

Epreuve - Matière : 101 - 3760

Session : 2026

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Ces dernières années, le célèbre entrepreneur américain Elon Musk et son équipe de recherche travaillent sur l'implantation d'une puce informatique "Neuralink" qui a pour but d'augmenter les capacités cérébrales. Cependant, il existe un obstacle de taille : parvenir à établir une communication entre les cellules cérébrales et la puce numérique.

Depuis l'apparition de la vie pluricellulaire, il existe différentes formes de communications entre les cellules, cela permet le bon fonctionnement et la coordination entre les différentes cellules de l'être vivant. Les cellules sont délimitées par une bicouche lipidique appelée membrane plasmique. Cette dernière possède un rôle central dans la communication entre cellules de par ses propriétés biochimiques et structurales. La pluricellularité n'existant pas chez les procaryotes, nous traiterons dans cette synthèse uniquement

~~Quelles sont les propriétés biochimiques et structurales~~

d'eucaryotes pluricellulaires, notamment de micéozoaires et de végétaux.
Quelles sont les propriétés biochimiques et structurales de la membrane plasmique des pluricellulaires? Quelles sont les différentes formes de communications existant entre les cellules? Comment fonctionnent-elles?
Et quelles sont leurs fonctions dans l'organisme?

Pour répondre à cette problématique, nous traiterons dans un premier temps de la structure et des propriétés biochimiques de la membrane plasmique. Puis, dans un second temps nous verrons comment la membrane permet une communication nerveuse. Ensuite, nous nous intéresserons lors d'une 3^e partie à la communication hormonale en lien avec la membrane. Enfin, nous terminerons en abordant d'autres types de communications intercellulaires telles que les jonctions communicantes et les plasmodesmes.

I. La membrane plasmique des pluricellulaires possède des propriétés structurales et biochimiques nécessaires à la communication intercellulaire.

A. La membrane plasmique délimite le cytoplasme de l'extérieur de la cellule.

En utilisant la microscopie électronique à transmission (MET), il est possible d'observer des cellules à haute résolution via le passage d'un faisceau d'électrons sur un échantillon ultrafin. Cela permet d'observer la membrane plasmique et plus généralement la cellule entière (figure 1)

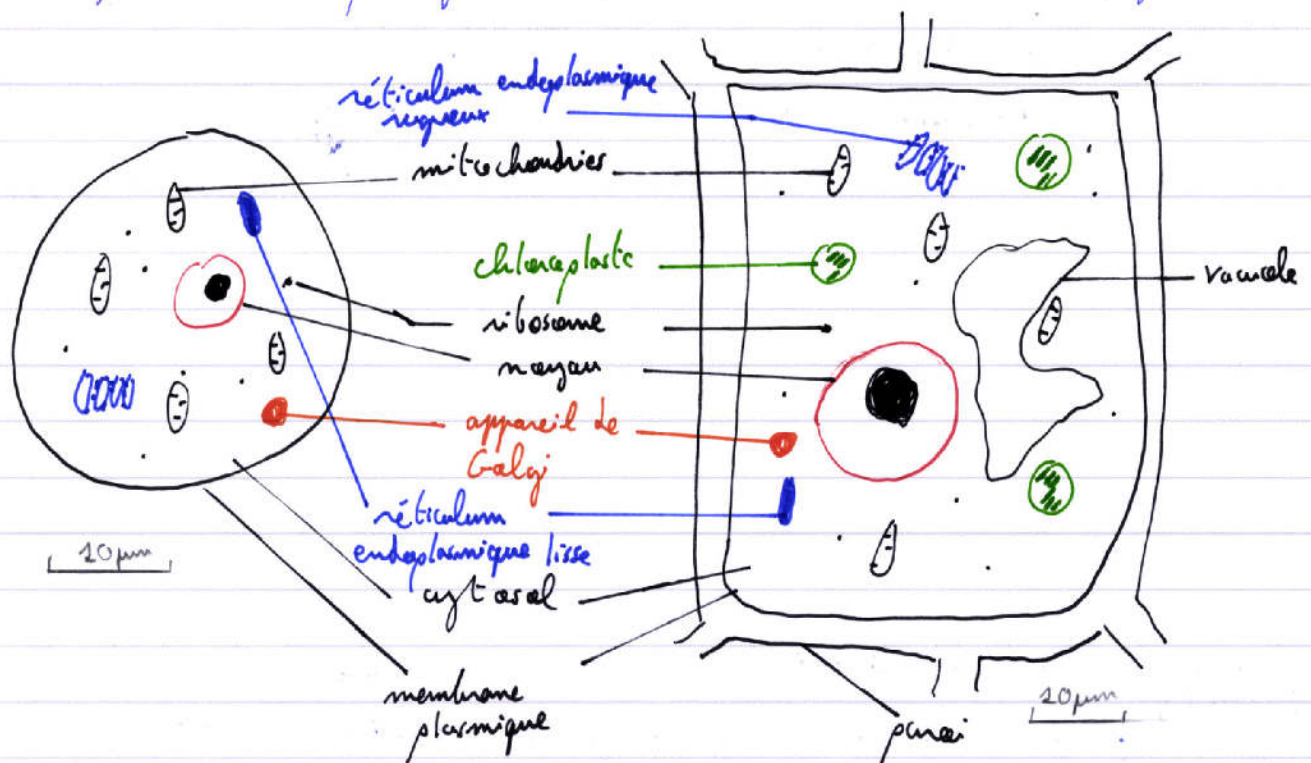


Figure 1 : Schéma d'une cellule animale à gauche et d'une cellule végétale à droite.

Tous les êtres vivants sont constitués d'une membrane plasmique. Du côté intérieur chez les pluricellulaires, on retrouve les différents organites et le noyau. Il y a en plus chez les végétaux une paroi recouvrant la membrane plasmique.

La membrane est une protection physique, chimique, osmotique pour la matière organique se trouvant à l'intérieur.

B. La membrane plasmique est une bicouche phospholipidique laissant passer uniquement certaines molécules.

En utilisant un spectromètre de masse qui sépare les atomes en

fonction de leur masse et de leur charge, il est possible d'identifier les molécules constituant la membrane plasmique. Celle-ci est une bicouche phospholipidique dont le lipide principal est la phosphatidylcholine (Figure 2)

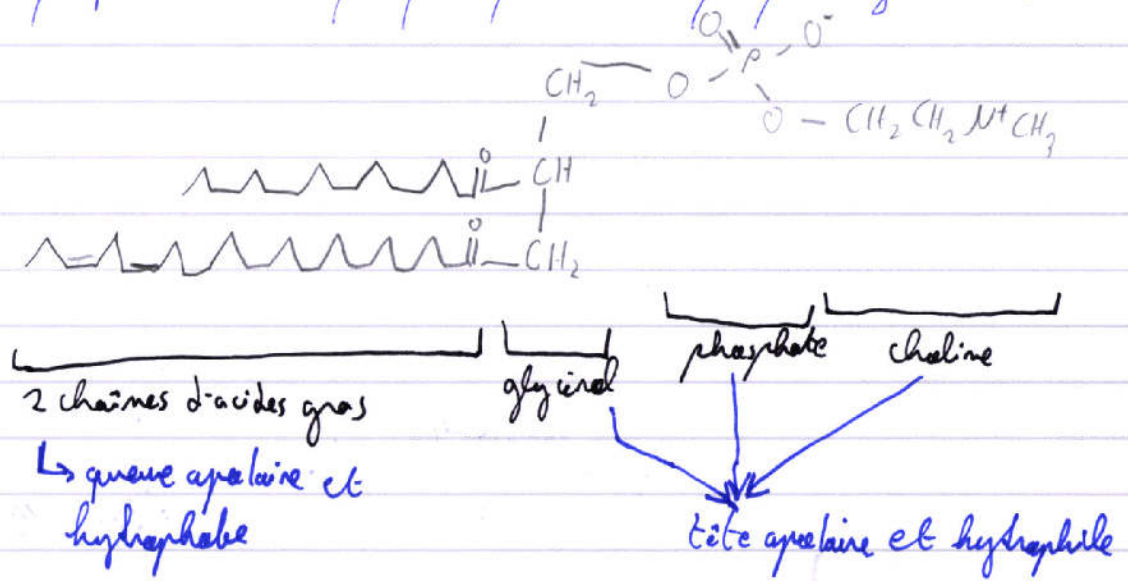


Figure 2 : Schéma de la phosphatidylcholine

C'est une molécule amphiphile avec donc une partie hydrophile et une partie hydrophobe. Les interactions hydrophobes organisent alors la membrane plasmique. Les parties hydrophobes évitent tout contact avec l'eau, cela explique l'organisation de la membrane plasmique en bicouche (Figure 3).

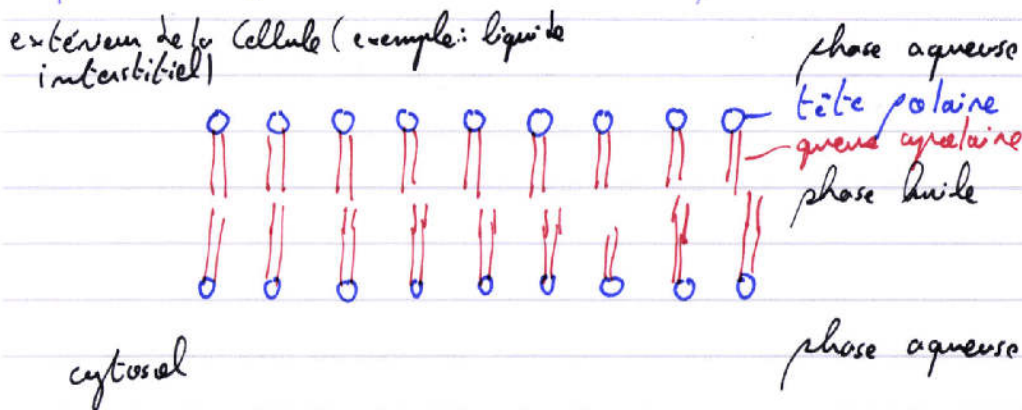


Figure 3 : Schéma de la membrane plasmique

Cela fait que la membrane a une perméabilité sélective. Certains messagers, hydrophobes vont pouvoir traverser la membrane comme les hormones stéroïdiennes. Tandis que d'autres tels que les hormones hydrophiles (ex: l'insuline) ou les neurotransmetteurs vont agir via un récepteur membranaire.

7.11 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 3760 Session : 2026

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

C. La membrane plasmique contient des protéines transmembranaires ayant un rôle dans la communication intercellulaire.

En utilisant une cristallographie à rayons X (qui consiste à obtenir un cristal de l'échantillon et à l'irradier de rayons X pour obtenir une image via diffraction des rayons X sur les électrons), on peut observer la structure de différentes protéines membranaires. Il y a des protéines qui servent de récepteurs membranaires (Figure 4)

liquide interstitiel

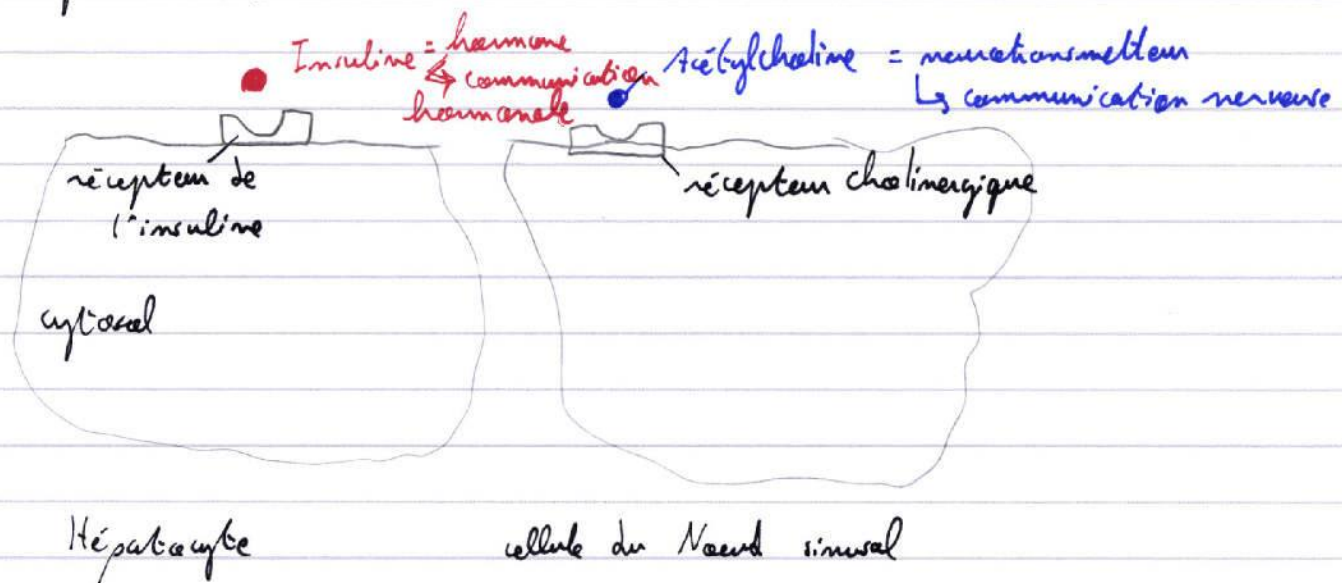


Figure 4: Récepteurs protéiques à hormones et de neurotransmetteurs

Cela permet aux cellules de recevoir un message.

2.1.5.

De plus, il existe aussi des protéines transmembranaires ayant un rôle de canaux à ions comme les canaux Na^+ et K^+ qui ont un rôle dans la dépolarisation de la cellule lors de la communication nerveuse. Il y a également des enzymes membranaires comme la Na^+/K^+ ATPase permettant de maintenir un potentiel de repos au cours de la communication nerveuse. (Figure 5)

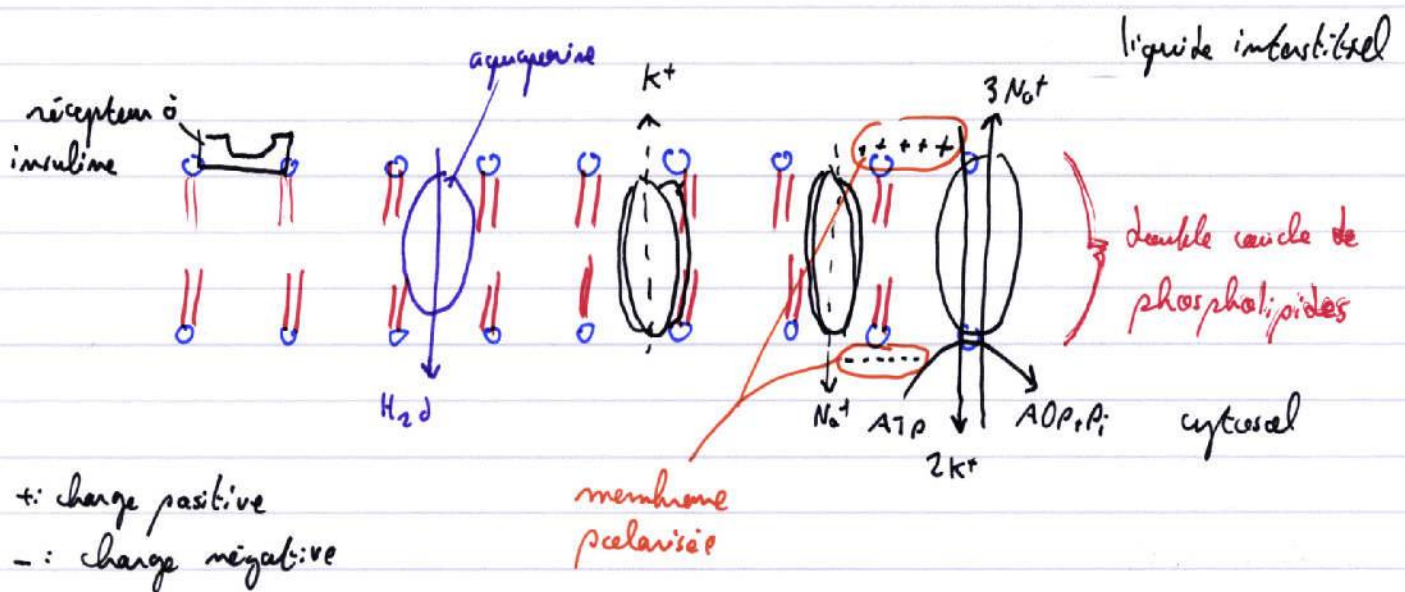


Figure 5: Schéma de différentes protéines transmembranaires

La membrane plasmique est donc polarisée. Il y a des charges négatives dans la cellule et positives à l'extérieur, c'est ce qu'on appelle le différentiel de potentiel membranaire (ddp), cela maintient un potentiel de repos et permet aux cellules nerveuses d'être excitables. Nous allons maintenant voir en détail comment ces protéines membranaires permettent une communication nerveuse.

II. La membrane plasmique permet une communication nerveuse intercellulaire

A. Le réflexe myotatique est un exemple de communication nerveuse par synapse électriques.

L'expérience de Sherrington consistant à appliquer un étirement sur le muscle d'un chien décérébré permit de mettre en évidence un réflexe myotatique. En effet, une frêsse de contraction intervenait lorsque le muscle était étiré. Lorsque l'on dénervait le muscle, on n'observait plus cette frêsse, montrant ainsi qu'il y avait une origine nerveuse à la contraction du muscle. Et le chien étant décérébré, le message nerveux ne passait donc pas par le cerveau mais par la moelle épinière. (Figure 1)

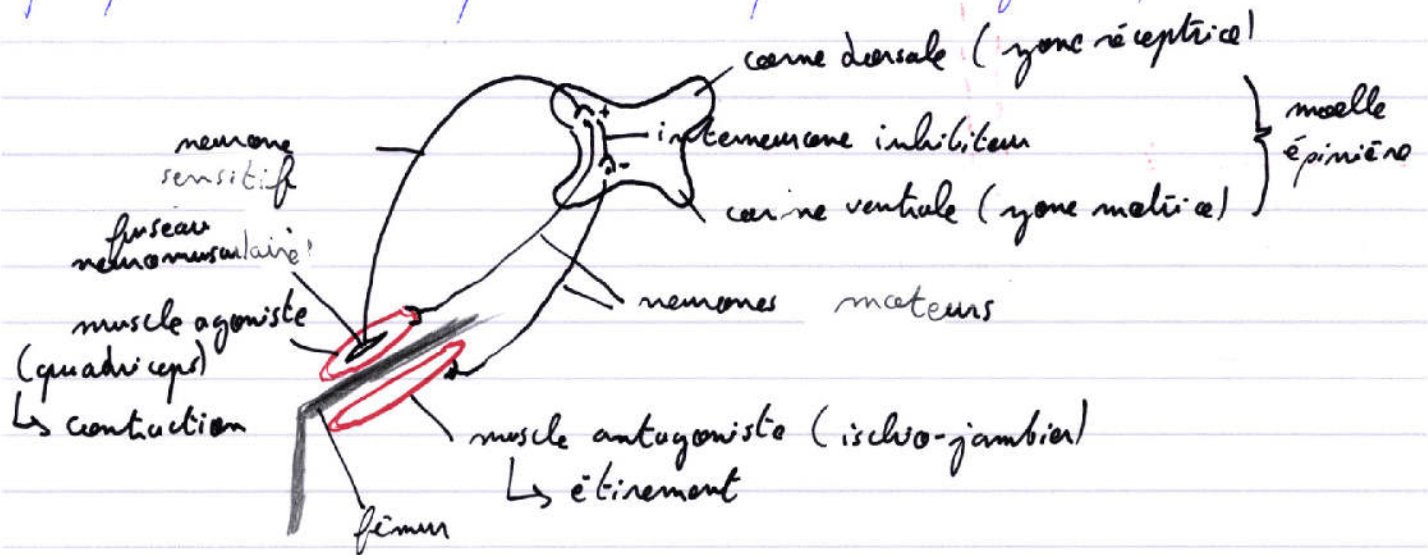


Figure 1: Schéma du réflexe myotatique sur une jambe d'Homme sapiens.

Des cellules dans le fuseau neuromusculaire détectent l'étirement du muscle et un neurone sensible transmet électriquement l'information dans la moelle épinière à un motoneurone permettant de contracter le muscle et à un interneurone inhibiteur couplé à un motoneurone permettant d'étirer le muscle antagoniste.

Le réflexe permet de protéger le muscle d'un étirement trop important et fonctionne grâce à des courants électriques générés grâce à la dép de la membrane plasmique. C'est une forme de communication rapide (quelques ms) et spécifique dans le sens où le message est diffusé à des cellules de l'organisme bien précises.

B. Les neurones, cellules de la communication nerveuse ont une structure et des caractéristiques particulières.

La microscopie électronique à transmission permet d'observer la structure des neurones. Elles sont composées de dendrites, d'un axone et d'un corps cellulaire (Figure 2). Ce sont des cellules excitables et amitotiques.

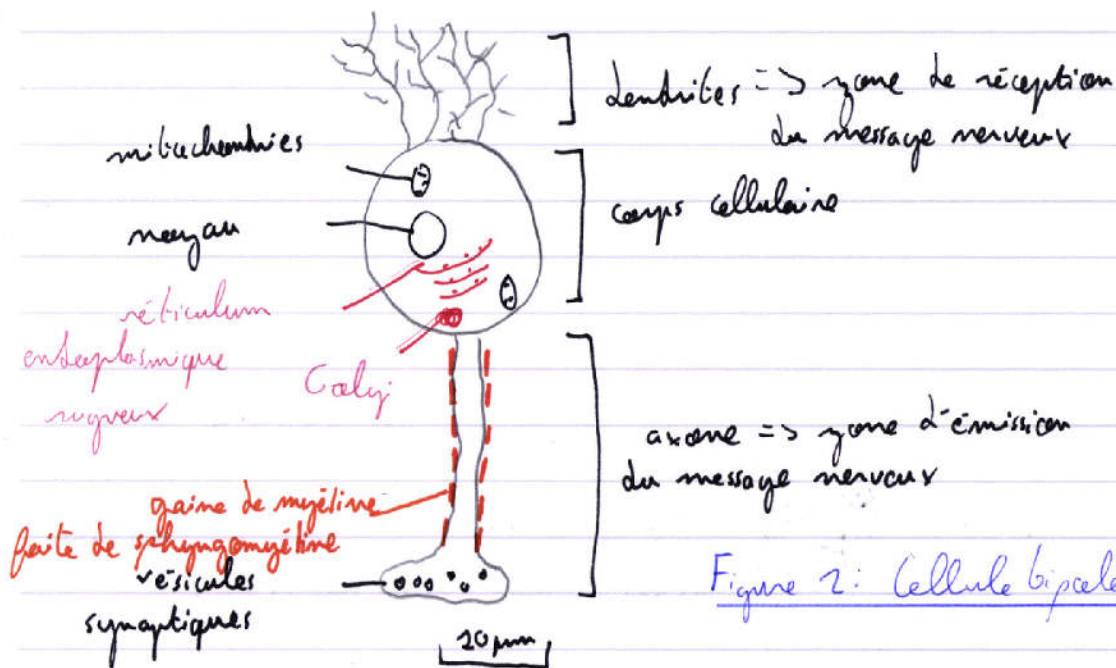


Figure 2: Cellule bipolaire de rétine humaine

C. Le potentiel d'action répond au principe de tout ou rien.

En travaillant sur des axones de calmars qui sont très épais, on peut appliquer différentes tensions avec un générateur sur l'axone et mesurer l'intensité électrique au bout de l'axone (Figure 3).

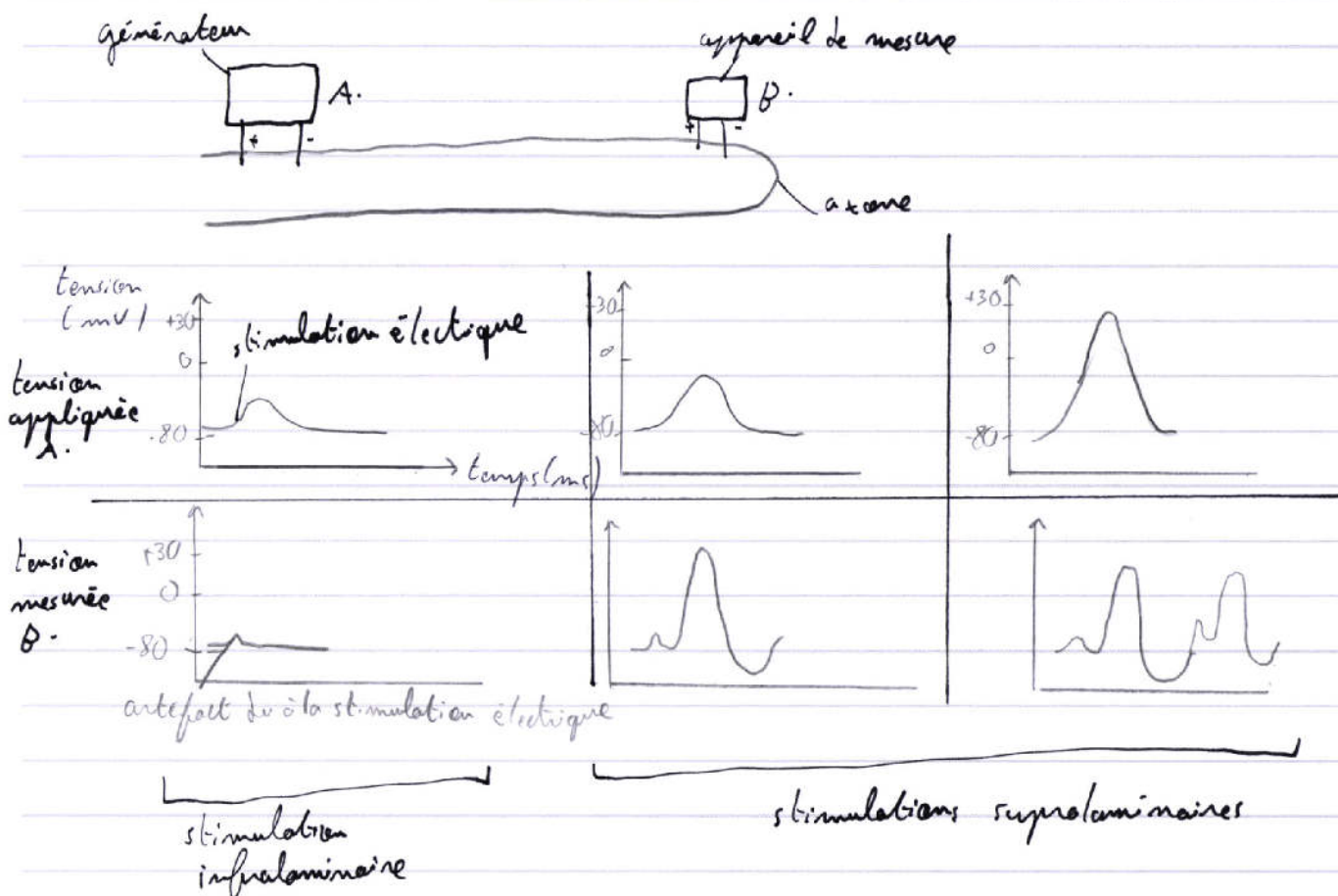


Figure 3: Expérience de stimulations électriques sur les axones de calmars

7.11 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 3760 Session : 2026

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

On voit qu'en appliquant une faible tension ($< -40\text{mV}$) il n'y a pas de potentiels d'action émis au niveau de la terminaison axonale, c'est une stimulation infralaminaire. En revanche, pour les tensions ($> -40\text{mV}$), il y a émission de potentiel d'action. Le potentiel d'action a la même amplitude quelque soit la stimulation supralaminaires. L'émission de potentiel d'action répond donc au principe de tout ou rien. C'est le nombre de le message nerveux est donc codé en potentiels d'action, potentiels d'action et plus précisément en fréquences de potentiels d'actions. qui change.
Nous allons donc maintenant voir comment sont générés ces potentiels d'action.

D. Les canaux Na^+ et K^+ de la membrane plasmique permettent l'émission de potentiels d'action.

En utilisant une technique de patch clamp, il a été possible de découvrir le rôle des canaux Na^+ et K^+ dans l'émission de potentiels d'action. Cette technique consiste à mettre une micropipette au contact de la membrane plasmique afin de maîtriser la composition du liquide au contact de la membrane. (Figure 4) Lorsque l'on ajoute de la TEA (tétréthylammonium) qui bloque les canaux potassiques voltage dépendants on mesure un courant cationique entrant, cela correspond à l'entrée d'ions Na^+ . à l'inverse, quand on ajoute de la tétrabatexine TTX (produite par les poissons glabres), on mesure un courant ionique sortant car le TTX

Patch clamp : configuration outside out

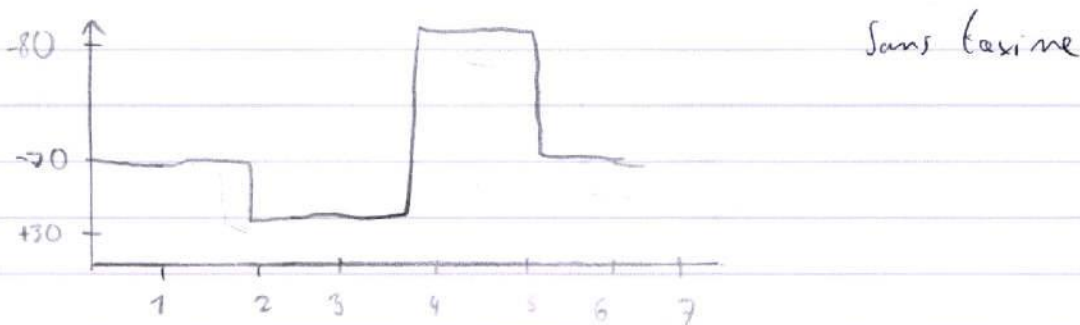
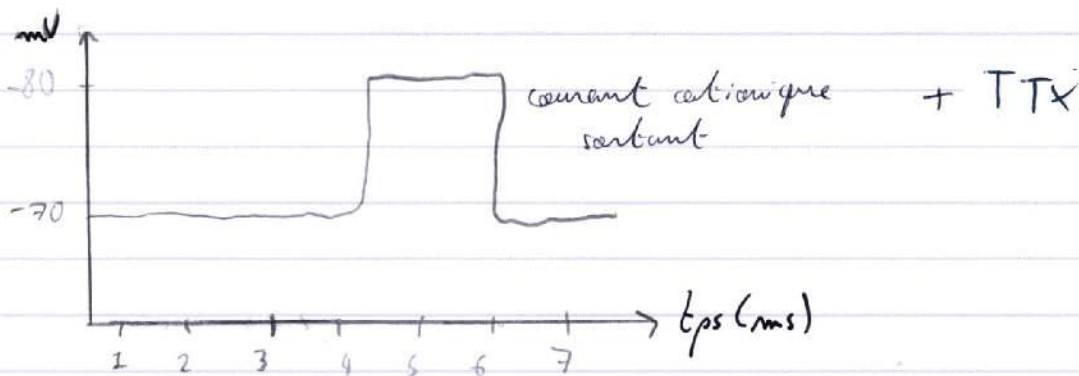
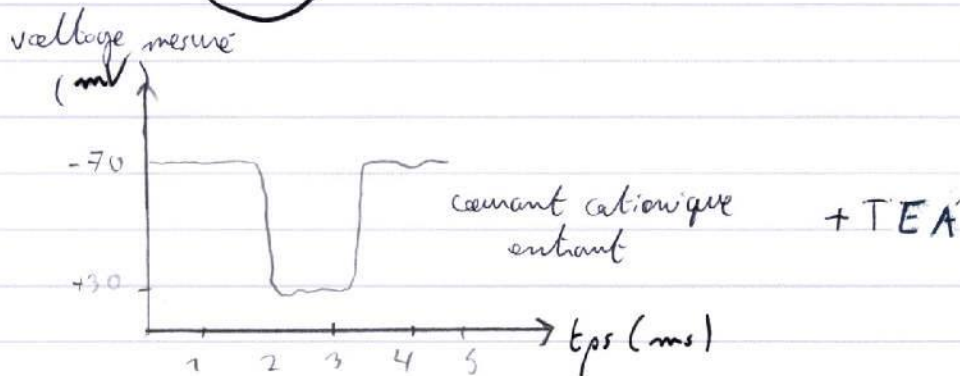
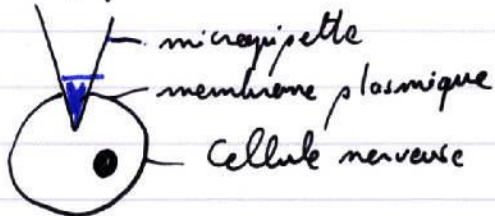


Figure 4 : Expérience de patch clamp

bloquer les canaux sensibles voltage dépendant, ce courant correspond donc à un flux sortant de K^+ . Le courant sortant arrive après le courant

entant, ce qui permet de reconstituer les événements d'un potentiel d'action (figure 5)

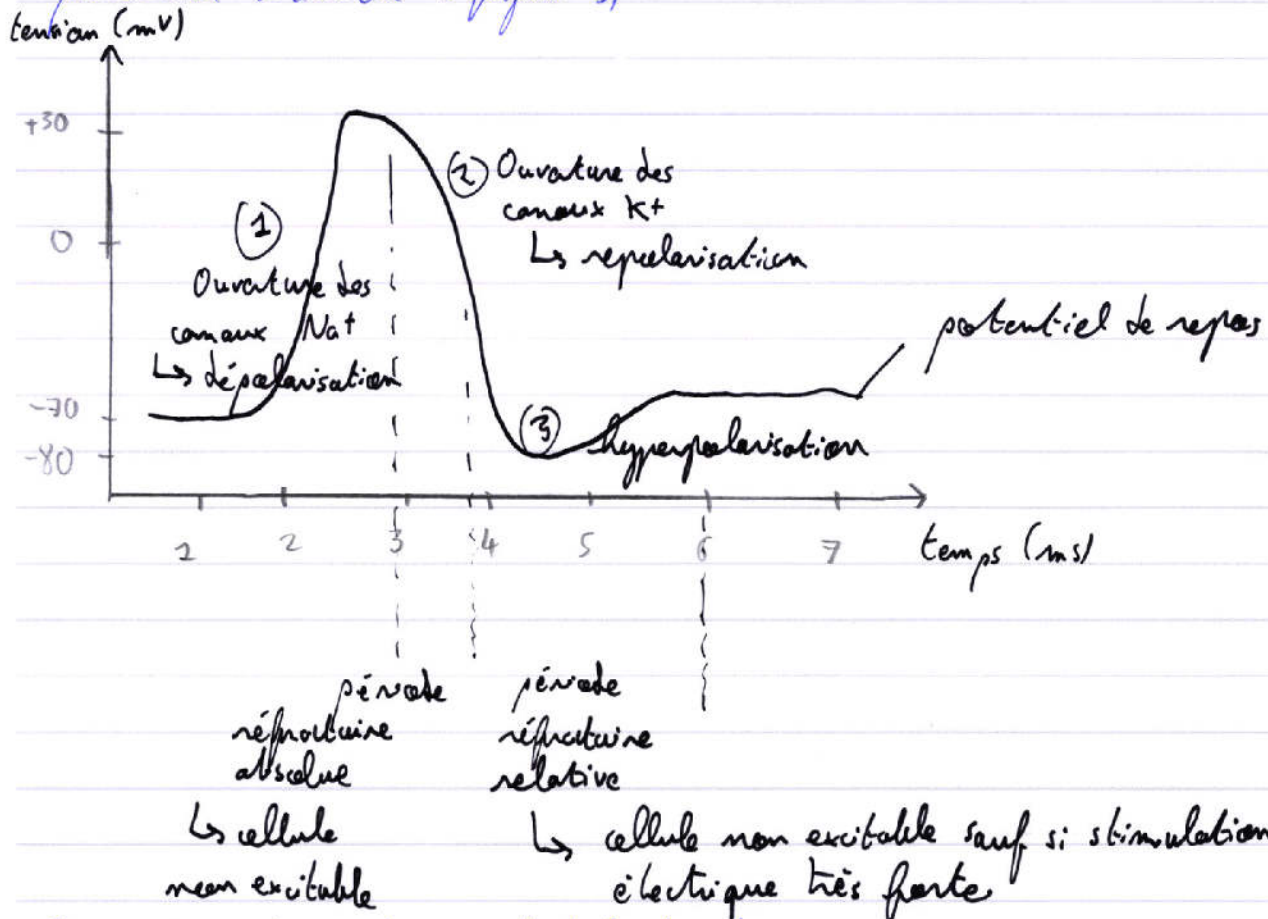
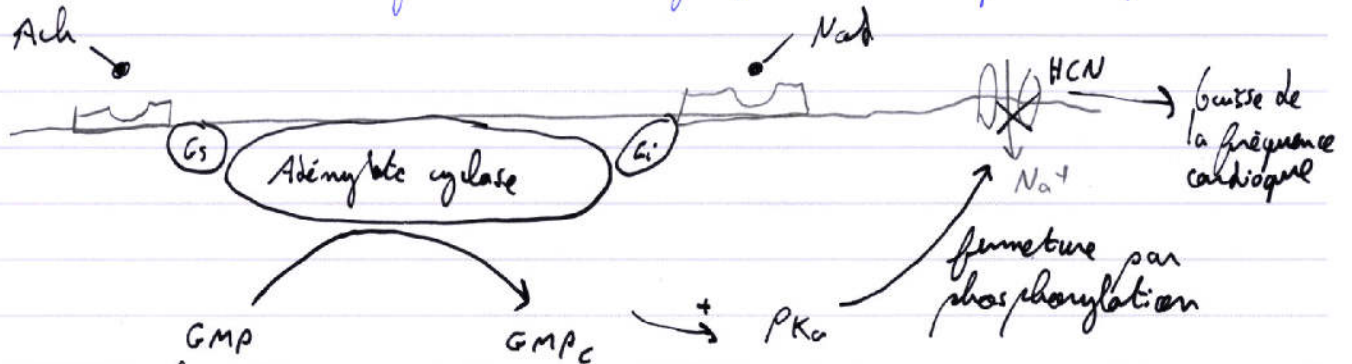


Figure 5: schéma d'un potentiel d'action.

E- La libération de neurotransmetteurs permet la communication au sein de synapses chimiques

En utilisant de l'atropine: antagoniste de récepteur muscarinique de l'acétylcholine (ACh) et un antagoniste du récepteur β -adrénergique de la noradrénaline, il est possible de mettre en évidence le rôle de l'ACh et du Na^+ dans la régulation de la fréquence cardiaque (Figure 6)



PKA: protéine kinase A
 G_s : protéine G stimulatrice
 G_i : protéine G inhibitrice

Figure 6: Régulation de la fréquence cardiaque au niveau des cellules nodales.

L'ach permet de ralentir le cœur via des nerfs parasympathiques tandis que le Had permet d'accélérer le cœur via des nerfs sympathiques. Cela aboutit à la fermeture ou l'ouverture des canaux HCN à Na^+ qui sont à l'origine d'un courant funny : prépotentiel permettant l'émission d'un pa dans les cellules du nœud sinusal. Ainsi, cela permet de freiner ou d'accélérer le rythme cardiaque via régulation nerveuse.

Grâce aux protéines récepteurs de neurotransmetteur sur la membrane plasmique il est donc possible de réaliser des communications nerveuses intercellulaires via des synapses chimiques ou électriques.

III. La membrane plasmique permet une communication harmonieuse

A. Les cellules endocrines sécrètent des hormones

Si on castré une souris mâle, on observe plusieurs symptômes, telle qu'une baisse de la masse musculaire ou une réduction de la pilosité. Si on ensuite on réalise une greffe ectopique d'un cristal de testostérone sur cette souris castrée, on observe une disparition des symptômes précédents, cela permet de mettre en évidence le rôle de la testostérone comme un message intercellulaire.

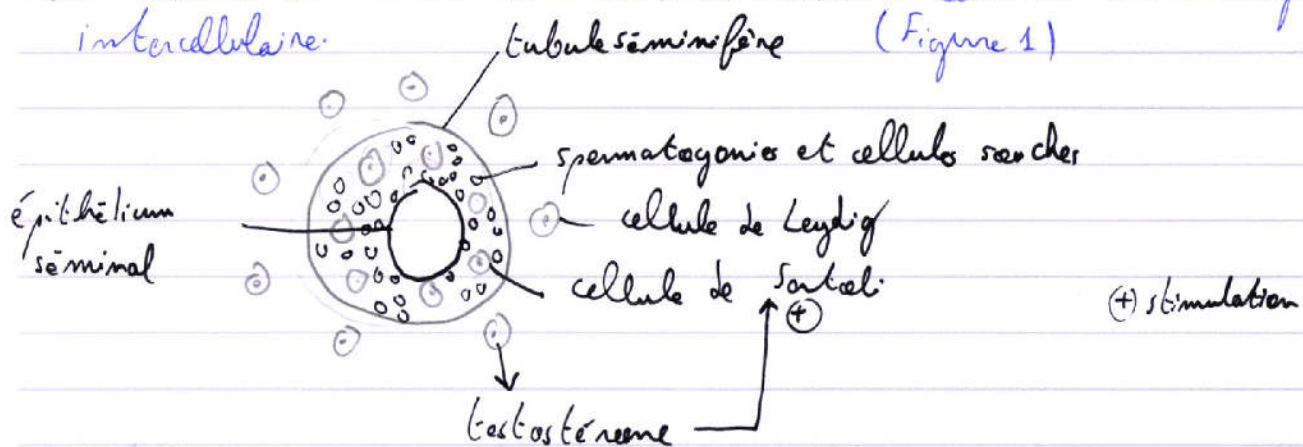


Figure 1: Production de testostérone par les cellules de Leydig.

B. Les hormones circulent par voie sanguine

Si on effectue une parabiose entre une souris castrée mâle et une autre souris non castrée. C'est à dire mettre en communication leur système circulatoire, alors on observe un rétablissement de la souris castrée (muscles, poils, libido). Cela montre qu'il y a une substance diffusible dans le sang.

Epreuve - Matière : 101-3 260 Session : 2026

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

permettant de communiquer entre les cellules. La communication endocrine via des hormones utilise dans le sang comme canal de communication.
 (Figure 2)

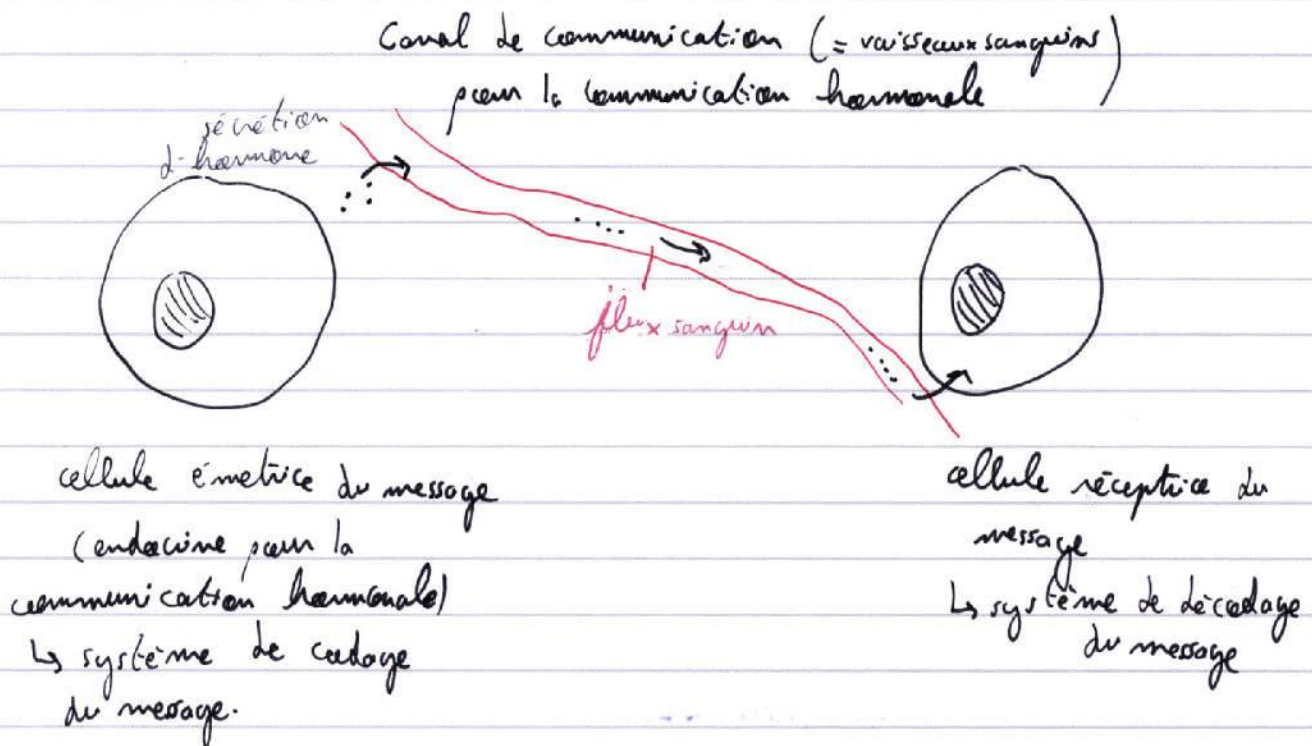


Figure 2: Schéma représentant la communication hormonale

Pour la communication nerveuse, il y a également une cellule émettrice (neurone) un canal de communication (synapse) et une cellule réceptrice (neurone).

C- Les hormones peuvent agir soit via des récepteurs membranaires soit via un récepteur interne à la cellule

Si on met des cellules végétales de tige en contact avec de l'auxine avec des quantités plus ou moins élevées. On se rend compte qu'il y a une elongation plus importante avec des quantités plus élevées d'auxine jusqu'à une certaine concentration. (Figure 3). L'auxine est donc une hormone végétale

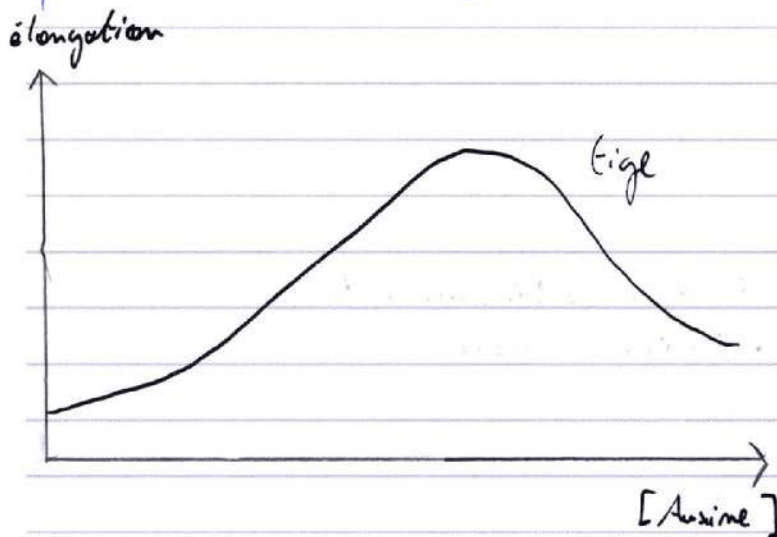


Figure 3: Elongation d'une tige de plante en fonction de la concentration d'AIA.

permettant la croissance des tiges et les autres organes végétatifs. Une forte concentration d'AIA inhibe l'elongation, c'est la dominance du méristème apical racinaire qui inhibe la croissance des méristèmes latéraux juste en dessous de lui. Si on mesure le pH paroiel des cellules de tige avec l'elongation (figure 4) on se rend compte qu'il diminue lorsque la plante croît.

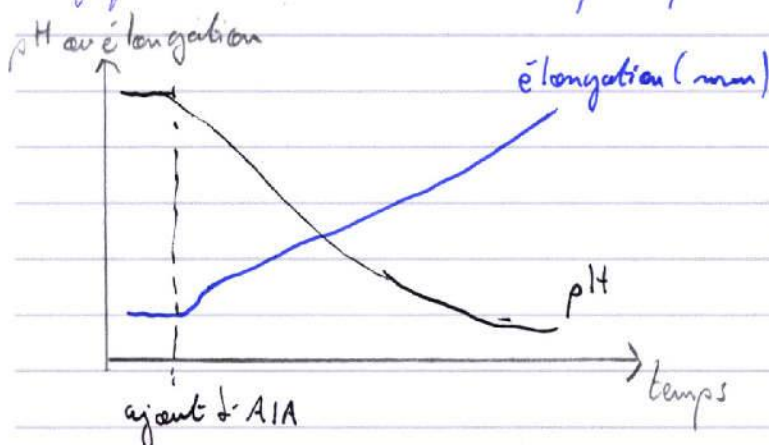


Figure 4: Evolution du pH paroiel en corrélation avec l'elongation des tiges

L'élongation des végétaux a donc un lien avec une baisse du pH pariétal. Si on ajoute du vanadate, un inhibiteur des pompes H^+ ATPase, on se rend compte qu'il n'y a plus d'élongation et de variation de pH. Donc l'élongation des végétaux implique l'activation de pompes ATPase H^+ par l'auxine. (Figure 5)

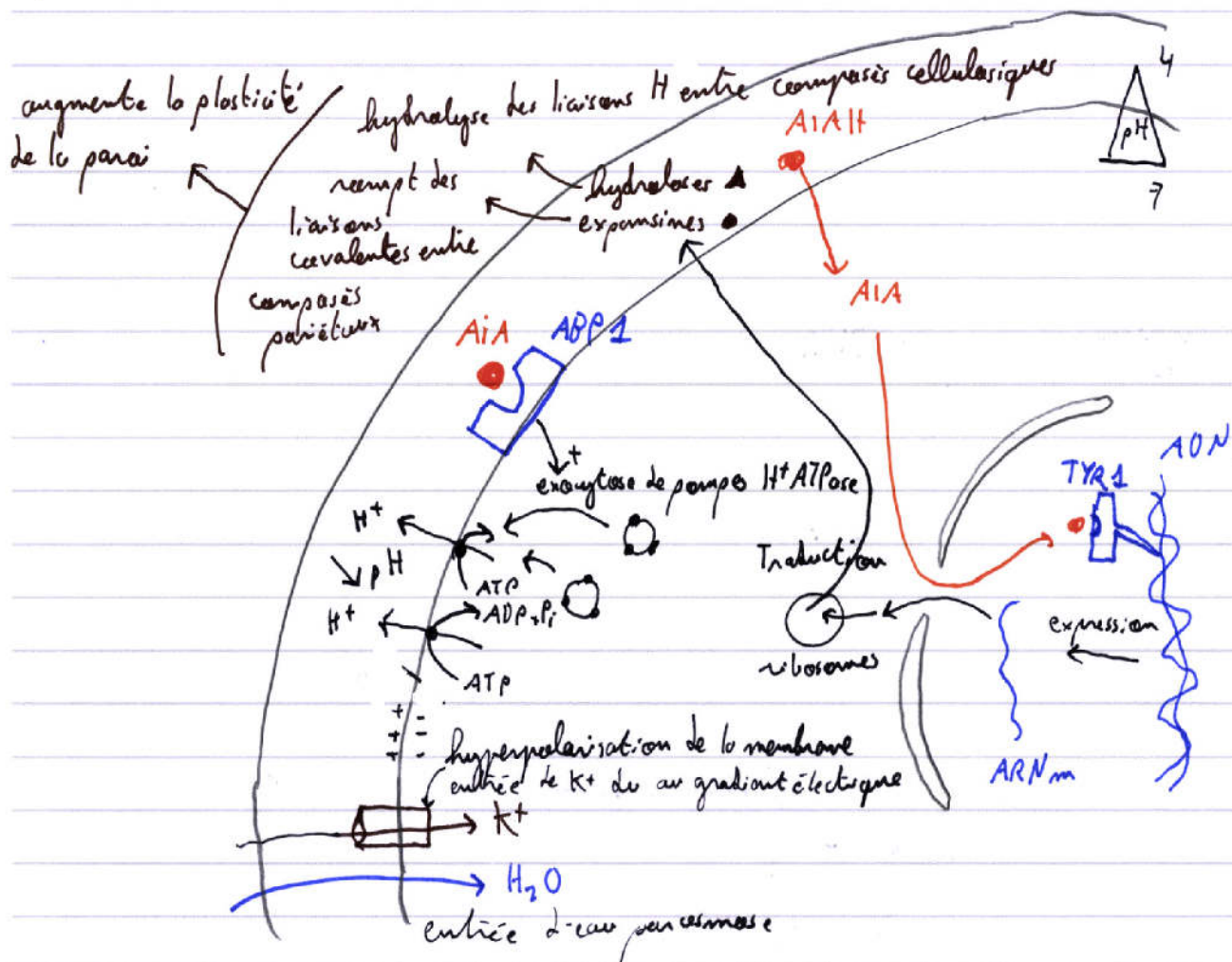


Figure 5: Action de l'IAA sur les cellules végétales.

Il y a une réponse précoce lors de laquelle l'IAA se lie à un récepteur membranaire, ce qui permet l'activation d'ATPase H^+ , ce qui permet une entrée d'eau et de K^+ et une baisse du pH pariétal.

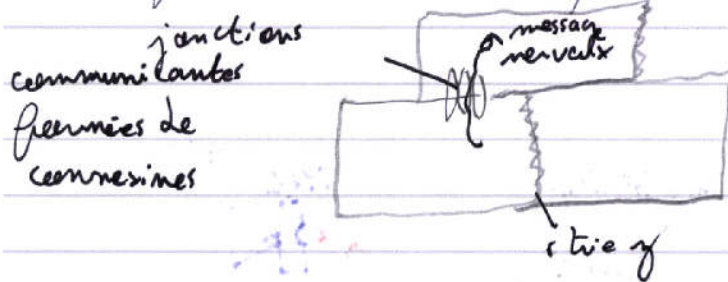
Puis des protons H^+ se lient avec l'IAA, ce qui la fait passer sous sa forme protonée, hydrophobe, elle peut donc traverser la membrane plasmique puis est déprotonnée du au pH cytosolique plus élevé ce qui lui permet de diffuser dans le cytosol et de se lier à un récepteur nucléaire permettant d'agir comme un facteur de transcription sur des gènes codant des protéines augmentant la plasticité de la paroi. C'est la réponse tardive. Les 2 réponses combinées permettent l'allongement.

Ainsi, le caractère hydrophobe de la membrane permet une réponse en deux temps. Certaines hormones agissent via un récepteur nucléaire tandis que d'autres agissent via un récepteur membranaire.

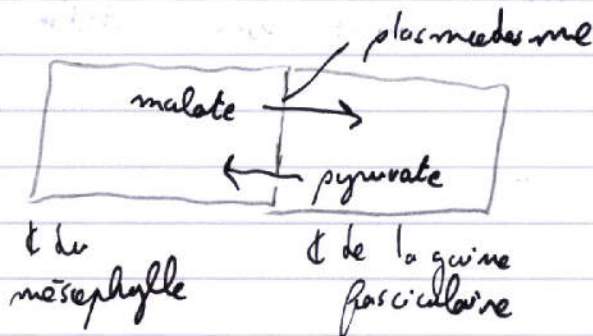
La communication endocrine permet de communiquer à longue distance avec un message moins spécifique car l'hormone est libérée dans la circulation générale et un temps de réponse plus long, de l'ordre de minutes à plusieurs heures contre quelque ms à secondes pour la communication nerveuse.

IV D'autres types de communication intercellulaire.

A. Les jonctions communicantes permettant aux cardiomyocytes de se contracter en même temps.



B. Les plasmodesmes permettent aux cellules végétales de s'échanger des molécules.



C. Les focis adhérents permettent un couplage mécanique des cardiomyocytes via des filaments ~~actine~~ connectés et reliés à des filaments de cadhérines.

2-actine.

7.11 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 3760

Session : 2026

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Pour conclure, la membrane plasmique est une bicouche phospholipidique semi perméable, avec plusieurs protéines transmembranaires. Elle délimite le cytosol de l'extérieur de la cellule. Les protéines peuvent être des récepteurs de neurotransmetteurs mais également des récepteurs d'hormones ce qui permet à la cellule de recevoir un message. La membrane est polarisée, avec des charges négatives à l'intérieur et des charges positives à l'extérieur, cela permet le potentiel de repos nécessaire lors de la communication nerveuse. Le fait que la membrane soit hydrophobe permet à certaines hormones comme les stéroïdiennes de la traverser afin de se lier à un récepteur cytosolique ou nucléaire. La communication entre les cellules fait intervenir une cellule émettrice, une cellule réceptrice du message et un canal de communication.

Concours section : AGREG ext - SVT et Univ.

Epreuve matière : Connaissances générales secteur A

N° Anonymat : N260NAT1031353

Nombre de pages : 20

7.11 / 20

Pour prolonger la réflexion, il serait intéressant de se pencher sur une plante nommée *Mimosa pudica*. Celle-ci est capable de fermer ses feuilles lors d'un contact physique (avec de l'eau de pluie par exemple), c'est de la thigmonastie. Cela fonctionne via une communication électrique qui permet la turgescence de cellules spécialisées causant le repliement de la feuille.

.... /

