

**PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES DE SANTE**

**« PACES » 2020/2021**

**MAI 2021**

**UE2: La cellule et les tissus**

**Date : Mercredi 05 MAI 2021 de 8h45 à 10h15**

**Enseignant Responsable : Dr LEDUQUE**

Type de l'épreuve : QCM  
Durée de l'épreuve : 1h30  
Notations concours : sur 20

Le fascicule comporte 33 pages, numérotées de 1 à 33, dont la page de garde  
(+ Deux dernières pages de couleur JAUNE)

**INSTRUCTIONS POUR L'EPREUVE**

**Usage de la calculatrice: NON AUTORISE**

1. Assurez-vous que votre fascicule est complet : les pages doivent se suivre sans interruption.
2. Les questions QCM sont à REPONSES MULTIPLES. Chaque question comporte cinq propositions.
3. **Vous devez cocher sur la grille de réponse uniquement les propositions exactes de 0 à 5 possibilités par question.**
4. Toute marque qui apparaît en dehors des emplacements qui vous sont réservés peut motiver un zéro à votre épreuve.
5. Communications : depuis l'instant où vous aurez reçu votre cahier d'épreuves jusqu'à celui où vous aurez rendu la grille de réponse optique, **toute communication est interdite** quel qu'en soit le prétexte ou la nature. En cas de besoin, adressez-vous exclusivement aux surveillants présents dans la salle.

**Attention !**

Vos réponses portées sur la grille de réponse QCM seront lues par un procédé optique qui implique obligatoirement que les cases correspondantes soient franchement et entièrement noircies et non pas seulement très légèrement ou partiellement crayonnées.

# EMBRYOLOGIE

Dr LORNAGE – Dr GISCARD D'ESTAING

## Questions 01 – 20

### QCM 01- A propos de la méiose.

- A- Chaque division de mitose et chaque division de méiose sont précédées d'une réplication de l'ADN.
- B- Une cellule est dite haploïde quand son noyau est constitué de N chromosomes.
- C- Au cours de la méiose, le noyau d'une cellule peut être constitué de 2N chromosomes, chaque chromosome étant constitué d'une chromatide.
- D- Les échanges intra-chromosomiques ont lieu soit en prophase I, soit en prophase II.
- E- Le fuseau de division cellulaire persiste en télophase I et II.

### QCM 02 - A propos de la méiose.

- A- Au cours de l'anaphase I, les chromosomes homologues migrent aux pôles opposés du fuseau.
- B- En métaphase I, les tétrades de chromosomes sont liées au niveau des centromères.
- C- En prophase I, la chromatine est condensée aux stades pachytène et diacinèse.
- D- On peut observer les centromères avant la mise en place du complexe synaptonémal.
- E- Les centromères sont des condensations protéiques du complexe synaptonémal où se situent les chiasmas.

### QCM 03 - Parmi les cellules suivantes, quelles sont celles qui contiennent le même nombre de molécules d'ADN ?

- A- Un spermatocyte II, un ovocyte II et le 1<sup>er</sup> globule polaire.
- B- Un neurone après réplication de l'ADN et un ovocyte I.
- C- Un ovocyte II fécondé et une spermatide.
- D- Les spermatogonies et les ovogonies avant et après réplication de l'ADN.
- E- Le 2<sup>ème</sup> globule polaire et un spermatocyte I.

#### QCM 04 - A propos de la spermatogenèse.

- A- La vésicule sexuelle est présente uniquement dans les spermatocytes I au cours de la prophase I.
- B- L'acrosome d'origine golgienne recouvre les 2/3 postérieurs du noyau du spermatozoïde.
- C- La spermiogenèse a lieu dans les cordons séminifères.
- D- La pièce connective (ou col) est constituée du centriole proximal entouré d'un manchon de mitochondries.
- E- Au cours de la spermatogenèse, la non-disjonction des gonosomes au cours de la 1<sup>ère</sup> division de méiose aboutit, après fécondation, soit à un syndrome de Klinefelter (47, XXY), soit à un syndrome de Turner (45, XO).

#### QCM 05 - A propos de l'ovogenèse et de la folliculogenèse.

- A- Les étapes de multiplication, de méiose et de différenciation cellulaire sont consécutives.
- B- La croissance ovocytaire se traduit par une augmentation du diamètre de l'ovocyte I.
- C- L'atrésie folliculaire débute *in utero*.
- D- Les ovocytes restent bloqués en prophase I, stade diplotène, alors que les échanges intra-chromosomiques sont terminés.
- E- Au cours de l'ovogenèse, la non-disjonction des gonosomes au cours de la 1<sup>ère</sup> division de méiose aboutit, après fécondation, à des embryons avec un caryotype anormal, tous viables.

#### QCM 06 - A propos de la fécondation.

- A- Au cours du transit épидидymaire, des ponts disulfures s'établissent entre les cystéines des histones.
- B- L'acquisition de la mobilité linéaire des spermatozoïdes est androgéno-dépendante.
- C- La durée moyenne du transit épидидymaire est plus longue que celle de la capacitation des spermatozoïdes.
- D- La stabilité de la membrane dépend de la composition en stérols et en phospholipides : les stérols stabilisent la membrane plasmique des spermatozoïdes.
- E- Le pouvoir fécondant des spermatozoïdes est réprimé dans la queue de l'épididyme pour bloquer la réaction acrosomique prématurée du spermatozoïde.

**QCM 07 - A propos de la fécondation.**

- A- La capacitation est inhibée par le liquide spermatique.
- B- L'acquisition du mouvement hyperactif des spermatozoïdes met en jeu un afflux de calcium extracellulaire.
- C- La capacitation dépend de la qualité du mucus cervical.
- D- Le mucus cervical est perméable aux spermatozoïdes en période pré-ovulatoire.
- E- La liquéfaction du liquide spermatique précède la capacitation.

**QCM 08 - A propos de la fécondation.**

- A- Seul un spermatozoïde capacité et ayant effectué sa réaction acrosomique peut se fixer à la membrane plasmique de l'ovocyte II.
- B- La réaction acrosomique est secondaire à la fusion membranaire entre la membrane plasmique du spermatozoïde et la membrane interne de l'acrosome.
- C- L'interaction gamétique met en jeu une liaison entre les intégrines constituant la membrane plasmique ovocytaire et les désintégrines constituant la membrane de la cape post-acrosomique.
- D- La reprise de la méiose de l'ovocyte II et la réaction corticale sont secondaires à l'interaction gamétique.
- E- La syngamie précède l'amphimixie.

**QCM 09 - A propos de la 1<sup>ère</sup> semaine du développement embryonnaire.**

- A- Le diamètre de l'œuf fécondé (appelé communément embryon) est constant.
- B- La formation du blastocèle met en jeu des pompes  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase localisées au pôle latéro-basal et des échangeurs d'ions  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  au pôle apical des cellules trophoblastiques.
- C- Au cours de la 1<sup>ère</sup> semaine du développement embryonnaire, l'œuf fécondé (appelé communément embryon) vit aux dépens de l'endomètre.
- D- Les gènes soumis à l'empreinte parentale subissent une reprogrammation épigénétique au cours de l'embryogenèse précoce.
- E- Les aneuploïdies des blastomères peuvent être post-zygotiques : elles peuvent être à l'origine des embryons dit « mosaïques ».

**QCM 10 - A propos de la 2<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire, on peut observer en même temps :**

- A- Un disque didermique, une cavité amniotique, et un blastocèle.
- B- Un disque didermique, une cavité amniotique, un lécithocèle primaire (ou vésicule vitelline primaire), et un blastocèle.
- C- Une cavité amniotique, un lécithocèle secondaire (ou vésicule vitelline secondaire), et un coelome extra-embryonnaire. -
- D- Un lécithocèle secondaire (ou vésicule vitelline secondaire), des lacunes remplies de sang maternel dans le syncytiotrophoblaste, et des kystes exocœlomiques.
- E- Les 3 lames mésenchymateuses (amniotique, chorale et vitelline) et le pédicule embryonnaire.

**QCM 11 - A propos de la mise en place des villosités et de la barrière placentaire.**

- A- En fin de 2<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire, le chorion de l'œuf fécondé (appelé communément embryon) est avillieux.
- B- Les colonnes cytotrophoblastiques sont en contact direct avec les vaisseaux maternels.
- C- La coque cytotrophoblastique est en contact avec les cellules déciduales.
- D- La barrière placentaire a une épaisseur de 50 µm au cours des deux premiers mois du développement embryonnaire.
- E- Les villosités secondaires et tertiaires se mettent en place alors que le disque embryonnaire est tridermique.

**QCM 12 - A propos de la gastrulation.**

- A- La ligne primitive est limitée en avant par le nœud de Hensen et en arrière par le neuropore postérieur, sa taille est constante.
- B- La gastrulation met en jeu des mouvements morphogéniques de type ingression et évagination.
- C- Au cours de la gastrulation, les cellules épiblastiques subissent une transition épithélio-mésenchymateuses : elles perdent leur adhérence et émettent des pseudopodes.
- D- La formation de la plaque chordale précède celle du canal chordal.
- E- La plaque pré-chordale joue un rôle majeur dans l'induction du cerveau antérieur.

**QCM 13 - A propos du mésoblaste.**

- A- La protéine Nodal est sécrétée par les cellules de la ligne primitive dans la région caudale, elle est nécessaire à la mise en place du mésoblaste latéral.
- B- La condensation du mésoblaste est à l'origine du mésoblaste para-axial, intermédiaire et latéral.
- C- La segmentation du mésoblaste intermédiaire précède la segmentation du mésoblaste latéral.
- D- La segmentation du mésoblaste para-axial est un phénomène post-gastrulaire qui se termine à la fin de la 5<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.
- E- Le mésoblaste latéral se segmente en somatopleure et en splanchnopleure.

**QCM 14 - Sur une coupe longitudinale, passant par la ligne primitive, on peut observer à J17 du développement embryonnaire :**

- A- Le mésoblaste para-axial segmenté en néphrotomes.
- B- La plaque chordale en avant du canal neurentérique.
- C- Les membranes pharyngienne et cloacale.
- D- L'allantoïde en avant de la membrane cloacale.
- E- La chorde et la plaque neurale.

**QCM 15 - A propos de la délimitation du corps de l'embryon à la 4<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.**

- A- La délimitation va permettre de passer d'un disque embryonnaire tridermique plat à une structure à peu près cylindrique.
- B- L'ébauche cardiaque se positionne en arrière du septum transversum et occupe sa position définitive.
- C- Le coelome intra-embryonnaire (appelé aussi coelome interne) est incorporé dans l'embryon.
- D- La membrane cloacale subit une rotation dans le sens inverse de celle de la membrane pharyngienne.
- E- La vésicule vitelline secondaire (appelé aussi lécithocèle II) disparaît complètement.



**QCM 16 - Au cours de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire vont se dérouler les évènements suivants :**

- A- L'incorporation du toit du lécithocèle II, au cours des plicatures, entraînant la formation de l'intestin primitif.
- B- L'agrandissement de la cavité amniotique, celui-ci va se faire au dépend du coelome externe ; l'embryon baigne alors dans la cavité amniotique.
- C- L'initiation de la segmentation du mésoblaste para-axial.
- D- La formation des tubules pronéphrotiques constituant le pronéphros ; celui-ci régressant au milieu de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.
- E- La formation des arcs branchiaux.

**QCM 17 - Les structures suivantes sont observées en même temps à la fin de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire :**

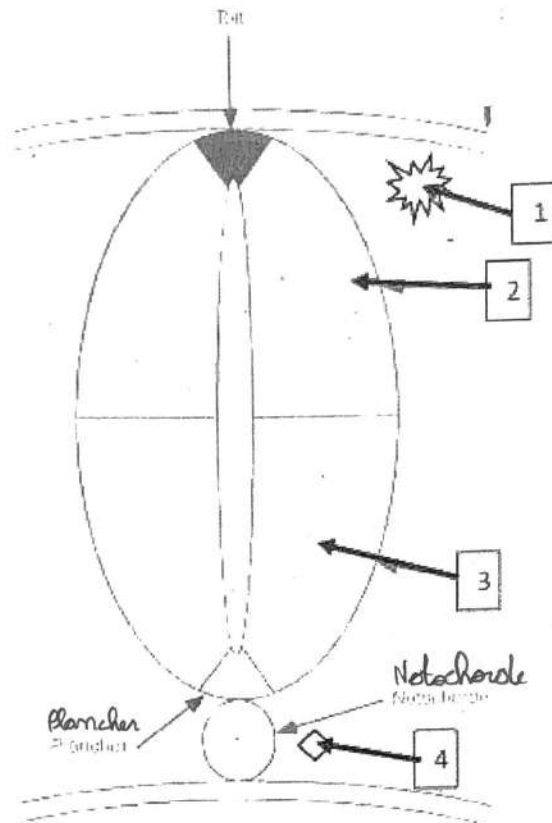
- A- Une cavité amniotique et une vésicule vitelline (ou encore appelé sac vitellin).
- B- Un coelome externe et une cavité amniotique.
- C- Des villosités tertiaires et un disque embryonnaire.
- D- Une gouttière neurale et un tube neural.
- E- Des somites et des vertèbres.

**QCM 18 - Concernant l'organogenèse du cœur et de l'appareil circulatoire.**

- A- La formation des 4 cavités du cœur à partir du tube cardiaque primitif se termine au-delà de la 8<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.
- B- Il y a plicature du tube cardiaque et déplacement des cavités primitives, puis cloisonnement des cavités primitives.
- C- Les 1<sup>ers</sup>, 2<sup>èmes</sup> et 5<sup>èmes</sup> arcs aortiques disparaissent entre la 6<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.
- D- Les artères pulmonaires droite et gauche sont formées à partir de la totalité des 6<sup>èmes</sup> arcs aortiques.
- E- La circulation pulmonaire n'est pas fonctionnelle chez le fœtus, le sang arrivant à l'oreillette droite est dévié par 2 shunts vers l'oreillette gauche et vers l'aorte.

QCM 19 - Concernant la neurulation et la formation du tube neural.

A partir de la coupe transversale du tube neural ci-dessous, quelle(s) est(sont) la(les) proposition(s) exacte(s) ?



- A- La légende 1 représente un antagoniste de la protéine BMP-4 (Bone morphogenetic Protein 4) qui dorsalise le tube neural.
- B- La légende 2 représente la plaque dorsale du tube neural contenant des neurones sensitifs.
- C- La légende 3 représente la plaque basale (ou plaque ventrale) du tube neural contenant des neurones moteurs.
- D- La légende 4 représente la protéine Sonic hedgehog (Shh), cette protéine ne participe pas à la détermination de l'axe dorso-ventral du tube neural.
- E- La légende 4 représente un antagoniste de la protéine BMP-4 (Bone morphogenetic Protein 4) qui serait responsable de l'induction des neurones moteurs.



**QCM 20 - Madame A. a eu ses règles pour la dernière fois le 01/03/2021. Elle a fait un test urinaire d'hCG (hormone Gonadotrope Chorionique) le 12/04/2021 qui est positif.**

A- Madame A. est à 6 semaines d'aménorrhées.

B- Le développement embryonnaire est à 5 semaines.

C- L'embryon mesure environ 4,5 mm.

D- Une échographie pour confirmer le bon déroulement de la grossesse sera programmée les semaines suivantes.

E- L'évaluation de l'âge gestationnel en semaines d'aménorrhée nécessite de connaître la date d'ovulation.

# HISTOLOGIE

Pr Virginie DESESTRET - Dr Patrick LEDUQUE, coordonnateur

Questions 21 – 40

Attention, l'épreuve d'Histologie combine  
des Questions à Réponse Unique (QRU)  
et des Questions à Réponses Multiples (QRM).

Pr DESESTRET

Tissu Musculaire- Tissu Nerveux

QCM 21- 28

**QRM 21 – Concernant le liquide cébrospinal (LCS), quelles sont les affirmations exactes ?**

- A- Il est en contact uniquement avec le système nerveux central.
- B- Il est produit par des cellules gliales.
- C- Il est sécrété par les épendymocytes des plexus choroïdes.
- D- Il circule dans les ventricules, le canal épendymaire, les sinus veineux et les espaces sous-arachnoïdiens.
- E- Il est au contact de la pie-mère.

**QRM 22 – Concernant les méninges, quelles sont les affirmations exactes ?**

- A- Elles sont d'origine mésenchymateuse.
- B- Les pachyméninges sont constituées d'un tissu conjonctif dur et rigide.
- C- Les leptoméninges ne sont pas vascularisées.
- D- La pie-mère est composée des cellules mésothéliales et de fibres élastiques et de collagène.
- E- L'arachnoïde est séparée du périoste par la dure-mère.

**QRM 23 – Concernant le cytosquelette neuronal, quelles sont les affirmations exactes ?**

A- Il est observable en microscopie photonique par méthode de Golgi.

B- Les neurofilaments maintiennent la forme du neurone et lui confère une élasticité.

C- Les microfilaments fins d'actine sont exclusivement impliqués dans la formation et la croissance des neurites.

D- Les microtubules sont formés de l'assemblage dynamique de protéines tau.

E- Grâce à leur activité ATPasique, les microtubules permettent le transport axonal antérograde des mitochondries.

**QRM 24 – Concernant l'ultrastructure de la synapse chimique axo-dendritique, quelles sont les affirmations exactes ?**

A- Elle est observable en microscopie électronique.

B- La grille pré-synaptique correspond à l'arrangement régulier de projections denses reliées par des microtubules.

C- La grille pré-synaptique circonscrit des logettes où s'insèrent les vésicules synaptiques.

D- Le synaptopore est une dépression au sein de la densité post-synaptique.

E- La fente synaptique mesure moins de 40nm de largeur.

**QRM 25 – Concernant le tissu conjonctif du muscle strié squelettique, quelles sont les affirmations exactes ?**

A- Les capillaires de l'endomysium sont anastomosés et orientés longitudinalement aux rhabdomyocytes et accompagnent les contractions musculaires.

B- La lame basale du rhabdomyocyte contient une glycoprotéine extracellulaire, l' $\alpha$ -dystroglycane, qui participe au complexe dystrophine et protéines associées.

C- Le pérимыsium est un tissu conjonctif dense qui entoure chaque faisceau de rhabdomyocytes.

D- L'épимыsium est un tissu conjonctif dense non-orienté qui forment des septa vascularisés.

E- Une membrane basale entoure chaque rhabdomyocyte et contient de la réticuline.



**QRM 26 – Concernant le système sarco-tubulaire du rhabdomyocyte, quelles sont les affirmations exactes ?**

- A- Le réticulum sarcoplasmique est une réserve de  $Ca^{2+}$  contenu dans un réseau de canalicules et saccules anastomosés entourant chaque rhabdomyocyte.
- B- Le réticulum sarcoplasmique forme des citernes terminales situées en regard des jonctions entre les bandes claires et sombres des myofibrilles.
- C- Les tubules T sont des invaginations tubulaires du sarcolemme parallèles à l'axe du rhabdomyocyte.
- D- Les tubules T entourent les myofibrilles au niveau de chaque jonction entre les bandes A et les bandes I.
- E- Chaque tubule T et 2 citernes terminales adjacentes du réticulum sarcoplasmique forment une triade observable en microscopie électronique.

**QRU 27 – Concernant les jonctions intercellulaires entre léiomyocytes, quelle est l'affirmation exacte ?**

- A- Les plaques d'attache permettent un couplage mécanique entre les léiomyocytes des muscles lisses multi-unitaires, comme par exemple le muscle trachéal.
- B- Les plaques d'attache sont reliées à des corps denses sarcoplasmiques par des filaments intermédiaires d'actine.
- C- Les plaques d'attache permettent un couplage électrique entre plusieurs léiomyocytes formant un syncytium fonctionnel.
- D- Une plaque d'attache entre 2 léiomyocytes est constituée d'une ligne dense membranaire et de 2 corps denses sarcoplasmiques.
- E- Les plaques d'attache sont directement reliées aux myofilaments épais de myosine.

**QRM 28 – Concernant les cardiomyocytes, quelles sont les affirmations exactes ?**

- A- Leurs systèmes sarcotubulaires sont identiques à ceux des rhabdomyocytes.
- B- Ce sont des cellules striées, bifurquées et mononuclées.
- C- Leur contraction est déclenchée par une excitation nerveuse transmise par une jonction neuro-musculaire.
- D- Ils contiennent des myofibrilles constituées de chaînes linéaires de sarcomères composés de matériel protéique fibrillaire contractile.
- E- Ils sont reliés entre eux par des stries scalariformes contenant des jonctions communicantes, des zonula adherens et des desmosomes maculaires.



Techniques Histologiques – Tissus Epithéliaux – Tissus Conjonctifs

Questions 29 – 40

PREAMBULE

L'organisme est soumis à une menace constante d'invasions par des agents pathogènes provenant du milieu extérieur. Il développe en conséquence différents systèmes de protection, dont le système immunitaire qui détruit ou inactive les éléments exogènes reconnus comme des corps étrangers. Le système immunitaire garde la mémoire des premières réponses immunitaires, de sorte que, lors d'un contact ultérieur, la destruction de l'élément pathogène sera suffisamment rapide. Le système immunitaire comprend des organes lymphoïdes centraux et des organes lymphoïdes périphériques. Les organes lymphoïdes centraux produisent les cellules de défenses immunitaires : ils correspondent à la moelle osseuse et au thymus. Les organes lymphoïdes périphériques sont les sites de la réaction immunitaire : ils sont représentés, soit par des organes individualisés, bien structurés, comme les ganglions lymphatiques et la rate, soit par des cellules isolées ou regroupées, comme les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT, *Mucosa-Associated Lymphoid Tissue*).

Techniques Histologiques – Questions 29 - 32

QRM 29 – Différents types d'échantillons hospitaliers.

L'histologie du système immunitaire peut être abordée par des méthodes histologiques. En fonction de vos connaissances générales en histologie, et en utilisant le modèle des **tissus ou des cellules vivantes** provenant directement d'un patient, vous pouvez affirmer qu'il s'agit :

A- De cellules provenant directement d'un organisme et simplement maintenues en survie : on parlera alors de cultures in vitro.

B- De cellules qui, dans des conditions particulières, peuvent se multiplier en-dehors d'un organisme : on parlera alors de cultures ex vivo.

C- D'une tranche de section d'un échantillon solide (organes, tumeurs, etc.), frais ou congelé, appliquée avec une certaine pression sur une lame afin d'en obtenir une empreinte.

D- De préparations à plat, s'agissant d'organes très fins comme l'épiderme qui, après dissection sous la loupe binoculaire, sont directement déposés sur lame, par exemple l'épiderme.

E- Soit de prélèvements liquides, s'agissant par exemple de liquides biologiques, de liquides pathologiques, ou de liquides d'exploration, soit de produits de grattage ou de brossage, les cellules en suspension recueillies étant ensuite étalées sur lame.



### QRM 30 – Différents types d'échantillons hospitaliers.

L'étude de la biologie des organes lymphoïdes périphériques représentés, soit par des organes individualisés, bien structurés, comme les ganglions lymphatiques, soit par des cellules isolées ou regroupées, comme les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT), peut être abordée par une **préparation standard** des échantillons. En fonction de vos connaissances générales en histologie, et en utilisant le modèle d'un **fragment solide** en vue d'une observation en **microscopie optique (MO)** ou en **microscopie électronique à transmission (MET)**, vous pouvez affirmer qu'il s'agit de coupes :

- (A) Dans la plupart des cas, les organes sont en effet trop épais pour être observés directement au microscope.
- (B) Ils sont alors coupés en tranches (après fixation et inclusion).
- (C) Les coupes sont ensuite montées entre lame et lamelle pour une observation en MO, ou déposées sur grille pour une observation en MET.
- (D) En résumé, différentes étapes sont nécessaires à la préparation d'un fragment de tissu solide en vue d'une observation en MO, à savoir fixation, inclusion, coupe, coloration et montage.
- E- En résumé, différentes étapes sont nécessaires à la préparation d'un fragment de tissu solide en vue d'une observation en MET, à savoir fixation, inclusion, coupe, coloration et montage.

### QRU 31 – Microscopie optique.

La description morphologique en **MO** nécessite différentes étapes conduisant à la préparation d'un fragment de tissu solide. En vue d'obtenir des coupes en **paraffine**, la **préparation standard** des échantillons comprendra :

- X A- **La fixation.** Indispensable pour préserver les structures biologiques, la fixation est effectuée le plus rapidement possible après prélèvement. Les fixateurs utilisés peuvent être le formol, l'acide acétique associé à l'éthanol, ou l'association formol/acide picrique.  
*↳ meilleur*
- B- **L'inclusion.** Destinée à durcir le prélèvement afin d'en permettre la coupe, l'inclusion est réalisée après déshydratation par passage dans des bains d'alcool de degré croissant (70°, 95° et 100°), puis de xylène, le prélèvement étant enfin plongé dans de la paraffine maintenue à 57°C/60°C. Après refroidissement, on obtient un bloc solide pouvant être coupé en tranches.  
*↳ durcir ?*
- X C- **La coupe.** D'une épaisseur de 20 microns, les coupes sont réalisées avec un microtome, appareil doté d'un système d'avance mécanique et d'un couteau en acier ou de lames jetables.
- X D- **La coloration.** Visant à augmenter le contraste, la coloration fait apparaître les différents composants cellulaires et tissulaires. Les coupes sont donc préalablement déposées sur des lames de verre pré-gélatinées puis directement colorées, sans autres étapes intermédiaires.
- (E) **Le montage et l'observation.** Visant à préserver la coloration, et à protéger les coupes, le montage nécessite une déshydratation par passage dans des bains d'alcool de degré croissant (70°, 95° et 100°), puis de xylène. Les coupes sont ensuite montées entre lame et lamelle avec un milieu de montage, avant d'être observées à l'aide d'un microscope optique standard.



## QRM 32 – Microscopie électronique à transmission.

La description morphologique en **MET** nécessite différentes étapes conduisant à la préparation d'un fragment de **tissu solide**. En vue d'obtenir des coupes en **résine**, la préparation standard des échantillons comprendra :

- A- **La fixation.** Les fixateurs utilisés peuvent être le p-formaldéhyde, la glutaraldéhyde, l'osmium, ou des mélanges comme la glutaraldéhyde associée à de l'osmium.
- B- **L'inclusion.** Après déshydratation par passage dans des bains d'alcool de degré croissant (70°, 95° et 100°), puis de toluène, l'inclusion est réalisée dans des résines Epoxy (Araldite, Epon). Après refroidissement, on obtient un bloc solide permettant de réaliser des coupes (ultra) fines pour une épaisseur de 50-100 nm.
- C- **La coupe.** A l'aide d'un ultramicrotome, appareil doté d'une avance thermique et d'un couteau en diamant, les coupes obtenues sont déposées sur des grilles de cuivre pour une étude morphologique, ou des grilles de nickel ou d'or pour une analyse moléculaire in situ.
- D- **Le contraste.** L'étape du contraste s'effectue à l'aide d'acétate d'uranyle, afin d'augmenter le contraste des membranes, et de citrate de plomb, afin d'augmenter le contraste du noyau, du nucléole et des ribosomes.
- E- **L'observation.** Le microscope fonctionnant sous vide, ce sont les électrons qui traversent les coupes qui sont recueillis pour générer une image de la coupe.



QRM 33 – Structures caractéristiques communes à tous les épithéliums.

Dans le cadre d'un prélèvement ciblant les ganglions lymphatiques, sur un plan macroscopique, ces petits organes réniformes (de quelques millimètres à plusieurs centimètres) présentent une face convexe où arrivent en général plusieurs vaisseaux lymphatiques afférents, et une face concave (où est situé le « hile »), par où sort un lymphatique efférent, et par où entre une artériole et sort une veinule. Entre la capsule et la région corticale se situe une fente, bordée du côté interne par le tissu dit « réticulaire », et du côté externe par un épithélium pavimenteux simple (en continuité avec l'endothélium des vaisseaux lymphatiques afférents qui s'y déversent). Dans le cadre de l'existence d'un tel épithélium pavimenteux, vous pouvez proposer la présence de **desmosomes maculaires**, lesquels :

× A- Sont des structures discoïdes d'un diamètre moyen de 0,5  $\mu\text{m}$ .

B- Apparaissent comme une structure allongée, asymétrique, de 100-300 nm d'épaisseur.

C- Comprennent, de part et d'autre d'une ligne dense extracellulaire centrale, une zone claire aux électrons, la membrane plasmique des cellules épithéliales, et une plaque discoïde intracytoplasmique, très dense aux électrons, de 20 nm d'épaisseur, sur laquelle s'insèrent des filaments intermédiaires, de 10 nm de diamètre.

D- Comprennent, en regard des plaques d'ancrage des filaments, un espace extracellulaire élargi, mesurant entre 20 et 40 nm.

E- Sont constitués de deux types de molécules, à savoir les molécules transmembranaires (desmogléines et desmocollines) et les molécules des plaques (desmoplakines et plakoglobine).

**QRM 34 – Ganglion lymphatique - Structures caractéristiques communes à tous les épithéliums.**

Dans le cadre de l'existence d'un tel épithélium pavimenteux, vous pouvez également proposer la présence d'hémidesmosomes, lesquels :

- A- Sont des systèmes de jonction d'ancrage situés au pôle basal des cellules épithéliales, en rapport avec les filaments intermédiaires du cytosquelette.
- B- Ne sont visibles qu'en microscopie électronique.
- C- Comportent une ligne dense aux électrons extracellulaire, séparée par un espace clair de la membrane plasmique de la cellule épithéliale.
- D- Comportent une plaque intracytoplasmique dense, constituée de protéines dont la plectine et BP230 (Bullous Pemphigoid 230), sur laquelle s'insèrent les filaments intermédiaires de cytokératine.
- E- Comportent une plaque membranaire, constituée de glycoprotéines transmembranaires, les intégrines et BP180 (Bullous Pemphigoid 180).

**QRM 35 – Ganglion lymphatique - Systèmes de jonction non restreints aux épithéliums.**

Dans le cadre de l'existence d'un tel épithélium pavimenteux, vous pouvez également proposer la présence de desmosomes zonulaires, lesquels :

- A- Sont des systèmes de jonction d'adhérence unissant les cellules épithéliales entre elles, lesquels jouent un rôle fondamental dans la signalisation cellulaire.
- B- Ne sont visibles qu'en microscopie électronique.
- C- Comportent un espace extracellulaire clair aux électrons, contenant des molécules transmembranaires appartenant à la classe des cadhérines, par exemple E-, P-, VE-cadhérines.
- D- Comportent, de part et d'autre de cet espace extracellulaire, accolée au feuillet interne de la membrane plasmique, une plaque intracytoplasmique plus ou moins fine, constituée de protéines, par exemple  $\alpha$ -,  $\beta$ - et  $\gamma$ -caténines.
- E- Comportent des microfilaments d'actine à proximité des plaques.



### QRM 36 – Ganglion lymphatique - Systèmes de jonction non restreints aux épithéliums.

Dans le cadre de l'existence d'un tel épithélium pavimenteux, vous pouvez enfin proposer la présence de **contacts en foyer**, lesquels :

- A- Sont des systèmes de jonction d'adhérence permanents unissant les cellules épithéliales à la matrice extracellulaire des tissus conjonctifs.
- B- Ne sont visibles qu'en microscopie électronique.
- C- Comportent une plaque intracytoplasmique constituée de diverses protéines, dont la taline. À proximité se trouvent des microfilaments d'actine.
- D- Comportent une plaque membranaire constituée de glycoprotéines transmembranaires, les intégrines.
- E- Comportent des molécules transmembranaires se liant à certains composés de la membrane basale, en particulier la fibronectine sécrétée par le fibroblaste, laquelle s'intègrera à la membrane basale des cellules épithéliales, tout particulièrement dans la lamina densa.

### Tissus Conjonctifs – Questions 37 - 40

#### QRM 37 – Ganglion lymphatique - Capsule, travées conjonctives.

Le ganglion lymphatique est délimité par une **capsule** constituée d'un tissu conjonctif **dense non orienté** entouré d'un **tissu adipeux**. La capsule émet des travées fibreuses de tissu conjonctif lâche qui divisent le ganglion en lobules. Le ganglion est également charpenté par un fin réseau de fibres dites « **de réticuline** ». Dans le cadre de l'existence de ces différentes variétés de tissu conjonctif, vous pouvez proposer la présence des éléments conjonctifs suivants :

- A- Dans la capsule, des fibres de collagène abondantes et regroupées en faisceaux parallèles et très épais.
- B- Dans la capsule, apparaissant peu abondants : un réseau élastique, la substance fondamentale amorphe, et des fibrocytes.
- C- Dans la capsule, les collagènes de type I et V.
- D- Dans les travées fibreuses, des fibres de collagène disposées dans tous les plans de l'espace.
- E- Dans les travées fibreuses, apparaissant en équilibre : des fibres dites « de réticuline », des fibres élastiques, des cellules, et la substance fondamentale amorphe.

*capsule = TC dense non orienté entouré d'1 TA*

*sol = entouré de réticuline*

**QRM 38 – Ganglion lymphatique - Capsule, tissu adipeux.**

**Le ganglion lymphatique est délimité par une capsule entourée d'un tissu adipeux. Vous pouvez proposer qu'il s'agit d'un tissu adipeux blanc de structure se présentant :**

- A- Peu sensible aux conditions métaboliques.
- B- Sous l'aspect de petits amas d'adipocytes isolés.
- C- Sous l'aspect d'un tissu de protection.
- D- Sous l'aspect d'adipocytes uniloculaires, lesquels comportent une grosse vacuole lipidique optiquement vide, après les procédés de congélation tissulaire et coupes au cryostat, suivis d'une coloration à l'Oil Red O.
- E- en coexistence avec des adipocytes dits « beiges » (brite, brown-in-white), après tomographie par émission de positons (TEP), et technologies de tomographie par ordinateur (TO).

**QRM 39 – Ganglion lymphatique - Cellules Réticulaires Fibroblastiques.**

**Le ganglion lymphatique est charpenté par un fin réseau de fibres dites « de réticuline ». Vous pouvez proposer que ce réseau se compose :**

- A- De fibres de collagène de type III, collagène de type I, laminine et fibronectine.
- B- De fibres non argyrophiles, observables après hémateine-éosine.
- C- De fibres positives à l'acide périodique-réactif de Schiff (PAS<sup>+</sup>).
- D- De fibres constituants des tunnels, lesquelles seront au contact direct avec des éléments circulants, les cellules dites « sentinelles », à savoir des macrophages, des cellules présentatrices d'antigène (par exemple la cellule de Langerhans et la cellule M), et des lymphocytes T.
- E- De Cellules Réticulaires Fibroblastiques , lesquelles engainent et isolent les fibres des éléments circulants.

**QRM 40 – Tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT) - Cellules lymphoïdes.**

**Dans le cadre d'un prélèvement ciblant cette fois-ci les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT), vous rappellerez qu'ils sont constitués :**

- A- De cellules lymphoïdes isolées ou regroupées, non encapsulées dans un organe.
- B- De lymphocytes B et T, sous forme de nodules lymphoïdes dispersés, par exemple dans la muqueuse et/ou la sous-muqueuse intestinale.
- C- De lymphocytes B et T, sous forme de formations lymphoïdes bien individualisées, par exemple le cercle de Waldeyer situé au niveau du pharynx.
- D- De lymphocytes B, dont seulement les premières étapes de maturation se positionneront dans les organes lymphoïdes secondaires, à savoir les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT), mais aussi les ganglions lymphatiques, la rate, et les épithéliums de revêtement.
- E- De lymphocytes T, distribués également dans les organes lymphoïdes secondaires, à savoir les ganglions lymphatiques, la rate, les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses (MALT), mais absents des épithéliums de revêtement.



# BIOLOGIE CELLULAIRE

Pr Germain GILLET – Dr Delphine PONCET – Pr Serge LEBECQUE

Pr GILLET

## Questions 41 – 47

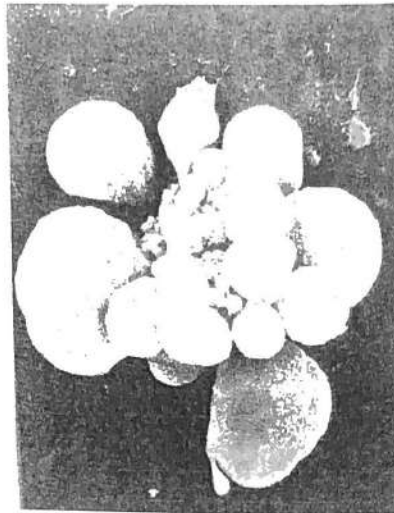
### QCM 41 – Signalisation

- A- La signalisation autocrine est un mode de signalisation à courte distance entre cellules voisines.
- B- Les récepteurs de l'acétylcholine de type muscarinique sont des canaux ioniques.
- C- Le récepteur de l'insuline est un récepteur-tyrosine kinase.
- D- Le récepteur du glucagon est un récepteur couplé à une protéine G trimérique.
- E- Le monoxyde d'azote est produit par les cellules endothéliales de la paroi des vaisseaux sanguins.

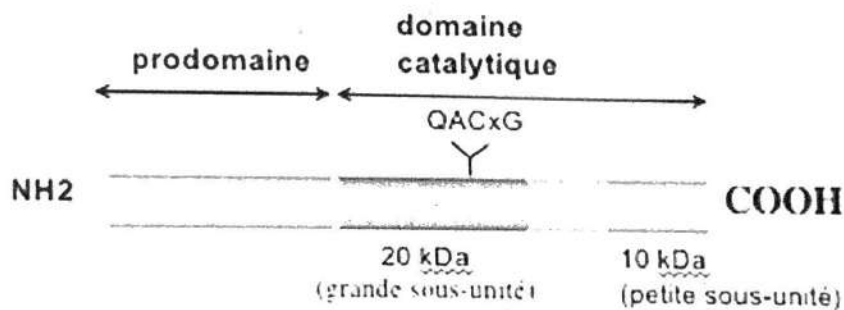
### QCM 42 – Cycle cellulaire

- A- La cohésine est une protéine associée au DNA qui se localise au niveau du centromère des chromosomes au cours de la métaphase.
- B- Lors de la métaphase, les microtubules sont stabilisés comme le montre l'augmentation de leur demi-vie.
- C- La protéine APC/C est une ubiquitine ligase qui est activée lors de la transition métaphase/anaphase.
- D- Lors de la formation du fuseau mitotique, les microtubules se fixent aux kinétochores par leur extrémité moins (-).
- E- La protéine p53 active le cycle cellulaire en augmentant l'expression de la protéine p34<sup>cdc2</sup> (appelée aussi CDK1).

## QCM 43 – Mort cellulaire programmée



- A- La figure ci-dessus représente une cellule en apoptose observée en microscopie électronique à transmission.
- XB- Au cours de l'apoptose on observe une exposition de la phosphatidyl éthanolamine (PE) sur le feuillet externe de la membrane plasmique.
- C- La caspase-3 est une caspase effectrice qui est activée lors de l'apoptose. Le schéma ci-dessous représente la structure de la caspase-3 sous sa forme inactive.



D- La privation en facteurs de croissance provoque la phosphorylation de la protéine Bad, un membre de la famille des "BH3 only". Sous sa forme phosphorylée, la protéine Bad active la protéine Bax ce qui entraîne la libération du cytochrome C dans le cytosol.

E- La protéine p53 est capable d'activer l'apoptose.



#### QCM 44 – Membranes

A- La bicouche lipidique des membranes biologiques est perméable aux petites molécules comme les gaz et les ions.

B- L'effet Donnan correspond à une sortie d'ions de la cellule du fait de la présence de protéines en solution dans le cytosol.

C- Lorsque les molécules d'eau traversent les membranes biologiques via l'aquaporine, on observe une variation du pH intracellulaire.

D- Le potentiel de la membrane plasmique d'une cellule donnée est de  $-90\text{mV}$ . On sait que le cation divalent  $X^{2+}$  possède un potentiel d'équilibre de  $+120\text{mV}$ . Ce cation a donc tendance à entrer massivement dans la cellule.

E- La cardiolipine est un phospholipide typique de la membrane externe de la mitochondrie.

#### QCM 45 – Membranes

A- Le diacylglycérol et l'inositol 3-phosphate sont des seconds messagers qui proviennent de l'hydrolyse de phospholipides membranaires par la phospholipase A1.

B- Dans les axones, lors du passage du potentiel d'action, les canaux potassiques ( $K^+$ ) dépendant du potentiel passent d'une configuration initiale fermée à une configuration ouverte puis enfin à une conformation inactivée avant de retourner à la configuration initiale fermée.

C- La méthode de FRAP (fluorescence recovery after photobleaching) permet de mesurer la diffusion des protéines membranaires entre les deux feuilletts de la membrane plasmique.

D- Les sujets du groupe sanguin O sont des donneurs universels.

E- Les scramblases possèdent une activité ATPase.

### QCM 46 – Généralités

- ✗ A- Les mitochondries sont le site principal de stockage du calcium de la cellule.
- Ⓒ La figure ci-dessous représente une membrane biologique observée en microscopie électronique après cryofracture.



- Ⓒ Les échanges de protéines entre le cytosol et la matrice mitochondriale se font par transport vésiculaire.
- ✗ D- Les protéines mitochondriales sont toutes codées par le génôme nucléaire.
- ✗ E- Les bactéries possèdent un unique chromosome linéaire.

### QCM 47 – Cytosquelette

- Ⓐ Le cytosquelette est composé des microfilaments, des filaments intermédiaires et des microtubules. Ces structures sont toutes polarisées c'est-à-dire qu'elles possèdent une extrémité moins (-) et une extrémité plus (+).
- ✗ B- Les microtubules sont caractérisés par une grande flexibilité et une forte résistance aux forces de traction.
- C- La plupart du temps on observe une polymérisation nette (correspondant à une incorporation de dimères de tubuline) au niveau des extrémités (+) des microtubules.
- D- Dans les cellules musculaires lisses, la contraction des complexes d'actine et de myosine est sous le contrôle d'une voie dépendant du calcium et qui active la kinase MLCK (myosin light chain kinase).
- Ⓔ La gelsoline et la cofiline sont des protéines permettant le remodelage des microfilaments d'actine.

## Dr PONCET

### Questions 48 – 50

La mutation A53T de la protéine alpha-synucléine ( $\alpha$ -syn) est responsable de formes familiales de maladie de Parkinson. Les chercheurs s'interrogent sur la localisation de cette protéine dans la cellule.

Ils utilisent une méthode nommée « Bimolecular fluorescence complementation » (BiFC), qui consiste à faire exprimer à la cellule deux protéines de fusion :

- la première correspond à la protéine GFP (green fluorescent protein) dépourvue de son hélice S11 $\beta$ , et possédant un domaine d'adressage soit pour la membrane externe mitochondriale (OMM-GFP<sub>1-10</sub>), soit pour l'espace inter-membranaire (IMS- GFP<sub>1-10</sub>), soit pour la matrice mitochondriale (mt-GFP<sub>1-10</sub>).

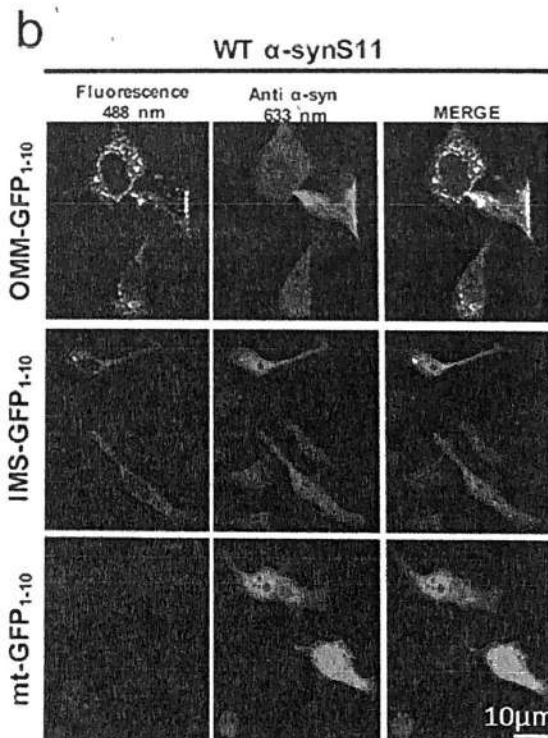
- la seconde correspond à la protéine d'intérêt  $\alpha$ -syn fusionnée au domaine S11 $\beta$  (WT  $\alpha$ -synS11).

Ainsi, l'émission de fluorescence naturelle de la GFP à 488nm ne sera possible **que lorsque les deux protéines de fusion seront en contact** (complémentation de la GFP<sub>1-10</sub> par son domaine S11 $\beta$ ).

Figure 1 : Les chercheurs ont transfecté des cellules, n'exprimant pas naturellement l'alpha-synucléine, par un plasmide codant pour WT  $\alpha$ -synS11, et par un autre plasmide codant l'une des différentes formes de GFP<sub>1-10</sub>. Ils réalisent cette observation après avoir utilisé un anticorps primaire contre l'alpha-synucléine et un secondaire émettant à 633nm.

*MERGE* : superposition des deux images

*l'échelle de taille est indiquée en bas à droite*



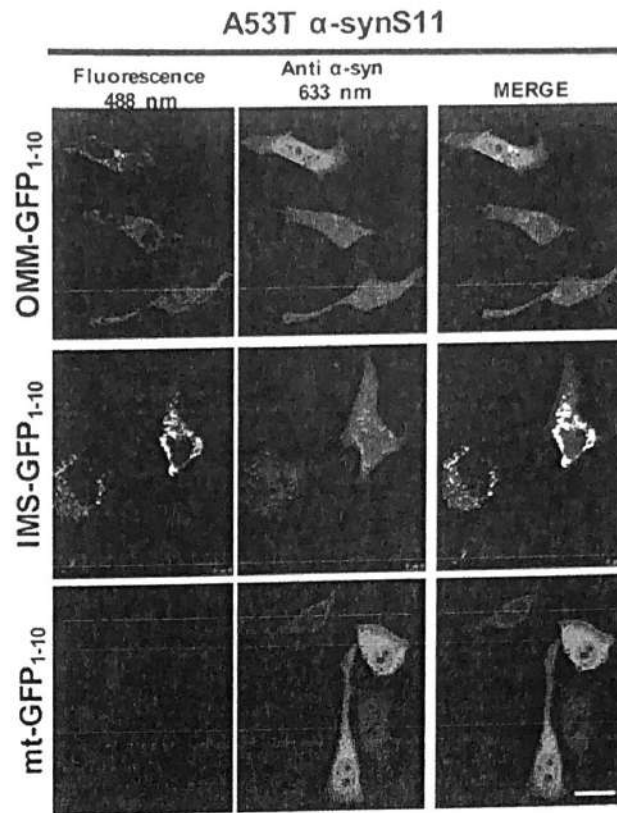
**QCM 48 – Choisissez la(les) bonne(s) réponse(s), concernant la figure 1 :**

- A- Il s'agit d'une observation en microscopie électronique.
- B- Il s'agit d'une observation en microscopie visible (à lumière transmise).
- C- Il s'agit d'une observation en microscopie à fluorescence.
- D- Il s'agit d'une immunohistochimie.
- E- Il s'agit d'une immunofluorescence.

**QCM 49 – Choisissez la(les) bonne(s) réponse(s), concernant la figure 1 :**

- A- Le marquage en 633nm est négatif, la transfection par le plasmide codant WT  $\alpha$ -synS11 n'a pas fonctionné.
- B- La GFP émet une fluorescence quelle que soit la condition expérimentale, ces données sont ininterprétables.
- C- L'alpha-synucléine (WT  $\alpha$ -synS11) est clairement localisée dans le réticulum endoplasmique.
- D- L'alpha-synucléine (WT  $\alpha$ -synS11) présente une localisation dans la membrane externe mitochondriale.
- E- L'alpha-synucléine (WT  $\alpha$ -synS11) est principalement localisée dans la matrice mitochondriale.

Figure 2 : les chercheurs réalisent la même expérience avec cette fois le plasmide codant la synucléine mutée (A53T  $\alpha$ -synS11) au lieu de la forme sauvage. On rappelle que ces cellules n'expriment pas de forme endogène de l'alpha-synucléine.



**QCM 50 – Choisissez la(les) bonne(s) réponse(s), concernant les figures 1 et 2 :**

A- Le marquage en 633nm est négatif, l'alpha-synucléine mutée (A53T a synS11) n'est pas exprimée par les cellules.

B- La détection de l'alpha-synucléine endogène rend ininterprétable l'analyse.

C- La mutation A53T n'a aucun effet sur la localisation de l'alpha-synucléine.

D- La forme mutée présente une localisation dans l'espace inter-membranaire mitochondrial plus importante que la forme sauvage.

E- La forme mutée présente une localisation dans la membrane externe mitochondriale plus importante que la forme sauvage.

Questions 51 – 60

EVOLUTION et GENERALITES

Question 51

- A. L'hydrogène est l'atome le plus représenté dans la croûte terrestre et dans la matière organique.
- B.** Les 4 étapes de la mitose occupent environ 25% du temps d'un cycle cellulaire de 24h.
- C. Chez l'homme, chacun des 7 gènes de la famille de l'hémoglobine rassemblés en 2 clusters (situés sur 2 chromosomes différents) sont des gènes homologues.
- D.** Le seul transfert horizontal de gènes survenu chez les animaux concerne le génome des mitochondries majoritairement transféré dans le noyau.
- E.** Au niveau des cheminées hydrothermiques des fonds océaniques, des archéobactéries chémoautotrophes fournissent de la matière organique à des vers organotrophes.

COMPOSANTS CELLULAIRES

La glycine est un des 10 acides aminés non-polaires composants les protéines. La **figure 1** représente la courbe de titration d'une solution de glycine par du NaOH. Un équivalent OH<sup>-</sup> est la quantité nécessaire pour neutraliser complètement un groupe acide. La **figure 2** représente un segment de feuillet bêta de la thioredoxine.

Figure 1

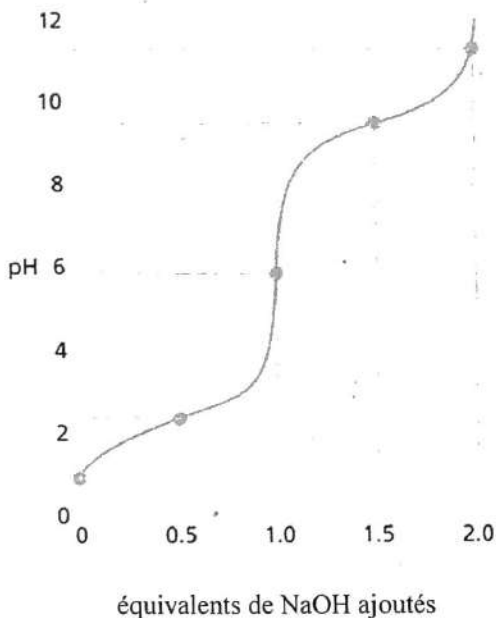
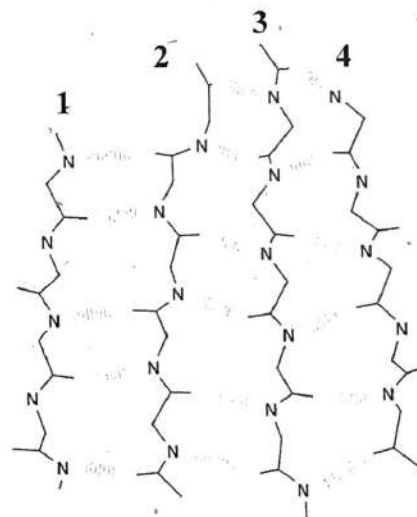


Figure 2



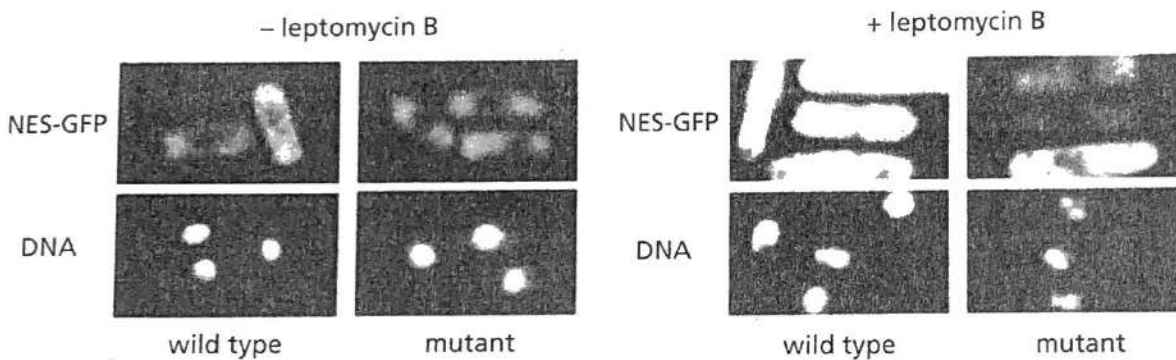
Question 52

- A. Le pK du groupement carboxylique de la glycine = 2,3.
- B. Le point isoélectrique de la glycine est atteint à pH 9,3.
- C. La liaison réversible du  $\text{Ca}^{2+}$  à la calmoduline est l'équivalent de la conversion d'ATP en ADP par les GTPases monomériques : ces deux événements modifient la conformation de chaque protéine, leur permettant de contrôler l'activité d'autres protéines cibles.
- D. Sur la figure 2, les brins 1 et 2 sont antiparallèles, et les brins 3 et 4 sont parallèles.
- E. Les régions intrinsèquement désordonnées des protéines correspondent à des séquences d'acides aminés de faible hydrophobicité et de faible charge nette.

**LES TRANSPORTS DES PROTEINES VERS LE NOYAU, LES MITOCHONDRIES ET LES PEROXYSOMES**

La leptomycine B est un antibiotique qui bloque l'exportation nucléaire des protéines. Chez la levure, la résistance à la leptomycine B résulte d'une mutation d'une exportine (récepteur d'exportation nucléaire). La **figure 3** montre des images en fluorescence de levures sauvages (wild type) ou résistantes à la leptomycine B (mutant), qui expriment la NES-GFP (une GFP couplée à un signal d'exportation du noyau, NES) de poids moléculaire = 27 kDa. Ces levures sont cultivées en absence ou en présence de leptomycine B, comme indiqué sur la **figure 3**. Les images du haut (NES-GFP) montrent la fluorescence de la GFP. Les images du bas montrent (DNA) la fluorescence du DAPI qui marque l'ADN.

**Figure 3**



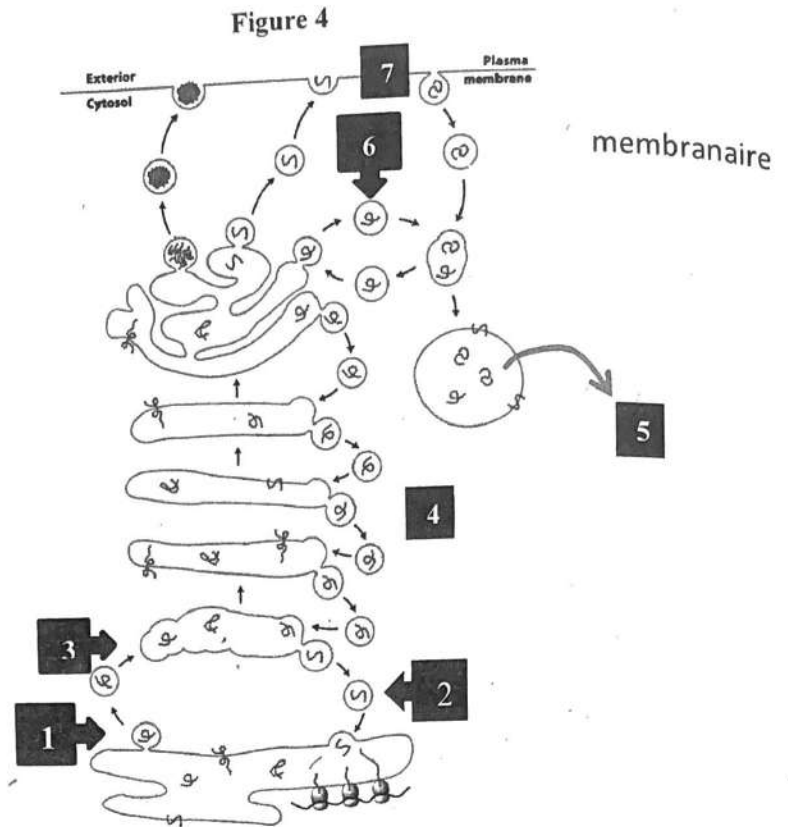
Question 53

- A. La leptomycine B agit en bloquant l'exportine impliquée dans l'exportation nucléaire de GEF-NES.
- B. L'expression d'une forme mutée de RAN-GTP incapable d'hydrolyser le GTP aurait le même effet sur le transport de NES-GFP que la leptomycine B dans les cellules sauvages.
- C. Dans les hépatocytes, les mitochondries représentent environ 20% du volume cellulaire et 40% des membranes cellulaires.
- D. Les peroxysomes ne sont présents que dans certains types spécialisés de cellules eucaryotes.
- E. Contrairement aux protéines importées dans les mitochondries, les protéines destinées à la matrice des peroxysomes sont liées sous forme repliées par Pex5, un récepteur cytosolique.



## LES TRANSPORTS INTRACELLULAIRES MEMBRANAIRES ( ou VESICULAIRES)

La Figure 4 récapitule les étapes du transport



Question 54 : sur la figure 4

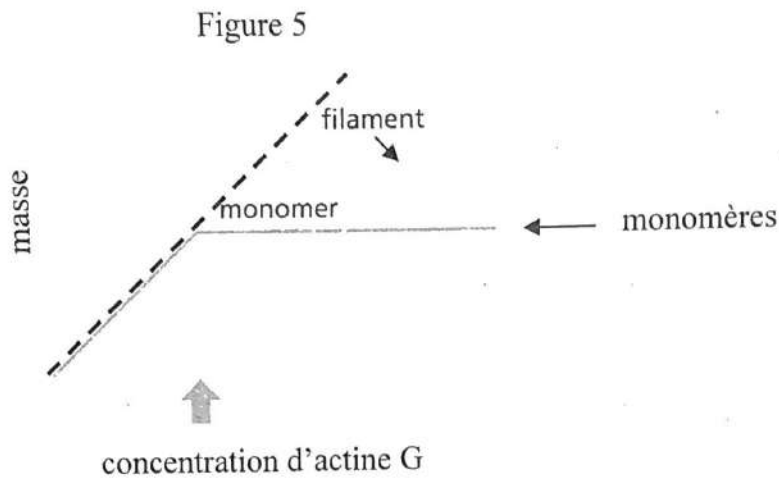
- A. (1) indique l'endroit où la GTPase Sar1 recrute le manteau de COPII sur les vésicules destinées au réseau tubulo-vésiculaire du cis-Golgi.
- B. (2) renseigne le trafic qui dépend de la séquence KDEL en C-terminal des protéines solubles du réticulum endoplasmique.
- C. En (3) le complexe TRANS-SNARE permet la fusion homotypique des vésicules issues du RE pour former le réseau tubulo-vésiculaire du cis-Golgi.
- D. (4) renseigne le site où la N-glycosylation des protéines membranaires et sécrétées débute.
- E. La flèche (5) représente la rétrotranslocation des protéines dénaturées dans la lumière des lysosomes et détruites par le protéasome.

Question 55

- A. (6) indique les vésicules de transport rétrograde et de recyclage du récepteur au mannose 6 phosphate impliqué dans le ciblage des enzymes lysosomales.
- B. (7) indique le site où toutes les formes d'endocytose dépendent du manteau de clathrine.
- C. Les GTPases monomériques Rab sont des moteurs moléculaires qui transportent les vésicules le long des filaments du cytosquelette.
- D. Les manteaux de clathrine et de COPII se détachent des vésicules dès leur séparation de la membrane du compartiment donneur.
- E. Les protéines adaptatrices des manteaux protéiques (AP2, Sec23-Sec24) recrutent les cargos des vésicules et les protéines des manteaux de clathrine et de COPII, respectivement.

## CYTOSQUELETTE : l'actine

Dans un tube à essai, on augmente progressivement la concentration d'actine G et on quantifie (traits continus) la masse d'actine sous forme monomérique ou en filament (Figure 5)



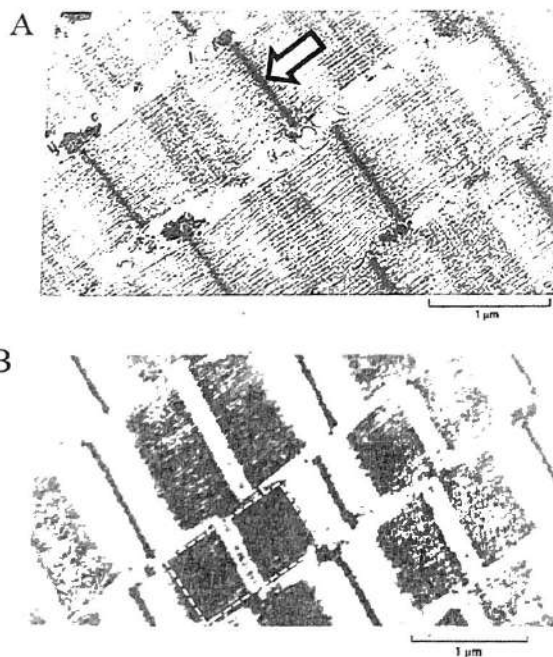
### Question 56

- A. La polymérisation des filaments d'actine dépend de l'activité ATPasique de l'actine.
- B. Sur la **figure 5**, la flèche épaisse indique la concentration critique ( $C_c$ ) d'actine G.
- C. Si on avait ajouté de la profiline dans le tube à essai, la flèche épaisse sur la **figure 5** aurait été déplacée vers la droite.
- D. Le trait en pointillé sur la **figure 5** correspond à la situation où on aurait ajouté de petits filaments d'actine stabilisés chimiquement au début de la réaction.
- E. Dans les conditions décrites, la polymérisation est plus rapide aux extrémités (+) des filaments.

## CYTOSQUELETTE : les protéines associées à l'actine

La **figure 6** représente 2 images de microscopie à transmission de fibres musculaires à la même échelle (mais les contrastes des photos sont différents)

Figure 6



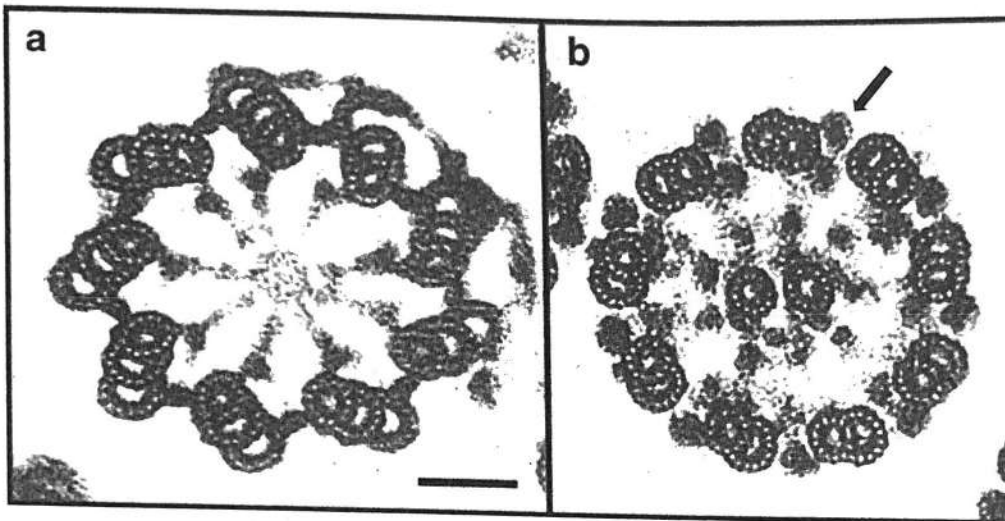
### Question 57

- A. Sur la **figure 6**, la photo (A) correspond à une fibre musculaire contractée par rapport à la photo (B).
- B. La concentration cytosolique de  $\text{Ca}^{2+}$  en (A) > concentration cytosolique de  $\text{Ca}^{2+}$  en (B).
- C. La flèche sur la photo (A) correspond à un disque Z où les extrémités (+) des filaments d'actine sont stabilisés par les protéines CapZ.
- X D. Le passage de la condition (B) à la condition (A) dépend de la phosphorylation des chaînes légères des myosines de type II.
- E. Le rectangle en pointillé blanc sur la photo (B) correspond à un endroit de superposition des filaments minces d'actine et des filaments épais de myosine.

### CYTOSQUELETTE : les microtubules

La figure 7 montre les images en microscopie à transmission de coupes transversales de 2 structures organisées autour de microtubules.

Figure 7



### Question 58

- A. Sur la **figure 7**, la barre d'échelle noire au bas à droite de l'image (a) correspond à ~ 50 nm.
- B. L'image (a) représente la coupe transversale d'un flagelle de spermatozoïde et l'image (b) l'axonème d'un cil de cellule épithéliale intestinale.
- C. La flèche sur l'image (b) indique un bras externe de dynéine.
- D. Dans la plupart des cellules animales, des dynéines transportent leurs cargos en direction du centre de la cellule, et des kinésines exportent leurs cargos vers la périphérie des cellules.
- E. La XMAP215 agit sur les dimères de tubuline comme la profiline sur les monomères d'actine pour accélérer la polymérisation des extrémités (+).

## FILAMENTS INTERMÉDIAIRES

### Question 59

- A. Comme les filaments d'actine et les microtubules, les filaments intermédiaires cytoplasmiques sont présents chez tous les eucaryotes.
- B. Le cytosquelette cytoplasmique et la lamina nucléaire sont connectés par des protéines qui s'étendent d'un côté à l'autre des pores nucléaires.
- C. Des anomalies de la vimentine sont responsables de l'épidermolyse bulleuse simple.
- D. L'absence d'organelle cytoplasmique et de noyau explique pourquoi les cellules procaryotes ne possèdent pas de cytosquelette.
- E. Les septines constituent un système de filaments de protéines liées au GTP présents chez tous les eucaryotes, exceptés les plantes terrestres.

## JONCTIONS CELLULAIRES

### Question 60

- A. La résistance mécanique des tissus épithéliaux et des tissus conjonctifs dépend principalement des filaments intermédiaires.
- B. Les jonctions qui ancrent les cellules épithéliales à la membrane basale sont liées aux filaments d'actine et aux filaments intermédiaires.
- C. Les claudines établissent des liaisons homotypiques entre cellules voisines pour former les pores des jonctions serrées.
- D. Les jonctions communicantes permettent le passage rapide de potentiel d'action entre les cellules musculaires lisses voisines sans passer par les synapses chimiques.
- E. L'ordre des structures d'adhésion intercellulaires entre 2 cellules épithéliales, depuis le domaine apical jusqu'au domaine basal de la membrane plasmique est : jonctions serrées, desmosomes, jonctions adhérentes, jonctions communicantes.