté que l'effectif de la lignée germinale diminue le plus, en valeur absolue.

**FAUX** Entre le 7<sup>e</sup> mois de la vie intra-utérine et la naissance, 80% du stock d'ovocytes dégénèrent : il y a donc une forte dégénérescence en l'espace de 2 mois, on passe de 7 millions d'ovocytes à 1 million d'ovocyte.

B. À chaque cycle ovarien, un ovocyte I reprend sa méiose, et ce, de la puberté jusqu'à la ménopause.

**VRAI**

C. Sur les 400 000 ovocytes présents à la puberté, environ 1/1000 vont terminer leur méiose.

**FAUX 1/1000 ovocytes vont REPRENDRE leur méiose.** La méiose ne sera achevée uniquement dans le cas d'une fécondation.

D. Le gamète féminin est l'ovocyte II bloqué en diplotène de méiose I.

**FAUX** le gamète féminin est l'ovocyte II bloqué en métaphase II.

E. L'ovocyte ne peut terminer sa méiose qu'au sein du follicule pré ovulatoire.

**FAUX** L'ovocyte ne peut REPRENDRE sa méiose qu'au sein du follicule pré ovulatoire. Il ne termine sa méiose que s'il y a fécondation, donc à l'extérieur du follicule.

**Question 186 - Concernant la folliculogenèse et la fécondation : AE**

A. La zone pellucide apparaît dès le stade de follicule préantral en même temps que la thèque interne.

**VRAI**

B. Le follicule de De Graaf possède une couronne pluricellulaire appelée cumulus oophorus dont la couche la plus externe au contact de la zone pellucide est la corona radiata.

**FAUX** la corona radiata est la couche la plus INTERNE au contact de la zone pellucide. Le reste de la phrase est juste.

C. Il faut environ 1 mois pour passer du stade préantral au stade pré ovulatoire.

**FAUX** Il faut environ 3 cycles, donc environ 85 jours.

D. Les granules corticaux en s'accumulant permettent d'empêcher la polyspermie.

**FAUX** c'est bien l'exocytose des granules corticaux, l'accumulation a lieu au moment de la maturation cytoplasmique pendant l'ovulation.

E. La formation des pronuclei est un évènement tardif de l'activation de l'œuf.

**VRAI**

### **Question 187 - Concernant la rupture folliculaire : ADE**

A. Il se passe environ 24h entre le sommet du pic gonadotrope et l'ovulation.

**VRAI** l'ovulation est la conséquence du pic gonadotrope.

B. L'émission du 2<sup>e</sup> globule polaire a lieu lors de la rupture folliculaire.

**FAUX** le 2<sup>e</sup> globule polaire est émis au moment de la fécondation. Tandis que le 1<sup>er</sup> globule polaire est émis à la fin de la méiose 1.

C. Lors de l'ovulation, des collagénases sont secrétées par les cellules de la granulosa et fragilisent la thèque interne, qui est faite de fibres de collagène et de fibres musculaires lisses.

**FAUX** les collagénases fragilisent la thèque externe qui est faite de fibres de collagène et de fibres musculaires lisses. La thèque interne est quant à elle constituée de cellules sanguines, de vaisseaux.

D. L'épithélium ovarien sécrète des hydrolases permettant de fragiliser l'apex du follicule.

**VRAI**

E. Le complexe cumulo-ovocytaire est entraîné dans son ensemble hors du follicule, hors de l'ovaire.

**VRAI**

### **Question 188 - Concernant les brassages et leurs anomalies : CE**

A. Le syndrome de Turner de formule chromosomique 45 XO touche les femmes et est toujours causé par une anomalie de méiose féminine.

**FAUX** Le syndrome de Turner peut être dû à une anomalie de méiose féminine ou une anomalie de méiose masculine.

B. Un zygote de formule chromosomique 47 XXY est toujours issu d'une anomalie de méiose I.

**FAUX** Un zygote de formule chromosomique 47 XXY (syndrome de Klinefelter) peut être issu d'une anomalie de méiose 1 ou 2 chez la femme, ou à une anomalie de méiose 1 chez l'homme. (cf. diapo

C. La digynie qui correspond à un excédent de matériel génétique est plus rare que la diandrie.

**VRAI**

D. Le brassage intrachromosomique est responsable chez l'homme d'environ 8,4 millions de combinaisons.

**FAUX** Le brassage interchromosomique est responsable d'environ 8,4 millions de combinaisons différentes tandis que le brassage intrachromosomique aboutit à une infinité de combinaisons possibles.

E. Si un des deux gamètes impliqués dans la genèse d'un zygote est porteur d'une anomalie, alors le zygote sera porteur d'une anomalie homogène.

**VRAI** c'est-à-dire que toutes les cellules sont touchées par une anomalie

**Question 189 : A**

A. b-1.

**VRAI**

B. e-2.

**FAUX** L'apparition des crossing-over a lieu en pachytène !

C. f-6.

**FAUX** Le début de dissociation des complexes synaptonémaux a lieu en diplotène.

D. g-4.

**FAUX** Ici c'est le mot « nouvelle » qui ne convient pas. En pachytène il y a bien condensation mais vu que c'est la première condensation de prophase I on ne peut pas dire que c'est une « nouvelle condensation ». La 2<sup>e</sup> condensation en prophase I se produit durant la phase diacinèse.

E. h-6

**FAUX** Les chromosomes X et Y ne se séparent qu'en métaphase I chez l'homme.

**Question 190 : ACD**

A. k-8.

**VRAI**

B. l-11.

**FAUX** Cela aurait été possible si cela avait été durant l'anaphase I.

C. d-3

**VRAI**

D. a-7.

**VRAI**

E. i-5

**FAUX** Cadeau ☺

**Épreuve majeure n°2 –2012/2013**

**Question 191 – La gamétogenèse au féminin : ACE**

La méiose féminine se distingue de la méiose masculine par :

A. Le fait qu'elle débute durant la vie utérine.

**VRAI**

B. Le fait qu'elle se termine en dehors de la gonade.

**VRAI** La méiose masculine est exclusivement intra-gonadique !

C. Une absence de brassage génétique.

**FAUX** RAV (rien à voir). Dans les 2 cas (méiose masculine et féminine) on a bien présence de brassage intra et inter chromosomique.

Le gamète féminin :

D. A repris sa méiose en dehors de l'ovaire.

**FAUX** C'est un item issu d'annale. Le gamète féminin [n ; 2C] a repris sa méiose dans l'ovaire. Il se bloquera ensuite en métaphase 2 en dehors de l'ovaire cette fois.

E. Peut se maintenir pendant une très longue période sans évoluer.

**FAUX** Pour rappel, le gamète féminin est fécondable pendant une durée inférieure à 24h.

## Épreuve majeure n°1 – 2012/2013

### **Question 192 – Gamétogenèse : ACE**

A. Les gamètes sont des cellules à N chromosomes.

**VRAI**

B. Chez le mâle, on a 23 paires de chromosomes homologues, ce qui signifie que chaque chromosome est en double exemplaire.

**FAUX** J'ai failli mettre « chez l'homme sans « H » majuscule » mais le professeur Guérin a dit qu'on était trop sadique alors ... :). Chez le mâle, les chromosomes sexuels étant différents l'un de l'autre, ils ne sont pas homologues.

C. Chez l'Homme, la lignée germinale s'individualise à partir du 2<sup>e</sup> mois de développement embryonnaire.

**VRAI** (phrase du cours)

D. La méiose est un ensemble de 2 divisions successives aboutissant à 4 cellules filles haploïdes [N ; 2C].

**FAUX** Les cellules filles sont [n ; C]

E. La méiose concerne uniquement les cellules germinales.

**VRAI** elle ne concerne pas les cellules somatiques.

### **Question 193 – Concernant les étapes de la prophase de méiose I : B**

A. Le stade pachytène est le stade le plus long et dure environ 1 mois.

**FAUX** C'est bien le stade le plus long (dans sa phase active) de la prophase I mais il dure environ 2 semaines.

B. Lors du stade zygotène, on observe environ 1 à 4 nodules de recombinaison par bivalents.

**VRAI**

C. Les chromosomes subissent une forte condensation qui implique un arrêt de la synthèse d'ADN durant le stade diacinèse.

**FAUX** C'est un arrêt de la synthèse d'ARN, et non pas d'ADN, attention !

D. Les chromosomes sexuels sont aussi appelés autosomes.

**FAUX** ils sont appelés gonosomes.

E. Les chiasmas sont des enjambements entre chromatides de chromosomes homologues.

**FAUX** ce sont les crossing-over qui sont les enjambements, les chiasmata sont les points de croisement entre les chromatides, faites bien attention aux définitions !

**Question 194 – Les cellules suivantes ont un nombre « N » de chromosomes et une quantité « C » d'ADN : B**

A. Gamète féminin

**FAUX** gamète féminin est [N ; 2C].

B. Gamète masculin

**VRAI**

C. 1<sup>er</sup> globule polaire

**FAUX** 1<sup>er</sup> globule polaire est [N ; 2C].

D. Spermatozocyte II

**FAUX** spermatozocyte II est [N ; 2C].

E. Ovocyte II

**FAUX** attention ovocyte II = gamète féminin !! Donc il est [N ; 2C].

J'ai mis ce QCM en 5/0, car j'estime que ces notions doivent vraiment être sues ! Le professeur Guérin a précisé qu'il pouvait mettre des Qcm 5/0 au concours mais uniquement si un seul item est juste, et c'est aussi le cas ici :)

**Question 195 – Anomalies de méiose : ACD**

A. Une aneuploïdie est une anomalie concernant le nombre de chromosomes d'une cellule.

**VRAI**

B. Syndrome de Turner (46 XO).

**FAUX** attention le syndrome de Turner (45 XO).

C. Syndrome de Klinefelter.

**VRAI** Le syndrome de Klinefelter ne peut pas trouver sa cause uniquement dans une anomalie de méiose II paternelle.

D. Anomalie XYY.

**VRAI** Attention à ne pas confondre 47 XYY et le syndrome de Klinefelter (47XXY).

**FAUX** Un génotype féminin avec un phénotype masculin cet item aurait été vrai dans le cas de la première division de méiose (cas du crossing-over entre X et Y avec échange du gène SRY).

**Question 196 – La méiose en vrac : D**

A. Chez l'homme, seules les spermatogonies Ad et Ap sont au contact de la membrane propre du tube séminifère.

**FAUX** chez l'homme toutes les spermatogonies sont en contact avec la membrane propre du tube séminifère.

B. Chez l'homme comme chez la femme, les gonosomes s'isolent dans la vésicule sexuelle en prophase I de méiose.

**FAUX** chez la femme les gonosomes ne s'isolent pas dans la vésicule sexuelle. En effet la vésicule sexuelle est faite pour empêcher l'éventuel échange de matériel génétique entre X et Y vu que ce ne sont pas des chromosomes homologues. Or chez la femme, les 2 gonosomes sont parfaitement homologues et se comportent donc comme des autosomes durant la prophase I de méiose !

C. Le brassage intrachromosomique a lieu pendant la prophase I de méiose.

**FAUX** Attention c'est un piège. En effet malgré le fait que les chiasmas/crossing-over se font durant la prophase I de méiose le brassage intrachromosomique a lieu lui durant l'anaphase I c'est-à-dire lors de la séparation des chromatides.

D. Au stade diplotène, les centromères d'une paire de chromosomes bivalents s'éloignent l'un de l'autre.

**VRAI**

E. La vésicule sexuelle ne disparaît qu'en anaphase I lors de la séparation des chromosomes.

**FAUX** elle disparaît dès le stade diacinèse de prophase I.

### **Question 197 – Spermatogenèse : RIEN**

A. La spermatogenèse a lieu dans les tubes séminifères, de manière centrifuge.

**FAUX** de manière centripète.

B. La phase de méiose intervient pour produire 4 spermatocytes I à partir d'une spermatogonie Ap.

**FAUX** il y a bien 4 spermatocytes I à partir d'une spermatogonie Ap mais cela durant la phase de mitose !

C. Lors de la spermatogenèse, les différentes phases de méiose ont une durée sensiblement équivalente.

**FAUX** la méiose I dure environ 23 jours et la méiose II moins d'un jour seulement.

D. Dans le tube séminifère, les cellules de Leydig fabriquent de la testostérone.

**FAUX** les cellules de Leydig fabriquent bien de la testostérone, mais en dehors des tubes séminifères.

E. Afin de favoriser le déplacement des spermatozoïdes, les tubes séminifères sont des structures extrêmement droites.

**FAUX** n'importe quoi ! Les tubes séminifères sont des structures extrêmement contournées.

### **Question 198 – Spermiogenèse : ACE**

A. L'appareil de Golgi va servir à la formation de l'acrosome.

**VRAI**

B. L'axonème se forme à partir du centriole proximal du spermatozoïde et est formé de 9 doublets de microtubules autour d'un doublet central.

**FAUX** l'axonème se forme à partir du centriole distal ! Le reste est juste !

C. Le spermatozoïde est une cellule riche en mitochondries qui produisent l'énergie nécessaire au battement du flagelle.

**VRAI** Le Pr. Guérin précise qu'un spermatozoïde compte environ entre 50 et 100 mitochondries.

D. Le rendement théorique de la spermiogenèse humaine est de 16 spermatozoïdes pour 1 spermatogonie Ad, ce qui est faible par rapport aux autres mammifères.

**FAUX** c'est le rendement théorique de la spermatogenèse.

E. Les étapes de multiplications des spermatogonies, de méiose et de spermiogenèse sont équivalentes dans le temps chez l'homme.

**VRAI**

### **Question 199 - Concernant l'ovogénèse : A**

A. Le nombre de follicules primordiaux atteint un pic au 7<sup>e</sup> mois fœtal, avant une phase de dégénérescence.

**VRAI**

B. Les ovocytes I sont bloqués en phase diacinèse de prophase I.

**FAUX** Ils sont bloqués en phase diplotène de prophase I.

C. Le 2<sup>e</sup> globule polaire est [N ; 2C].

**FAUX** il est [N ; C].

D. La dynamique de l'ovogenèse est discontinue : il y a production cyclique d'un ovocyte I tous les 28 jours.

**FAUX** la dynamique de l'ovogenèse est bien discontinue mais il y a production d'un ovocyte II tous les 28 jours.

E. La maturation d'un follicule met environ 1 mois.

**FAUX** il faut plusieurs mois pour qu'un follicule soit mature. Attention donc, ce n'est pas parce qu'il y a production d'un follicule mûr tous les mois que leur temps de maturation est également d'un mois.

### **Question 200 – Ovogenèse (bis) : AB**

A. L'ovocyte II constitue le gamète féminin.

**VRAI** par cœur bizuth !

B. La membrane de Slavianski est visible dès le follicule primaire.

**VRAI**

C. Lors de la formation des follicules, la thèque externe est formée avant la thèque interne.

**FAUX** c'est la thèque interne qui est formée en premier.

D. La rupture folliculaire est due au pic de LH qui intervient environ 24h avant l'ovulation.

**FAUX** le pic de LH intervient environ 36h avant l'ovulation.

E. La destruction de l'apex est due à l'action de collagénases sécrétées par l'épithélium ovarien et aux cellules musculaires lisses présentes à la couche externe du follicule.

**FAUX** les collagénases sont sécrétées par les cellules de la granulosa. L'épithélium ovarien lui sécrète des hydrolases !