

# ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINES

Durée : 4 heures

Coefficient : 3  
(Anatomie : 1,5 - Physiologie : 1,5)

## CORRIGE

### ANATOMIE

(30 points)

#### 1. OSTEOLOGIE

Le document I représente l'os coxal droit en vue latérale et en vue médiale (les mêmes numéros désignent les mêmes structures).

Annoter ce document en reportant les numéros sur votre copie (18 réponses attendues).

1. Crête iliaque
2. Epine iliaque antéro-supérieure
3. Echancrure inter épineuse
4. Epine iliaque antéro-inférieure
5. Limbe ou sourcil acétabulaire (= cotyloïdien)
6. Croissant articulaire
7. Arrière fond de l'acétabulum
8. Incisure acétabulaire
9. Epine pubienne ou tubercule pubien
10. Branche ischio-pubienne
11. Trou obturateur (ou obturé)
12. Tubérosité ischiatique
13. Acétabulum
14. Grande échancrure sciatique
15. Epine iliaque postéro-inférieure
16. Tubérosité iliaque
17. Surface articulaire
18. Ligne arquée ou innominée

#### 2. LE FOIE

2.1. Le document II représente une vue inféro-postérieure du foie.

2.1.1. Les lettres désignent quatre parties du foie : annoter en reportant les lettres sur votre copie (4 réponses attendues).

- A. Lobe hépatique gauche
- B. Lobe caudé (ou ancien lobe de Spiegel)
- C. Lobe carré
- D. Lobe hépatique droit

2.1.2. Les numéros désignent les empreintes d'un certain ombre d'organes sur le foie : annoter en reportant les numéros sur votre copie (8 réponses attendues).

1. Empreinte gastrique
2. Empreinte oesophagienne
3. Passage de la veine cave inférieure
4. Empreinte de la surrénale droite
5. Empreinte du rein droit
6. Empreinte duodénale
7. Empreinte colique
8. Empreinte de la vésicule biliaire

2.2. Le document III illustre une partie de la vascularisation de la région abdominale située sous le foie : annoter les structures désignées en reportant les numéros sur votre copie (8 réponses attendues).

1. Veine porte hépatique
2. Veine splénique
3. Veine mésentérique inférieure
4. Veine mésentérique supérieure
5. Artère mésentérique inférieure
6. Veine sigmoïdienne
7. Artère iliaque primitive droite
8. Veine colique supérieure droite

2.3. Expliquer le rôle et la constitution du système porte hépatique.

Le système porte hépatique recueille le sang veineux drainé des viscères digestifs et riche en nutriments et l'apporte au foie qui en retient une partie, afin de les transformer ou de les emmagasiner. Importance de l'idée du réseau de capillaires veineux intestinaux et de celui de capillaires veineux hépatiques associés par des vaisseaux de diamètre plus important, les veines mésentériques, (la veine splénique) et la veine hépatique.

2.4. Expliquer ce qu'est la segmentation hépatique.

Nature de la segmentation hépatique : repose sur le découpage du foie en plusieurs territoires vasculaires indépendants, en fonction :

- de la vascularisation porte qui permet de définir une segmentation portale ;
- de la vascularisation sus-hépatique qui permet de définir des secteurs hépatiques.

2.5. Le document IV est une vue inférieure d'une coupe anatomique axiale abdominale au niveau de la deuxième vertèbre dorsale ; certains numéros vous sont indiqués ; annoter en reportant les numéros restants sur votre copie (14 réponses attendues).

1. Vésicule biliaire
2. Duodénum (D1)
3. Antrum
4. Canal cholédoque
5. Veine porte hépatique
6. Artère hépatique
7. Tronc coeliaque
8. Artère splénique
9. Pancréas (queue)
10. Angle colique gauche
11. Rate
12. Rein gauche
13. Surrénale gauche

14. Pilier diaphragmatique gauche
15. Aorte abdominale
16. Veine azygos
17. Veine cave inférieure
18. Foie : lobe caudé

2.6. le document V résulte d'une observation microscopique du tissu hépatique au faible grossissement (document Va) et au fort grossissement (document Vb) [les mêmes numéros désignent les mêmes structures].

2.6.1. Donner un titre plus précis au document Va.

Lobules hépatiques

2.6.2. Annoter en reportant les numéros sur votre copie (5 réponses attendues).

1. Veine centrolobulaire (centrale)
2. Canalicule biliaire (interlobulaire)
3. Artère interlobulaire
4. Veine interlobulaire
5. Hépatocyte
6. Artère interlobulaire

2.6.3. Reproduire le tableau du document Vc en le complétant (16 réponses attendues).

	structure 1	structure 2	structure 3	structure 4
Nature du liquide véhiculé par cette structure	sang veineux	bile	sang artériel	sang veineux
Est-ce une structure nourricière ou fonctionnelle ?	fonctionnelle	fonctionnelle	nourricière	fonctionnelle
Origine du liquide véhiculé	veine interlobulaire	hépatique	artère hépatique	veine porte hépatique
Destinée du liquide véhiculé	vers les veines sus hépatique	vers les canaux biliaires	vers les veines sus hépatiques	vers les lobules hépatiques

2.6.4. Quel est le rôle précis du liquide véhiculé dans la structure n°2 ?

Rôle de la bile : réaliser une émulsion liquide stable.

### 3. SINUS PARANASaux ET VOIE RESPIRATOIRE

3.1. Le document VI représente une coupe frontale au niveau de la tête : annoter en reportant les numéros sur votre copie (6 réponses attendues).

1. Sinus frontal
2. Cellule du sinus ethmoïdal gauche
3. Orbite
4. Cornet nasal inférieur
5. Septum nasal
6. Sinus maxillaire

3.2. Le document VII représente une coupe frontale au niveau du larynx.

3.2.1. S'agit-il d'une vue antérieure ou postérieure ? Justifier.

Il s'agit d'une vue postérieure ; en effet, l'épiglotte et les sinus piriformes sont vus en totalité.

3.2.2. Annoter en reportant les numéros sur votre copie (8 réponses attendues).

1. Os hyoïde
2. Sinus piriforme
3. Bande ventriculaire (fausses cordes vocales)
4. Ventricule laryngé
5. Vraies cordes vocales (inférieures)
6. Premier cartilage trachéal
7. Cartilage cricoïde
8. Cartilage thyroïde

3.3. Le document VIII est une représentation schématique d'un cliché tomодensitométrique d'une coupe axiale au niveau de la sixième vertèbre cervicale.

3.3.1. Annoter en reportant les numéros sur votre copie (8 réponses attendues).

1. Cartilage thyroïde
2. Vraie corde vocale
3. Cartilage aryénoïde
4. Cartilage cricoïde (sommets)
5. Artère carotide primitive
6. Veine jugulaire interne
7. Veine jugulaire externe
8. Lobe droit de la glande thyroïde

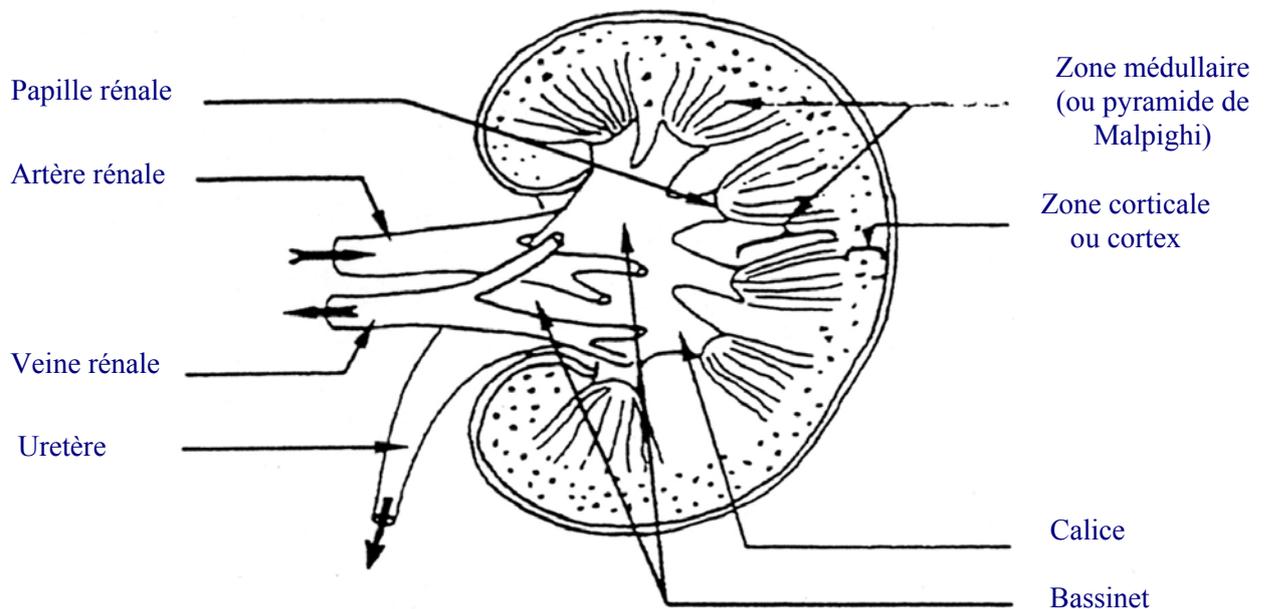
3.3.2. En vous aidant du document VII, préciser le niveau de la coupe par rapport à la glotte. Justifier.

Cliché réalisé au niveau glottique car présence des « vraies cordes vocales » ; niveau identifiable par l'aspect en « V » de l'espace glottique.

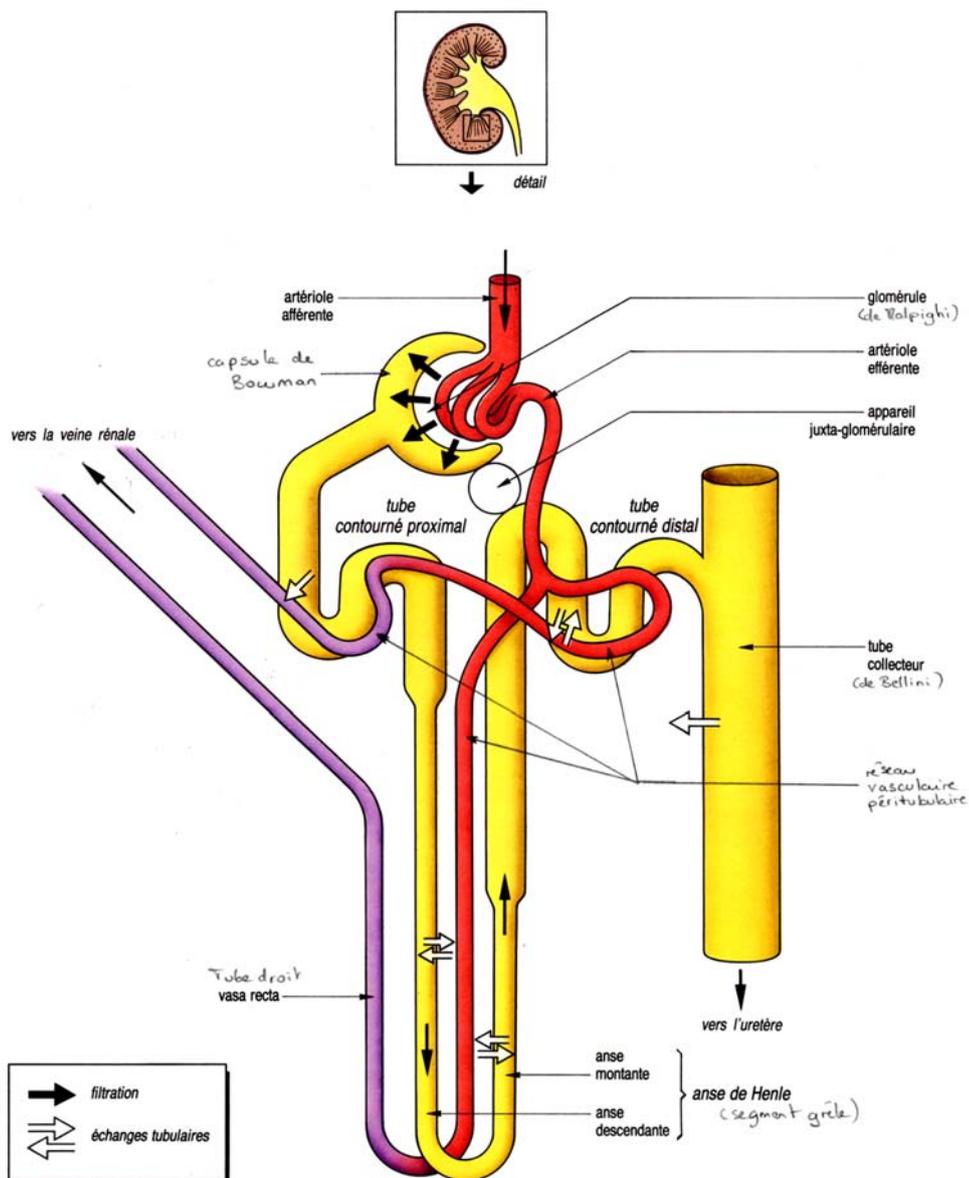
**1. INTERVENTION DES REINS DANS L'HEMOSTASIE**

Grâce à l'intervention de mécanismes régulateurs, le milieu intérieur présente une remarquable constance de température, de pH et de composition chimique, ce qui confère à l'organisme une relative autonomie vis-à-vis du milieu extérieur. Dans le maintien de la composition chimique, les reins jouent un rôle essentiel.

1.1. La figure 1 représente une coupe longitudinale d'un rein : annoter cette coupe qui sera à rendre avec la copie.



1.2. Légénder et donner un titre à la figure 2. Flécher le sens de circulation du sang sur cette figure 2 en utilisant la couleur conventionnelle appropriée (figure 2 à rendre avec la copie).



Le néphron représente l'unité structurale et fonctionnelle du rein. Le sang est filtré dans le glomérule, association d'un bouquet de capillaires - le floculus - et de l'extrémité borgne du néphron, la capsule de Bowman. La majorité de ce filtrat est réabsorbée au niveau des tubules (tubes contournés proximal et distal, anse de Henle, tube collecteur). Le reste constitue l'urine, qui rejoint l'uretère. L'aspect granuleux du cortex est dû à la présence de nombreux glomérules. Les anses de Henle et les tubes collecteurs déterminent l'aspect strié de la médulla.

1.3. le tableau 1 mentionne les concentrations de quelques constituants du plasma sanguin, de l'urine primitive du patient A et de l'urine définitive des patients A, B et C.

1.3.1. Comparer les compositions du plasma et de l'urine primitive du patient A et en déduire l'une des fonctions des reins.

L'urine primitive de A ne diffère du plasma que par l'absence de protéines. Ceci montre que le rein a une fonction de filtration puisque les protéines plasmatiques ne passent pas dans l'urine primitive.

- 1.3.2. Comparer l'urine primitive et l'urine définitive du patient A : en analysant précisément les données du tableau pour le glucose, pour les ions sodium, pour les ions ammonium et en déduire d'autres fonctions des reins.

Glucose : même concentration dans l'urine primitive et dans le plasma, alors qu'il est absent dans l'urine définitive ; le rein a donc une fonction de réabsorption du glucose.

Sodium : concentration plus élevée dans l'urine définitive que dans l'urine primitive, on en déduit que le rein a une fonction de concentration vis-à-vis de cette substance.

Ammonium : absent de l'urine primitive, se trouve à une concentration importante dans l'urine définitive ; le rein a une fonction de sécrétion vis-à-vis de l'ammonium.

- 1.3.3. Interpréter la donnée suivante : en une minute 130 mL d'urine primitive conduisent à 1 mL d'urine définitive.

L'urine définitive a un volume 130 fois plus faible que celui de l'urine primitive. Ceci montre que la plus grande partie de l'eau constituant l'urine primitive est réabsorbée par les néphrons.

- 1.3.4. Calculer la quantité de glucose réabsorbé par 24 heures chez le patient A (on précise que la masse molaire du glucose est de  $180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

En une minute, 130 mL d'urine primitive contenant  $5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  sont filtrés ; ceci correspond à  $130 \text{ (mL)} \times 60 \text{ (mn)} \times 24 \text{ (h)} = 187\,200 \text{ mL}$  soit  $187,2 \text{ L}$  par 24 heures.

La quantité correspondante de glucose est donc de  $5 \text{ (mmol)} \times 187,2 = 936 \text{ mmol}$  par jour.

La masse de glucose équivalente est de  $936 \times 180/1000 \approx 168,5 \text{ g}\cdot 24 \text{ h}^{-1}$ .

- 1.3.5. Quelles sont les anomalies présentées par le patient B ?

Le patient B présente une glycosurie et une protéinurie.

- 1.4. Le tableau 2 indique les quantités habituelles d'urine émises par 24 heures par les patients A, B et C.

- 1.4.1. L'ingestion par le patient A de 1 L d'eau en moins d'une demi-heure, modifie passagèrement sa diurèse qui revient à la normale 3 heures après cette ingestion. Mentionner les modifications induites dans le milieu intérieur par l'ingestion de cette quantité d'eau et la réaction des reins qui en résulte.

L'ingestion de 1L d'eau pure par le patient A en moins d'une demi-heure aboutit à diminuer la concentration du plasma (tendance à la turgescence des cellules sanguines) et à augmenter le volume plasmatique (tendance à l'hypertension), les reins répondent par une augmentation de la diurèse en diminuant le volume d'eau réabsorbé et permettent ainsi le retour à la normale.

- 1.4.2. Chez le patient B on injecte par voie intraveineuse des extraits posthypophysaires : le volume d'urine émis est alors de 1,5 L par jour : interpréter. Préciser le nom de la substance mise en jeu, son lieu d'élaboration et son rôle au niveau des reins.

Il existe dans l'extrait posthypophysaire une substance permettant de diminuer la diurèse ; il s'agit de l'hormone ADH (ou vasopressine) élaborée par l'hypothalamus. Elle agit au niveau des reins en augmentant la réabsorption de l'eau par le tube distal.

- 1.4.3. En utilisant les résultats figurant dans les tableaux 1 et 2, calculer la quantité de sodium éliminé en 24 heures dans les urines des patients A et C (on précise que la masse atomique du sodium est de  $29,9 \text{ g.mol}^{-1}$ ).

L'urine définitive du patient A contient  $200 \text{ mmol.L}^{-1}$  d'ions sodium. Comme ce patient élimine  $1,5 \text{ L}$  d'eau par jour, il élimine donc  $200 \times 1,5 = 300 \text{ mmol}$  ou  $0,3 \text{ mol}$  de sodium par jour, ce qui correspond à  $1,3 \times 29,9 = 9 \text{ g.j}^{-1}$ .

Pour le patient C, la quantité de sodium éliminée en 24 heures est de  $(300 \times 4) \times 29,9 = 36 \text{ g.j}^{-1}$ .

- 1.4.4. Indiquer le nom de l'hormone qui agit sur le comportement rénal vis-à-vis du sodium. Préciser son action.

L'hormone qui agit sur le comportement des reins vis-à-vis du sodium est l'aldostérone : elle augmente la réabsorption du sodium par les tubules rénaux (action sur la réabsorption facultative du sodium au niveau du tube contourné distal).

- 1.4.5. Le patient C présente une atrophie de la corticosurrénale : peut-on alors comprendre les résultats obtenus à la question 1.4.3. ? Pourquoi ?

Le patient C présente une atrophie de la corticosurrénale et élimine  $2,7$  fois plus d'eau que le patient A, de plus, le tableau 1 montre que ses tubules rénaux réabsorbent moins de sodium que la normale. Cette faible réabsorption est due à un déficit en aldostérone, sécrétée par les corticosurrénales qui, atrophiées, ne sécrètent pas assez d'aldostérone.

- 2.1. La diphtérie est une maladie infectieuse due à un bacille qui reste localisé au niveau de la gorge mais qui sécrète une exotoxine très active. Cette toxine provoque des lésions cardiaques et des lésions nerveuses entraînant la paralysie de certains muscles dont les muscles respiratoires. La toxine, additionnée de formol, puis placée à l'étuve à  $40^\circ$  pendant un mois devient l'anatoxine diphtérique.

Le tableau 3 montre différentes expériences réalisées sur des souris.

Etudier et interpréter les expériences 1 à 4 : en déduire les caractéristiques de l'immunité ainsi mises en évidence.

Expérience 1 : la toxine diphtérique, injectée, est mortelle pour la souris.

Expérience 2 : l'anatoxine diphtérique n'empêche nullement la mort de la souris suite à une injection de toxine diphtérique si le délai entre les deux injections est court.

Expérience 3 : si ce délai est suffisamment long, l'anatoxine exerce un effet protecteur permettant la survie de la souris.

Expérience 4 : l'injection d'anatoxine diphtérique ne protège pas les souris contre la toxine tétanique : mise en évidence de la spécificité de la réaction immunitaire développée contre l'anatoxine diphtérique.

- 2.2. Le tableau 4 montre les conditions et les résultats de l'expérience 5 : on prélève du sang de l'animal C ayant survécu à l'expérience. Le sérum obtenu à partir de ce sang est inoculé à un animal E n'ayant jamais reçu d'injection d'anatoxine diphtérique auparavant. Le même jour, on injecte à l'animal E de la toxine diphtérique : l'animal survit.

- 2.2.1. Indiquer le type d'immunité mis en évidence par cette expérience ; justifier votre réponse.

Cette expérience met en évidence l'immunité à médiation humorale. En effet, l'expérience 5 montre que la protection obtenue à la suite de l'injection d'anatoxine diphtérique est due à des substances solubles présentes dans le sérum de l'animal traité puisque l'injection de sérum provenant d'un animal traité à un autre animal protège immédiatement ce dernier des effets de la toxine diphtérique.

2.2.2. A partir de vos connaissances, nommer la (les) substance(s) assurant l'immunisation.

Ces substances solubles sont des anticorps anti-toxine diphtérique, qui sont des immunoglobulines (protéines) produites lors de la réponse immunitaire à médiation humorale chez l'animal C et transférées à E par injection.

2.2.3. Les figures 3A et 3B présentent deux cellules, un plasmocyte et un lymphocyte B : identifier, en vous justifiant, chacune de ces cellules.

Figure 3A : lymphocyte B

Figure 3B : plasmocyte. Abondance de REG traduisant une grande capacité de synthèse protéique (cf les immunoglobulines mentionnées ci-dessus).

2.2.4. Préciser le lien chronologique existant entre ces deux cellules.

Les plasmocytes se forment à partir des lymphocytes B à la suite d'une stimulation immunitaire, les LB prolifèrent et se différencient en plasmocytes sous l'influence d'interleukines synthétisées par les LT4. Cette différenciation se caractérise par un important développement du REG au niveau duquel sont synthétisées les immunoglobulines.

2.3. A laquelle des expériences précédentes correspondent la vaccination et la sérothérapie ? Justifier.

L'expérience 3 correspond à la vaccination puisqu'elle consiste à administrer un antigène capable de déclencher une réaction immunitaire spécifique qui se révélera efficace au bout d'un certain temps.

L'expérience 5 correspond à la sérothérapie puisqu'elle consiste à administrer un sérum à un animal pour lui conférer une protection immédiate contre un agent étranger.

2.4. Indiquer les deux caractéristiques de l'anatoxine justifiant son emploi en thérapeutique.

L'anatoxine :

- n'est pas toxique
- déclenche spécifiquement une réponse immunitaire contre la toxine correspondante.

2.5. Chez l'homme, on effectue trois injections d'anatoxine à 15 jours d'intervalle, puis une nouvelle injection au bout d'un an.

2.5.1. Expliquer l'intérêt de ces injections.

Les trois premières injections ont pour but de maintenir un niveau suffisant d'anatoxine dans l'organisme de façon à déclencher une réponse primaire. L'injection de rappel a pour but de déclencher une réponse secondaire caractérisée par une production plus massive et plus rapide d'anticorps lorsque l'organisme a déjà été le siège d'une réponse primaire est confronté de nouveau au même antigène, même en faible quantité.

2.5.2. Préciser la propriété du système immunitaire qui a été exploitée.

La propriété exploitée ici est la mémoire immunitaire. Lorsqu'une réponse primaire contre un antigène a eu lieu, l'organisme qui a mis en mémoire cet antigène au niveau des lymphocytes mémoires, détecte ensuite plus rapidement le même antigène et déclenche une réponse spécifique plus importante en produisant les immunoglobulines spécifiques.

## **2. UN ASPECT DU MECANISME DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE**

Pour comprendre un des aspects de la contraction musculaire, on réalise deux expériences et on effectue deux observations.

Expérience 1 : certaines espèces d'invertébrés possèdent des fibres musculaires de grande taille. On injecte dans une telle fibre une substance chimique, l'équorine qui émet de la lumière en présence d'ions calcium. La stimulation d'une fibre musculaire ainsi préparée provoque l'illumination brève du hyaloplasme.

Expérience 2 : l'injection de calcium, à l'aide d'une microseringue, dans une fibre musculaire au repos déclenche une contraction musculaire.

Observation 1 : le réticulum endoplasmique lisse de la fibre musculaire est très abondant et riche en ions calcium.

Observation 2 : les graphes de la figure 4 traduisent les variations de quelques paramètres, variations consécutives à la stimulation efficace d'une fibre musculaire placée dans une solution d'équorine.

### 3.1. Etudier et interpréter ces expériences et ces observations.

Les schémas 5A et 5B de la figure 5 ont été effectuées à partir d'observations, faites au microscope électronique, de fibre musculaire : 5A = fibre au repos/5B = fibre après injection de calcium dans le hyaloplasme de la fibre.

L'expérience 1 indique que la stimulation d'une fibre musculaire provoque une élévation brusque et brève de la lumière : la contraction musculaire provoque une concentration hyaloplasmique de calcium.

L'expérience 2 montre que le calcium est à l'origine de la contraction.

L'observation 1 permet d'émettre l'hypothèse que le calcium est stocké dans le réticulum endoplasmique de la fibre musculaire.

L'observation 2 permet d'établir la séquence des événements aboutissant à la contraction musculaire : la stimulation déclenche la genèse de la propagation d'un potentiel d'action musculaire, puis la mobilisation du calcium réticulaire et enfin la contraction musculaire.

### 3.2. Utiliser vos connaissances et les figures 5A et 5B afin de préciser les modalités d'intervention des ions calcium dans la contraction musculaire.

L'observation 3 montre que la contraction musculaire est liée au raccourcissement du sarcomère dû au glissement des myofilaments fins d'actine par rapport aux myofilaments épais de myosine.

On remarque sur la figure 5A la présence d'invaginations (les tubules T) se terminant en cul de sac à proximité du réticulum ; c'est à ce niveau que le PA musculaire provoque la libération des ions calcium par le réticulum + modalités d'intervention du  $\text{Ca}^{2+}$ .