DEVOIR SURVEILLE DE SVT N°7

- Ce devoir comporte deux parties, avec un sujet de géologie et un sujet de biologie. Le même nombre de points est affecté à chacune des deux parties. Il est attendu que vous consacriez une heure trois quarts à chacune, mais la gestion du temps vous est confiée. Les deux parties sont traitées sur deux jeux de copies (un pour la géologie, un pour la biologie), numérotées à la suite les unes des autres et remises ensemble en fin d'épreuve.
- Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances et en adéquation avec les consignes explicites propres à chaque question. Les réponses seront précises, concises et structurées.
- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.
- Les calculatrices ne sont pas autorisées.

Géologie

Durée conseillée de l'épreuve : 1h 45 minutes

Ce sujet est constitué de 3 parties indépendantes.

Partie 1 : Etude de la région de Séderon

Séderon est une petite localité de la Drôme, à la limite du département des Alpes de Haute Provence.

Cette région se situe dans la zone externe (dite « dauphinoise ») des Alpes. Les terrains datent essentiellement du Jurassique et du Crétacé.

L'extrait 1 (annexe en couleur) présente au nord (environ les deux tiers supérieurs de la carte) un secteur des Baronnies, massif subalpin, et au sud (environ le tiers inférieur de la carte) la Montagne d'Albion (partie de la vaste chaîne de Lure, s'étendant plus à l'est).

Question 1.1. **Étude tectonique à partir de l'extrait 1 (carte de Séderon au 1/50000e)**

a) ***Quel est le pendage des couches de la Montagne d'Albion (au sud de l'extrait)) ? Justifiez.***

b) Dans les secteurs de Séderon et Vers-sur-Méouges (Baronnies), identifiez la structure géologique : s'agit-il d'une structure horizontale, monoclinale ou plissée ? Justifiez.

c) Quelles sont les caractéristiques du contact entre le secteur des Baronnies et celui de la Montagne d'Albion ?

Question 1.2. **Coupe à main levée à partir de l'extrait 2**

L'extrait 2 (annexe en couleur) est un détail de la carte géologique de Séderon situé à quelques kilomètres à l'est de l'extrait 1.

Faites une **coupe à main levée** nord-sud, selon le trait de coupe indiqué. **Vous utiliserez le profil topographique de l'annexe à rendre avec votre copie (page 13 du sujet)**

Préalablement à la réalisation de la coupe de l'objet géologique, vous répondrez aux questions suivantes.

a) Quelle est la signification du trait pointillé noir qui traverse l'extrait d'est en ouest au nord de la « crête des serres »

b) Quelle est la signification du symbole présent dans la formation C2b à l'ouest de l'extrait (300 m au sud de « La bègue »)

Pour la coupe, vous utiliserez le profil topographique joint et le log stratigraphique qui l'accompagne vous respecterez les consignes suivantes :

- ne pas représenter les formations superficielles du Quaternaire (éboulis, alluvions),
- représenter 6 couches en rassemblant les terrains de la façon suivante :

  m + g +e (formations du cénozoïque)

  c3+ c2b (marnes sableuses, calcaires gréseux, grès…)

  c-n (marnes bleues)

  n4 + n5 (calcaires et marnes ; le Barrémien correspond à l'Urgonien)

  n1 + n2 + n3 (calcaires et marnes)

  j8a-6 + j9-8b (essentiellement calcaires, notamment Tithonique)

Question 1.3. **Etude lithologique des terrains sédimentaires dans la région nord (Barronies) et la région sud (Lure)**

Le tableau suivant présente les caractéristiques des formations sédimentaires dans la zone sud et nord

a) Formulez une hypothèse permettant d'expliquer les différences de nature des formations dans la zone sud et nord de la carte de Séderon

b) A l'aide de la carte et du tableau ci-dessous, reconstituez l'histoire géologique (sédimentaire et tectonique) de la région de Séderon.

	Zone sud **Montagne de Lure**	**Zone nord** **Baronnies**
Miocène m2 et m1	Calcaire grossier marin	Marnes et grès marin
Oligocène	Marnes lacustres	Marnes et gypses lacustres et saumâtres
Eocène supérieur et moyen	- absence de dépôt	Argiles et marnes + conglomérat lacustre
Crétacé supérieur et moyen **C-n et C1 à C3**	Lacune du crétacé terminal Sables Sol durci	Lacune du crétacé terminal Marnes très épaisses puis grès Faune pélagique
Crétacé inférieur **n1 à n5**	Calcaires récifaux massifs épais Dominante marneuse Calcaires fins à Calpionelles	Calcaires marneux et calcaires peu épais Dominante marneuse Calcaires fins à Calpionelles
Jurassique supérieur **(J4 à J8_)**	Barre calcaire tithonique Calcaire et marnes	Barre calcaire tithonique Calcaire et marnes

<u>Question 1.4.</u> ***Analyse de paysages***

Au sud de la carte, les formations géologiques sont à l'origine des paysages suivants

Paysage 1 : Sommet du Mont Ventoux

Ci-contre détail de la zone située au premier plan sur la photo ci-dessus.

Paysage 2 : **Rocher du Ciré surmontant les gorges de la Nesque**

(détail de la roche formant le rocher du Cire)

a) Expliquez le plus précisément possible les processus géologiques responsables de la formation du paysage 1.
b) Même question pour le paysage 2 en vous appuyant sur une séquence de schémas simples

Partie 2 Étude de turbidites

L'étude des anciennes turbidites qui affleurent dans les chaînes de montagnes a conduit Bouma à décrire une séquence type regroupant de manière simplifiée quatre termes qui comprennent de bas en haut (figure 1a) :

- une unité massive (TA) de sables grossiers et moyens, voire de graviers, à granoclassement vertical médiocre, sans lamination, et dont la base comporte souvent des figures d'érosion liées à l'action de courants turbulents (figures en flûte ou en fuseau, dites flute casts – figure 1b)ou à la traction d'objets sur le fond (figures de traction ou groove casts – figure 1c) ; l'absence de litage et de bon granoclassement est interprétée comme le résultat de l'arrêt brutal du corps inférieur de l'avalanche ;
- une unité de sables moyens à fins (TB), à laminations parallèles, traduisant le passage d'un régime d'écoulement turbulent à un régime d'écoulement laminaire de forte intensité ;

- une unité de sables de plus en plus fins (TC), à rides de courant, laminations obliques, ondulées ou plissées (convolutes), dénotant la réduction progressive de la capacité de transport du courant laminaire (les laminations plissées résulteraient d'une déformation plastique du sédiment partiellement liquéfié avec échappement de l'eau juste après son dépôt, suite à une surcharge locale par exemple) ;
- une unité sommitale faite de silts et d'argiles (TD), témoignant de la disparition de toute agitation du milieu et du retour de la sédimentation pélagique.

La figure 2 (annexe en couleur) présente trois vues selon un plan vertical qui ont été prises au sein d'une séquence de turbidites du flysch alpin.

<u>Question 2 :</u>

a) Analysez en détail chaque photographie A, B et C de la figure 2 et replacez-la dans la séquence type de Bouma.
b) Sur quelle photo pourriez-vous observer des figures basales d'érosion ? Quel enseignement seriez-vous susceptible d'en tirer ?

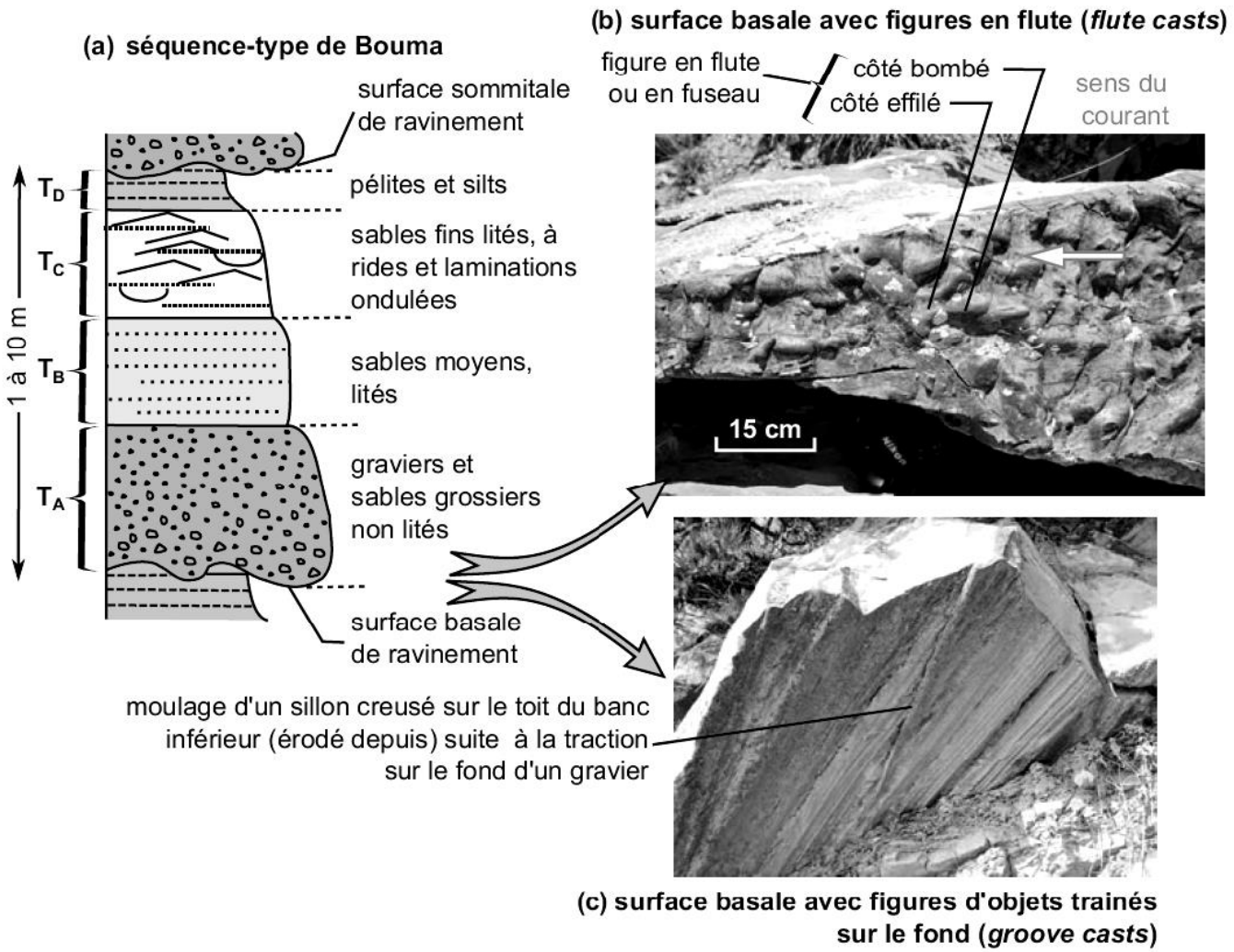


Figure 1 : Différents termes d'une séquence de Bouma et deux exemples de figures basales d'érosion

Figure 2 : Trois aspects de turbidites alpines- Flyschs éocènes de Peira Cava (Alpes maritimes)
Figure reproduite sur l'annexe en couleur

Partie 3 Etude de joints stylolithiques du calcaire

Les joints stylolithiques (JS) sont des discontinuités très irrégulières, hérissées de pointes (pics stylolithiques) et matérialisées par une accumulation de minéraux argileux, d'oxyhydroxydes de fer etc., au sein du joint. Ils ne sont bien développés que dans les calcaires.
On distingue deux types (Figure 4) :
- les joints tectoniques JSt, obliques sur la stratification ;
- les joints stratiformes JSs, parallèles à la stratification.

Les joints JSt sont uniquement associés aux domaines déformés tectoniquement. Pour leur part, les joints JSs s'observent également dans des massifs rocheux non déformés, restés plans et horizontaux ; ils se développent préférentiellement sur les joints (= surfaces) de stratification de la roche. Les joints JSs sont horizontaux et les pics stylolithiques sont verticaux quand les couches sont restées horizontales.
On se propose d'étudier l'origine et l'importance des joints JSs.

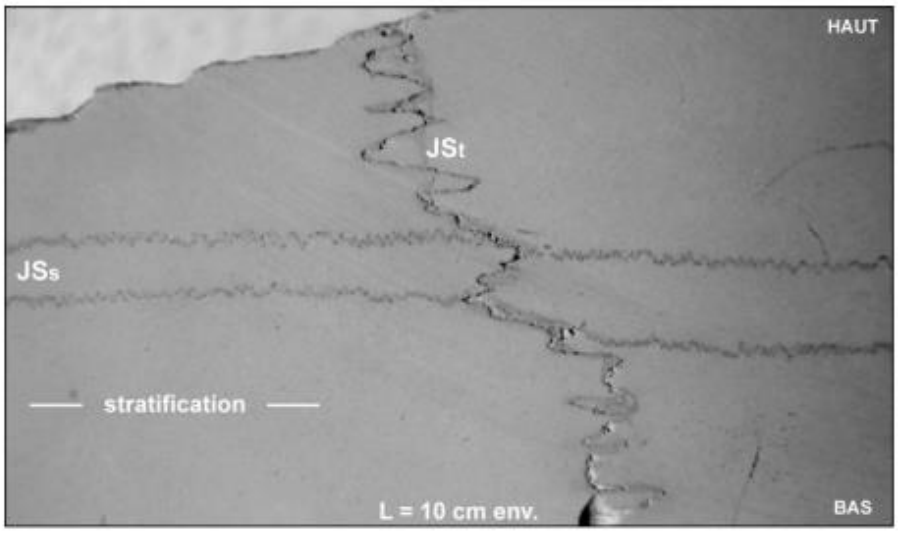
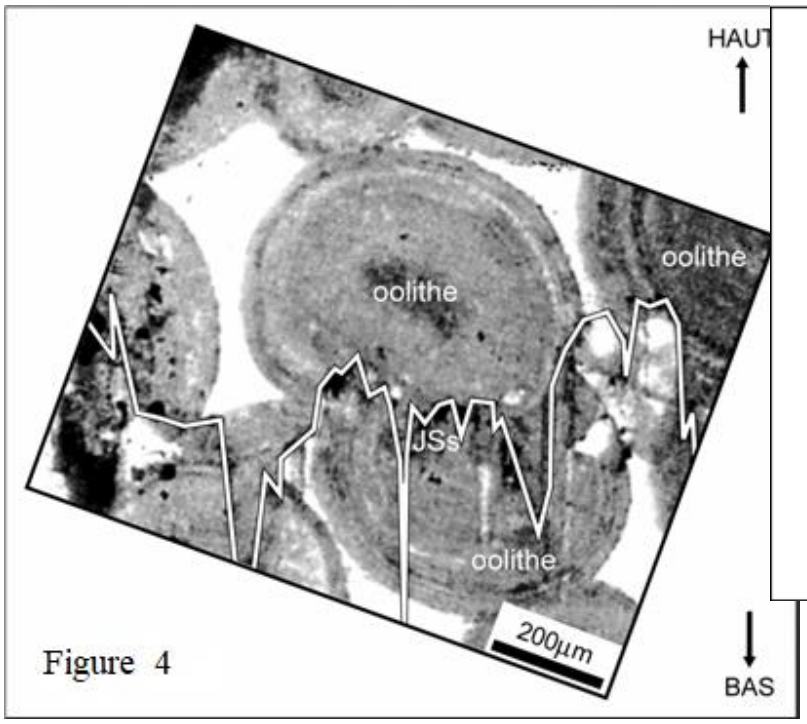


Figure 3

JSs joint stylolithique parallèle à la stratification

JSt joint stylolithique tectonique (oblique sur la stratification)



	calcaire oolithique	*joint stylolithique JSs*
SiO_2	0,85	26-44
Al_2O_3	0,33	7-15
$Fe_2O_3 + FeO$	0,12	3,8-5,5
CaO	50,5	4-17
MgO	0,66	3,1-9,2
Na_2O	0,03	0,07-0,15
K_2O	0,06	1,8-3,8

TABLEAU 1 - COMPOSITION CHIMIQUE D'UN CALCAIRE OOLITHIQUE ET DE SES JOINTS STYLOLITHIQUES JSs

Figure 4 Etude d'un joint stylolithique affectant un calcaire oolithique

<u>Question 3.1</u> : Etude d'un joint stylolithique affectant un calcaire oolithique de l'Oxfordien supérieur de l'Est de la France (Figure 3). L'épaisseur moyenne de ce joint peut être estimée à 20 micromètres. A partir de la figure 4, reconstituez l'état initial de la roche, avant stylolithisation. Commentez et quantifiez votre réponse. Quel est le seul processus qui peut raisonnablement expliquer la formation des joints stylolithiques ? Pourquoi ces joints sont-ils fréquents dans les calcaires, très rares dans les autres roches ?

<u>Question 3.2 :</u> Le tableau 1 donne la composition chimique d'un calcaire oolithique comparable à celui de la question 3.1. et celle du matériau soulignant le joint stylolithique, cette dernière étant beaucoup plus variable. Les valeurs sont fournies en unités arbitraires.

Que peut-on déduire, qualitativement et quantitativement, de ces analyses ?

<u>Question 3.3 :</u>

Dans une succession épaisse de 90 m de couches de calcaires oolithiques, on a pu estimer que le nombre de joints stylolithiques JSs est en moyenne de 15 à 20 par mètre. L'épaisseur cumulée des joints est plus constante : 5 à 6 mm par mètre. Que pouvez- vous conclure de ces données ?

Fin du sujet de géologie

Biologie

Durée conseillée de l'épreuve : 1h 45 minutes

Ce sujet est constitué de 2 parties (A, B) non indépendantes. Les questions seront traitées dans l'ordre de l'énoncé.

A -Structure et fonction d'opsines d'organismes unicellulaires.

Les opsines sont des protéines sensibles à la lumière. *Chlamydomonas reinhardtii* est une algue verte unicellulaire, utilisée comme organisme modèle en biologie, chez laquelle on étudie une opsine, la channelrhodopsine-2 (CHR2).

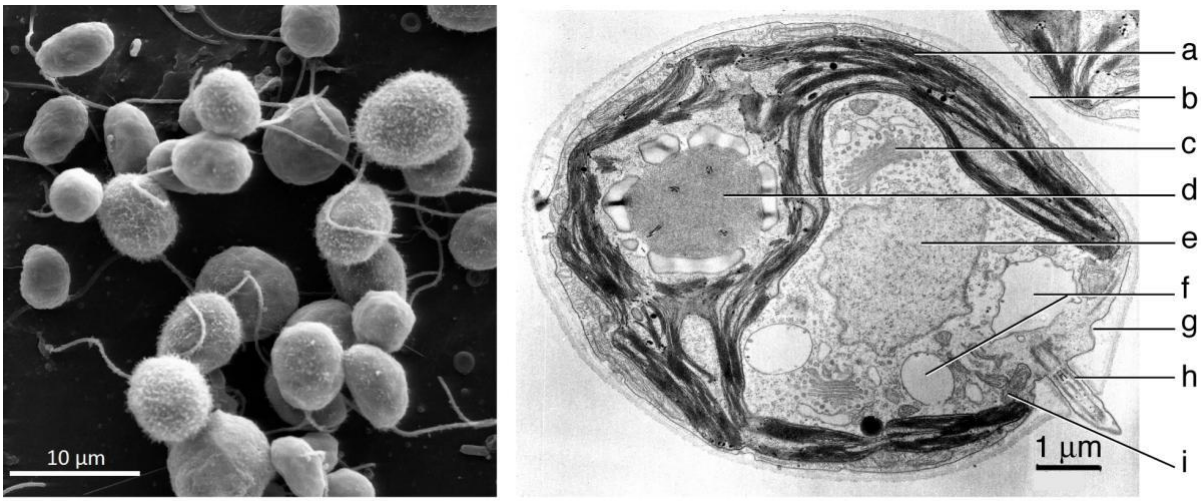


Figure 1 : **Morphologie de *C. reinhardtii*. A.** *C. reinhardtii* observée en microscopie électronique à balayage. **B**. Section fine de *C. reinhardtii* observée en microscopie électronique à transmission.

<u>Question 1 : Complétez la légende de la figure 1B (sur votre copie, attribuez une légende aux lettres a à i).</u>

Des scientifiques essaient de comprendre la fonction de CHR2. Ils/elles établissent son spectre d'absorption, puis la font exprimer par des cellules non photosensibles (des ovocytes de xénope) dont ils/elles mesurent les courants transmembranaires en réponse à des stimuli lumineux.

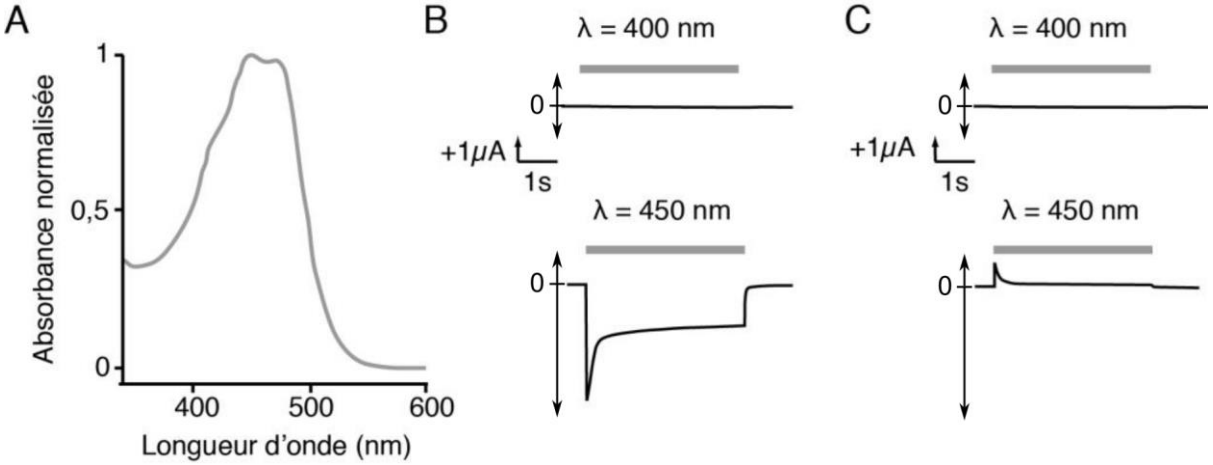


Figure 2 : **Sensibilité de CHR2 à la lumière**. **A.** Spectre d'absorption de CHR2 entre 350 et 600 nm. **B. C.** Courants transmembranaires de cellules exprimant CHR2 illuminées à une longueur d'onde (λ) égale à 400 ou 450 nm. L'expérience est réalisée en voltage imposé à - 100 mV (B) ou +40 mV (C). Le trait gris au-dessus des courbes indique la période d'illumination. Entre deux illuminations, les cellules sont laissées à l'obscurité.

<u>Question 2 :</u>

2a : Précisez le principe de la technique d'enregistrement en voltage imposé et notamment la nature du paramètre mesuré.

2b : Analysez les figures 2B et 2C.

2c : Quelle est la nature ou quelles sont les natures possible(s) de CHR2 ?

On sépare ensuite différentes fractions cellulaires d'ovocytes témoins ou exprimant CHR2, puis on réalise un *western-blot* anti-Na^+/K^+ ATPase, anti-actine et anti-CHR2 (figure 3A). Par ailleurs, on analyse le profil d'hydrophobicité de CHR2 (figure 3B).

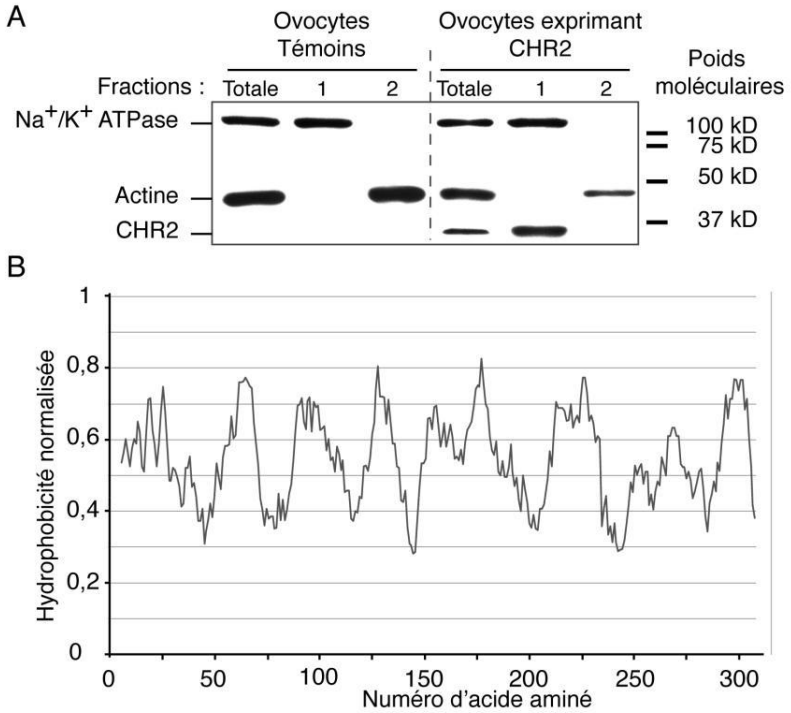


Figure 3 : Caractérisation de CHR2 A. Western-blot anti-Na^+/K^+ ATPase, anti-actine et anti-CHR2 effectué sur des fractions cellulaires d'ovocytes témoins ou exprimant CHR2. Totale : fraction totale ; 1 et 2 : deux fractions cellulaires. B. Profil d'hydrophobicité de CHR2. Plus la valeur en ordonnée est élevée (proche de 1), plus la région analysée est hydrophobe.

<u>Question 3 :</u>
3a : Expliquez en quelques lignes le principe et l'objectif d'un western-blot.
3b : Analysez et interprétez la figure 3A.
3c : Analysez la figure 3B et proposez au moins deux organisations structurales possibles de CHR2.

On cherche ensuite à caractériser les propriétés fonctionnelles de CHR2. On fait exprimer CHR2 à des ovocytes de xénope auxquels on impose un potentiel membranaire de -100 mV. Dans une première série d'expériences, on soumet les cellules à une illumination à 450 nm et on mesure le courant transmembranaire dans des solutions extracellulaires à pH 7,6 contenant différents ions à une concentration de 115 mM (Figure 4A-C).

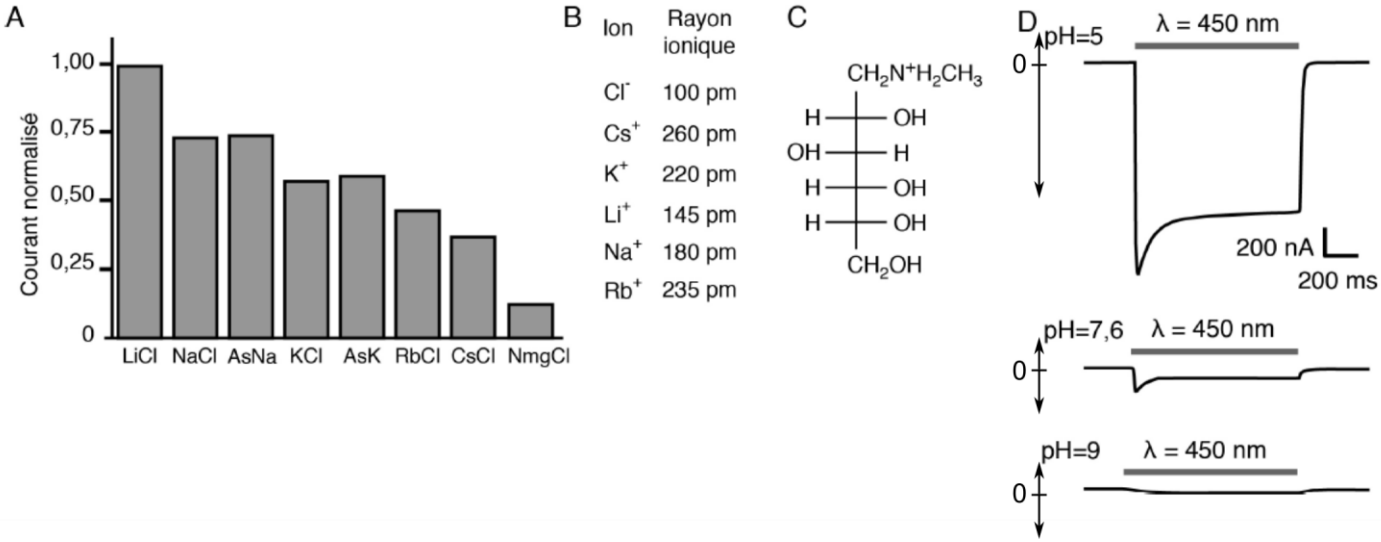


Figure 4 : Propriétés fonctionnelles de CHR2 A. Amplitudes normalisées des courants transmembranaires mesurés sur des ovocytes de xénope exprimant CHR2 illuminés à 450 nm et placés dans des solutions extracellulaires à pH 7,6 contenant 115 mM d'ions (AsNa : aspartate de sodium ; AsK : aspartate de potassium ; Nmg : N-méthyl-D-glucamine). B. Rayons ioniques des principaux ions utilisés. C. Représentation de Fischer du Nmg. D. Courants transmembranaires d'ovocytes de xénope exprimant CHR2 et placés dans des solutions extracellulaires de NmgCl 115 mM et à différents pH. Le trait gris au-dessus des courbes indique la période d'illumination.

Question 4 :

4a : Précisez l'intérêt de mesurer les amplitudes de courant dans différents milieux extracellulaires.

4b : Analysez et interprétez les résultats de la figure 4A en utilisant les informations de 4B et 4C.

4c : Proposez au moins une hypothèse pour expliquer les résultats de la figure 4D.

On identifie trois régions dans la protéine CHR2 (soulignées sur la figure 5A) qui pourraient avoir une importance fonctionnelle. Dans ces séquences, on mute quatre acides aminés (identifiés par des flèches sur la figure 5A) et on fait exprimer les protéines portant une de ces mutations par des ovocytes de xénope. On mesure alors le temps que met le courant pour atteindre un maximum (un pic) après le début d'une illumination à 450 nm (figure 5B) ainsi que le rapport de l'amplitude des courants en présence de KCl (I_{KCl}) ou de NaCl (I_{NaCl}) dans la solution extracellulaire (figure 5C).

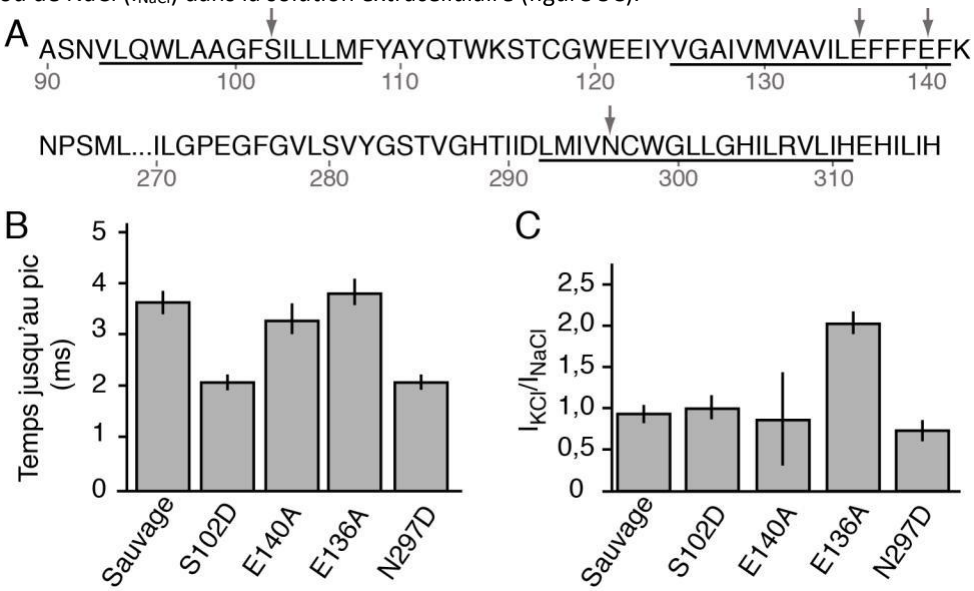


Figure 5 : Caractérisation fonctionnelle d'acides aminés de CHR2. A. Séquence partielle de CHR2. Les régions identifiées sont soulignées. On mute les acides aminés surmontés d'une flèche. B. Temps pour atteindre l'amplitude maximale (le pic) de courant après illumination. « Sauvage » désigne la protéine CHR2 non mutée. La notation «S102D » indique que dans la protéine considérée, la sérine 102 est remplacée par un aspartate (cf. formule des acides aminés en annexe). La même nomenclature est utilisée pour caractériser les autres mutations. C. Rapport des amplitudes des courants en présence de KCl (I_{KCl}) ou de NaCl (I_{NaCl}) dans le milieu extracellulaire.

Question 5 :

5a : En utilisant notamment les résultats de la figure 3B, proposez, en le justifiant, un rôle possible des séquences identifiées dans la figure 5A dans la structure de CHR2.

5b : Pourquoi a-t-on choisi de muter en particulier les acides aminés surmontés d'une flèche ? (On pourra s'appuyer sur les données de l'annexe.)

5c : Analysez et interprétez les figures 5B et C.

Question 6 : En tenant compte des réponses aux questions précédentes, formulez des hypothèses argumentées sur la fonction de CHR2 et son potentiel rôle adaptatif chez *C. reinhardtii*.

On s'intéresse à une autre opsine appelée halorhodopsine (NpHR) chez l'archée halophile *Natronomonas pharaonis*. Comme pour CHR2, on établit son spectre d'absorption (figure 6A) puis on la fait exprimer par des ovocytes de xénope dont on mesure les propriétés électrophysiologiques (figures 6B et C). Dans les conditions expérimentales ci-dessous, les potentiels d'équilibre de K^+, Na^+ et Cl^- sont respectivement de -60 mV ; +90 mV et -90 mV.

Question 7 :

7a : Définissez le potentiel d'équilibre d'un ion.

7b : Analysez et interprétez les figures 6A et 6B.

7c : Quelle information supplémentaire apporte la figure 6C sur la nature possible de NpHR ?

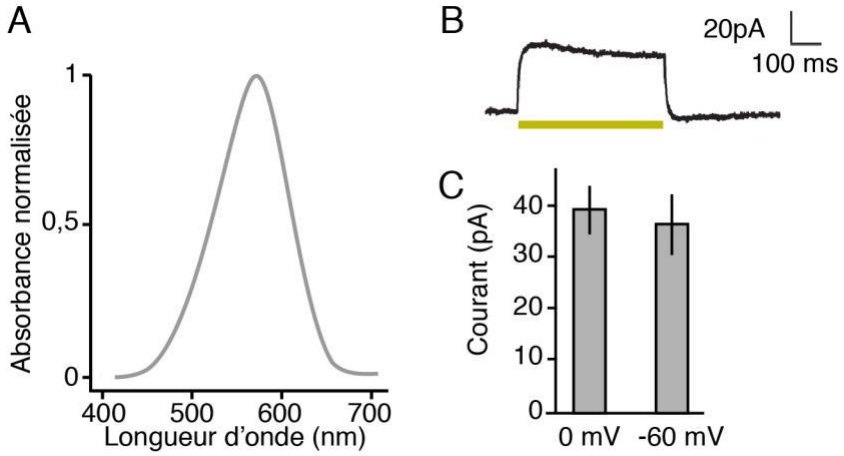


Figure 6 : Sensibilité de la protéine NpHR à la lumière. A. Spectre d'absorption de la protéine NpHR entre 400 et 700 nm. B. Propriétés électrophysiologiques d'ovocytes de xénope exprimant NpHR illuminés à une longueur d'onde de 595 nm. L'expérience est réalisée en voltage imposé à -60 mV. Le trait jaune indique la période d'illumination. C. Courants mesurés en voltage imposé à 0 mV ou à -60 mV.

B - Des opsines pour étudier les synapses.

On fait exprimer les opsines CHR2 et NpHR par des neurones qu'on illumine par des impulsions lumineuses de durées variables et de longueur d'onde égale à 450 nm ou à 595 nm. Les potentiels membranaires en réponse à ces illuminations sont enregistrés (figure 7).

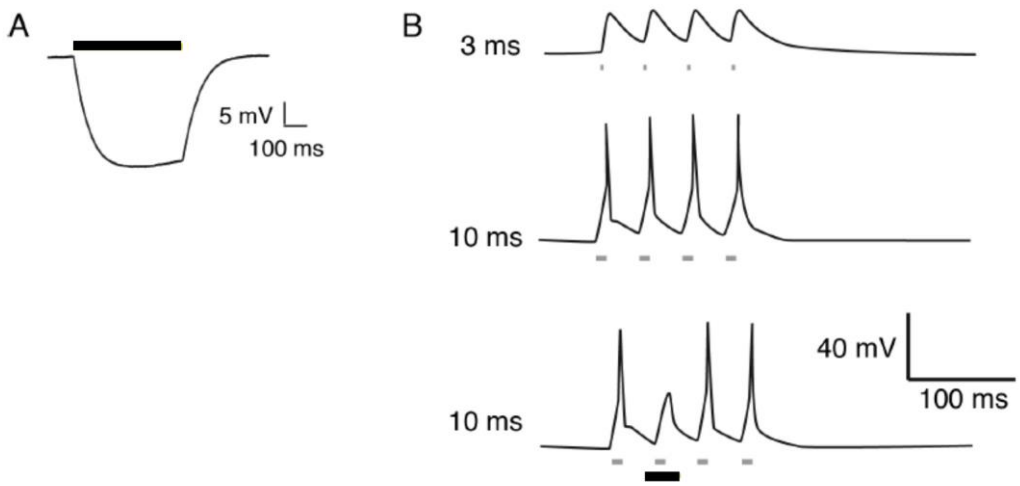


Figure 7 : Potentiels de membrane de neurones exprimant CHR2 et NpHR, illuminés à 450 nm ou 595 nm

A. Potentiel de membrane d'un neurone exprimant CHR2 et NpHR illuminé à 595 nm. Le trait noir indique la période d'illumination

B. Potentiels de membrane de neurones exprimant CHR2 et NpHR illuminés à 450 nm (traits gris) pendant 3 ms (en haut), 10 ms (au milieu et en bas) et pendant 30 ms à 595 nm (trait noir) (en bas).

<u>Question 8 :</u>

8a : En utilisant les résultats des questions précédentes, précisez pourquoi deux types d'illumination sont pratiquées dans ce protocole.

8b : Analysez et interprétez la figure 7A.

8c : Analysez et interprétez la figure 7B.

8d : Quels sont les avantages et les inconvénients d'utiliser de la lumière plutôt que des outils pharmacologiques ou électrophysiologiques pour moduler l'activité des neurones ?

On s'intéresse aux synapses formées entre des neurones pré-synaptiques qui expriment CHR2 et des neurones post-synaptiques qui ne l'expriment pas. On mesure les courants membranaires au niveau post-synaptique et on étudie l'effet d'un inhibiteur des récepteurs-canaux ligands-dépendants post-synaptiques, le NBQX, et d'un inhibiteur des canaux sodiques voltage-dépendants, la TTX.

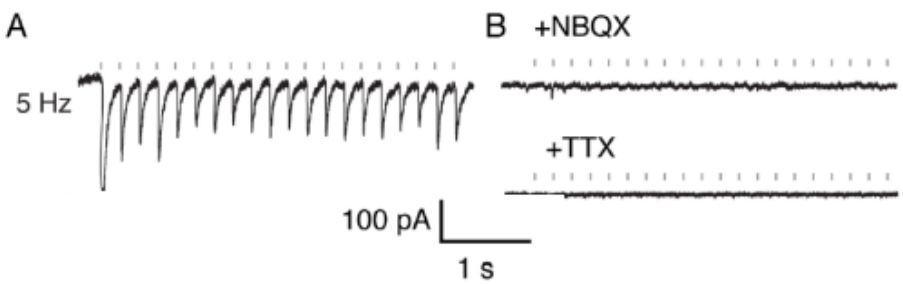


Figure 8 : Courants transmembranaires de neurones postsynaptiques contactés par des neurones présynaptiques exprimant CHR2 et illuminés à 450 nm.

A. Les périodes d'illumination de 10 ms sont représentées par les traits gris verticaux, qui ne sont pas à l'échelle.

B. L'expérience est répétée en présence de NBQX ou de TTX.

<u>Question 9 :</u>

9a : Analysez et interprétez la figure 8A.

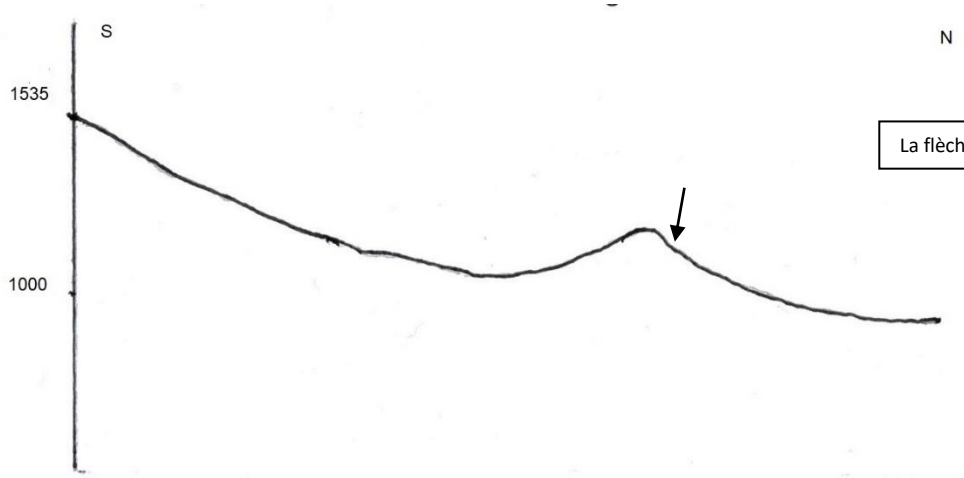
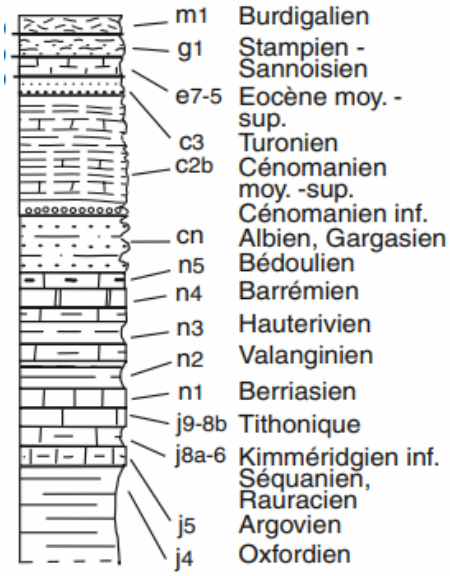
9b : Précisez avec quel(s) objectif(s) l'expérience est répétée en présence de NBQX ou de TTX.

9c. Analysez et interprétez la figure 8B. Illustrez à l'aide d'un schéma la séquence d'évènements expliquant les résultats de l'ensemble de la figure 8.

FIN DU SUJET

NOM :
Classe :

ANNEXE À RENDRE AVEC VOTRE COPIE



La flèche désigne l'emplacement de la ligne pointillée