

## Corrections

### Questions

1/ Une cellule est un être vivant microscopique. Animaux, végétaux et champignons sont le plus souvent constitués d'un assemblage de cellules, l'organisme. La cellule est alors la plus petite partie vivante d'un organisme.

2/ Un organe est un «organe» microscopique appartenant à une cellule. Il s'agit d'une structure présente dans la cellule et qui est liée à une certaine fonction.

3/ La membrane d'une cellule est souple, déformable (rappelez-vous des macrophages de troisième...) et joue vis-à-vis de l'environnement cellulaire le rôle d'une barrière sélective, permettant, régulant ou empêchant l'entrée ou la sortie de nombreuses molécules.

4/ Les différences principales entre cellules animales et végétales sont liés au métabolisme et à la présence de certains organites particuliers. Les cellules végétales sont enfermées dans une paroi rigide, elles contiennent des chloroplastes ainsi que, le plus souvent, une grande vacuole, et réalisent la photosynthèse et la respiration.

Les cellules animales ont une membrane souple, sont, pour la plupart, capables d'être mobiles, et tirent leur énergie du métabolisme de la respiration.

5/ La technique qui a permis l'étude détaillée des organites est la microscopie électronique.

Toutefois, si certains d'entre vous ont répondu l'ultracentrifugation, ils gagnent aussi le double des points (la microscopie a donné accès à la structure, à l'aspect; alors que l'isolement des organites par ultracentrifugation a permis l'étude de leur fonctionnement)

6/ Un chloroplaste est un organite vert, caractéristique des cellules végétales, et est le lieu où se produit l'essentiel de la photosynthèse.

7/ Les cellules végétales ont un noyau, mais la vacuole prend tellement de place que, parfois, on ne le voit pas (il peut être sous la vacuole, ou dessus...)

8/ Les bactéries possèdent des organites, mais ils sont d'une diversité limitée et d'une très petite taille. Elles n'ont pas d'organites en forme de sac intracellulaires, qui sont la caractéristique des cellules eucaryotes.

Toutefois, les organites bactériens le plus facilement visibles sont situés vers l'extérieur de la cellule: outre la membrane, il peut exister un ou plusieurs flagelles et, parfois, une «capsule» qui recouvre la membrane.

### Colles

1/ Tableau comparant les eucaryotes et les procaryotes

Classification	Procaryote	Eucaryote
Points communs	êtres vivants (nutrition, reproduction...), utilisent de l'ADN et des métabolismes similaires. Ils sont formés des mêmes éléments chimiques, dans les mêmes proportions (ou peu s'en faut)	
Différences	Taille inférieure, pas de compartiments dans la cellule, ADN libre dans le cytoplasme.	Nombreux organites compartimentant la cellule, taille supérieure, ADN organisé dans un noyau

2/ Par ordre de taille croissante (du plus petit au plus grand, hein ?) nous trouvons: atome de Carbone - molécule de CO<sub>2</sub> - molécule d'ADN - Bactérie - noyau cellulaire - cellule musculaire humaine - diamètre d'un cheveu humain.

Dans cette liste, vous pouvez intervertir noyau et bactéries, car même si, le plus souvent, les bactéries sont plus petites, les tailles sont proches (et où serait le sel d'un exercice sans un petit piège, hein ?)

3/ Il est le plus souvent nécessaire de réaliser des colorations des cellules avant de les observer au microscope, car la plupart des cellules ne sont pas colorées mais transparentes et, de plus, extrêmement peu contrastées. Observées sans coloration, elles sont difficiles à voir, leur limite est indistincte, leur contenu quasiment invisible.

### Exercices

1 - Gray's Anatomy. (7 pts)

11- Origine de l'aspect particulier de globules rouges en c et d

En c, les hématies sont toutes gonflées, presque sphériques. Visiblement, en présence d'eau distillée, l'eau est rentrée dans les cellules en passant à travers la membrane et les a fait gonfler (si cela continu, les hématies vont éclater, libérant leur hémoglobine: c'est l'hémolyse, une réaction extrêmement dangereuse pour l'organisme, voire mortelle...)

En d, les hématies sont toutes contractées, on dirait qu'elles sont «vidées»: dans l'eau très salée, elles ont perdu leur eau (ceux qui ont déjà vu mettre un jambon au sel comprendront mieux le phénomène!). L'eau des hématies a donc traversé leur membrane en passant vers l'extérieur, ce qui a «asséché» les cellules.

12 - Caractéristique de la teneur en sel du sang

Visiblement, les hématies n'apprécient pas une teneur en sel trop faible (elles gonflent et éclatent) ou trop élevée (elles se dessèchent). On en déduit donc que la teneur en sel du sang doit rester toujours la même pour assurer un milieu de vie stable aux hématies (on dit aussi que la concentration en sel doit être constante).

13 - Une hypothèse logique expliquant l'absence de noyau des hématies.

Pour répondre à cette question, nul besoin de «tomber juste»: il suffisait de réfléchir à toutes les possibilités. Il n'en existe que deux principales, que l'on peut décliner en plusieurs cas:

- les hématies ont un noyau, mais il n'est pas visible: on peut imaginer qu'il est trop petit, ou caché par l'hémoglobine rouge contenue dans ces cellules.

- les hématies n'ont pas de noyau, car:

- elles sont comme les bactéries, leur ADN est libre dans le cytoplasme.

- ce sont des cellules trop «jeunes», leur noyau ne s'est pas encore «formé», il n'est pas visible (une objection: on devrait le voir au moins sur les hématies les plus âgées...)

- ce sont des cellules trop «vieilles», elles n'ont plus de noyau, car elles l'ont «perdu», ce qui impliquerait qu'elles ne puissent pas vivre très longtemps (ce qui est effectivement le cas: les hématies proviennent de cellules à noyau mais n'en possèdent pas, ce sont de simples «sacs» remplis d'hémoglobine, et qui ne «vivent» que 120 jours en moyenne).

2 Les explorateurs du cerveau (9 pts)

21 - Il a fallu attendre 1950 pour faire de la tache noire découverte par Golgi un organite, car il fallait pour cela disposer d'une technique qui donne une image précise de l'intérieur du cytoplasme, afin d'y voir clairement les organites. Cette technique est la microscopie électronique, et elle ne s'est généralisée comme moyen d'observation des cellules que dans les années 1950 (en l'honneur de son découvreur, l'organite en question a été appelé «appareil de Golgi»)

22 - Dans la coupe de cervelet de poulet colorée selon la méthode de Golgi, on voit apparaître les contours des cellules. On peut donc en conclure que la partie de la cellule mise en évidence est la membrane.

23 - Les colorations sont meilleures et les images plus nettes avec des cerveaux provenant de jeunes animaux. Comme cette coloration montre bien la membrane des cellules, on doit en déduire que la membrane des cellules nerveuses change avec le temps (puisque le produit colorant s'y fixe moins bien, ce qui explique les colorations moins réussies sur des cerveaux d'animaux adultes). Ces cellules nerveuses, colorées et dessinées par Cajal, sont des neurones.

### 3 - Centrifugator (11 pts)

31 - L'intérêt de travailler à basse température découle directement de ce que vous pouvez observer tous les jours dans votre frigo: le froid «conserve» en bon état les échantillons biologiques (dans le frigo, on appelle ça des «aliments»). Hogeboom et ses collègues ont besoin de mitochondries en bon état pour étudier leur fonctionnement, il faut donc éviter le plus possible qu'elles ne se dégradent, car elles ne seront plus «protégées» à l'intérieur d'une cellule. C'est donc pour garantir une protection maximale des mitochondries qu'il faut travailler à la température la plus basse possible (en évitant, bien entendu, de geler le tout, la centrifugation ne fonctionnant que dans un liquide, pas dans de la glace!).

32 - Si l'on ne tient compte que du nombre de G nécessaires, on constate qu'il faut «alourdir» (en les accélérant grâce à la force centrifuge), en fait! les noyaux 600 fois pour les faire tomber au fond du tube alors que les mitochondries ne tomberont que si elles sont «alourdies» 24000 fois. Le noyau tombant donc plus facilement au fond des tubes, c'est lui le plus lourd.

La différence de masse est à peu près liée à la différence d'accélération (alourdissement) nécessaire (car moins un corps est massif, plus il faut «l'alourdir» en l'accélération pour l'envoyer au fond du tube): pour faire tomber les mitochondries, il faut les accélérer  $24000/600 = 40$  fois plus. On peut donc supposer que les mitochondries sont environ 40 fois plus légères que les noyaux cellulaires. (il s'agit ici d'un calcul très très simplifié, une simple estimation).

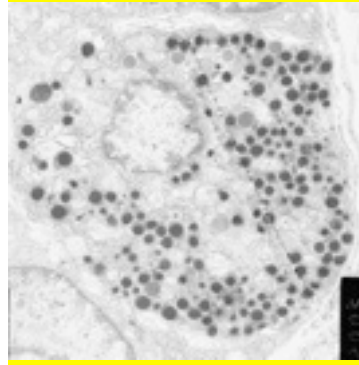
33- Le trio de chercheurs veut étudier la chimie et le fonctionnement des mitochondries. Les mitochondries sont des organites présents dans les cellules, leur fonctionnement est donc lié aux transformations chimiques qui se produisent dans les cellules: au métabolisme. Vous savez depuis la cinquième (hé oui) que chez les êtres vivants ce sont des molécules spéciales, les enzymes, qui permettent ces transformations chimiques. Il est donc parfaitement logique, pour étudier le métabolisme des mitochondries, de rechercher les enzymes (responsables des transformations chimiques du métabolisme) qui s'y trouvent!

34 - On veut mettre en évidence la respiration. La respiration se caractérise par... (le premier qui dit inspirer/expirer gagne un stage de remise à niveau en cinquième!) une consommation d'O<sub>2</sub> et une production de CO<sub>2</sub>.

On pourrait donc imaginer de mesurer l'évolution de la quantité d'O<sub>2</sub> dans un tube contenant une préparation de mitochondries, en présence de sucre (puisque l'O<sub>2</sub> est utilisé pour «découper» les molécules de sucre). On pourrait aussi, en même temps, rechercher un dégagement de CO<sub>2</sub> au moyen d'un détecteur (vous connaissez tous l'eau de chaux, peu pratique ici, mais il existe aussi des sondes à CO<sub>2</sub>, similaires aux sondes à O<sub>2</sub>, qui peuvent détecter et enregistrer la présence de ce gaz et son évolution dans le temps).

Note: l'idée d'expérience ci-dessus est logique et correspond à ce que vous avez appris, c'est une réponse correcte, mais ce n'est pas ce qui a été recherché dans ce cas. En effet, les transformations chimiques de la respiration se produisent en plusieurs étapes et certaines seulement se produisent dans la mitochondrie. Hé oui, les choses ne sont pas simples, mais cela ne vous empêche pas, en seconde, de raisonner à partir de vos connaissances actuelles: on ne vous en demandera pas plus (mais pas moins non plus!).

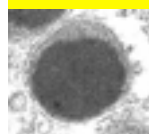
### 4 - Si la cellule m'était contée (8 pts)



41 - Dans cette préparation, l'hormone fabriquée par la cellule apparaît en noir. On constate la présence de nombreux «ronds» noirs, mais ils sont tous dans le cytoplasme de la cellule: il n'y en a aucun dans le noyau. L'hormone est donc fabriquée dans le cytoplasme.

La répartition de l'hormone n'est pas homogène. En effet, les «ronds noirs» ne sont pas

disposés au hasard dans le cytoplasme: on constate qu'ils sont regroupés vers le bas et à droite (sur la photo) de la cellule. L'hormone semble surtout contenue dans une zone en forme de «U» incliné, proche de la membrane. Il y en a très peu aux alentours du noyau et vers le haut de la cellule.



42 - L'hormone fabriquée est contenue dans des espèces de «ronds». Si l'on regarde attentivement, on distingue une membrane autour de ces «ronds»: les molécules hormone sont donc enfermées dans des organites en forme de «poches», dans des sacs membranaires.

Un autre organe en forme de grande poche est la vacuole que l'on rencontre chez les cellules constituant les végétaux.

43 - Pour être utile, une hormone doit être transportée par le sang (cours de quatrième... oui, je sais...). Elle doit donc, de toute façon, sortir de la cellule. L'hormone fabriquée doit donc être rejetée en dehors de la cellule, dans l'environnement de la cellule (le milieu extracellulaire) et, de là, elle sera drainée par la circulation puis pourra atteindre le sang (les sacs qui contiennent l'hormone doivent donc permettre à cette dernière de traverser la membrane de la cellule).

### 5 - Où est Charlie ? (10 pts)

Vous devez identifier mitochondries, noyau, membrane, cytoplasme et chloroplaste dans la cellule photographiée.

Éliminez le piège n° 1: on précise bien dans la légende de la photo (toujours bien lire les légendes) qu'il s'agit d'une cellule pancréatique. Hors, les végétaux, qui possèdent les chloroplastes, n'ont pas, aux dernières nouvelles de pancréas. On est donc bien en présence d'une cellule animale, et il est inutile d'y chercher un chloroplaste: il n'y en a pas!

Pour le reste, le plus dur est de reconnaître les mitochondries. D'après votre portrait-robot, vous déduisez qu'une mitochondrie est «un truc ovale avec des barres en dedans», ce qui aide à les identifier. Pour le noyau, pas de problème, le cytoplasme non plus: c'est tout ce qui est en dehors du noyau. La membrane, elle apparaît comme un fin liseré sombre à la limite de la cellule. Il n'est pas évident de bien la voir tout autour de la cellule, mais elle est évidente à certains endroits. Correction complète page suivante.

## Rules, Britannia

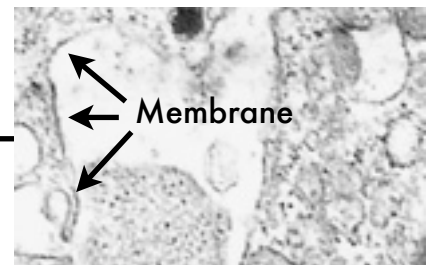
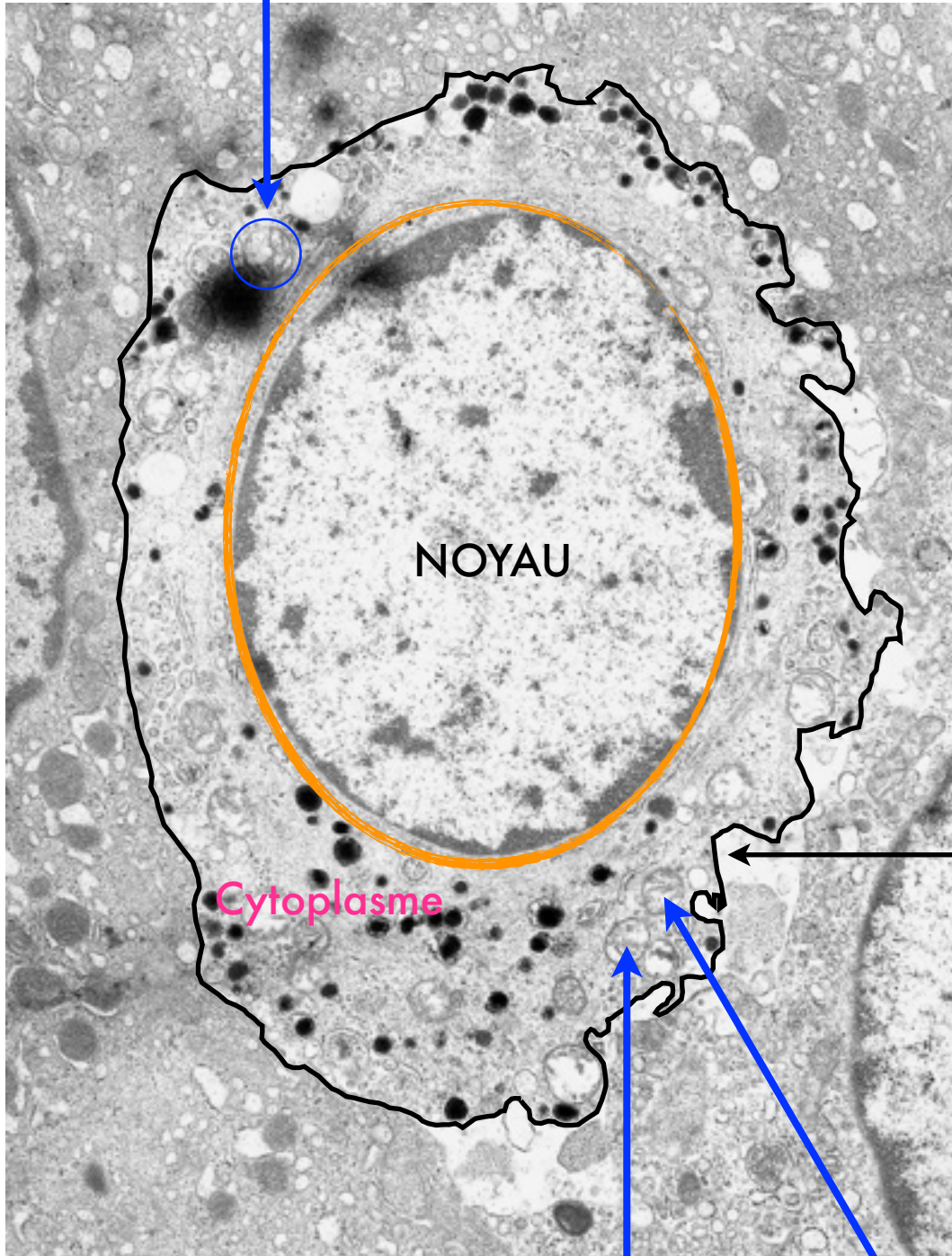
Szilard: «Busch a montré qu'on pouvait faire des lentilles à électrons, de Broglie a montré qu'ils ont des longueurs d'onde inférieures à l'angström. Pourquoi ne construisez-vous pas un microscope électronique, on pourrait voir les atomes avec lui!»

Gabor: «Oui, je sais. Mais on ne peut pas mettre de matière vivante dans le vide et tout serait brûlé et réduit en cendres sous le faisceau d'électrons.»

## Correction exercice 5



Mitochondrie  
(cerclée de bleu)



Le Noyau, bien centré, est grossièrement entouré en orange. Le cytoplasme, assez clair, l'entoure. J'ai repassé en gras la limite constituée par la membrane de la cellule, ici surprise en plein «travail» de fabrication et de rejet d'hormones. Photo de l'auteur - x 5000



Mitochondrie



Mitochondrie