

101-3760
Epreuve - Matière : Connaissances générales secteur A 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.

Membranes plasmiques et diversité des communications intercellulaires

Aujourd'hui, plus de 6000 langues parlées sont recensées chez Homo sapiens, dont environ 50 parlées par près de 70% des populations humaines. En s'appuyant sur les 4 questions de Tinbergen, l'existence de ces langues suggère l'existence d'organes spécialisés (l'émetteur, comme le larynx) transmettant un signal (autrement dit une information, un élément qui réduit l'incertitude d'un système), perçu par les autres humains par des organes spécialisés dits récepteurs. Cette "vie" correspond à la théorie fondamentale de la communication. Quid de son applicabilité à l'échelle des cellules d'un organisme.

En effet, chaque cellule est délimitée de l'extérieur par une bicouche lipidique, dite membrane plasmique. Etant donné les fortes ressemblances (au premier ordre) entre les membranes plasmiques des cellules, comment expliquer l'existence de modes de communication différents entre elles-ci. Plus précisément, comment expliquer l'émission, la réception et la transduction d'un signal (passage d'une information extérieure à cytotopique) ainsi que la spécificité de ce signal.

Pour y répondre, nous mettrons en évidence les propriétés bio-physico-chimiques des membranes plasmiques afin de montrer l'existence d'une grande diversité

de modes de communication. Enfin, nous mentionnerons les fonctions biologiques associées à ces communications intercellulaires.

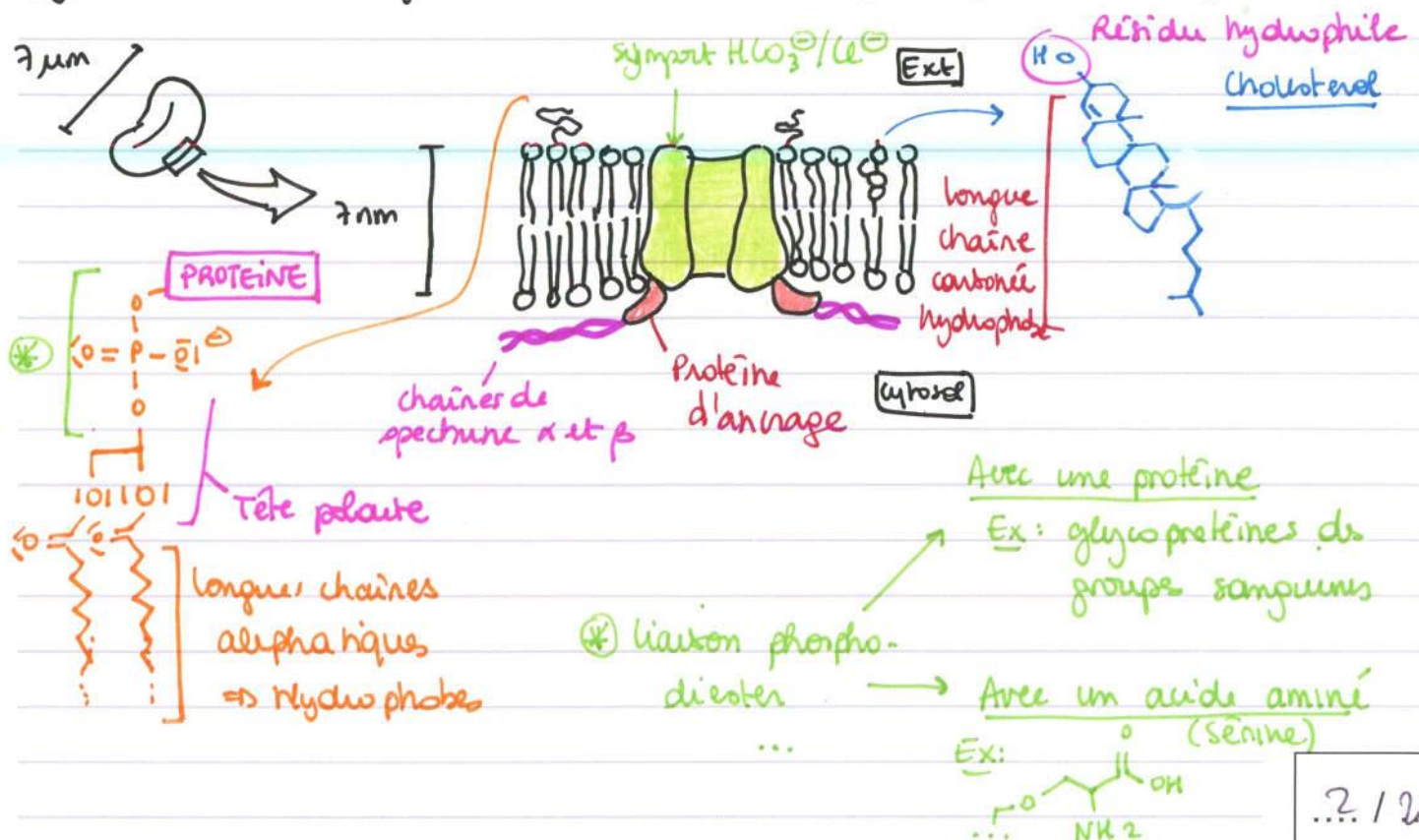
I- Propriétés bio-physico-chimiques des membranes plasmiques qui sous-tendent les différents modes de communication

A- la membrane plasmique est une barrière lipidique qui délimite le milieu extérieur du cytosol.

a- La membrane plasmique est constituée d'une grande diversité de molécules globalement hydrophobes, à tête polaire.

Prenons l'exemple d'une membrane plasmique d'hémaphysse.

Figure 1: Structure générale d'une membrane plasmique sur l'exemple de l'hémaphysse

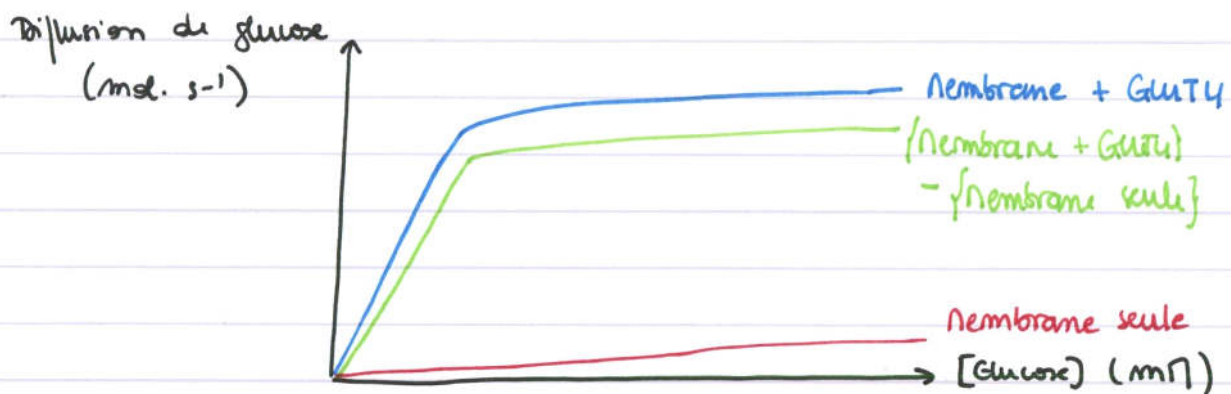


un tel exemple, la membrane plasmique apparaît comme une structure complexe issue d'un assemblage de phospho-lipides, de cholestérol et dans laquelle s'enchaînent des protéines (y c.).
Quid de la diffusion à travers celle-ci.

b. la diffusion à travers la membrane plasmique dépend de la nature chimique des molécules et de la présence de transporteurs.

Si on réalise des mesures d'activité d'un transporteur comme le GLUT4 dans différentes conditions, on obtient le résultat suivant (figure 2).

Figure 2 : Diffusion du glucose à travers la membrane plasmique.

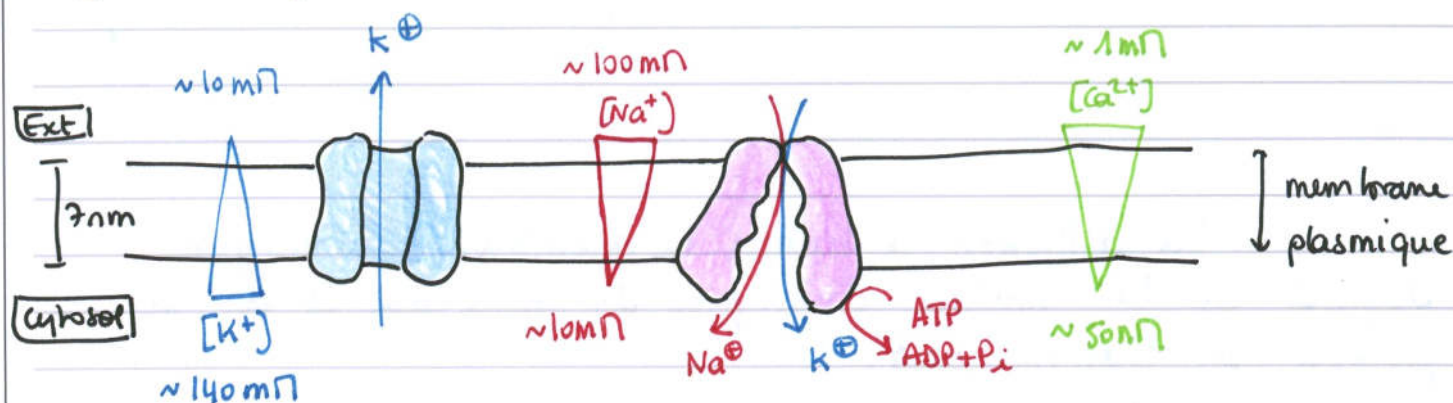


Cet exemple montre qu'une molécule hydrophile comme le glucose ne passe la membrane essentiellement que des transporteurs à la membrane. La membrane plasmique agit donc comme une barrière, et la présence ou non de protéines membranaires déterminent les échanges qui ont lieu. Cela suggère l'existence de ^{sensibilité} compétence des cellules à un signal, si celles-ci possèdent les protéines associées à la réception.

c- la membrane plasmique sépare deux compartiments permettant l'existence d'un potentiel de membrane.

La mesure du potentiel de membrane d'une cellule correspond à la différence de potentiel entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule. Prenons l'exemple d'une cellule animale (fig 3).

Fig 3: Echanges d'ions à travers la membrane plasmique



• Transport régit par la loi de Nernst (pour un ion X de charge z):

$$\Delta G_{1 \rightarrow 2} = \underbrace{\Delta G_{1 \rightarrow 2}^{\circ'}}_{\text{en condition standard}} + \underbrace{RT \ln \frac{[X]_2}{[X]_1}}_{\text{composante chimique}} + \underbrace{zF(E_2 - E_1)}_{\text{composante électrique}}$$

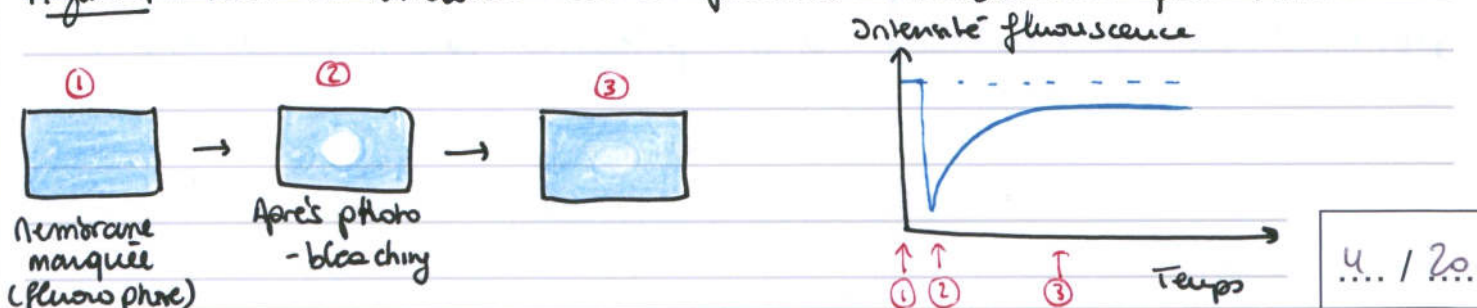
• A l'équilibre, $\Delta G_{1 \rightarrow 2} = 0 \Rightarrow \Delta E_{eq} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[X]_1}{[X]_2} \sim -85 \text{ mV}$ pour K⁺

Des expériences d'électrophysiologie permettent de montrer que le potentiel de membrane chez les animaux vaut en moyenne -70 mV et est issu de l'activité des canaux de fuite à K⁺ (fig 3) et de la Na⁺/K⁺ ATPase (fig 3). Notez que celui-ci s'approche de -200 mV chez les végétaux (dû à la pompe à H⁺). Notez aussi les différences en concentration de certains ions de part et d'autre de la membrane plasmique (comme le calcium).

B. la membrane plasmique est une mosaïque fluide

Prenez l'exemple d'une expérience de FRAP (Fluorescence Recovery after photo bleaching), figure 4.

Figure 4: Mise en évidence de la fluidité membranaire par FRAP



Epreuve - Matière : ^{101 - 3760} Connaissances générales secteur A 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.

Cette expérience met en évidence la fluidité membranaire (fg4) : les phospholipides sont dynamiques et réalisent constamment de nouvelles interactions (faibles : Van der Waals essentiellement), expliquant la ré-apparition de la fluorescence après bleaching. Cette fluidité intervient dans les processus de transport vésiculaires (y **II A. B.**)

C. Les membranes plasmiques disposent d'équipements protéiques spécifiques

Si on isole des membranes plasmiques de 2 types cellulaires différents, et que l'on réalise des électrophorèses bidirectionnelles, on observe des patrons différents, mettant en évidence la présence de protéines différentes. Cela suggère une spécialisation des fonctions cellulaires et donc des communications entre cellules.

BILAN I Les membranes plasmiques sont donc des barrières dynamiques sièges d'échanges dus à l'existence de protéines dont la présence dépend de l'identité cellulaire. Les protéines permettent la mise en place d'un potentiel de membrane et l'existence de flux (± contrôlés) entre la cellule et son milieu. Les propriétés bio-physico-chimiques des membranes plasmiques sont sous-jacentes aux modes de communication intercellulaire, détaillés ci-après.

II - les membranes plasmiques sont le siège d'une grande diversité de communications intracellulaires.

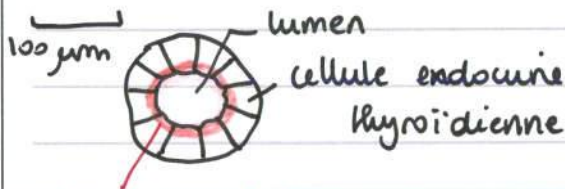
A. les modes de communications systémiques / par voie publique.

a - la synthèse hormonale fait intervenir des flux à travers la membrane plasmique

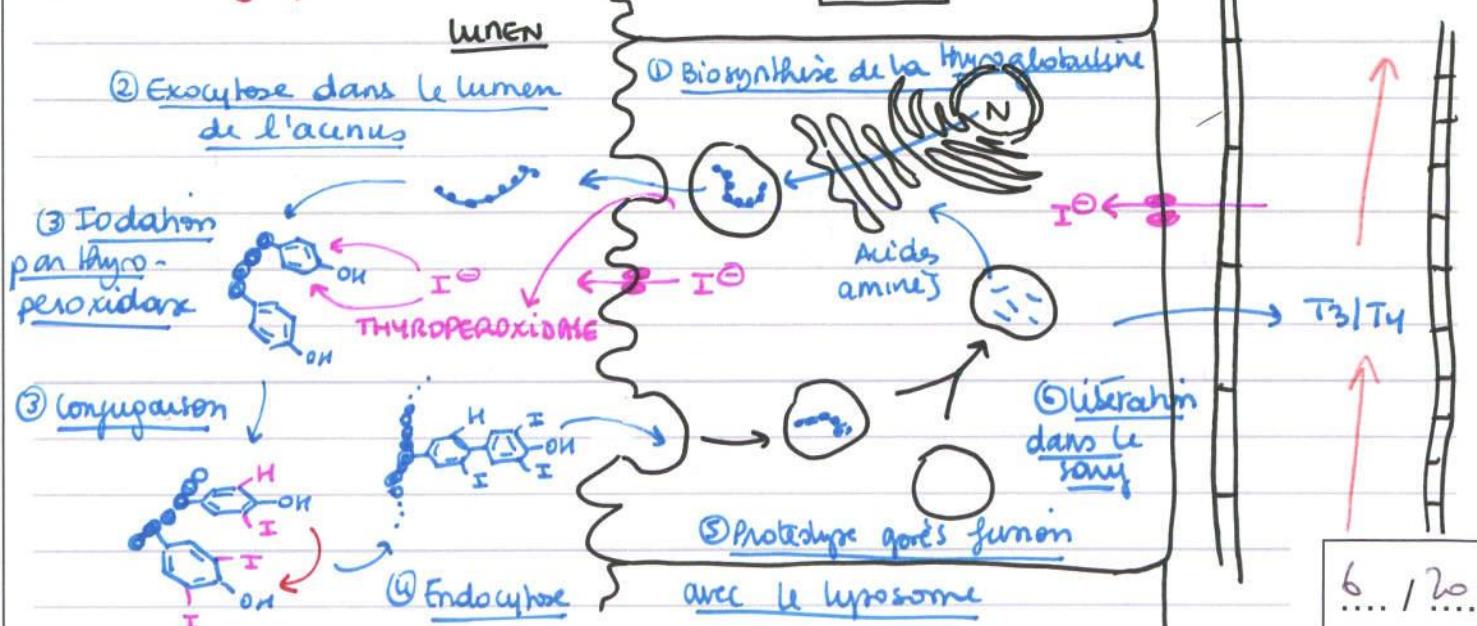
Si on réalise une expérience de **FISH** (Fluorescent in situ hybridization) sur des acini thyroïdiens de têtards en métamorphose, on observe le résultat suivant (figure 5).

Figure 5: Biosynthèse des hormones thyroïdiennes chez les Anoues

[a] FISH de la thyroperoxydase



Expression de la (mARN) Thyroperoxydase

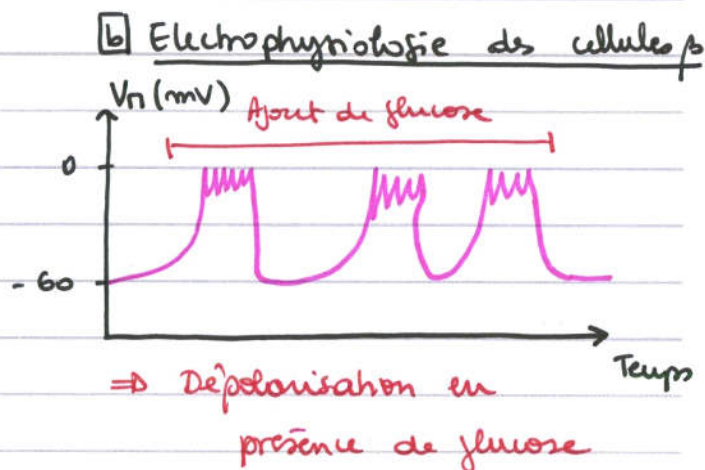
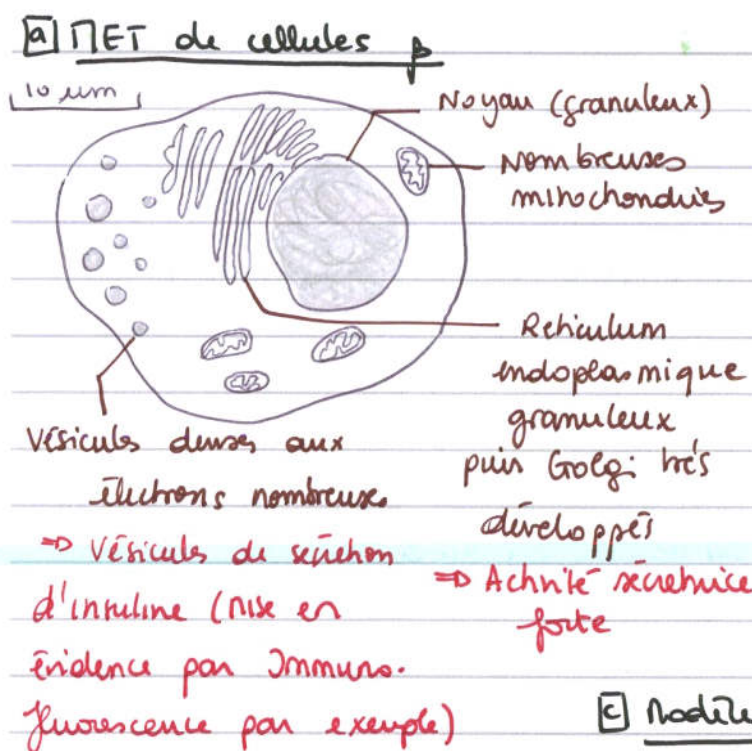


Cet exemple (fig 5) met en évidence l'importance des membranes plasmiques dans la biosynthèse d'hormones (molécules sécrétées dans le sang à faible concentration agissant sur des organes cibles). Ici, la synthèse d'hormones T3/T4 fait intervenir une spécialisation de la membrane plasmique (Transporteur à l'abde) et des flux vésiculaires entre les cellules endocrines et la lumière mettant en jeu la fluidité membranaire.

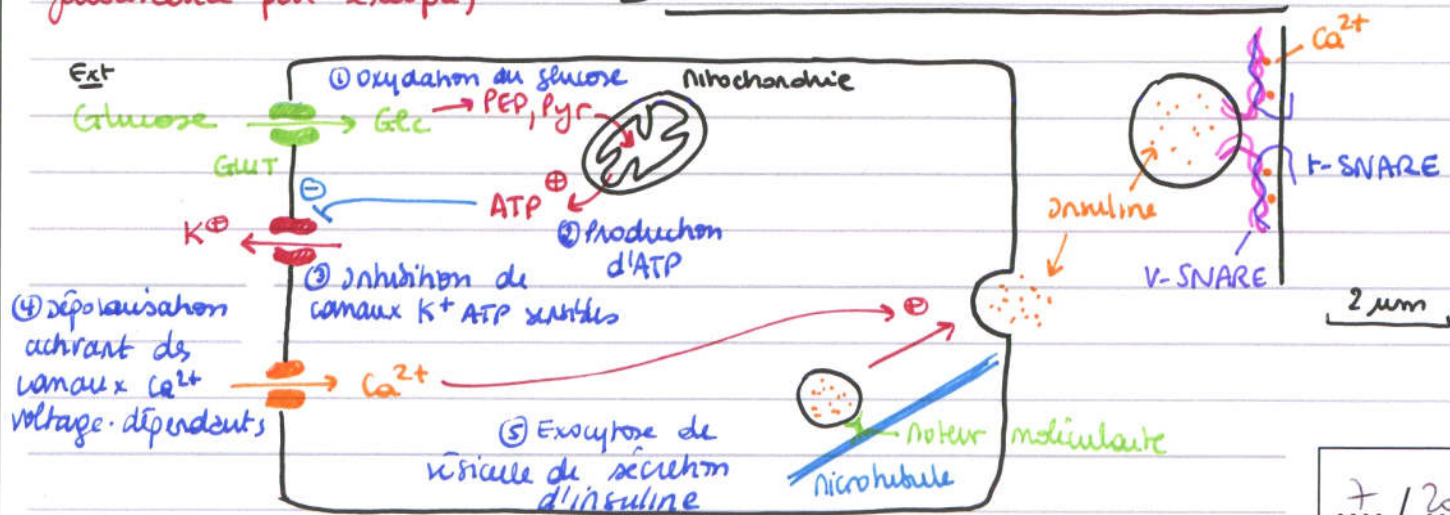
b. Sécrétion hormonale par exocytose en réponse à un stimuli

Prenons l'exemple de cellules β -insulaires pancréatiques (figure 6)

Figure 6: Etude de la sécrétion d'insuline par les cellules β pancréatiques



c) Modèle du mécanisme de sécheron



~~Dans cet exemple (figure 6), les cellules β pancréatiques sécrètent l'insuline suite à l'entrée de calcium, nécessaire au fonctionnement des protéines SNARE qui permettent l'exocytose par rapprochement.~~

Dans cet exemple (fig 6), la membrane plasmique intervient à plusieurs étapes du mécanisme de sécrétion de l'insuline.

① la séparation physique entre l'extérieur et la cellule permet la détection d'une variation de glycémie (concentration de glucose sanguine) par l'intermédiaire du GLUT.

② Cette information se manifeste par une augmentation de la concentration en ATP (par respiration du glucose) agissant sur des canaux ioniques membranaires.

③ Cela induit une variation du potentiel de membrane (cf IAC) permettant l'entrée de calcium.

④ Cette entrée de calcium permet aux protéines SNARES de rapprocher physiquement la membrane de la vésicule de sécrétion à la membrane, induisant la fusion (cf fluidité membranaire) et donc la sécrétion d'insuline dans le sang.

c. la réponse à l'insuline dépend de la présence de récepteurs spécifiques

L'insuline est sécrétée dans le sang : de nombreuses cellules y sont exposées. Pourtant, une analyse de transcriptomique peut mettre en évidence que seuls quelques types cellulaires sont sensibles à l'insuline. Les organes correspondants sont : le foie, les muscles squelettiques et les tissus adipeux.

Preons l'exemple de la réponse à l'insuline par un hépatocyte (figure 7, cf page suivante).

Dans cet exemple, la spécificité de réponse dépend de la présence du récepteur à l'insuline qui permet la transduction du signal. Le signal est amplifié à plusieurs étapes (ex : exocytose de plusieurs GLUT) permettant une réponse forte suite à une hypoglycémie.

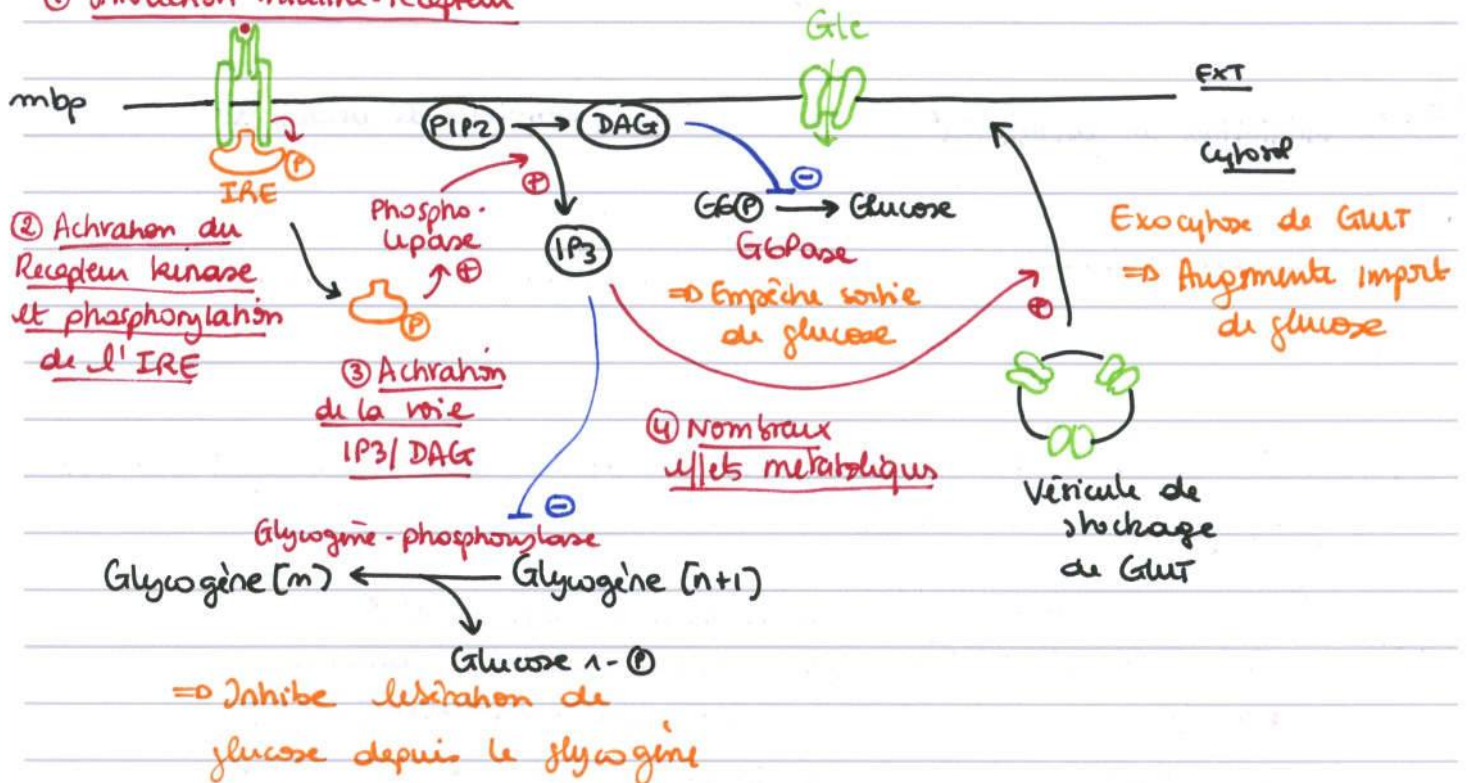
Epreuve - Matière : Connaissances générales secteur A Session : 2026

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.

Figure 7 : Importance de la membrane plasmique dans la réponse à l'insuline
 sur l'exemple de l'hépatocyte

① Interaction insuline - récepteur



B. la communication nerveuse (par voie purée) est dépendante du potentiel de membrane

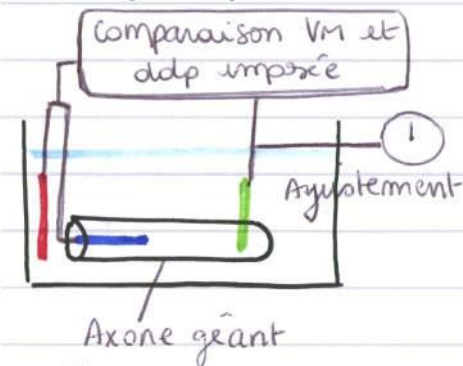
a. mise en évidence de variations transitoires du potentiel de membrane d'un neurone : le potentiel d'action

Afin d'étudier les variations de potentiels de membrane,

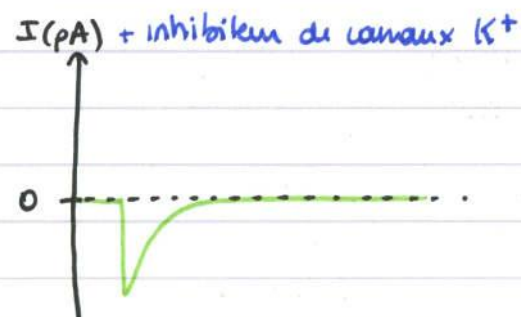
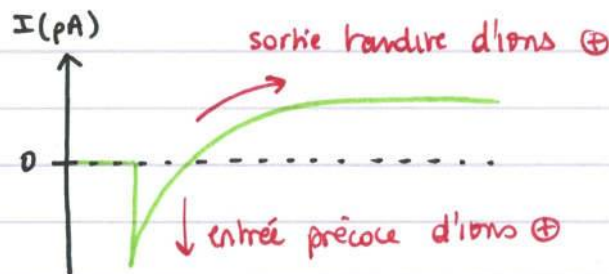
il est possible de réaliser des expériences de voltage imposé. Prenons l'exemple de l'axone géant de calamar (figure 8).

Figure 8: Electrophysiologie des neurones de l'axone géant de calamar

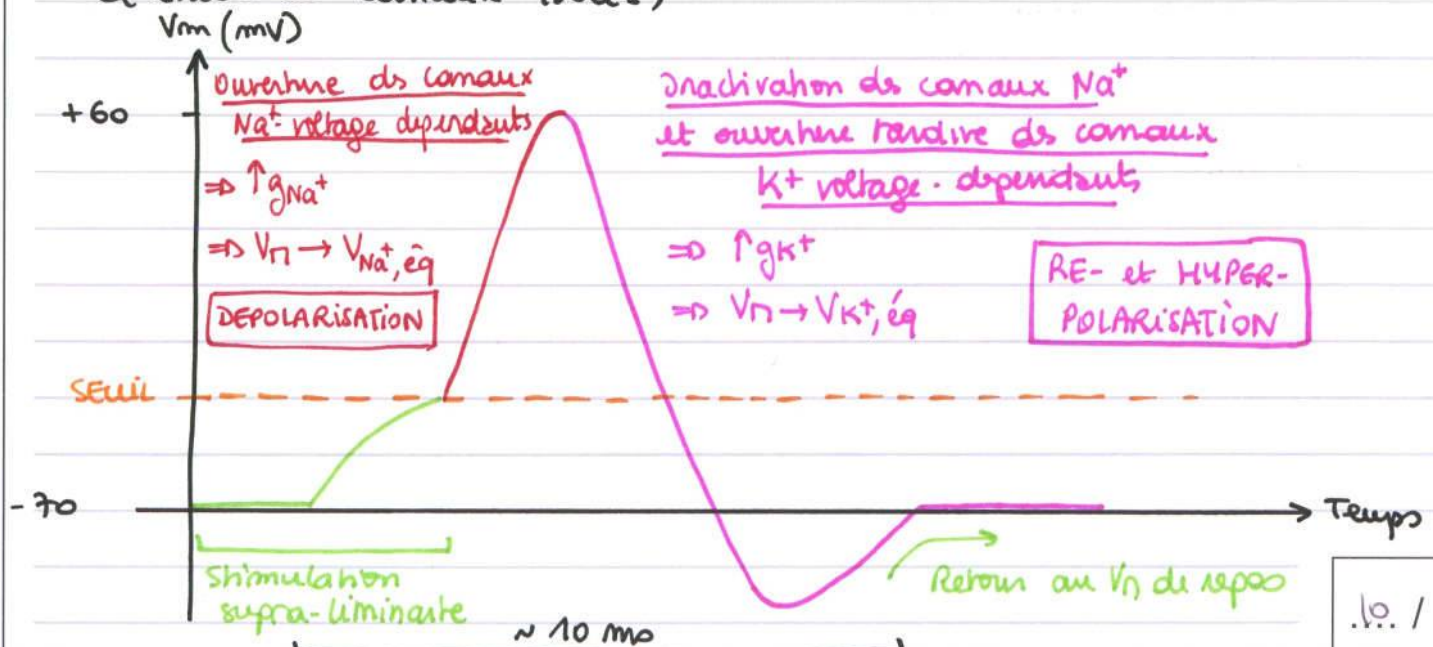
a) Design expérimental



b) Résultats obtenus



c) Modèle du potentiel d'action (obtenu après patch clamp qui permet l'étude de canaux isolés)

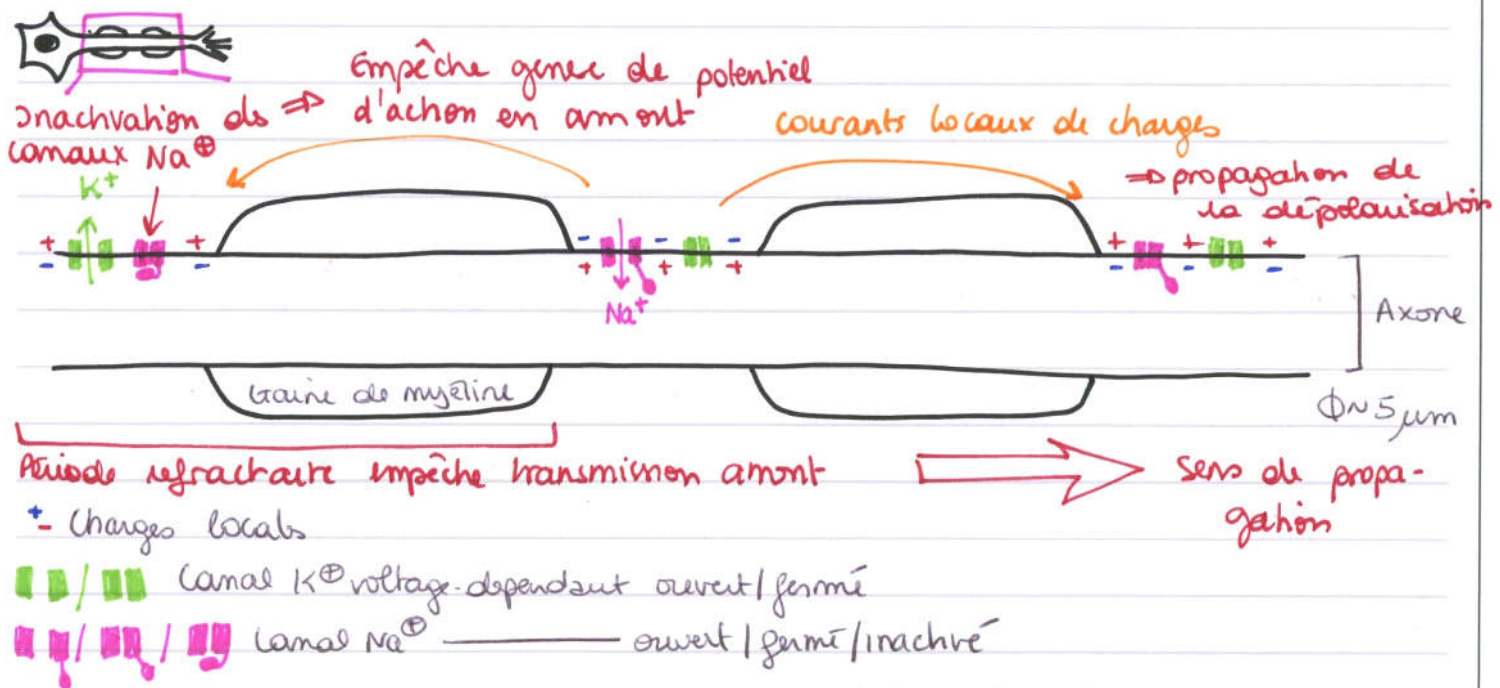


Les expériences permettent de montrer l'importance des canaux ioniques (voltage-dépendants) dans la mise en place d'une variation transitoire et stéréotypée du potentiel de membrane: le potentiel d'action (fig 8)

b. Transmission axonale des potentiels d'action

La propagation des potentiels d'action se fait selon le modèle suivant (figure 9).

Figure 9: Propagation saltatoire régénérative unidirectionnelle des potentiels d'action



Cette transmission axonale est très rapide et permet l'arrivée de trains de potentiel d'action codés en fréquence à la cellule suivante.

c. Transduction du signal à la synapse

Une fois arrivé à la synapse (zone de proximité physique entre 2 membranes de cellules excitables), le train de potentiel d'action permet l'ouverture de canaux Ca²⁺ voltage-dépendants, conduisant à l'exocytose de vésicules de neurotransmetteur selon un mécanisme similaire à celui de la figure 6).

Le signal est alors codé en concentration de neurotransmetteurs. Dependamment du type de récepteurs à la membrane post-synaptique, le signal peut être codé en amplitude sous forme de potentiel post-synaptique pour les

récepteurs ionotropes (Récepteur à l'acétylcholine). Le signal peut être transduit par un message secondaire via les récepteurs métabotropes (RCPC adrénergique des cellules cardiaques).

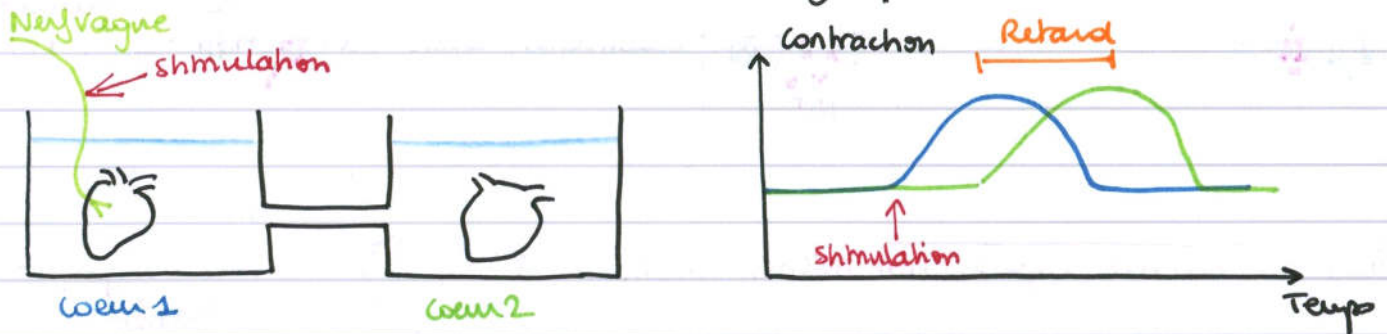
C-Communication entre cellules proches

a- Par connexion physique entre cellules voisines.

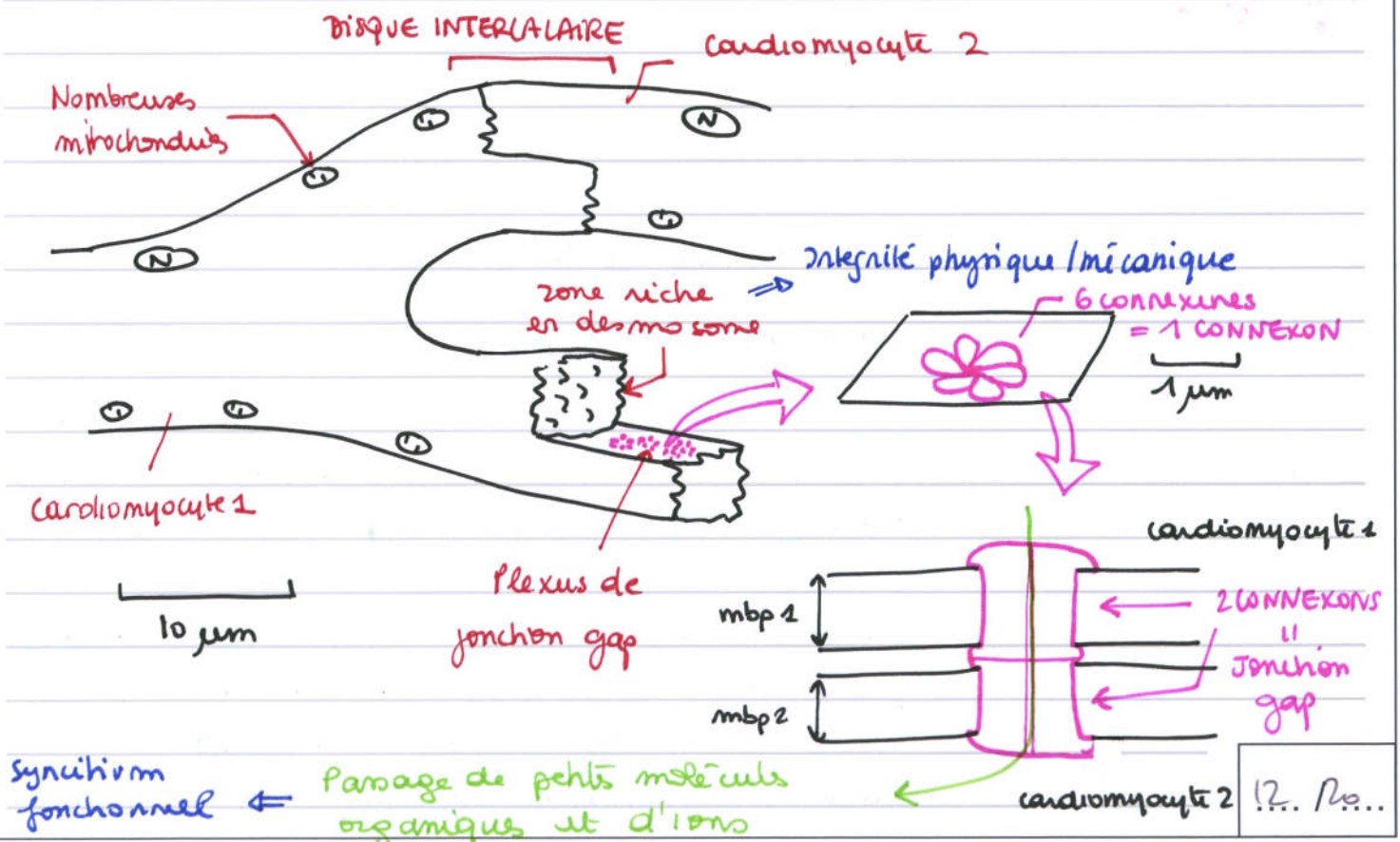
Prenez l'exemple des cardiomyocytes (figure 10).

Figure 10: Synapse électrique des cardiomyocytes.

a) Mise en évidence du lien entre les cardiomyocytes



b) Structure d'un disque intercalaire de cardiomyocyte



Epreuve - Matière : ¹⁰¹⁻³⁷⁶⁰ Connaissances générales secteur A 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.

Cet exemple (figure 10) montre l'existence de facteurs solubles permettant la contraction du myocarde (l'acétylcholine ici, sécrétée par les neurones du nerf vague, cf **IBC**). De plus, l'entière du myocarde se contracte suggérant un **lien étroit entre les cardiomyocytes**. Ce lien résulte de l'existence de **jonction gap** permettant la transmission de variations de potentiel de membrane par **synapse électrique**.

Le **plasmodesme** des végétaux représente un équivalent fonctionnel de cette structure.

b. Par interaction directe entre le voisins

Prendons l'exemple du développement de la drosophile. La génération d'ovocytes résulte d'**interaction physique entre les précurseurs d'ovocytes et les cellules de la niche des ovules** (voie Decapentaplegic et cadhérines).

c. Par des facteurs diffusibles

La sécrétion de facteur diffusible nécessite la **présence de récepteurs spécifiques qui déterminent la compétence de la cellule au signal**. C'est notamment le cas des cellules de l'embryon de Drosophile qui échangent des signaux Wnt et Hedgehog lors de

la polarisation des différents segments sous l'effet de l'expression des gènes de pôle et de pôle segmentaire.

BILAN II Il existe donc une grande diversité de modes de communication faisant intervenir la membrane plasmique : ces modes de communication reposent essentiellement sur l'exocytose de messages et/ou la variation de potentiels de membrane et sur la réception de ces messages par des récepteurs spécifiques.

La spécificité de ces modes de communication dépend de la spécificité d'interaction entre cellules (circuit neuronal dits voie privée) ou de la spécificité du protéome de la cellule cible (voie paracrine, juxtacrine, autocrine et hormonale). Nous allons enfin montrer en quoi ces modes de communication permettent la réalisation des fonctions biologiques d'un organisme pluricellulaire.

III. Fonctions biologiques associées aux différents modes de communication via les membranes plasmiques

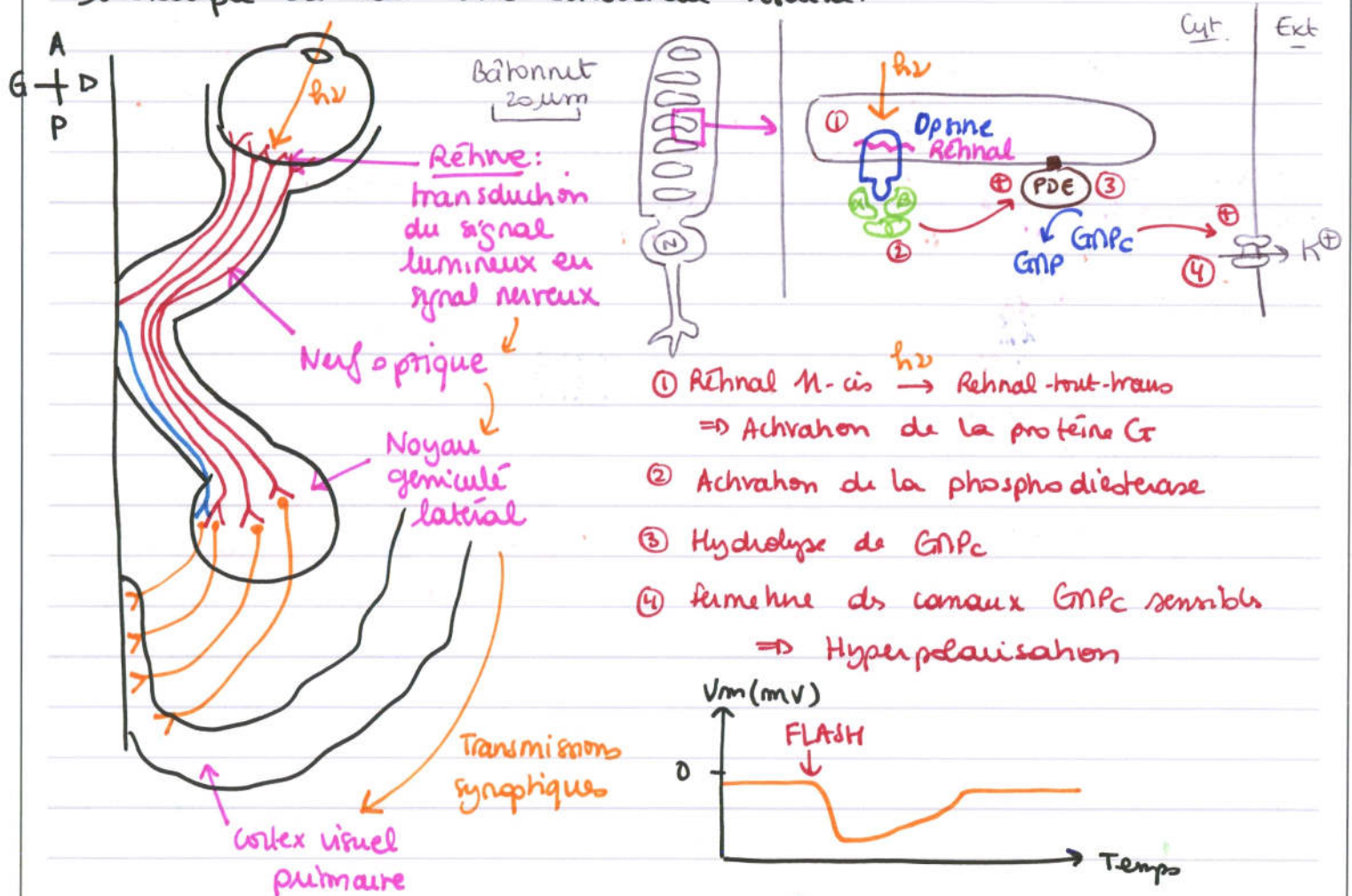
A. Les membranes plasmiques permettent le maintien de l'homéostasie d'un organisme.

L'homéostasie correspond au maintien d'un certain nombre de paramètres intérieurs différents des paramètres extérieurs. Sur l'exemple de la glycémie, détaillé précédemment, émerge la notion de boucle de régulation. La perception de la glycémie (de ses variations) par les cellules β pancréatiques (figure 6) permet de revenir à une valeur de consigne via la sécrétion d'insuline et son action sur les organes cibles (figure 7), chaque étape faisant intervenir le passage d'une information (canaux, transporteurs ou transduction du signal). D'autres exemples tels que l'osmorégulation font aussi intervenir des flux membranaires (ex : régulation du débit de filtration glomérulaire par l'appareil juxta-glomérulaire).

B- Perception de l'environnement

Prenons l'exemple de la voie sensorielle associée à la vision (figure 11).

Figure 11: membrane plasmique, siège de communications entre cellule sur l'exemple de la voie sensorielle visuelle.



- ① Rétinal 11-cis $\xrightarrow{h\nu}$ Rétinal tout-trans
⇒ Activation de la protéine G_t
- ② Activation de la phosphodiésterase
- ③ Hydrolyse de GTPc
- ④ Fermeture des canaux GTPc sensibles
⇒ Hyperpolarisation



⇒ PHOTOTRANSDUCTION

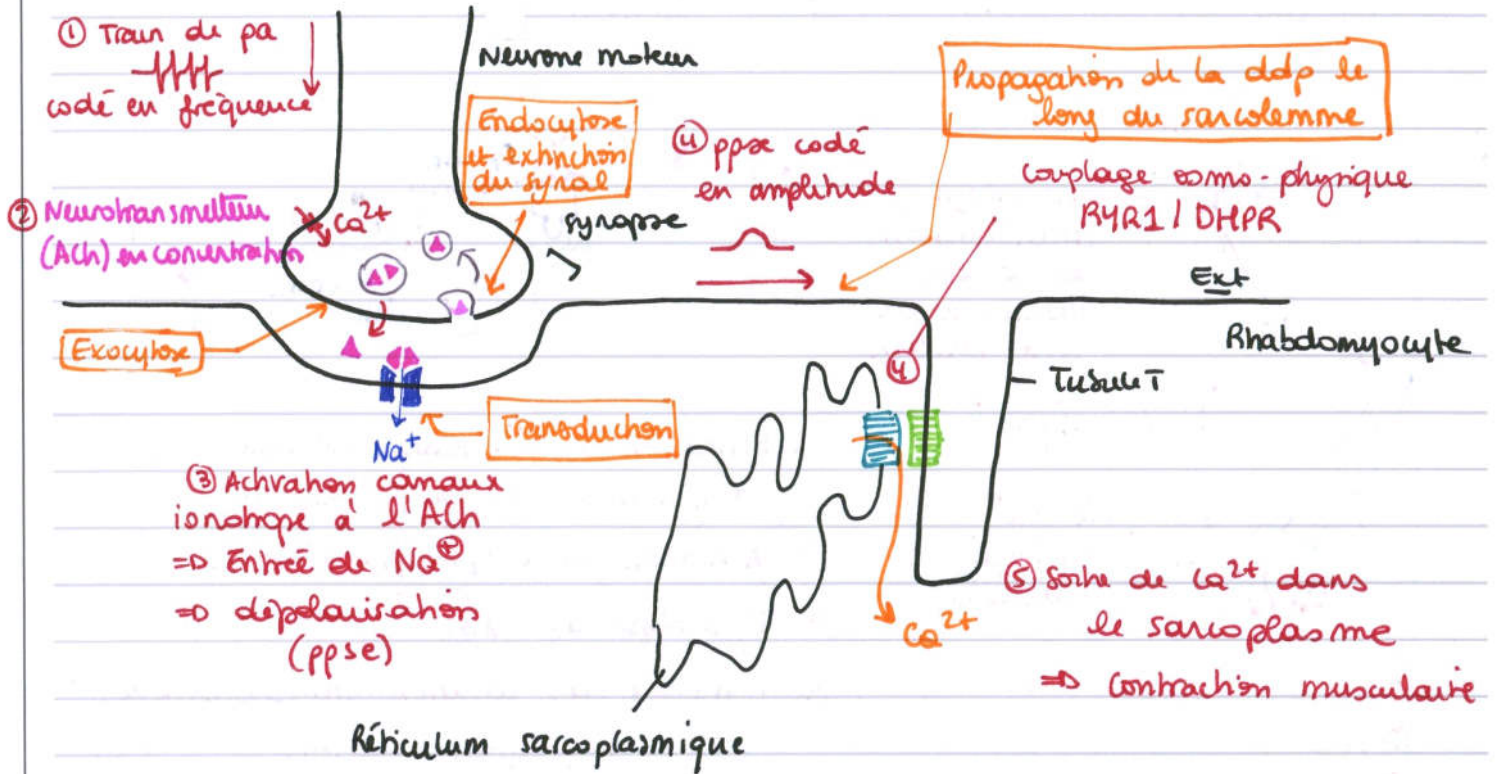
ic: conversion en un signal nerveux transmissible aux cellules de la rétine

Sur cet exemple (figure 11), la phototransduction par des photo-récepteurs membranaires rend possible l'intégration de l'information visuelle sous forme de potentiel d'action au niveau des cellules en aval (cellule bipolaire / ganglionnaire puis nerf optique). Cette voie sensorielle permet ensuite l'élaboration d'une image au système nerveux central.

C. Déplacement des organismes

Prenons l'exemple d'une cellule striée squelettique de métazoaire. (fig 12)

Fig 12: Couplage excitation-contraction à la plaque motrice



Cet exemple met en évidence un **couplage entre l'excitation par le neurone pré-synaptique à la synapse et la contraction du rhabdomyocyte** (mécanisme non montré ici). Cette communication intercellulaire permet la **génération de mouvements grâce aux muscles squelettiques**.

D. Protection de l'organisme contre des agresseurs

Prenons l'exemple de la **réponse immunitaire adaptative** chez les métazoaires (figure 13), cf page suivante.

~~La mise en place de la réponse adaptative nécessite une coopération forte entre cellules~~

Noter que la **réponse immunitaire** chez les plantes fait aussi intervenir des **facteurs solubles** tels que l'**aide méthyle-salicylique**.

101-3760
Epreuve - Matière : Connaissances générales secteur A

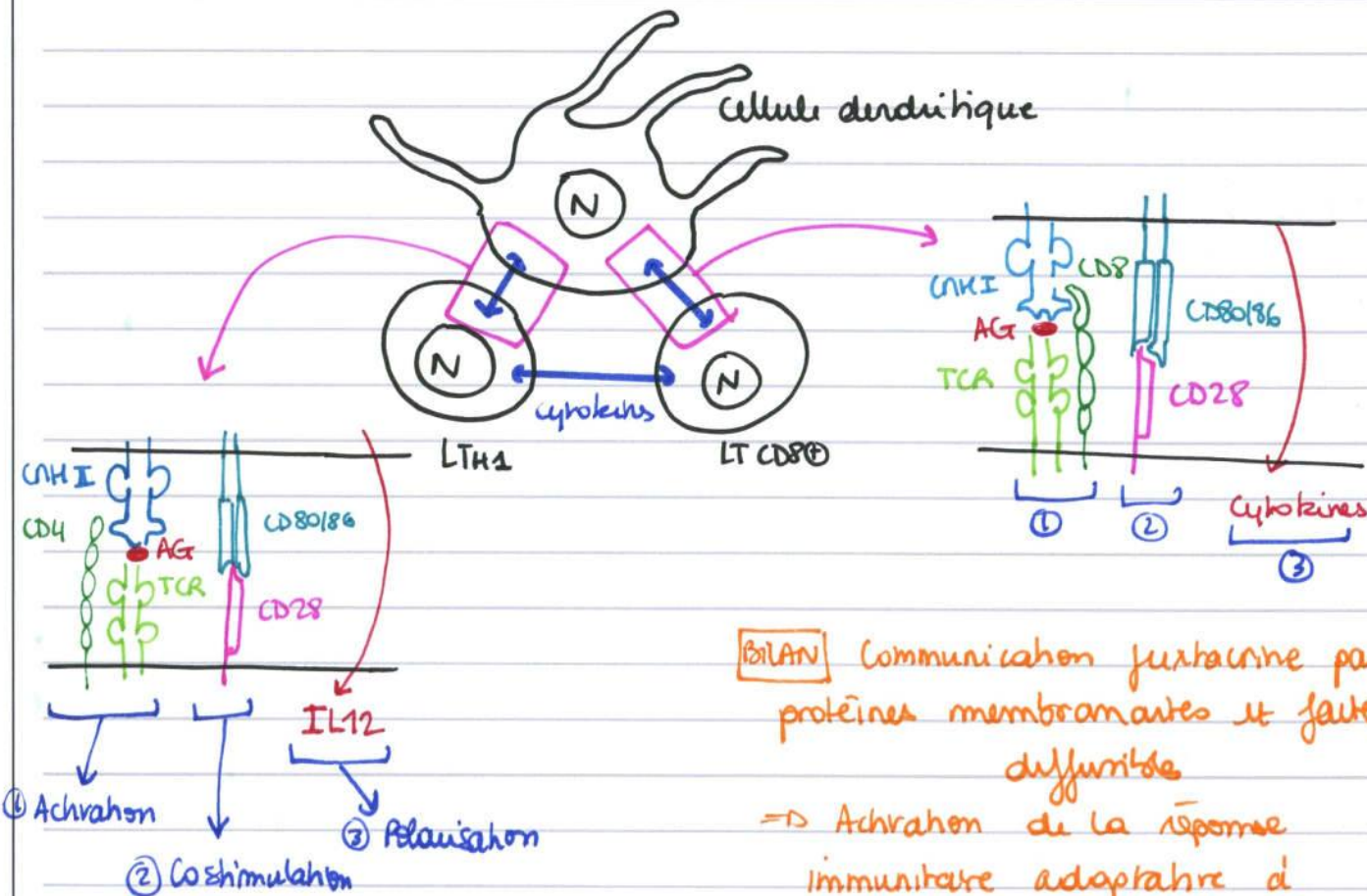
Session : 2026

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.
- Numéroter 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.

Figure 13 : Communications inter-cellulaires membranaires lors de la réponse adaptative

a) Activation de la réponse adaptative



BILAN Communication juxtaposée par protéines membranaires et facteurs diffusibles
 ⇒ Activation de la réponse immunitaire adaptative à médiation cellulaire

b) Réponse cytotoxique

⇒ Reconnaissance cellule infectée : mise en place de la synapse immunitaire (STAC) ⇒ apoptose par granzyme / perforine / FasL

E. Fonctions de relation et reproduction

La communication avec les autres organismes et les fonctions de reproduction sont aussi sous-tendues par des modes communications diversifiés entre cellules. Par exemple, le contrôle de la copulation mâle chez les mammifères résulte d'une coopération entre les voies sensorielles, le système nerveux parasympathique et les muscles lisses des artérioles et vaisseaux reproducteurs.

BILAN III Les voies de communications intercellulaires associées aux propriétés de la membrane plasmique sont nombreuses et interviennent dans l'ensemble des fonctions vitales des êtres-vivants pluricellulaires.

CONCLUSION

Toute cellule vivante est délimitée par une membrane plasmique de propriété physico-chimique similaire (bien que variable) : bicouche hydrophobe, fluide et dynamique, siège de flux. L'état différencié des cellules d'un organisme est associé à une spécialisation des protéines de la membrane plasmique (transporteurs, récepteurs, canaux, ...) à l'origine de l'existence d'une grande diversité de modes de communication intercellulaires.

Ainsi, la membrane plasmique est le siège de la communication nerveuse (genèse et propagation des potentiels d'action, transmission synaptique par exocytose de neurotransmetteurs). Les communications par voie publique (hormonale, paracrine, ...) dépendent aussi de la membrane plasmique (protéines membranaires, récepteurs spécifiques, ...).

Ces spécialisations sont à mettre en lien avec la division du travail au sein d'un organisme pluri-

cellulaire. En reprenant la notion de boucle de régulation, cette diversité de voies de communication permet un fonctionnement intégré et coordonné des différents organes (ex: régulation de la glycémie).

Nous nous sommes intéressés ici à la communication entre cellules d'un organisme. La communication et le rôle fondamental des membranes peut être aussi envisagé à l'échelle des différents organites d'une cellule. En effet de nombreux contacts endomembranaires ont été mis en évidence, par exemple entre les mitochondries, les gouttes lipidiques et le glyoxysome dans le cadre du cycle des glyoxylates. Il s'agit alors de coopération entre organites.

