



Tutorat Santé Lyon Sud

Correction concours 2019-2020

Cellule & Tissus

19 Juin 2020

Réalisée par : Anthéa VILLARD, Emma KAJDAN, Margot N'DIAYE, Titouan URBAN, Quentin REYNAUD,
Maxime OLETTE, Hamza AIOUAI

Type de l'épreuve : Questions à Choix Multiples (QCM)

Durée de l'épreuve : 1 heure 30 minutes

Barème de l'épreuve : Sur 20 points

La correction de cette épreuve a été réalisée par l'équipe de tuteurs du Tutorat Santé Lyon Sud et relue par les Professeurs G.Gillet, S. Lebecque et S. Giscard Destaing.

Si vous constatez des errata, nous vous invitons à les signaler sur le forum errata de l'UE respective sur Caroline Connect.

Correction courte

N°1	BCDE	N°21	ACD	N°41	CDE	N°61	—	N°81	—
N°2	ACE	N°22	ACE	N°42	ACE	N°62	—	N°82	—
N°3	ABD	N°23	B	N°43	AC	N°63	—	N°83	—
N°4	ABD	N°24	BCD	N°44	ACD	N°64	—	N°84	—
N°5	ABCDE	N°25	B	N°45	ABC	N°65	—	N°85	—
N°6	D	N°26	D	N°46	DE	N°66	—	N°86	—
N°7	ACDE	N°27	ACE	N°47	DE	N°67	—	N°87	—
N°8	ABC	N°28	ACDE	N°48	BCDE	N°68	—	N°88	—
N°9	ABDE	N°29	ABC	N°49	CDE	N°69	—	N°89	—
N°10	ACE	N°30	ABC	N°50	ACD	N°70	—	N°90	—
N°11	ABC	N°31	A	N°51	BC	N°71	—	N°91	—
N°12	ABE	N°32	ABC	N°52	BC	N°72	—	N°92	—
N°13	BCD	N°33	AB	N°53	C	N°73	—	N°93	—
N°14	BCDE	N°34	CDE	N°54	BD	N°74	—	N°94	—
N°15	ADE	N°35	ADE	N°55	BDE	N°75	—	N°95	—
N°16	ADE	N°36	ABDE	N°56	RIEN	N°76	—	N°96	—
N°17	BCD	N°37	CDE	N°57	C	N°77	—	N°97	—
N°18	CE	N°38	ABE	N°58	AE	N°78	—	N°98	—
N°19	BC	N°39	ACD	N°59	ABCE	N°79	—	N°99	—
N°20	ACD	N°40	ACDE	N°60	A	N°80	—	N°100	—

Correction détaillée

Embryologie

1. A propos de la méiose :

- A. Toutes les cellules de l'organisme sont constituées de paires de chromosomes, l'un d'origine maternelle, l'autre d'origine paternelle.
- B. En prophase I, après réplication de l'ADN, les chromatides d'un même chromosome sont unies entre elles par leur centromère.
- C. L'appariement des chromosomes homologues dépend du complexe synaptonémal qui se met en place en prophase I dès le stade zygotène.
- D. Les gonosomes s'apparient au sein de la vésicule sexuelle au cours de la spermatogenèse.
- E. Le stade pachytène de la prophase I a une durée de 16 jours au cours de la spermatogenèse et de l'ovogenèse.

BCDE

- A. **FAUX** Les gamètes sont des cellules haploïdes après la méiose (ce sont les seules cellules à N chromosomes de l'organisme), toutes les cellules de l'organisme ne sont donc pas constituées de paires de chromosomes.
- B. **VRAI** Les chromatides **sœurs** sont bien unies par leur centromère après réplication.
- C. **VRAI** Cf cours.
- D. **VRAI** Ils s'apparient au niveau de la région PAR.
- E. **VRAI** Chez l'homme seulement, il s'agit du stade le plus long.

2. A propos de la méiose :

- A. La ségrégation des chromosomes sexuels a lieu lors du brassage interchromosomique en métaphase I au cours de la 1^{ère} division de méiose.
- B. Les échanges intrachromosomiques correspondent à un échange de matériel génétique entre chromatides sœurs au sein d'un bivalent.
- C. Au cours de la 1^{ère} division de méiose, les enveloppes nucléaires se reconstituent en télophase I.
- D. Les centromères se dédoublent au cours de la prophase II.
- E. Les chromatides sœurs remaniées se séparent au cours de l'anaphase II.

ACE

- A. **VRAI** Les chromosomes homologues se répartissent sur la plaque équatoriale de chaque côté au niveau des chiasmas, il y a donc ségrégation de l'X et de l'Y.
- B. **FAUX** Il s'agit d'un échange de matériel génétique entre chromatides **non-sœurs** !
- C. **VRAI** Cf cours.
- D. **FAUX** En **métaphase II**, les centromères des chromosomes se placent sur la plaque équatoriale, c'est à ce moment qu'il y a dédoublement des centromères.
- E. **VRAI** En anaphase II, les chromatides sont déjà remaniées et la séparation au niveau du centromère a lieu.

3. A propos de la méiose :

- A. La non-disjonction des chromosomes au cours de la 1^{ère} division de méiose ou des chromatides sœurs remaniées au cours de la 2^{ème} division de méiose aboutit à une aneuploïdie.
- B. Le syndrome de Turner (45, XO) peut être secondaire à une non-disjonction des gonosomes au cours de l'ovogenèse ou de la spermatogenèse.
- C. La non-disjonction des chromosomes 21 au cours de la 1^{ère} division de méiose aboutit après fécondation soit à une trisomie 21, soit à une monosomie 21, soit à un caryotype normal.
- D. Une translocation équilibrée peut résulter d'une anomalie du brassage intrachromosomique entre chromatides non-sœurs de chromosomes non homologues.
- E. Une translocation équilibrée résulte toujours d'une anomalie du brassage intrachromosomique entre chromatides non-sœurs au sein d'un bivalent.

ABD

- A. **VRAI** C'est la définition de l'aneuploïdie.
- B. **VRAI** Chez l'homme comme chez la femme, il s'agit d'un problème de 1^{ère} ou de 2^{ème} division de méiose.
- C. **FAUX** La non-disjonction des chromosomes 21 au cours de la 1^{ère} division de méiose ne peut aboutir après fécondation qu'à une trisomie 21 ou une monosomie 21. C'est lors d'une non-disjonction au cours de la 2^{ème} division que l'on peut obtenir un caryotype normal (Cf. schéma cours)
- D. **VRAI** Cf cours.
- E. **FAUX** Cela ne concerne pas toujours les chromatides au sein d'un bivalent (Cf. item D)

4. A propos de la spermatogénèse :

- A. La spermatogenèse a lieu au sein des tubes séminifères.
- B. Les spermatogonies et les spermatocytes I sont des cellules diploïdes.
- C. Au cours de la spermiogenèse, les mitochondries sont éliminées.
- D. L'axonème a pour origine les microtubules du centriole distal.
- E. Sur une coupe transversale de la pièce intermédiaire, on peut observer une gaine fibreuse, un manchon de mitochondries, 9 fibres denses et les doublets de microtubules de l'axonème.

ABD

- A. **VRAI** Et pas au sein des cordons séminifères !
- B. **VRAI** Ce sont des cellules 2N2C avant réplication.
- C. **FAUX** Les mitochondries du spermatozoïde sont éliminées lors de la fécondation ; la spermiogenèse correspond à la maturation des spermatides pendant laquelle les mitochondries migrent pour former le manchon mitochondrial dans la pièce intermédiaire du spermatozoïde en cours de formation.
- D. **VRAI** Cf cours
- E. **FAUX** Au niveau de la pièce intermédiaire, il n'y a pas de gaine fibreuse !

5. L'ovogénèse :

- A. L'ovogénèse est un phénomène discontinu qui débute pendant la vie in utero et qui se termine avec la fécondation.
- B. Les ovocytes au sein des follicules primordiaux, primaires et secondaires sont bloqués en prophase I au stade diplotène.
- C. Le 1^{er} et le 2^{ème} globule polaires sont des cellules haploïdes contenant N chromosomes.
- D. Le brassage intrachromosomique concerne les ovocytes I et se termine avant la naissance.
- E. Au moment de l'ovulation, les cellules folliculeuses acquièrent des récepteurs à la LH (Luteinizing Hormone).

ABCDE

- A. **VRAI** C'est un phénomène qui connaît deux blocages : le premier au stade diplotène dès la vie in utero et pendant 12 à 50 ans et le second en métaphase II après l'ovulation jusqu'à ce que la fécondation permette la reprise de la méiose, ce qui marque la fin de l'ovogénèse.
- B. **VRAI** A partir du 7^{ème} mois de développement embryonnaire, tous les ovocytes ont commencé leur méiose et sont bloqués au stade diplotène de la prophase I. Les ovocytes bloqués en métaphase II (donc ceux qui ont repris leur méiose) sont seulement ceux qui vont être ovulés et qui sont donc contenus dans le follicule ovulatoire (= de De Graff). Tous les autres follicules contiennent des ovocytes bloqués au stade diplotène.
- C. **VRAI** Le 1^{er} globule polaire est une cellule N2C et le 2^{ème} globule polaire est une cellule NC.
- D. **VRAI** Le brassage intrachromosomique a lieu lors du stade pachytène de la prophase I. Or, à partir de M7, tous les ovocytes sont bloqués au stade diplotène qui a lieu après le pachytène. Donc tous les ovocytes ont déjà leurs chromatides remaniées par le brassage intrachromosomique avant la naissance.
- E. **VRAI** Le pic de LH va agir sur les cellules folliculeuses, le follicule pourra donc entrer en croissance.

6. La fécondation

Parmi les propositions suivantes, quelle(s) est (sont) celle(s) qui est (sont) vraie(s) ?

- A. Le transit épидидymaire a une durée moyenne d'un mois.
- B. Les molécules de la membrane plasmique des spermatozoïdes impliquées dans la reconnaissance de la zone pellucide ne sont acquises qu'au cours du transit épидидymaire.
- C. Les spermatozoïdes s'immobilisent dans le corps de l'épididyme.
- D. Le mouvement des spermatozoïdes acquis au cours du transit épидидymaire est linéaire, il est hyperactif au cours de la capacitation.
- E. Des ponts disulfures entre les cystéines s'établissent au cours de la capacitation.

D

- A. **FAUX** Il a une durée de 10 jours.
- A. **FAUX** Elles ne sont pas acquises qu'au cours du transit épидидymaire ; certaines molécules comme PH20 sont acquises au cours de la spermiogénèse.
- B. **FAUX** Ils s'immobilisent dans la **queue** de l'épididyme qui est le lieu de stockage des spermatozoïdes.
- B. **VRAI** L'acquisition de ce mouvement hyperactif se fait suite à un afflux de Ca²⁺.
- C. **FAUX** Les ponts disulfures s'établissent au cours du **transit épидидymaire**.

7. A propos de la fécondation :

- A. La réaction acrosomique comme la capacitation, entre autres, mettent en jeu un afflux de calcium.
- B. L'exocytose des granules corticaux précède la réaction acrosomique.
- C. Seuls les spermatozoïdes mobiles franchissent le mucus cervical.
- D. Les résidus glucidiques de la membrane plasmique des spermatozoïdes sont éliminés au cours de la capacitation.
- E. Les mucus cervical et isthmique filtrent les spermatozoïdes dans les voies génitales féminines.

ACDE

- A. **VRAI** Cf cours
- B. **FAUX** C'est la réaction acrosomique qui a lieu avant la réaction corticale ; cette dernière se déclenche après la fusion membranaire des gamètes, le spermatozoïde a donc déjà effectué la réaction acrosomique.
- C. **VRAI** Ce filtre permet de sélectionner les spermatozoïdes les plus mobiles qui parviendront à la cavité utérine.
- D. **VRAI** Attention à ne pas confondre avec la gouttelette cytoplasmique qui est quant à elle éliminée au cours du transit épидidymaire.
- E. **VRAI** Cf cours

8. A propos de la fécondation :

- A. La fixation des spermatozoïdes à la zone pellucide a lieu après leur capacitation.
- B. La fixation primaire des spermatozoïdes à la zone pellucide met en jeu des récepteurs présents sur la membrane plasmique des spermatozoïdes.
- C. La fixation secondaire des spermatozoïdes à la zone pellucide met en jeu des récepteurs présents sur la membrane interne de l'acrosome.
- D. La fusion membranaire entre l'ovocyte et le spermatozoïde met en jeu une réaction type ligand-récepteur entre la membrane interne de l'acrosome et la membrane plasmique de l'ovocyte.
- E. La polyploïdie est liée à une réaction acrosomique défectueuse.

ABC

- A. **VRAI** Au moment de la fixation à la ZP, les spermatozoïdes sont hyperactivés, la capacitation a donc déjà eu lieu dans les voies génitales féminines.
- B. **VRAI** Cette fixation est réversible et implique bien une liaison entre les récepteurs de la membrane plasmique des spermatozoïdes et de la glycoprotéines ZP3.
- C. **VRAI** Au moment de cette fixation, la réaction acrosomique a eu lieu, la membrane interne de l'acrosome est donc externalisée ce qui implique une liaison entre les récepteurs de la membrane interne de l'acrosome (ex : acrosine) et ZP2.
- D. **FAUX** Il s'agit d'une fusion entre la **cape post-acrosomique** du spermatozoïde avec la membrane plasmique de l'ovocyte.
- E. **FAUX** La polyploïdie est liée à une réaction **corticale** défectueuse.

9. A propos de la première semaine du développement embryonnaire :

- A. Durant la période pré-implantatoire, l'embryon est autonome et libre.
- B. L'activation du génome embryonnaire a lieu au cours de la segmentation.
- C. Les cellules participant à la formation de la masse cellulaire interne représentent deux tiers des cellules du blastocyste.
- D. La transition materno-embryonnaire met en jeu, entre autres, une dégradation de transcrits et de protéines maternelles qui peuvent être néfastes pour le développement embryonnaire.
- E. L'origine gamétique de l'aneuploïdie embryonnaire est plus fréquemment ovocytaire.

ABDE

- A. **VRAI** Cf cours page 3
- B. **VRAI** Cf cours page 4. La segmentation, qui correspond à la division des blastomères a bien lieu durant la 1^{ère} SDE, tout comme l'activation du génome embryonnaire qui a lieu à J3 (où l'on a entre 6 et 10 blastomères).
- C. **FAUX** Cf cours page 5. Les cellules participant à la formation de la masse cellulaire interne (ou bouton embryonnaire) sont les cellules centrales et représentent UN TIERS des cellules du blastocyste, tandis que les cellules périphériques donnent le trophoblaste et représentent DEUX TIERS des cellules.
- D. **VRAI** Cf cours page 8
- E. **VRAI** En effet les anomalies de la méiose (qui entraîne des aneuploïdies) concernent plus fréquemment les ovocytes. Cela est certainement lié au fait que la méiose se bloque pendant très longtemps en prophase 1. *(Cela explique aussi le fait que chez une femme de moins de 25 ans on a environ 10% d'aneuploïdie pour les ovocytes alors que pour une femme de plus de 40 ans, on a 60 à 80% des ovocytes qui ont des aneuploïdies, d'où le nombre de fausse couche qui augmente avec l'âge. Cela n'est pas à savoir, c'est seulement pour comprendre.)*

10. 2^{ème} semaine du développement embryonnaire :

Sur une coupe sagittale passant par le disque embryonnaire et l'endomètre, on peut observer à J9 :

- A. Un disque didermique constitué par l'épiblaste et l'hypoblaste.
- B. La cavité amniotique, la blastocèle et le lécithocèle primaire.
- C. Le lécithocèle primaire et la membrane de Heuser.
- D. Des lacunes remplies de sang maternel dans le syncytiotrophoblaste.
- E. Du magma réticulé ou mésenchyme extra-embryonnaire.

ACE

- A. **VRAI** Nous sommes à J9 et le disque didermique est formé dès J7.
- B. **FAUX** Pas de blastocèle !
- C. **VRAI** Cf cours page 5. A J9, a bien lieu la formation du lécithocèle primaire délimité par l'hypoblaste et fermé par la membrane de Heuser.
- D. **FAUX** On observe bien la formation de lacunes dans le syncytiotrophoblaste à J9, en revanche, elles se remplissent de sang maternel seulement à J10-J11.
- E. **VRAI** Cf cours page 7. On a une prolifération du magma réticulé ou mésenchyme extra-embryonnaire à J9.

11. A propos de la mise en place des villosités et de la barrière placentaire :

- A. Les villosités tertiaires contiennent des vaisseaux villositaires contenant des hématies primordiales nucléées en fin de 3^{ème} semaine de développement embryonnaire.
- B. Le cytotrophoblaste prolifère et forme, entre autres, une coque cytotrophoblastique.
- C. La couche compacte de l'endomètre correspond à la réaction déciduale de l'endomètre.
- D. Les vaisseaux placentaires sont formés dans la lame amniotique au cours de la 3^{ème} semaine de développement embryonnaire.
- E. La barrière placentaire est formée en fin de 2^{ème} semaine du développement embryonnaire et empêche le contact entre les circulations maternelle et fœtale.

ABC

- A. **VRAI** Ces villosités se forment bien en fin de 3^{ème} SDE et les hématies primordiales composent le sang fœtal, elles sont donc bien nucléées contrairement aux hématies chez l'adulte qui sont anucléées.
- B. **VRAI** Cette coque participe à la contention du SCT en plus de la réaction déciduale.
- C. **VRAI** Couche compacte = couche superficielle de l'endomètre, il s'agit du siège de la réaction déciduale.
- D. **FAUX** C'est la lame vitelline qui est le point de départ de la vasculogénèse ; la lame amniotique n'est jamais vascularisée !
- E. **FAUX** Cette barrière est formée à la fin de la 3^{ème} SDE, lorsque les premiers vaisseaux embryonnaires apparaissent dans les villosités du placenta diffus. Elle empêche bien le contact entre les 2 circulations.

12. A propos des étapes de la gastrulation :

- A. La gastrulation est une étape décisive au cours du développement embryonnaire, toute anomalie ayant lieu avant cette gastrulation répond à la loi du tout ou rien.
- B. Les mouvements cellulaires morphogénétiques président à la mise en place des différents tissus et organes de l'embryon et du fœtus.
- C. La toute 1^{ère} étape de la gastrulation est la formation du chordo-mésoblaste.
- D. Le mouvement des cellules à travers la ligne primitive et à l'intérieur du disque embryonnaire (migration centripète) est appelé la délamination.
- E. L'axe de symétrie de l'embryon est centré par la corde dorsale.

ABE

- A. **VRAI** Attention dans le QCM c'est précisé AVANT la gastrulation toute anomalie répond à la loi du tout ou rien.
- B. **VRAI** Ces mouvements permettent la mise en place des 3 feuillets fondamentaux et persistent le long du DE pour la formation des futurs organes.
- C. **FAUX** La 1^{ère} étape est la formation de l'entoblaste, elle précède la formation du chordo-mésoblaste (2^{ème} vague de migration cellulaire).
- D. **FAUX** Il s'agit d'une **ingression**.
- E. **VRAI** C'est une structure axiale qui constitue l'axe céphalo-caudal de l'embryon.

13. A propos de la segmentation (ou de la métamérisation) :

- A. Les étapes de la segmentation débutent à partir du milieu de la 3^{ème} semaine de développement embryonnaire, et font suite immédiatement à la gastrulation.
- B. La segmentation du mésoblaste para-axial et du mésoblaste intermédiaire évoluent dans le sens crânio-caudal.
- C. La segmentation de tout le mésoblaste para-axial au sein du disque embryonnaire s'effectue à raison de 3-4 somites formées par jour.
- D. Un métamère est formé d'une paire de somite et de 4 néphrotomes.
- E. La formation de la plaque neurale est induite par les phénomènes de segmentation.

BCD

- A. **FAUX** La segmentation fait partie des phénomènes post-gastrulaires qui commencent à J18-19 alors que tous les phénomènes de la gastrulation ne sont pas achevés.
- B. **VRAI** Cf cours
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **FAUX** La formation de la plaque neurale est initiée par le phénomène d'induction neurale (ce n'est pas un évènement post-gastrulaire) de la corde.

14. A propos de la vasculogénèse et de l'angiogénèse à la 3^{ème} et 4^{ème} semaine du développement embryonnaire.

- A. La vasculogénèse débute en tout premier au sein des vaisseaux villositaires au cours de la 3^{ème} semaine de développement embryonnaire.
- B. La vasculogénèse se fait à partir des angioblastes qui se différencient *in situ*, et qui migrent pour former les tubes capillaires primitifs.
- C. Différents facteurs de croissance interviennent lors de la vasculogénèse, dont le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (Vascular Endothelial Growth ou VEGF).
- D. Les arcs branchiaux sont le siège d'une vasculogénèse.
- E. La vasculogénèse et l'angiogénèse deviennent très actives au cours de la 4^{ème} semaine de développement embryonnaire, formant les vaisseaux embryonnaires et extra-embryonnaires.

BCDE

- A. **FAUX** La vasculogénèse débute en tout premier lieu au sein de la lame vitelline.
- B. **VRAI**
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **VRAI** Rappel : Il y a formation d'UNE circulation INTRA-embryonnaire et de DEUX circulations EXTRA-embryonnaires.

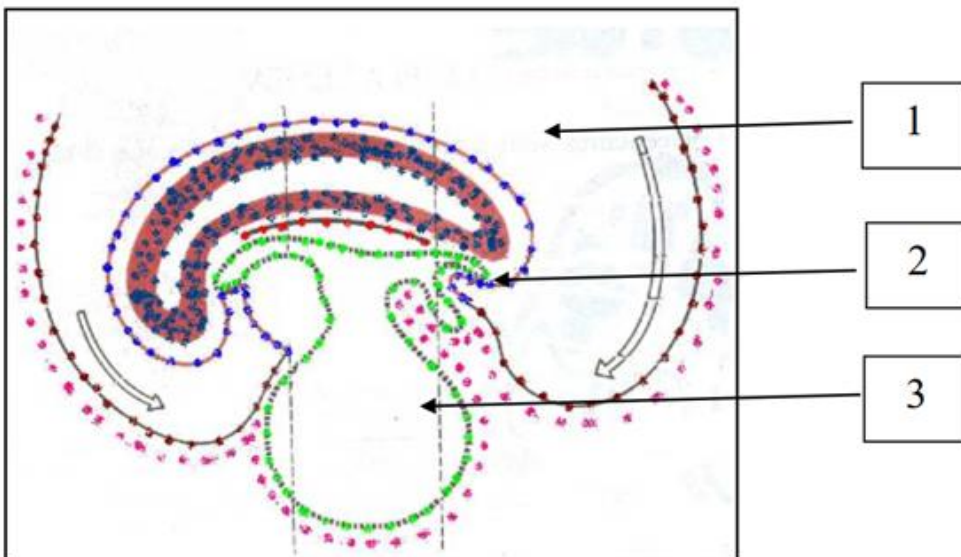
15. Les structures suivantes sont observées en même temps :

- A. Une plaque neurale et une corde dorsale.
- B. Un cœur avec ses 4 cavités et un neuropore antérieur.
- C. Un disque embryonnaire didermique et des îlots de Wolff et Pander.
- D. Un disque embryonnaire tridermique et une cavité amniotique.
- E. Un cœlome interne et une cavité amniotique à la fin de la 4^{ème} semaine de développement embryonnaire.

ADE

- A. **VRAI** A J18, on peut observer en même temps la plaque neurale (formation à J18) et la corde dorsale (formation entre J18 et J22).
- B. **FAUX** Le neuropore antérieur se ferme à J24 (milieu de S4) alors que les 4 cavités du cœur s’observent seulement à S8.
- C. **FAUX** Le disque didermique s’observe au cours de la 2^{ème} SDE et jusqu’au début de la gastrulation. Il devient tridermique à J17, lors de la transformation du canal chordal en plaque chordale, tandis que les îlots de Wolff et Pander se forme à J18 dans la lame vitelline (donc quand le disque embryonnaire est TRIdermique).
- D. **VRAI**
- E. **VRAI**

16. Concernant la coupe ci-dessous d’un embryon à la 4^{ème} semaine de développement embryonnaire :



- A. Il s’agit d’une coupe longitudinale de l’embryon.
- B. Cette coupe met en évidence la plicature transversale de l’embryon.
- C. La légende N°1 correspond au cœlome externe.
- D. La légende N°2 correspond à la membrane cloacale qui a subi un retournement de 180 degrés.
- E. La légende N°3 montre que le lécithocèle secondaire a évolué en vésicule vitelline (ou sac vitellin).

ADE

- A. **VRAI**
- B. **FAUX** Il s’agit d’une coupe longitudinale de l’embryon. Elle met donc en évidence la plicature crâniale (représentée par la petite flèche à gauche) ainsi que la plicature caudale (représentée par la grande flèche à droite).
- C. **FAUX** Il s’agit de la cavité amniotique.
- D. **VRAI** Il s’agit bien de la membrane cloacale car elle est située dans la région caudale et elle subit bien un retournement de 180° (comme la membrane pharyngienne, située dans la région céphalique).
- E. **VRAI**

17. A propos de l'intestin antérieur :

- A. Il est formé au cours de la plicature transversale.
- B. Les structures qui en dérivent sont, entre autres, le pharynx, le larynx, l'œsophage et l'estomac.
- C. L'ébauche hépatique, d'origine entoblastique, se forme au sien de la paroi de l'intestin antérieur au niveau du septum transversum.
- D. Les arcs branchiaux se développent de part et d'autre de la bouche et de l'intestin pharyngien.
- E. Les poches branchiales sont d'origine ectoblastique.

BCD

- A. **FAUX** L'intestin antérieur est formé au cours de la plicature crâniale.
- B. **VRAI**
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **FAUX** Cf cours 4SDE page 23. Au niveau de l'intestin antérieur, à l'intérieur, 6 arcs branchiaux (dont 2 rudimentaires) sont séparés par 5 poches entobranhiales. A l'extérieur, 4 arcs branchiaux sont séparés par 3 fentes ectoblastiques (donc les FENTES branchiales sont ECTOblastiques et les POCHEs branchiales sont d'origine ENTOblastique).

18. A propos de la neurulation et de la formation des cellules des crêtes neurales :

- A. La neurulation débute au cours de la 4^{ème} semaine de développement embryonnaire par la formation de 3 vésicules : prosencéphale, mésencéphale et rhombocéphale.
- B. La différenciation de l'ectoblaste en neurectoblaste se fait sous l'action exclusive de la protéine morphogénétique osseuse 4 (Bone Morphogenetic Protein 4 ou BMP4).
- C. Au cours de la fermeture du tube neural, les cellules des crêtes neurales se détachent des bords de la gouttière neurale en effectuant une transition épithélio-mésenchymateuse.
- D. La destinée des cellules des crêtes neurales est de former uniquement le système nerveux périphérique.
- E. La détermination de l'axe dorso-ventral du tube neural se fait sous l'action opposé de la protéine morphogénétique osseuse 4 (Bone Morphogenetic Protein 4 ou BMP4) et de la protéine Sonic Hedgehog (SHH).

CE

- A. **FAUX** La neurulation débute au cours de la 3^{ème} semaine, à J18. Il s'agit de la neurulation primaire qui a pour but de former le tube neural.
- B. **FAUX** La protéine BMP4 n'est pas la seule à agir. Il y a par exemple le morphogène SHH qui initie également la différenciation de l'ectoblaste en neurectoblaste.
- C. **VRAI**
- D. **FAUX** Les cellules des crêtes neurales forment également d'autres structures tel le cartilage du crâne, des mélanocytes, des odontoblastes, le septum aortico-pulmonaire, des glandes médullosurrénales...
- E. **VRAI**

19. A propos de l'organogénèse du cœur : HORS PROGRAMME

- A. La zone cardiogène a pour origine le mésoblaste para-axial et se forme en avant de la membrane pharyngienne, au milieu de la 3^{ème} semaine de développement embryonnaire.
- B. La fusion des 2 tubes cardiaques en un seul tube cardiaque a lieu au cours de la formation de la paroi ventrale.
- C. Le *septum secundum* recouvre *l'ostium secundum* et forme un orifice en chicane entre les deux oreillettes appelé trou de Botal.
- D. Les deux bourgeons antéro-postérieurs et postéro-inférieur du canal atrio-ventriculaire vont former les 2 valvules tricuspide et mitrale.
- E. Le septum inter-ventriculaire est incomplet pendant la vie fœtale et s'oblitère à la naissance.

BC

- A. **FAUX** La zone cardiogène a pour origine le mésoblaste des lames latérales. Le reste de la phrase est vrai.
- B. **VRAI** Cf. cours 4SDE.
- C. **VRAI** Cf. cours organogénèse page 5.
- D. **FAUX** Le bourgeon antéro-postérieur n'existe pas. Ce sont les deux bourgeons ANTERO-SUPERIEUR et POSTERO-INFERIEUR du canal atrio-ventriculaire qui vont former les 2 valvules tricuspide et mitral.
HORS PROGRAMME
- E. **FAUX** Le septum inter-ventriculaire s'oblitère durant S7. RAPPEL : les cellules qui vont fermer ce foramen proviennent des cellules des crêtes neurales.

20. Une jeune femme âgée de 25 ans, en couple depuis 2 ans, a arrêté sa contraception depuis 3 mois et consulte son médecin le 16 mars 2020 pour un retard de règles. A l'interrogatoire, elle précise que le premier jour des dernières règles était le 2 février 2020.

- A. Le diagnostic le plus probable est une grossesse débutante datée à 6 semaines d'aménorrhée (absence de règles).
- B. L'œuf est un disque embryonnaire tridermique car il correspond à 3 semaines de développement embryonnaire.
- C. Le diagnostic de grossesse se fait par un dosage de l'hormone chorionique gonadotrope humaine (hCG) dans les urines ou dans le sang.
- D. Le placenta diffus s'est formé autour de l'embryon.
- E. L'embryon mesure 8 mm (embryon de 5 semaines de développement embryonnaire).

ACD

- A. **VRAI** Ici, on compte le nombre de semaines d'aménorrhée depuis le 1^{er} jour des règles. Pendant le mois de février, on dénombre donc 4 semaines d'aménorrhée, on rajoute ensuite les 2 premières semaines du mois de mars et deux jours en plus pour arriver au 16 mars. Cela fait donc **6 semaines et 2 jours d'absence de règles** chez cette patiente. Pour déterminer le nombre de semaines de développement embryonnaire, **on enlève 2 semaines au nombre de semaines d'aménorrhée** (qui correspondent aux semaines précédant l'ovulation (qui a lieu à J14-15, ce qui correspond à J0 pour la fécondation)), ce qui donne **4 semaines et 2 jours de développement embryonnaire**. L'embryon entame donc la **5^{ème} SDE**. (Il est important de bien visualiser la frise chronologique du cycle ovarien et de la faire correspondre aux SDE en cas de fécondation. Il faut aussi bien faire attention à repérer les éléments importants dans l'énoncé, à savoir le début des règles et le moment de la consultation).
- B. **FAUX** Cf. A
- C. **VRAI**
- D. **VRAI** Le placenta diffus se forme au cours de la 3^{ème} SDE, il est donc déjà formé à ce stade.
- E. **FAUX** Embryon de 4 semaine de développement ou 6 semaines d'aménorrhée.

Histologie

Le syndrome de Guillain-Barré (SGB) est une maladie auto-immune inflammatoire du système nerveux périphérique. Elle se manifeste par l'apparition brutale de paresthésies (fourmillements) ascendantes dans les membres, suivies d'une parésie (perte partielle des capacités motrices d'une partie du corps), qui prédomine sur la musculature proximale.

21. QRM. Concernant le système nerveux périphérique, quelle(s) est (sont) la(les) affirmation(s) exacte(s) ?

- A. Il contient des structures somatiques et végétatives.
- B. Il est divisé en 3 composantes : système nerveux entérique, sympathique et orthosympathique.
- C. Il est formé de nerfs et de ganglions.
- D. Il contient des neurones et des cellules gliales.
- E. Il ne contient aucune synapse.

ACD

- A. **VRAI** La distribution anatomique n'influe pas sur la fonction végétative ou somatique.
- B. **FAUX** Il est divisé en 3 composantes : système nerveux entérique, parasymphatique et (ortho)symphatique.
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **FAUX** Il contient des synapses entre neurones et ganglions végétatifs.

Les paresthésies sont secondaires à une démyélinisation des axones des neurones sensitifs des membres.

22. QRM. Concernant les nerfs, quelle(s) est(sont) la(les) affirmations exacte(s) ?

- A. Ils sont constitués d'axones groupés en fascicules.
- B. Ils ne sont pas vascularisés.
- C. Ils contiennent des fibroblastes, des cellules gliales et des cellules périneurales.
- D. Ils ne contiennent que des axones myélinisés.
- E. Ils sont encapsulés par du tissu conjonctif dense, l'épinèvre.

ACE

- A. **VRAI** Les axones (= fibres) se regroupent en faisceaux (= fascicules) qui se regroupent eux-mêmes en un nerf.
- B. **FAUX** Ils sont vascularisés.
- C. **VRAI**
- D. **FAUX** Ils peuvent contenir des axones amyéliniques.
- E. **VRAI** L'épinèvre est un TC dense constitué de fibroblastes dispersés, de faisceaux longitudinaux ou obliques de microfibrilles de collagène, d'adipocytes et de vaisseaux nourriciers.

23. QRU. Concernant les nerfs quelle est l'affirmation exacte ?

- A. Ils ne contiennent que des axones de neurones moteurs.
- B. Ils contiennent des axones au contact d'un tissu conjonctif lâche, appelé endonèvre.
- C. Ils contiennent une couche unique de cellules périneurales reposant sur une lame basale.
- D. Ils contiennent du tissu conjonctif dense, appelé épinèvre, entourant chaque axone myélinisé.
- E. Ils contiennent des amas de corps cellulaires neuronaux entourés par un tissu conjonctif.

B

- A. **FAUX** Ils peuvent contenir des axones de neurones sensitifs.
- B. **VRAI** L'endonèvre est un TC lâche constitué de fibroblastes dispersés, quelques mastocytes, de nombreuses microfibrilles de collagène et de capillaires sanguins continus.
- C. **FAUX** Ils contiennent une dizaine de couches de cellules périneurales.
- D. **FAUX** Ils contiennent du tissu conjonctif dense, appelé épinèvre, entourant chaque axone, qu'il soit myélinisé ou amyélinique.
- E. **FAUX** Ils contiennent des axones entourés par un tissu conjonctif, mais pas les corps cellulaires neuronaux.

24. QRM : Au cours du SGB, l'analyse cytologique et biochimique du liquide cébrospinal prélevé par ponction lombaire montre une dissociation albumino-cytologique, c'est-à-dire une augmentation de la concentration en protéines (par exemple en albumine) du liquide, alors que la cellularité (nombre et type de cellules immunitaires présentes dans le LCS) est normale.

Concernant le LCS, quelle(s) est(sont) la(les) affirmation(s) exacte(s) ?

- A. Il est produit par les plexus arachnoïdes des méninges.
- B. Dans les ventricules, il est au contact des épendymocytes de l'épendyme.
- C. Dans le canal épendymaire, il est au contact des épendymocytes de l'épendyme.
- D. Au niveau péri-encéphalique, il circule dans les espaces sous-arachnoïdiens.
- E. Au niveau péri-encéphalique, il est directement au contact des neurones du cortex cérébral.

BCD

- A. **FAUX** Il est produit par les plexus choroïdes.
- B. **VRAI** Dans les cavités centrales, au niveau ventriculaire : il circule dans le 3ème ventricule, le 4ème ventricule et les ventricules latéraux.
- C. **VRAI** Dans les cavités centrales, au niveau épendymaire : il circule dans le canal épendymaire.
- D. **VRAI** Entre les pièces osseuses et le tissu nerveux, au niveau péri-encéphalique : il circule dans les espaces sous-arachnoïdiens et les citernes de la base.
- E. **FAUX** Entre les pièces osseuses et le tissu nerveux, au niveau péri-encéphalique : il est séparé par la pie-mère et la glie limitante des neurones du cortex cérébral.

25. QRU. Au cours de l'évolution du SGB, apparaît progressivement un déficit moteur des membres. Cette atteinte motrice se manifeste en particulier par une baisse de force des muscles des cuisses (par exemple des quadriceps). HORS PROGRAMME

Concernant la jonction entre le nerf et le muscle, quelle est l'affirmation exacte ?

- A. Elle est constituée de léiomyocytes.
- B. Elle contient des fibres musculaires de type I et II.
- C. Elle est innervée par le système nerveux autonome.
- D. Elle est innervée par les motoneurones de la corne postérieure de la moëlle épinière.
- E. Elle contient des rhabdomyocytes reliés par des plaques d'attache.

- A. **FAUX** Elle est constituée de rhabdomyocytes. La musculature lisse est constituée de léiomyocytes.
- B. **VRAI**
- C. **FAUX** Elle est innervée par le système nerveux volontaire (= somatique). La musculature lisse est innervée par le système nerveux autonome (= végétatif).
- D. **FAUX** Elle est innervée par les motoneurones de la corne antérieure de la moëlle épinière.
- E. **FAUX** Elle contient des rhabdomyocytes indépendants. La musculature lisse contient des léiomyocytes reliés par des plaques d'attache.

26. QRU. La faiblesse musculaire constatée au cours du SGB est liée à un défaut de contraction musculaire secondaire à un défaut de stimulation du muscle par les nerfs démyélinisés. HORS PROGRAMME

Concernant la jonction entre le nerf et le muscle, quelle est l'affirmation exacte ?

- A. La plaque motrice est la synapse entre les terminaisons dendritiques d'un motoneurone alpha et un rhabdomyocyte.
- B. La plaque motrice contient des rhabdomyocytes modifiés.
- C. Une plaque motrice innerve plusieurs cellules musculaires.
- D. Une plaque motrice est caractérisée par des invaginations de sarcolemme formant des fentes synaptiques.
- E. Un rhabdomyocyte présente plusieurs plaques motrices.

- D**
- A. **FAUX** Une synapse est une zone spécialisée de contact permettant la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à un autre, donc entre deux cellules neuronales. La plaque motrice est une jonction entre les terminaisons dendritiques d'un motoneurone alpha et un rhabdomyocyte, donc entre une cellule neuronale et une cellule musculaire.
- B. **FAUX** Le fuseau neuromusculaire contient des rhabdomyocytes modifiés.
- C. **FAUX** Un axone, donne plusieurs branches formant plusieurs plaques motrices, et chacune innerve une seule cellule musculaire.
- D. **VRAI**
- E. **FAUX** Un rhabdomyocyte est innervé par une plaque motrice.

27. QRM. Concernant l'appareil de contraction du muscle strié squelettique, quelle(s) est (sont) la (les) affirmations exactes ? HORS PROGRAMME

- A. Il contient des chaînes linéaires de sarcomères, appelées myofibrilles.
- B. Il contient des cylindres parallèles et allongés dans le sens de la fibre, faits d'une succession régulière et bout à bout, de petits cylindres identiques, appelés myofibrilles.
- C. Il contient des faisceaux de myofilaments fins d'actine disposés parallèlement au grand axe de la cellule.
- D. Il contient des molécules d'actine filamenteuse qui se polymérisent en molécules d'actine globuleuse.
- E. Il contient des myofilaments épais de myosine, constituée de 2 chaînes lourdes identiques et de 2 paires de chaîne légères.

ACE

A. **VRAI**

B. **FAUX** Il contient des cylindres parallèles et allongés dans le sens de la fibre, faits d'une succession régulière et bout à bout de petits cylindres identiques, appelés sarcomères.

C. **VRAI**

D. **FAUX** Il contient des molécules d'actine globuleuse qui se polymérisent en molécules d'actine filamenteuse.

E. **VRAI**

28. QRM. A cause des conséquences de l'atteinte neurologique, certains patients avec un SG sévère développent une amyotrophie, c'est-à-dire une atrophie du tissu musculaire. Heureusement, cette « fonte » musculaire est en grande partie réversible. HORS PROGRAMME

Concernant la régénération du muscle strié, quelle(s) est(sont) la(les) affirmation(s) exacte(s) ?

- A. Elle est observable dans les suites d'une lésion musculaire.
- B. Elle ne concerne que le tissu musculaire strié squelettique.
- C. Elle est possible grâce à l'existence de cellules souches myogéniques, appelées cellules satellites dans le muscle strié squelettique.
- D. Elle repose sur l'activation et la multiplication de cellules souches quiescentes.
- B. Elle repose sur l'activation de cellules souches localisées dans le dédoublement de la membrane basale du rhabdomyocyte

ACDE

A. **VRAI**

B. **FAUX** Elle concerne le tissu musculaire strié squelettique et le tissu musculaire cardiaque.

C. **VRAI**

D. **VRAI**

E. **VRAI**

Les critères diagnostiques du Syndrome de Guillain-Barré (SGB) reposent essentiellement sur la clinique. L'ensemble des critères cliniques ne sont cependant pas forcément tous présents et il peut exister des variantes du SGB. Dans ces situations, il est recommandé de réaliser des examens complémentaires en vue de valider le diagnostic, et d'éliminer un diagnostic différentiel. En particulier, la corrélation anatomoclinique est indispensable pour permettre une interprétation synthétique afin d'aboutir à un diagnostic (certain, probable ou incertain). La ponction lombaire (prélèvement de LCR) est le principal examen biologique pouvant orienter le diagnostic en faveur d'un SGB. Et le dosage d'anticorps anti-gangliosides participe au diagnostic du SGB.

29. QRM. Différents types de prélèvements :

Dans le cadre de cellules en suspension recueillies par la ponction lombaire, et en utilisant les connaissances fondamentales enseignées cette année en histologie, vous vous replacerez dans le contexte plus large des différents types de prélèvements cytologiques. Il peut s'agir :

- A. D'échantillons liquides, qu'il s'agisse de liquides biologiques, de liquides pathologiques, ou de liquides d'exploration.
- B. De produits de grattage ou de brossage.
- C. D'une empreinte d'un tissu sur une lame.
- D. D'une biopsie par cytoponction à l'aiguille, suivie d'une dissociation cellulaire.
- E. De cellules vivantes provenant directement d'un organisme et simplement maintenues en survie on parle alors de « conditions *ex vivo* ».

ABC

- A. **VRAI** Pour les cellules **mortes, en suspension** : on parle de **prélèvements liquides ou produits de grattage/brossage**.
- B. **VRAI** Pour les cellules **mortes, en suspension** : on parle de **prélèvements liquides ou produits de grattage/brossage**.
- C. **VRAI** Pour les cellules **mortes, sous forme d'échantillon solide** : on parle d'**empreinte (= apposition)**.
- D. **FAUX** Pour les cellules mortes, après dissociation du tissu solide : on parle de biopsie par cytoponction est un prélèvement tissulaire et non cytologique, il n'y a donc pas de dissociation cellulaire.
- E. **FAUX** Pour les cellules **vivantes, simplement maintenues en survie** : on parle de "**culture *ex vivo***".

Le dosage d'anticorps anti-gangliosides participe également au diagnostic du SGB. Ces anticorps sont dirigés contre les gangliosides (GM) trouvés essentiellement à la surface des membrane neuronales, et sont alors recherchés dans le sérum des patients par la technique de cytométrie en flux (basée sur l'utilisation de billes de latex recouvert d'antigènes GM, mis en présence avec le sérum du patient, suivie d'une révélation par un fluorochrome couplé à un anticorps antihumain).

30. QRM. Techniques de cytométrie :

Dans le cadre d'une détection des anticorps anti-gangliosides en cytométrie en flux, et en utilisant les connaissances fondamentales enseignées cette année en histologie, vous vous replacerez dans le contexte plus général de cette technique particulière, laquelle :

- A. Permet une analyse quantitative et un tri physique des cellules, ceci pour plusieurs milliers de cellules en suspension par minute.
- B. A recours à trois dénominateurs communs avec la cytométrie en image et la microscopie confocale, à savoir la fluorescence, la réalisation de mesures à l'aide de photomultiplicateurs, et la constitution d'histogrammes et d'images numérisés.
- C. Explore exclusivement des cellules en suspension : elle s'adresse donc aux prélèvements liquides (biologiques), mais aussi aux tissus solides.
- D. Utilise divers fluorochromes, soit des sondes fluorescentes (par exemple ayant une spécificité de fixation à un composant cellulaire, comme l'indo-1 pour l'ADN), soit des marqueurs fluorescents (par exemple en association avec des anticorps, comme un anticorps antihumain pour révéler les anticorps anti-gangliosides présents dans le SGB).
- E. A des applications cliniques quotidiennes, comme l'immunophénotypage des cellules du sang circulant ou de la moelle épinière, ou l'étude du contenu nucléaire en ARN.

ABC

A. **VRAI**

B. **VRAI**

C. **VRAI** Elle explore les cellules mortes en suspension des prélèvements liquides (mais pas des produits de grattage/brossage attention) et les cellules mortes en suspension après dissociation cellulaire des tissus solides.

D. **FAUX** L'indo-1 pour le calcium.

E. **FAUX** L'étude du contenu nucléaire en ADN.

Le système nerveux est un tissu extraordinairement complexe, exposé à des traumatismes et à des maladies dégénératives très difficiles à traiter. Pour faciliter son étude, des systèmes de culture in vitro sous la forme, soit de cultures de neurones et de cellules gliales en monocouche, soit de cultures organotypiques de tranches de tissu nerveux, soit de modèles de culture en trois dimensions, ont permis de faire grandement avancer les connaissances des maladies neurodégénératives dans lesquelles la gaine de myéline est atteinte (syndrome de Guillain-Barré par exemple). En effet, la démonstration in vitro de la formation de gaines de myéline autour d'axones de neurones moteurs ouvre aujourd'hui des perspectives très encourageantes.

31. QRU. Culture cellulaire :

Dans le cadre d'une étude de cellules vivantes (Étude in vitro) en microscopie optique, et en utilisant les connaissances fondamentales enseignées cette année en histologie, vous vous replacerez dans le contexte plus général de la culture cellulaire en pièce de culture (Laboratoire P1) :

- A. Elle autorise la visualisation de cellules vivantes, non colorées, et une observation par le microscope à contraste de phase.
- C. Après fixation, l'approche par histochimie autorise par exemple de déceler et de localiser des réactions chimiques in situ, lesquelles mettent en évidence des fonctions ou des groupements, par exemple la réaction de Feulgen-Rossenbeck met en évidence l'ARN.
- D. Après fixation, l'approche par (cyto/histo)enzymologie s'applique principalement à la cellule vivante et autorise par exemple de déceler et de localiser des enzymes.
- B. Après fixation, l'approche par immuno(cyto/histo)logie fait appel à un anticorps pour détecter et localiser très spécifiquement une protéine contre laquelle il est dirigé, protéine qui se comporte alors comme un antigène. En cas de marquage direct, cet anticorps peut être couplé par un fluorochrome l'observation s'effectuant ensuite par le microscope Nomarski.
- C. Après fixation, l'approche par hybridation in situ fait appel à une sonde nucléique « marquée » pour détecter et localiser dans les cellules en cultures une séquence spécifique d'ADN ou d'ARN, par exemple par l'utilisation de la technique FISH, la sonde étant marquée par des isotopes radioactifs.

A

A. VRAI

B. FAUX L'énoncé précise qu'on est dans le cadre d'une étude sur cellules vivantes. Or, tous les autres items proposent des démarches « après fixation », étape qui tue les cellules vivantes. Donc ne pas cocher !

C. FAUX Cf B

D. FAUX Cf B

E. FAUX Cf B

32. QRM. Techniques de préparation :

Dans le cadre d'une étude de cellules en suspension recueillies à partir de la ponction lombaire (prélèvement biologique), et en utilisant les connaissances fondamentales enseignées cette année en histologie, vous détaillerez les différentes étapes successives nécessaires à une telle préparation standard contenant essentiellement des globules blancs GB ($<5 \text{ GB/mm}^3$) :

- A. Après éventuellement une étape de cyto centrifugation des cellules en suspension, dépôt de prélèvement liquide à l'aide d'une aiguille.
- B. Etalement sur une lame à l'aide d'une lamelle.
- C. Séchage sur une platine à 37°C .
- D. Coloration au May-Grunwald-Giemsa (MGG).
- E. Observation directe en microscopie confocale, lequel permet une analyse morphologique en trois dimensions pour une à dix cellules.

ABC

- A. **VRAI** HP pour les PASS.
- A. **VRAI**
- B. **FAUX** Séchage à l'air ou par une laque.
- C. **VRAI**
- D. **FAUX** Observation directe en microscopie confocale, lequel permet une analyse morphologique en trois dimensions pour une seule cellule.

33. QRM. Les épithéliums de revêtement et tissus apparentés :

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. L'épithélium de la cavité buccale est un épithélium stratifié, la couche superficielle présente des cellules nucléées.
- B. Les cellules épithéliales de revêtement sont caractérisées par leur étroite juxtaposition et la présence de jonctions communicantes.
- C. On appelle urothélium le tissu de revêtements des vaisseaux sanguins.
- D. L'épicerde repose via sa membrane basale sur un tissu conjonctif s'appelant un chorion.
- E. Le tissu de revêtement du tractus respiratoire est de type cylindrique pseudostratifié dont toutes les cellules atteignent la surface.

AB

- A. **VRAI** L'épithélium de la cavité buccale est un épithélium pavimenteux pluristratifié non kératinisé.
- B. **VRAI**
- C. **FAUX** On appelle endothélium le tissu de revêtement des vaisseaux sanguins.
- D. **FAUX** L'épithélium repose via sa membrane basale sur un tissu conjonctif s'appelant chorion.
- E. **FAUX** Les cellules d'un épithélium pseudostratifié reposent toutes sur la membrane basale mais n'atteignent pas toutes la lumière.

34. QRM. Biologie des épithéliums et interactions avec le tissu de soutien.

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. L'épiderme de la paume des mains étant très épais, sa nutrition nécessite des capillaires sanguins dans sa couche basale.
- B. Les épithéliums de revêtements étant soumis à une contrainte d'abrasion, tous se renouvellent en 2 jours.
- C. La membrane basale permettant la fixation de l'épithélium au tissu de soutien, est un tamis moléculaire.
- D. Les cellules épithéliales des glandes salivaires sont ancrées au tissu conjonctif grâce aux points focaux situés dans leur membrane basale.
- E. Un élément de cohésion entre les cellules de l'endocarde sont les desmosomes en interaction avec les filaments intermédiaires.

CDE

- A. **FAUX** La nutrition se fait via le tissu conjonctif et non pas la couche basale de l'épithélium.
- B. **FAUX** Les épithéliums ne se renouvellent pas tous en 2 jours.
- C. **VRAI** Le tamis moléculaire permet de réguler la perméabilité.
- D. **VRAI**
- E. **VRAI**

35. QRM. Les jonctions intercellulaires des épithéliums.

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. Les jonctions serrées des cellules épidermiques sont caractérisées par une zone de soudure pentalamellaire structurées par les protéines occludines et claudines.
- B. Les jonctions serrées des cellules épidermiques réalisent un espace semi-fermé maintenant la polarité entre le domaine apical et latéral.
- C. Les cellules glandulaires de la parotide échangent des ions grâce à 1 connexon formé de 8 connexines.
- D. Au niveau de leurs jonctions serrées, les cellules épidermiques présentent des protéines intracytoplasmiques comme les ZO1, 2, 3 interagissant avec les filaments d'actines.
- E. Les cellules glandulaires de la parotide présentent sur leur face latérale des desmosomes discoïdes décrivant un espace intercellulaire occupé par la desmogléine et la desmocolline.

ADE

- A. **VRAI**
- B. **FAUX** Les jonctions serrées des cellules épidermiques réalisent un espace semi-fermé maintenant la polarité entre le pôle basal et le pôle apical.
- C. **FAUX** Les cellules glandulaires de la parotide échangent des ions grâce à 1 connexon formé 6 connexines.
- D. **VRAI**
- E. **VRAI**

36. QRM. Les spécifications membranaires des cellules épithéliales.

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. En comparant un stéréocil de l'oreille interne et une microvillosité intestinale, on peut dire que tous deux sont immobiles et possèdent dans leur axe des filaments d'actine.
- B. Les cils vibratiles de la face apicale de l'épithélium du tractus respiratoire, grâce à leur battement, évacuent les mucus vers le pharynx.
- C. La face baso-latérale du tube contourné distal présente des expansions courtes, immobiles, non systématiques, impliquées dans la filtration rénale.
- D. Les cils vibratiles de l'épithélium du tractus respiratoire possèdent un axonème où les microtubules A sont associés aux microtubule B par la dynéine.
- E. Une mutation de la protéine reliant les microtubules A et B est à l'origine de pathologie dont un symptôme est la stérilité masculine.

ABDE

- A. **VRAI** Parmi les spécifications membranaires des cellules épithéliales, seuls les cils sont mobiles et possèdent dans leur axe des microtubules.
- B. **VRAI** C'est le tapis muco-ciliaire.
- C. **FAUX** La face apicale du tube contourné distal présente des expansions courtes, immobiles, non systématiques, impliquées dans la filtration rénale.
- D. **VRAI** 1 axonème = 9 doublets périphériques de microtubules + 1 doublet central de microtubules.
- E. **VRAI Pathologies** : dyskinésies ciliaires primitives Maladies génétiques autosomiques récessives (1/16000) Ces sont des anomalies de structure : Exemple : **absence de bras de dynéine**.

37. QRM. Les tissus conjonctifs.

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. Dans le lupus, les cellules myoépithéliales précurseurs des myofibroblastes sont responsables de la production d'histamine provoquant des rougeurs cutanées.
- B. Les mastocytes sont des cellules résidentes du tissu conjonctif présentant sur leur membrane des immunoglobulines de type F et sécrétant de l'histidine impliquée dans les démangeaisons.
- C. La pulpe dentaire est formée d'un tissu conjonctif de type mucoïde très riche d'acide hyaluronique non sulfaté.
- D. Le derme est constitué de tissu conjonctif aréolaire dont les fibroblastes ont un rôle différent en fonction de leur position.
- E. Le derme est constitué de tissu conjonctif lâche non spécialisé dont les fibres de collagène de type I ne sont pas orientées.

CDE

- A. **FAUX** Les cellules myoépithéliales ne sont pas les précurseurs des cellules myofibroblastique. Le myofibroblaste est une forme différenciée du fibroblaste.
- B. **FAUX** Les mastocytes sont des cellules mobiles.
- C. **VRAI** TC mucoïde appartient aux TC lâches : très riche en acide hyaluronique GAG NON sulfaté, retrouvé dans pulpe dentaire
- D. **VRAI** Exemple de la peau donné dans le cours, les fibroblastes ont des fonctions différentes entre les fibroblastes proches de l'épiderme, ceux du derme profond et ceux des follicules pileux.
- E. **VRAI** Le tissu conjonctif lâche non spécialisé, ou aréolaire, retrouvé dans le derme papillaire, est composé de fibre de collagène I et III sans orientation.

38. QRM. Comparaison entre les différents types de tissus conjonctifs.

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. Le tissu conjonctif aréolaire et le tissu conjonctif dense non orienté sont tous deux des tissus richement vascularisés.
- B. Le derme contient à la fois du tissu conjonctif aréolaire et du tissu conjonctif denses non orienté.
- C. Les aponévroses et les tendons sont formés tous deux de tissu conjonctif dense non orienté richement vascularisé.
- D. Le tissu conjonctif dense élastique et le tissu conjonctif réticulaire sont tous deux riches en fibre de collagène de type II.
- E. Les tissus conjonctifs réticulaire et adipeux sont tous deux riches en cellules.

ABE

- A. **VRAI** Les tissus conjonctifs sont tous vascularisés.
- B. **VRAI** Dans le derme réticulaire profond de la peau on retrouve du tissu conjonctif dense non orienté, et dans le derme papillaire, on retrouve du tissu conjonctif lâche non spécialisé (ou aréolaire).
- C. **FAUX** Les aponévroses et tendons sont bien tous deux formés de TC dense non orienté, seulement ce TC est peu vascularisé.
- D. **FAUX** Le TC dense élastique est un TC avec prédominance de fibre élastiques, donc il n'est pas riche en fibre de collagène de type II.
- E. **VRAI** Les tissus réticulaires et adipeux sont des tissus avec prédominance de cellules par rapport à la substance fondamentale.

39. QRM. Les aspects moléculaires des tissus conjonctifs ;

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

- A. Dans le tissu conjonctif aréolaire, les fibres de collagène de type I sont synthétisées sous forme d'une molécule précurseur, le tropocollagène.
- B. L'organisation des molécules de tropocollagène en stries scalariformes assure une grande élasticité des tendons.
- C. Une coloration à l'orcéine de l'aorte révèle les fibres élastiques fines et sinueuses.
- D. Dans la média des artères élastiques, les monomères de tropoélastine s'assemblent par pontage enzymatique dont l'activité est diminuée par le tabac, provoquant une perte d'élasticité.
- E. L'association des molécules d'élastine et de microlaminine au sein des fibres élastiques assurent leur laxité.

ACD

- A. **VRAI** Synthèse d'une fibre de collagène de type I détaillée dans le cours.
- B. **FAUX** Les molécules de tropocollagène assurent une grande rigidité aux tendons : elles possèdent une grande résistance à la traction.
- C. **VRAI** Fibres élastiques fines, sinueuses et anastomosées mise en évidence grâce à l'Orcéine.
- D. **VRAI** Assemblage des monomères de tropoélastine entre eux et création de pontages inter brins et intra brins réalisés par la lysyl oxydase, dont l'activité est diminuée par le tabac et les UV.
- E. **FAUX** Il n'y a pas d'association entre l'élastine et les laminines. Les laminines sont associées à des composants de la MEC comme le collagène IV, l'héparane sulfaté ou les intégrines de la MB. Je pense que la prof a voulu faire un piège avec les microfibrillines. Les monomères de tropoélastine s'assemblent pour former l'élastine guidé par des microfibrillines.

40. QRM. La matrice extracellulaire des tissus conjonctifs

Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont correctes ?

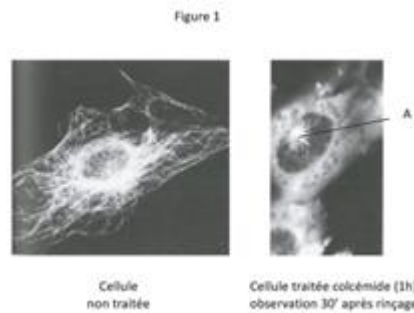
- A. Le tissu conjonctif entourant les tubules du néphron contient de la laminine, protéine en forme de croix capable de lier les intégrines.
- B. Dans le tissu adipeux brun, la fibronectine, incapable de lier les intégrines, est un inhibiteur de la migration des adipocytes.
- C. Le complexe macromoléculaire très hydrophile constitué d'acide hyaluronique et de protéoglycane est un élément pour la biodisponibilité des cytokines et facteurs de croissance.
- D. Le collagène IV est un élément de base de la membrane basale permettant l'attachement au tissu conjonctif.
- E. Le syndrome de Marfan est une pathologie du tissu conjonctif lié à une mutation dans un gène codant pour le collagène.

ACDE

- A. **VRAI** Le tissu conjonctif du néphron, comme tout autre TC contient des laminines se liant aux intégrines.
- B. **FAUX** La fibronectine est capable de lier les intégrines, de plus les adipocytes ne sont pas des cellules mobiles.
- C. **VRAI**
- D. **VRAI**
- E. **VRAI**

Biologie cellulaire

41. Cytosquelette :



Dans la Figure 1, panneau de droite, on a traité des cellules adhérentes avec un agent déstabilisateur des microtubules (la colcémide) pendant 1h puis rincé ces cellules pour éliminer la colcémide ; on les a ensuite observées au microscope 30 minutes après rinçage. Le panneau de gauche correspond à une cellule non traitée, utilisée comme contrôle. Dans ces expériences, pour repérer les microtubules, les cellules sont incubées avec un anticorps spécifique de la tubuline qui est couplé à une molécule permettant de repérer cet anticorps sous le microscope.

- A. Dans cette expérience on a utilisé une technique de microscopie électronique.
- B. Dans le panneau de droite, le trait noir noté A, correspond au centre organisateur des microtubules que l'on appelle aussi le centromère.
- C. Cette expérience montre que les microtubules croissent à partir du centre organisateur des microtubules.
- D. La cellule gauche est en interphase.
- E. Lors de la métaphase, certains microtubules interagissent physiquement avec la région centromérique des chromosomes.

CDE

- A. **FAUX** Microscope à fluorescence.
- B. **FAUX** Il s'agit du centrosome ou MTOC (Microtubules Organizing Center). Ne pas confondre **centromère** (chromosome), **centrosome** (microtubule) et **centriole** (fuseau de division).
- C. **VRAI**
- D. **VRAI** Microtubule désorganisé : interphase. Microtubule organisé : fuseau de division : division cellulaire.
- E. **VRAI** Au niveau du kinétochore. Les autres types de microtubules sont les polaires (extrémités des cellules) et les astraux (entre les chromosomes en métaphase)

42. Mitochondries et apoptose :

- A. L'autophagie est un mécanisme de résistance permettant à la cellule de survivre dans des conditions de déficit nutritionnel.
- B. Au cours de l'apoptose, le cytochrome C passe de la matrice de la mitochondrie à l'espace membranaire mitochondrial.
- C. Au cours de l'apoptose, on observe une augmentation de l'activité de certaines enzymes appelées caspases. Ceci a pour résultat d'activer une scramblase aboutissant à l'exposition de la phosphatidylsérine sur le feuillet externe de la membrane plasmique.
- D. Au cours de l'apoptose, la membrane interne de la mitochondrie est hyperpolarisée.
- E. Le transport des protéines entre les mitochondries et le cytosol se fait par translocation membranaire.

ACE

- A. **VRAI** L'autophagie est un système de dégradation des composants cellulaires pour la synthèse de macromolécules lors de manque de nutriments. On obtient les briques de base du vivant (Acide aminé, sucre, lipide...) après dégradation.
- B. **FAUX** Lors de l'apoptose, le cytochrome C passe de la membrane interne de la mitochondrie au **cytosol** pour former l'apoptosome.
- C. **VRAI** Il y a activation d'une scramblase (XRP8) par les caspases 3 et 7.
- D. **FAUX** Il y a une chute du potentiel membranaire mitochondrial donc une dépolarisation (membrane interne).
- E. **VRAI**

43. Cytosquelette :

- A. Dans les cellules non musculaires, l'activité de la myosine II est contrôlée par la phosphorylation grâce à une voie de signalisation dépendant du calcium.
- B. L'épidermolyse bulleuse est une maladie génétique due à une défectuosité au niveau des microfilaments d'actine.
- C. Les intégrines sont des protéines transmembranaires permettant une interaction des cellules avec la matrice extracellulaire.
- D. Les filaments de kératine sont le siège d'une activité ATPase.
- E. Dans les neurones, la protéine Tau est une protéine associée aux microtubules au niveau des dendrites.

AC

- A. **VRAI** La myosine II est contrôlée par la phosphorylation/déphosphorylation des chaînes légères qui est elle-même contrôlée par le calcium associé à la calmoduline pour permettre l'activation de la MLCK.
- B. **FAUX** L'épidermolyse bulleuse concerne la kératine donc les filaments intermédiaires.
- C. **VRAI** Les intégrines permettent l'interaction cellule/MEC et les cadhérines permettent l'interaction cellule/cellule.
- D. **FAUX** Les filaments intermédiaires ne sont **pas polarisés donc il n'y a pas d'activité ATPase !!**
- E. **FAUX** La protéine Tau est associée aux axones (c'est MAP2 qui est associée aux dendrites).

44. Membranes biologiques :

- A. Les personnes de groupe sanguin O, sont des donneurs universels.
- B. La cardiolipine est localisée au niveau de la membrane externe de la mitochondrie.
- C. Les acides gras insaturés favorisent la fluidité membranaire.
- D. La bactériorhodopsine est une protéine photoréceptrice qui possède 7 hélices alpha transmembranaires.
- E. L'aquaporine accélère le passage de l'eau au travers de la membrane grâce à ses hélices amphipatiques créant les pores.

ACD

- A. **VRAI** Les personnes du groupe sanguin O sont donneurs universels mais ne peuvent recevoir que de donneurs du même groupe O.
- B. **FAUX** La cardiolipine est localisée au niveau de la membrane interne de la mitochondrie (cf. Lipides)
- C. **VRAI PAR CŒUR ! Les acides gras insaturés favorisent la fluidité membranaire contrairement au cholestérol qui rigidifie la membrane !**
- D. **VRAI PAR CŒUR !** La bactériorhodopsine est un exemple qui revient très souvent dans les cours.
- E. **FAUX** L'eau passe à travers les aquaporines, les hélices forment en effet un pore aqueux mais ne sont pas à proprement parler des hélices amphipatiques (avec une face hydrophile et une face hydrophobe).

45. Propriétés électriques des membranes :

- A. Dans une cellule au repos, le potentiel de membrane est essentiellement dépendant du gradient K^+ de part et d'autre de la membrane.
- B. Les mesures de pH pour les cellules musculaires (muscle strié) montrent que l'intérieur de la cellule est plus acide que l'extérieur.
- C. Au niveau des axones, la génération d'un potentiel d'action met en œuvre des canaux ioniques Na^+ dépendants du voltage.
- D. Lors du passage du potentiel d'action, la repolarisation de la membrane est permise grâce à l'ouverture de canaux Ca^{2+} dépendants du voltage.
- E. La propagation unidirectionnelle du potentiel d'action est assurée par la gaine de myéline.

ABC

- A. **VRAI** Cela est dû aux canaux de fuite du K^+ qui maintient le potentiel de membrane au repos.
- B. **VRAI** Important de connaître le tableau des concentrations ! La concentration en H^+ est plus grande à l'intérieur d'une cellule qu'à l'extérieur.
- C. **VRAI** Ils génèrent la dépolarisation.
- D. **FAUX** La repolarisation de la membrane est permise grâce à l'ouverture des canaux K^+ dépendants du voltage.
- E. **FAUX** La propagation du PA est unidirectionnelle du fait de l'inactivation transitoire des canaux Na^+ qui ont été au préalable activés par la dépolarisation. La gaine de myéline permet une conduite saltatoire du PA qui accélère la propagation.

46. Dynamique des membranes



Dans l'expérience illustrée Figure 2, on a inséré dans la membrane de cellules adhérentes une protéine membranaire couplée à la Green Fluorescent Protein (GFP), protéine naturellement fluorescente provenant des méduses. Les cellules ainsi traitées émettent une fluorescence homogène, voir la cellule figurée en haut à gauche. Au début de l'expérience, on irradie la cellule par un laser au niveau de la région B, ce qui provoque une décoloration de cette région et, tout en continuant à irradier cette région, on mesure la fluorescence émise au niveau de la région A au cours du temps. Le graphique de droite montre une baisse régulière de fluorescence de la région A. On observe également une baisse globale de fluorescence au niveau de la cellule entière (schéma de gauche).

- A. Dans cette expérience on a utilisé un microscope électronique à balayage.
- B. Cette expérience est une expérience de FRAP.
- C. Cette expérience démontre que la protéine fluorescente passe du feuillet externe vers le feuillet interne de la membrane.
- D. L'allure de la courbe à droite est due à la diffusion latérale des composants de la membrane plasmique.
- E. Au sein des tissus, les cellules sont maintenues en contact entre elles grâce aux cadhérines.

DE

A. **FAUX**

B. **FAUX** C'est l'inverse : FLIP.

C. **FAUX** On mesure la vitesse de diffusion des protéines fluorescentes au sein de la membrane mais sur un même feuillet donc de manière latérale.

D. **VRAI** Voir C.

E. **VRAI** Les cadhérines sont des protéines transmembranaires qui permettent les contacts cellule/cellule.

47. Transports et membranes :

- A. Les membranes biologiques sont imperméables aux gaz.
- B. Les systèmes de transport facilités sont non saturables.
- C. Les perméases sont des enzymes utilisant l'hydrolyse de l'ATP comme source d'énergie.
- D. L'ATPase mitochondriale utilise l'énergie du gradient de protons généré de part et d'autre de la membrane mitochondriale interne par la chaîne respiratoire pour produire de l'ATP.
- E. Le sodium est environ dix fois plus concentré à l'extérieur de la cellule qu'à l'intérieur.

DE

- A. **FAUX** Les gaz diffusent facilement à travers la bicouche.
- B. **FAUX** Les transporteurs (ou perméases) sont saturables car ils changent de conformation pour accélérer le passage de molécules, alors que les canaux ne changent pas de conformation.
- C. **FAUX** Les perméases ne consomment pas d'énergie car elles transportent des métabolites **dans le sens de leur gradient**.
- D. **VRAI** PAR CŒUR
- E. **VRAI** Rapport extra/intra de 12,1 mais retenir environ 10

48. Energétique cellulaire :

- A. Les réactions de biosynthèse (anabolisme) sont des réactions utilisant le NADH comme donneur d'équivalents réducteurs.
- B. Le potentiel de réduction standard du couple (NAD⁺/NADH, H⁺) est de -0,32V ; celui du couple (O₂/H₂O) est de +0,82V. La réaction NADH + H⁺ + 1/2O₂ => NAD⁺ + H₂O a un delta G° négatif.
- C. Lorsqu'il est dans la mitochondrie, le cytochrome C sert de transporteur d'électrons.
- D. Chez les plantes supérieures, les réactions de photophosphorylation produisent de l'ATP et du NADPH.
- E. Les mitochondries sont le site de production principal de radicaux libres dans la cellule.

BCDE

- A. **FAUX** L'anabolisme utilise de NADPH comme donneur d'équivalents réducteurs.
- B. **VRAI** La somme des potentiels de réduction est positive. Or on sait que la valeur des potentiels est proportionnelle mais opposée à la valeur de l'enthalpie libre. Donc delta G° négatif.
- C. **VRAI** Il sert de navette entre les pompes à protons III et IV.
- D. **VRAI** C'est le système de phosphorylation non cyclique associé au premier photosystème.
- E. **VRAI** Les radicaux libres sont des espèces chimiques produites surtout par la chaîne respiratoire mitochondriale (ils sont aussi produits par la voie des pentoses phosphate).

49. Cytosquelette

Figure 3

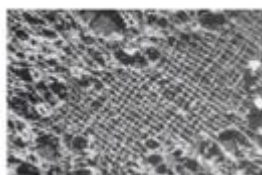
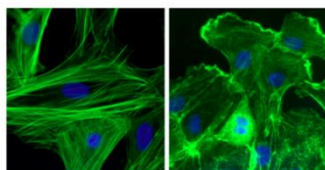


Figure 4



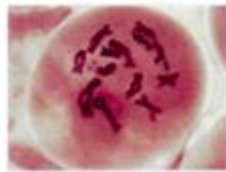
- A. La photographie de la Figure 3 est une image de microscopie électronique à transmission montrant les microfilaments d'actine au niveau des microvillosités d'une cellule de l'épithélium intestinal.
- B. La Figure 4 montre des filaments d'actine observés par microscopie à fluorescence. Le panneau de gauche montre des cellules en mouvement et le panneau de droite des cellules immobiles.
- C. Au cours de la division cellulaire, on observe la formation d'un anneau contractile d'actine et de myosine, ce qui permet la séparation des deux cellules filles.
- D. Chez la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae*, cet anneau contractile est décalé de telle sorte que les deux cellules filles ne sont pas de même taille.
- E. L'énergie nécessaire à la formation des microtubules à partir des sous unités de tubuline est fournie par l'hydrolyse du GTP.

CDE

- A. **FAUX** C'est une image de microscopie électronique à balayage du réseau des lamines nucléaires.
- B. **FAUX** A gauche on voit des cellules avec des fibres de stress alors qu'à droite les cellules sont polarisées, migrant vers le haut.
- C. **VRAI**
- D. **VRAI** La levure de boulangerie se divise par bourgeonnement donc à l'issue de la division on a deux cellules de taille différente.
- E. **VRAI** Bien retenir qu'il s'agit de l'hydrolyse du GTP pour les microtubules et de l'hydrolyse de l'ATP pour l'actine !!

50. Compartiments cellulaires :

Figure 5



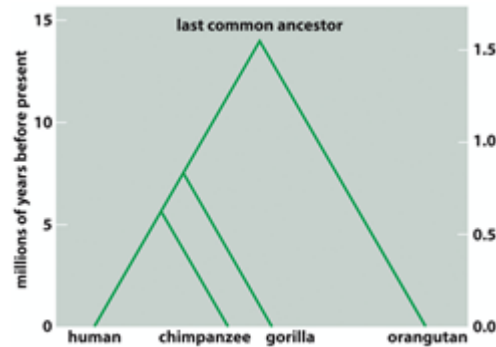
- A. Le réticulum endoplasmique est le principal réservoir de Ca^{2+} de la cellule eucaryote.
- B. Au sein des tissus, la forme des cellules animales est maintenue grâce à une paroi pepto-cellulosique.
- C. La Figure 5 montre des chromosomes en fin de prophase.
- D. La surface de la membrane interne de la mitochondrie est environ 4 fois plus grande que celle de la membrane externe.
- E. Les échanges de molécules entre le noyau et le cytoplasme se font par vésicules.

ACD

- A. **VRAI** Il y a 4 à 5 fois plus de Ca^{2+} à l'intérieur de la lumière du RE que dans le cytosol.
- B. **FAUX** Il s'agit des cellules végétales.
- C. **VRAI** Les chromosomes sont dispersés dans la cellule et bientôt sur la plaque équatoriale.
- D. **VRAI** La membrane interne de la mitochondrie présente de nombreux repliements appelés crêtes.
- E. **FAUX** Ils se font grâce à des **pores**. Les vésicules sont en majorité entre le RE, l'App de Golgi et la membrane plasmique.

51. Evolution des génomes HORS PROGRAMME

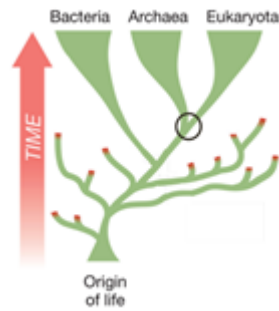
- A. La sélection des espèces s'appuie sur la fréquence relativement élevée (environ 1.10^{-6} bp) des erreurs lors de la réplication de l'ADN.
- B. Dans son ouvrage intitulé « De l'évolution des espèces », Charles Darwin décrit la sélection naturelle comme la principale explication de l'évolution adaptative.
- C. L'horloge moléculaire est basée sur l'observation que les mutations des régions non-codantes s'accumulent à vitesse à peu près constante dans les génomes au cours de l'évolution.
- D. Le transfert horizontal des gènes et la reproduction sexuée sont deux mécanismes de diversification des génomes apparus en même temps au cours de l'évolution.
- E. Le concept d'horloge moléculaire prédit qu'un même nombre de mutations sépare la séquence du gène de l'alpha-globine de l'homme de celle du chimpanzé et du gorille.

**BC**

- E. **FAUX** La fréquence pratiquement universelle d'erreur pendant la réplication de l'ADN est environ de 1.10^{-9} bp. Ces erreurs de réplication sont responsables de la variété génétique sur laquelle peut s'exercer la sélection naturelle.
- A. **VRAI**
- B. **VRAI** L'horloge moléculaire est un modèle qui rend compte de l'observation que la vitesse d'accumulation de mutation non/peu soumises à la sélection purifiante (par exemples séquences introniques, mutations du troisième nucléotide d'un codon...) sur les temps longs et qui distinguent deux génomes, dépend du temps écoulé depuis la séparation des 2 espèces considérées.
- C. **FAUX** Le transfert horizontale des gènes a probablement été très actif dès l'apparition de la vie cellulaire (LUCA, 3.5 BY = $1.5 \cdot 10^9$ années tandis que la reproduction sexuée est un évènement relativement tardif (1.5 BY). Ces deux mécanismes ne sont pas apparus en même temps.
- D. **FAUX** Le modèle de l'horloge moléculaire utilisé pour dater la séparation des espèces ne s'applique qu'aux séquences non-soumises à la sélection purifiante, et donc pas à un gène comme celui de l'alpha-globine. De plus, le dernier ancêtre commun entre l'homme et le gorille (7.5 MY = $7.5 \cdot 10^6$ années) est plus ancien que celui partagé par l'homme et le chimpanzé (5MY). Le temps d'évolution divergente homme/gorille est donc de 15MY, supérieur à l'homme/chimpanzé (10MY), ce qui laisse présager plus de différences entre le génome de l'homme et du gorille qu'avec celui du chimpanzé.

52. Evolution : HORS PROGRAMME

- A. La multicellularité est un phénomène irréversible apparu une seule fois au cours de l'évolution chez mes organisme complexes.
- B. Les séquences LINEs et SINEs correspondent à des reliquats de transposons et témoignent du transfert horizontal des gènes dans le génome humain.
- C. La sélection purifiante qui « ralentit » l'horloge biologique s'exerce beaucoup moins sur les troisièmes positions des codons.
- D. L'unité de base de la classification phylogénétique est le clade, un groupe monophylétique d'organismes vivants ou ayant vécu comprenant un organisme particulier est une partie de ses descendants.
- E. LUCA, le « Last Universal Common Ancestor » est un concept théorique qui serait localisé au cours de l'évolution au niveau du cercle noir de la figure 2.



BC

- A. **FAUX** La multicellularité est apparue plus de 45 fois, indépendamment, au cours de l'évolution (plus de 25 fois chez les eucaryotes, plus de 6 fois chez les organismes complexes), et est survenue avant la séparation plantes/animaux. De plus on a trouvé les preuves de plusieurs exemples de réversion de la multicellularité (retour à la multicellularité) au cours de l'évolution.
- B. **VRAI** Ces séquences introduites par des rétrovirus au sein d'un génome contribuent à la diversité génétique, indépendamment de la reproduction sexuée.
- C. **VRAI** Cf dégénérescence du code génétique.
- D. **FAUX** Le clade comprend l'entièreté de ses descendants. Le reste de la définition est juste.
- E. **FAUX** C'est au niveau de la séparation entre bactéries et archées.

53. Composants du vivant : HORS PROGRAMME

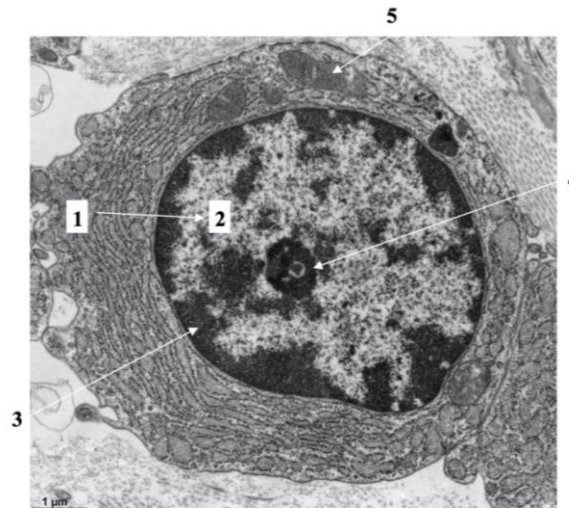
- A. Les atomes d'hydrogène (H), de carbone (C), d'oxygène (O) et de soufre (S) représentent > 99% des atomes du corps humain.
- B. Les macromolécules représentent 50% du poids d'une bactérie.
- C. La majorité du carbone présent dans la matière vivante y a été introduite par les organismes phototrophes.
- D. Les cellules eucaryotes possèdent soit des mitochondries, soit des chloroplastes.
- E. Les membranes des mitochondries et du RE représentent ensemble environ 10% de l'ensemble des membranes cellulaires.

C

- A. **FAUX** Le H, le C, l'O et l'N représentent > 99% des atomes du corps humain.
- B. **FAUX** L'eau représente environ 70% du poids/de la masse des bactéries, et les macromolécules environ 25%.
- C. **VRAI**
- D. **FAUX** Par exemple, les plantes possèdent à la fois des chloroplastes qui leur permettent de produire de la matière organique à partir du CO₂ atmosphérique et des mitochondries qui leur permettent d'utiliser l'énergie de ces produits organiques pour produire de l'ATP.
- E. **FAUX** La membrane du RE représente 50% et les membranes mitochondriales 40% de la surface totale des membranes de la cellule.

54. Organisation de la cellule :

- A. La cellule eucaryote représentée sur l'image 3 est spécialisée dans la production d'hormones stéroïdiennes.
- B. Pour passer du point 1 au point 2, les protéines doivent traverser 2 membranes.
- C. La flèche (3) indique une région de transcription très active.
- D. La flèche (4) indique le lieu de synthèse des ARNs ribosomiaux appelé nucléole.
- E. La flèche (5) montre une bactérie intracellulaire infectant la cellule.



BD

- A. **FAUX** On voit principalement du Réticulum Endoplasmique Rugueux (qu'on distingue grâce aux ribosomes qui lui donnent cet aspect rugueux) responsable de la production des protéines. C'est le Réticulum Endoplasmique Lisse, ici en faible abondance, qui permet la fabrication des lipides et des hormones stéroïdiennes.
- B. **VRAI** Le noyau a une enveloppe nucléaire avec une membrane interne et une membrane externe séparées par un espace intermembranaire.
- C. **FAUX** On observe une zone sombre de forte densité, c'est-à-dire où l'ADN est très condensé, entraînant une accessibilité moindre, donc une transcription faible. La flèche 3 indique une zone plus abondante à la périphérie contre la lamina nucléaire : l'hétérochromatine.
- D. **VRAI** La flèche 4 montre le nucléole du noyau. Le contenu du noyau n'est pas homogène, on retrouve des structures dynamiques compartimentées (sans l'aide de membrane). Parmi elles se trouve le nucléole : cycle de production des ARN ribosomiaux non codant.
- E. **FAUX** C'est une mitochondrie car on voit l'aspect des crêtes à l'intérieur.

55. La structure des protéines :

- A. Les membres de la superfamille des immunoglobulines contiennent un ou plusieurs domaines immunoglobuline formés d'hélice alpha stabilisés par des ponts disulfures.
- B. Un enzyme dont le Km est bas atteint la moitié de sa vitesse maximale de transformation de son substrat pour une faible concentration de celui-ci.
- C. Une forte hydrophobicité et des charges nettes relativement faibles observées au niveau d'une séquence protéique permettent de prédire que celle-ci correspond vraisemblablement à une région non-structurée.
- D. Les fibres amyloïdes formées par la superposition serrée de feuillets bêta de la protéine prion sont responsables de maladies neurodégénératives.
- E. Les méthodes d'optogénétique utilisent la photosensibilité de certaines protéines comme la rhodopsine pour modifier la fonction ou localisation d'autres protéines et moduler l'activation des cellules avec de la lumière.

BDE

- A. **FAUX** Les immunoglobulines sont formées de feuillets bêta bien stabilisés par des ponts disulfures.
- B. **VRAI** Km bas = Kcat (vitesse de transformation du substrat) élevé pour une faible concentration. Une enzyme, dont le Km est bas, a une constante catalytique (Kcat) élevée et donc atteint la moitié de sa vitesse maximale de transformation de son substrat pour une plus faible concentration de celui-ci.
- C. **FAUX** Au contraire, il s'agit de séquences faiblement hydrophobes avec une charge ionique élevée. De plus ici on parle par exemple des séquences des domaines transmembranaires qui sont très structurés.
- D. **VRAI** Les fibres amyloïdes forment deux groupements de superposition tellement proche que les molécules d'eau sont exclues de la fibrille, la rendant inaccessible aux protéases. Cela peut induire une accumulation de fibrilles qui peut entraîner des pathologies telle que la maladie neurodégénérative de Creutzfeldt-Jakob.
- E. **VRAI** La rhodopsine absorbe l'énergie des photons via sa molécule photoréceptrice (cis-rétinal) qui va changer de conformation en fonction de l'exposition à la lumière. On retrouve également ce phénomène chez l'algue verte (*Chlamydomonas reinhardtii*) avec le canal Ca^{2+} sensible à la lumière.

56. Les protéines membranaires.

- A. Un peptide signal est une séquence hydrophobe d'une dizaine d'acides aminés localisée en position C-ter des protéines.
- B. Toutes les protéines membranaires possèdent au moins un domaine hydrophobe d'environ 15 à 20 acides aminés.
- C. Une peptidase élimine toutes les séquences qui initient la translocation d'une protéine dans le RE.
- D. La monoubiquitination d'une protéine membranaire peut contrôler son endocytose.
- E. Le récepteur de la SRP reconnaît une séquence hydrophobe sur une protéine en cours de synthèse au niveau du ribosome.

RIEN

- A. **FAUX** Le peptide signale est localisé en position **N-ter** !
- B. **FAUX** Les protéines à ancre GPI sont rattachées à un lipide membranaire (phosphatidyl-inositol) de façon covalente mais n'ont pas de domaine hydrophobe.
- C. **FAUX** La peptidase clive seulement le peptide signal.
- D. **FAUX** La monoubiquitination permet la régulation des histones. C'est la multi-ubiquitination qui entraîne l'endocytose.
- E. **FAUX** Le récepteur de la SRP se lie au ribosome et le dirigera vers la canal protéique translocateur. C'est la SRP (Signal Reconnaissance Particle) qui force le ribosome et la protéine en cours de synthèse à se fixer sur la face cytosolique du RER.

57. Transport des protéines membranaires :

- A. L'intérieur du noyau est topologiquement équivalent à la lumière du RE et à l'extérieur de la cellule.
- B. Pour être transportées par la voie vésiculaire, les protéines doivent être dépliées.
- C. Les protéines porteuses d'une séquence KDEL en N-ter sont des protéines solubles résidentes du RE.
- D. Toutes les protéines d'une cellule animale sont synthétisées dans le cytoplasme.
- E. La majorité des protéines membranaires des mitochondries sont porteurs de N-glycosylations.

C

- A. **FAUX** Il n'y a pas continuité entre la lumière du noyau et celle du RE.
- B. **FAUX** Les protéines sont dépliées seulement pour traverser le RE.
- C. **VRAI** Elles sont retrouvées sur les ribosomes cytosoliques et seront reconnues puis transportées dans le RE. Les protéines porteuses d'une séquence KDEL sont renvoyées de l'appareil golgi vers le RE grâce à un récepteur qui reconnaît la séquence KDEL. C'est un mécanisme qui permet de bien répartir les protéines selon leur localisation d'action.
- D. **FAUX** Les protéines sont majoritairement synthétisées dans le cytoplasme de la cellule animale mais il existe aussi une portion minoritaire de protéines qui ont été synthétisées dans la mitochondrie.
- E. **FAUX** Ce sont les protéines qui transitent par le RE et l'appareil de golgi qui subissent des glycosylations. On retrouve aussi ces modifications dans les glycoprotéines de la membrane cellulaire.

58. Les protéines membranaires :

- A. L'orientation topologique des protéines à simple passage transmembranaires (localisation de extrémités N-ter et C-ter par rapport à la membrane) est prédéterminée par leur séquence et irréversible.
- B. Une protéine membranaire de type I possède une seule région transmembranaire et son extrémité N-ter est extracellulaire.
- C. L'analyse de la séquence d'une protéine à 7 domaines transmembranaires permet de prédire si son extrémité N-ter est intra ou extracellulaire.
- D. Des protéines chaperonnes assistent les protéines de la membrane interne qui doivent être déroulées avant leur importation dans les mitochondries.
- E. Toutes les protéines synthétisées dans le cytoplasme et importées dans les mitochondries doivent passer par le complexe TOM.

AE

- A. **VRAI** Les protéines gardent leur orientation topologique même lorsqu'elles sont transportées par des vésicules. Ce sont les séquences topogéniques qui fixent l'orientation des protéines dans les membranes.
- B. **FAUX** La protéine membranaire de type I possède bien une seule région transmembranaire mais son extrémité N-ter est en **intracellulaire**.
- C. **FAUX** La séquence en acides aminés permet de prédire où la protéine peut s'insérer dans la membrane grâce aux pics d'hydrophobicité correspondant aux zones transmembranaires. Cependant, elle ne permet pas de prédire si son extrémité N-ter est intra ou extracellulaire : c'est en fonction de la répartition de ses charges.
- D. **FAUX** Les protéines mitochondriales sont importées sous leur forme repliée.
- E. **VRAI** Le complexe TOM est le canal d'importation général, toutes les protéines importées dans les mitochondries passent par ce translocateur. Il prend en charge la séquence signal et la fait traverser la membrane externe pour gagner l'espace intermembranaire et la transférer entre autres vers d'autres complexes.

59. Transport des protéines dans le noyau :

- A. L'accumulation de Ran-GTP dans le noyau par rapport au cytoplasme permet la sélectivité d'exportation et d'importation de certaines protéines.
- B. Le transport des protéines au-travers des pores nucléaires dépend de l'accumulation de GTP dans le noyau.
- C. Les interactions hydrophobes entre les répétitions de F-G (Phénylalanine-Glycine) des nucléoporines de la lumière des pores nucléaires créent une barrière de diffusion entre le nucléoplasme et le cytoplasme.
- D. L'importation et l'exportation de protéines dans le noyau s'effectuent par des pores nucléaires distincts.
- E. L'importation dans le noyau du facteur de transcription NFAT est dépendante de l'activité d'une phosphatase.

ABCE

- A. **VRAI** Lors de l'arrivée dans le noyau d'une importine, liée ou non à un cargo, celle-ci va interagir avec le Ran-GTP ce qui va libérer le cargo éventuel par un phénomène de changement de conformation. De plus, le complexe Ran-GTP/importine va rediffuser vers le cytoplasme en rétablissant l'importine pour redémarrer le cycle.
- A. **VRAI** le gradient de GTP (pour la prot Ran-GTP) conditionne le transport des protéines à travers les CPN.
- B. **VRAI** Les nucléoporines du canal riches en F-G possèdent des régions hydrophobes qui se repoussent et forment ainsi un gel au centre du canal qui limite la diffusion passive des molécules.
- C. **FAUX** Le trafic au-travers de chaque complexe du pore nucléaire est bidirectionnel (transport simultané dans les deux directions). On peut ajouter que dans un complexe, il y a environ 1000 molécules entrant et sortant par seconde.
- D. **VRAI** NFAT est importé dans le noyau lorsque le lymphocyte T est activé, donc lorsque la concentration en calcium est élevée, qui active une phosphatase libérant NFAT de ses phosphates, la calcineurine peut alors se fixer : la conformation de NFAT est idéale pour lier une importine car la NLS est dévoilée.

60. Concepts généraux de biologie cellulaire :

- A. L'augmentation de concentration du Ca^{2+} intracellulaire active certaines enzymes en modifiant leur conformation.
- B. La grande sous unité des ribosomes cytosoliques des cellules humaines est composée des ARNr 18S, 8S et 5S tandis que la petite sous unité est composée de l'ARNr 28S.
- C. La majorité des catalyseurs des cellules procaryotes vivant aujourd'hui sont des ribozymes.
- D. Les lamines sont des protéines globulaires de la famille des filaments intermédiaires localisées sous la membrane interne de l'enveloppe nucléaire.
- E. La plupart des lipides membranaires d'une cellule eucaryote sont synthétisés au niveau de l'appareil de Golgi.

A

- A. **VRAI** On peut prendre l'exemple de la scramblase ou de la myosine dans les cellules musculaires.
- B. **FAUX** L'ARNr 18S fait partie de la petite sous unité des ribosomes cytosoliques. C'est l'ARNr 28S qui compose la grande sous unité.
- C. **FAUX** Aujourd'hui les principaux catalyseurs sont des protéines et plus les ribozymes (ARN).
- D. **FAUX** Les lamines sont des protéines fibreuses (de la famille des filaments intermédiaires). Elles constituent la lamina nucléaire qui réalise le feutrage de la membrane et protège l'enveloppe nucléaire des déformations. Elle permet aussi des contacts avec la chromatine pour contrôler l'expression des gènes.
- E. **FAUX** Les lipides sont synthétisés au niveau du Réticulum Endoplasmique Lisse. L'appareil de Golgi opère les modifications post-traductionnelles.