

## BIOLOGIE 2

Durée : 1 heure 30 minutes

---

**Les calculatrices ne sont pas autorisées pour cette épreuve.**

**L'usage de tout ouvrage de référence et de tout document est strictement interdit.**

**Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre.**

**Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.**

**Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.**

---

## LES VITAMINES

### 1. CAS DES VITAMINES B2 ET PP

Par définition, une vitamine est une molécule que l'organisme ne synthétise pas ou pas en quantité suffisante, elle doit donc être apportée par l'alimentation. En cas de carence alimentaire, des troubles importants peuvent être observés. Chez l'homme, une carence en vitamine B2 se traduit par des lésions cutanées et des problèmes oculaires : larmoiement et opacification de la cornée. Par ailleurs, la pellagre est une maladie due à un déficit en vitamine PP dont les trois symptômes caractéristiques sont la démence, la diarrhée et la dermite. On cherchera donc à préciser le rôle de ces molécules dans le fonctionnement de l'organisme.

Le document 1 présente la formule chimique de la vitamine B2 aussi appelée riboflavine ainsi que celle de la vitamine PP aussi appelée nicotinamide. Le document 2 présente la formule chimique de deux métabolites cellulaires : le FAD et le NAD.

- 1.1. Quelle relation peut-on proposer entre les deux vitamines et les deux métabolites présentés dans ces documents 1 et 2 ?**
- 1.2. Décrivez les composants des molécules présentées dans le document 2 de manière à pouvoir les replacer dans une classification des molécules organiques biologiques.**
- 1.3. Dans quel type de réactions chimiques interviennent les métabolites du document 2 ?**
- 1.4. Justifiez le terme de coenzyme donné à ces métabolites.**
- 1.5. Identifiez et légendez sur votre copie, l'organite du document 3.**
- 1.6. A l'aide de l'exemple de la cellule animale, faites un schéma fonctionnel qui illustre la diversité des phénomènes impliquant les métabolites du document 2.**
- 1.7. Tirez une conclusion sur le rôle des vitamines B2 et PP dans l'organisme.**

### 2. CAS DE LA VITAMINE A

Le document 5 présente la formule chimique de la vitamine A ou rétinol.

- 2.1. Décrivez cette molécule de manière à pouvoir la replacer dans une classification des molécules organiques biologiques.**

La carence en vitamine A chez l'enfant est la première cause de cécité dans le monde. On se propose d'étudier le lien entre la vitamine A et la vision. Un bâtonnet est une des cellules

photoréceptrices de la rétine des Mammifères. Sa structure est représentée sur le document 4. Le segment externe est rempli d'un empilement de saccules appelés disques dont la membrane contient une forte concentration de rhodopsine. La rhodopsine est une hétéroprotéine, constituée d'une protéine, l'opsine et du rétinol. Sous l'effet de la lumière, elle est activée en métarhodopsine II dans laquelle le rétinol sous forme cis dans la forme inactive est isomérisé en transrétinal.

## **2.2. Quel est le lien entre la vitamine A et la vision ?**

A l'aide d'une microélectrode intracellulaire, on enregistre le potentiel de membrane d'un bâtonnet à l'obscurité en réponse à des éclairs lumineux brefs, d'intensité croissante. Les résultats sont présentés dans le document 6.

## **2.3. Décrivez l'événement induit par la lumière sur la membrane des bâtonnets.**

On réalise une expérience de patch-clamp sur la membrane plasmique du segment externe du bâtonnet contenant un canal à sodium. L'ensemble microélectrode et fragment de membrane est plongé dans une solution sans  $GMP_c$  puis avec  $GMP_c$  et à l'obscurité. On impose au potentiel de membrane une valeur constante de 75 mV. L'enregistrement obtenu est présenté dans le document 7.

D'autre part, des études ont montré une diminution de la concentration en  $GMP_c$  dans les cellules de bâtonnets à la lumière.

## **2.4. Expliquez le mécanisme à l'origine de l'événement décrit précédemment à partir de ces informations.**

Paul Liebman en 1978 a observé qu'un photon pouvait activer plusieurs centaines de molécules de phosphodiesterase par seconde dans des préparations de segment externe de bâtonnet. La phosphodiesterase (PDE) catalyse la réaction suivante :  $GMP_c + H_2O \rightarrow GMP$ .

## **2.5. Exploitez cette donnée pour compléter le mécanisme décrit précédemment.**

L'activation de la phosphodiesterase étant dépendante du GTP, l'équipe de L. Stryer a utilisé du GTP radioactif pour isoler du segment externe du bâtonnet, une protéine de la membrane des disques constituée de trois sous-unités,  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ , capable de se lier au GTP qu'il a appelé transducine. Ils ont ensuite recherché un lien entre la transducine et la phosphodiesterase. Au cours de cette étude, trois types d'expériences sont réalisées :

- On éclaire des membranes artificielles contenant de la rhodopsine et de la transducine, placées dans une solution contenant du GppNHp, un analogue structural du GTP non hydrolysable. On mesure la fixation de cet analogue à la transducine en fonction de la quantité de rhodopsine activée par la lumière. Les résultats obtenus sont présentés sur le document 8.

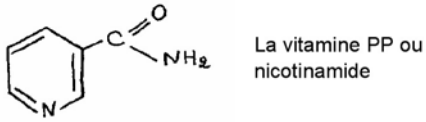
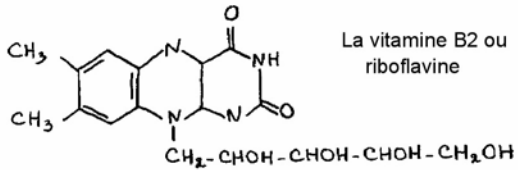
- Si on remplace le GppNHp par du GTP radioactif, on constate que la molécule radioactive fixée sur la transducine n'est pas du GTP mais du GDP.

- On réalise une filtration sur colonne d'une suspension de transducine d'abord purifiée puis ayant lié le GppNHp. Cette méthode de filtration sépare les molécules selon leur taille en fonction du temps. Les prélèvements réalisés à intervalles réguliers sont appelés fractions. Sur chaque fraction obtenue, on identifie et on dose la protéine récoltée. Les résultats obtenus apparaissent sur le graphique du haut du document 9. On dose le GppNHp contenu dans la fraction et on obtient le graphique du milieu du document 9. On évalue l'activation de la phosphodiesterase induite par la fraction, les résultats correspondants sont présentés sur le graphique du bas du document 9.

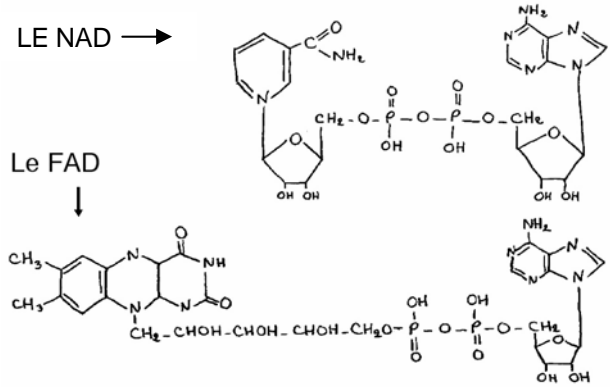
## **2.6. Dégagez les caractéristiques de la transducine à partir de chacune de ces données en justifiant votre réponse.**

## **2.7. Représentez le fonctionnement d'un bâtonnet exposé à un éclair lumineux sous forme d'un schéma bilan qui se limitera aux informations acquises des questions 2.1. à 2.6.**

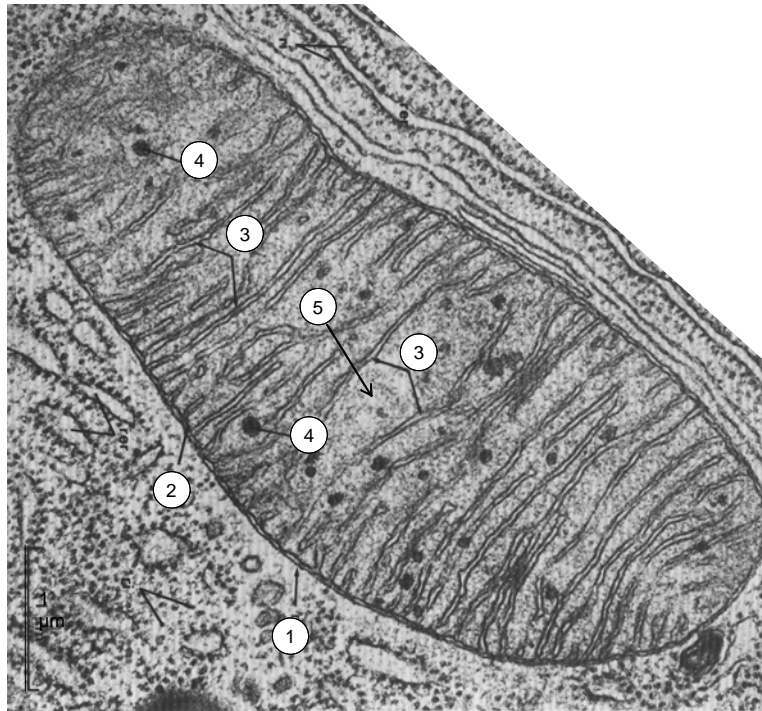
**Document 1 : Formule chimique des vitamines B2 et PP.**



**Document 2 : Formule chimique de deux métabolites cellulaires.**

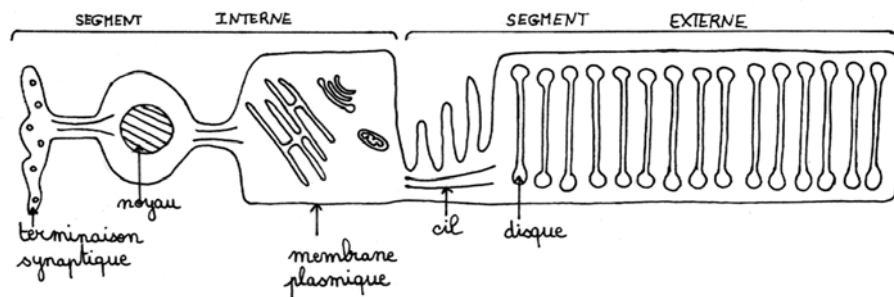


**Document 3 : Electronographie d'un organe cellulaire.**

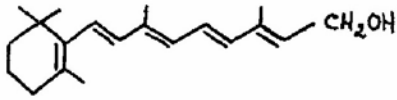


D'après "Biologie et physiologie cellulaire", Hermann, 1978

**Document 4 : Structure d'un bâtonnet.**

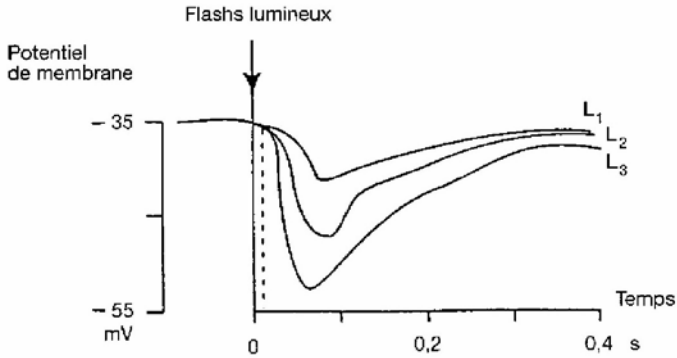


**Document 5 : Formule chimique de la vitamine A.**



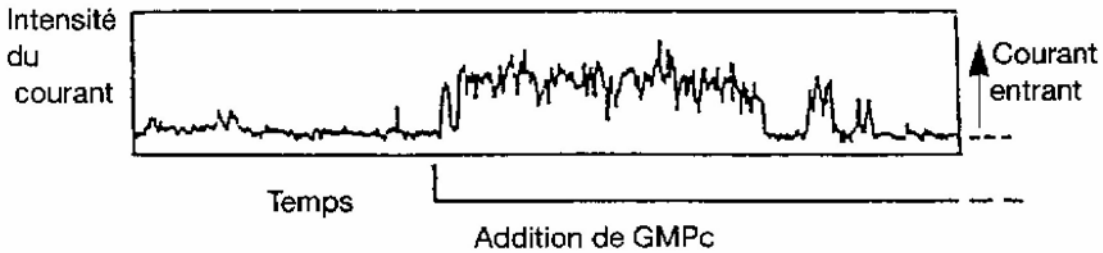
**Document 6 : Mesure du potentiel de membrane du segment externe.**

Enregistrement de la réponse d'un bâtonnet à des éclairs lumineux d'intensité croissante ( $L_1 < L_2 < L_3$ )  
L'électrode réceptrice est intracellulaire.



D'après « Les mécanismes de la vision », Belin, 1989

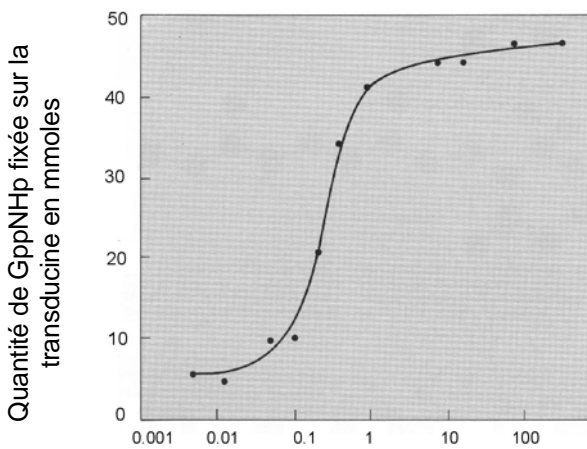
**Document 7 : Expériences de patch-clamp.**



10 millisecondes

D'après " Les Mécanismes de la vision", Belin, 1989

**Document 8 : Quantité de GppNHp fixé sur la transducine en fonction de l'activation de la rhodopsine.**



Quantité de rhodopsine activée par la lumière en mmoles

D'après « Les mécanismes de la vision », Belin, 1989

**Document 9 : Résultats de l'analyse des fractions de transducine.**

