



Le camouflage chez les céphalopodes

Focus sur la seiche
by Clara Compère

LE CAMOUFLAGE DES SEICHES

PAR CLARA COMPÈRE

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

- Le nom « seiche » est un nom vernaculaire caractérisant un grand nombre de mollusques faisant partie du sous-ordre des décapodes. Les seiches sont capables de changer de couleur pour s'adapter aux tons du fond marin sur lequel elles se trouvent. Ce mécanisme de camouflage leur permet de se cacher des prédateurs.
- En effet, lors de l'évolution, les céphalopodes ont perdu leur coquille et donc leur protection face aux dangers de l'océan. L'apprentissage du camouflage leur permettant de se fondre dans le milieu parfaitement, jusqu'à en imiter la texture ou même la lumière projetée par le reflet des vagues, est une parfaite alternative.

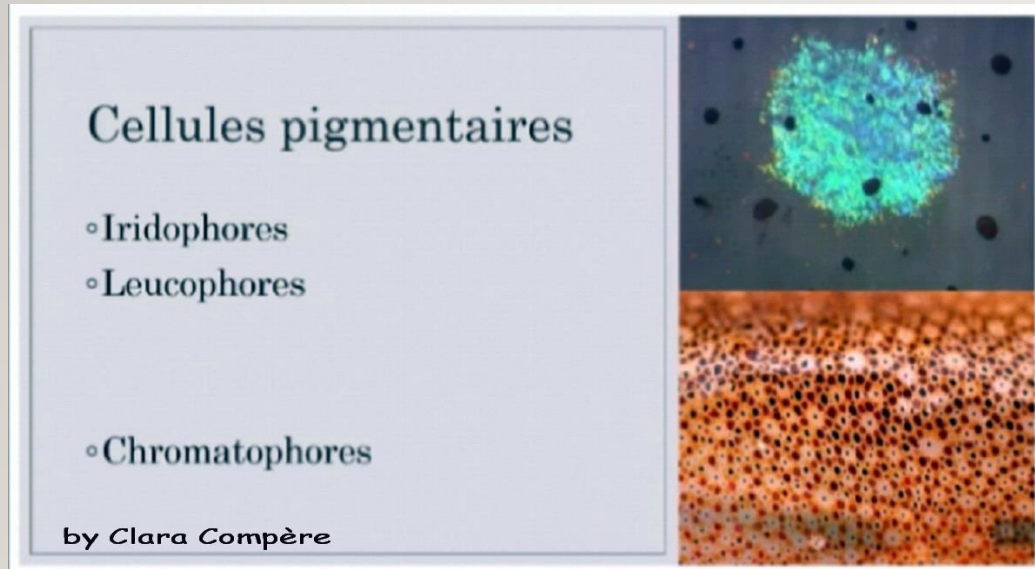






by Clara Compère

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE A LA PREMIÈRE ADAPTATION



- Ce mimétisme particulier est possible grâce à deux adaptations :
- La première adaptation s'est faite grâce à 3 types de structures, les iridophores et les leucophores qui réfléchissent la lumière et les chromatophores qui absorbent la lumière.

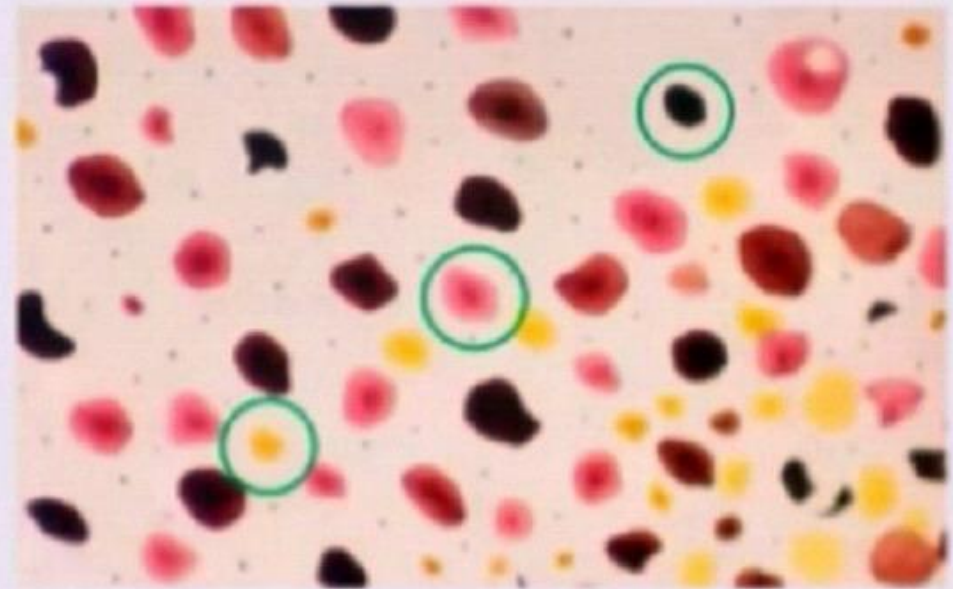
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

by Clara Compère

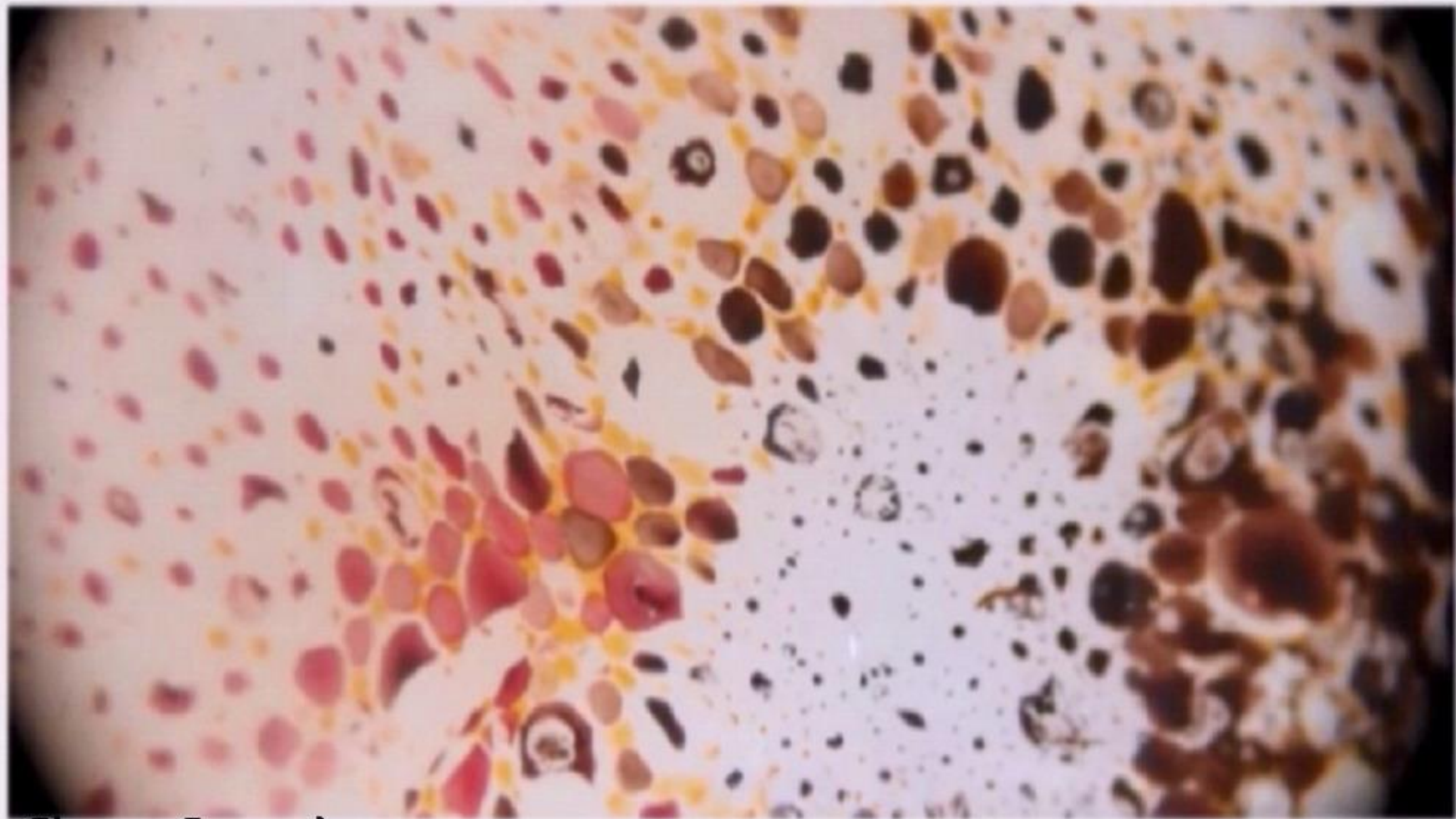
- Les chromatophores sont des organes musculaires neuro-innervés de différentes couleurs. Les motoneurones chromatophores sont situés dans le cerveau et leur activation permet à l'animal de changer rapidement et dynamiquement de couleur et de motif. Ce sont des cellules remplies de pigments de différentes couleurs. Selon les espèces, les individus réagissent aux changements de lumière dans l'environnement en regroupant ou en dispersant les pigments situés dans leurs chromatophores, entraînant une modification de la zone de coloration du corps. Ces cellules sont généralement classées comme suit en fonction de leur couleur, ce qui reflète les pigments qu'ils contiennent :
 - (1) Le brun et le noir sont produits par des mélanophores contenant de la mélanine ;
 - (2) Le rouge est produit par les érythrophores coloré par divers caroténoïdes ;
 - (3) Et le jaune est produit par les xanthophores, qui sont colorés par la présence de pigments à la ptéridine.

Types de chromatophores

- Mélanophores —→ Brun et noir
- Erythrophores —→ Rouge
- Xanthophores —→ Jaune



by Clara Compère



by Clara Compère

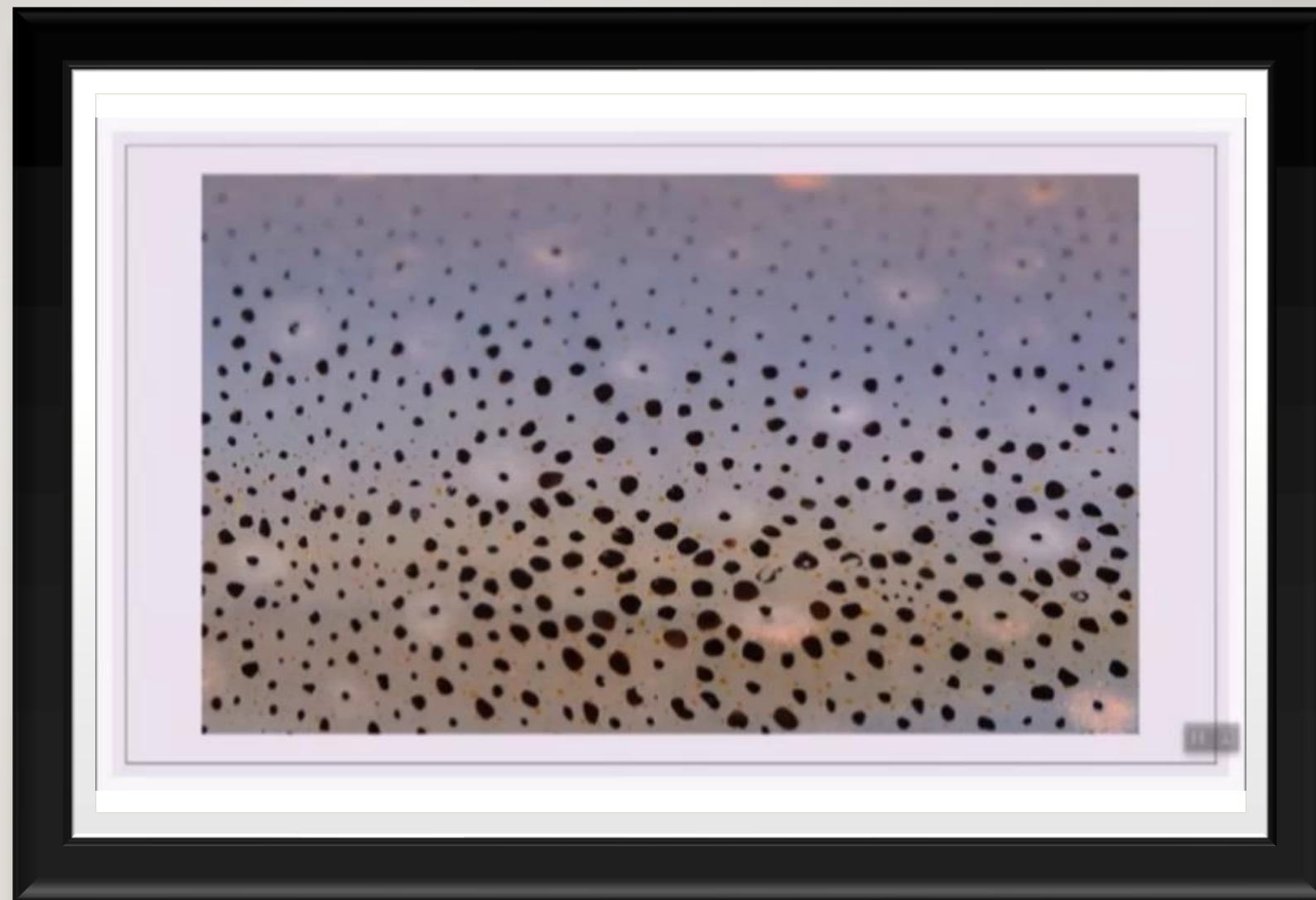
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

by Clara Compère

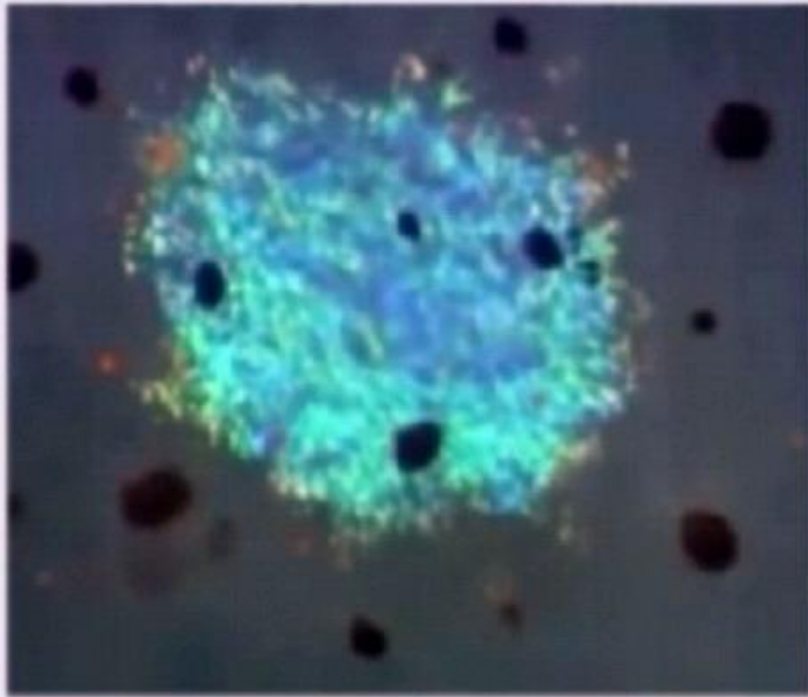
- En outre, les seiches possèdent, comme mentionné plus tôt, des plaques de cellules cutanées appelées iridophores et leucophores qui constituent le système d'irisation. Chacune de ces plaques contient de la réflectine, une protéine qui modifie la conformation des cellules pour refléter la lumière lorsque celles-ci sont exposées à l'acétylcholine (ACh), produisant ainsi des teintes spécifiques brillantes telles que le bleu et le vert, qui ne sont pas produites par les chromatophores pigmentés mais aussi des tons argentés, irisés ou blanc.

by Clara Compère

CHANGEMENT DE COULEUR



Systeme d'irisation

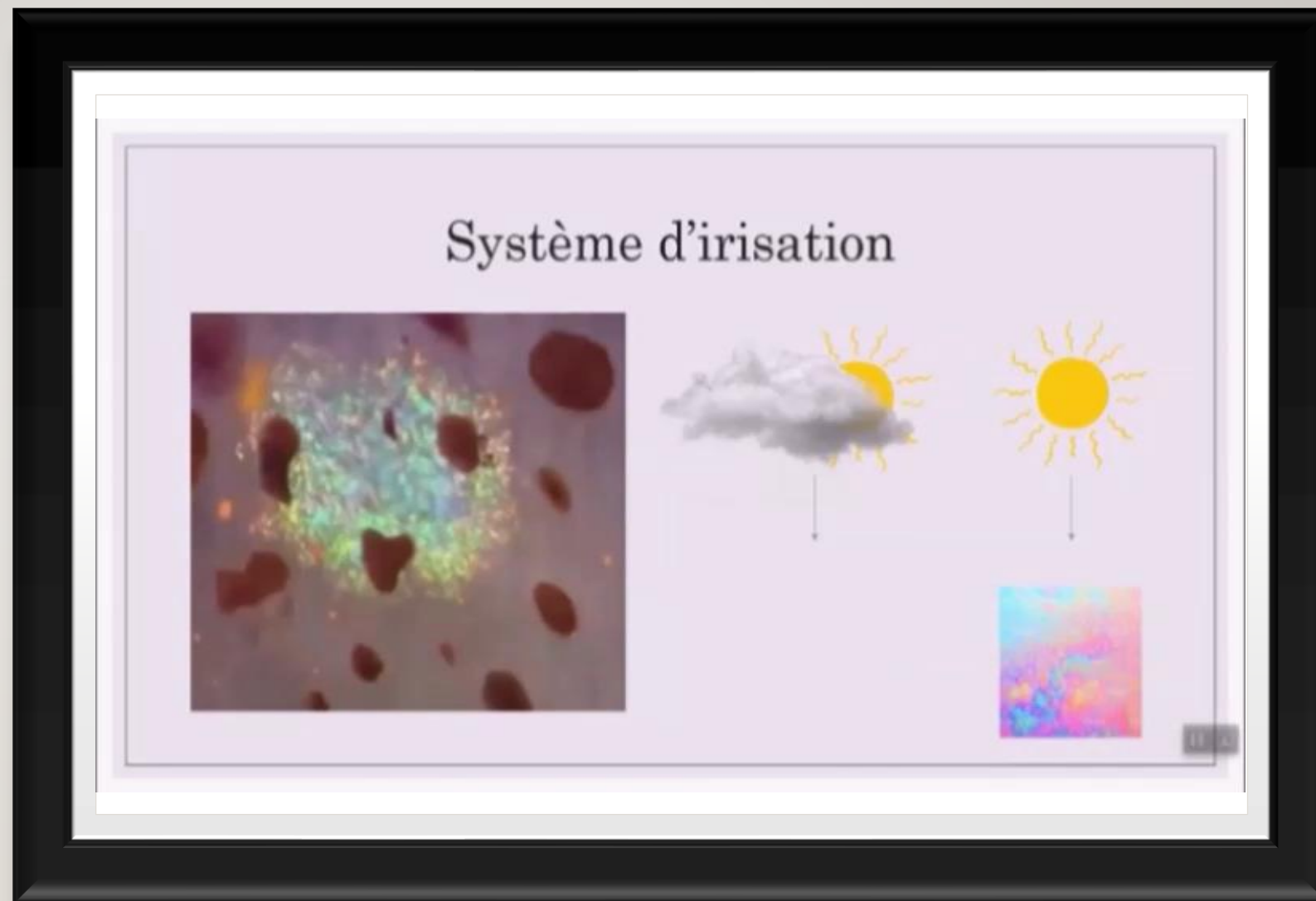


by Clara Compère



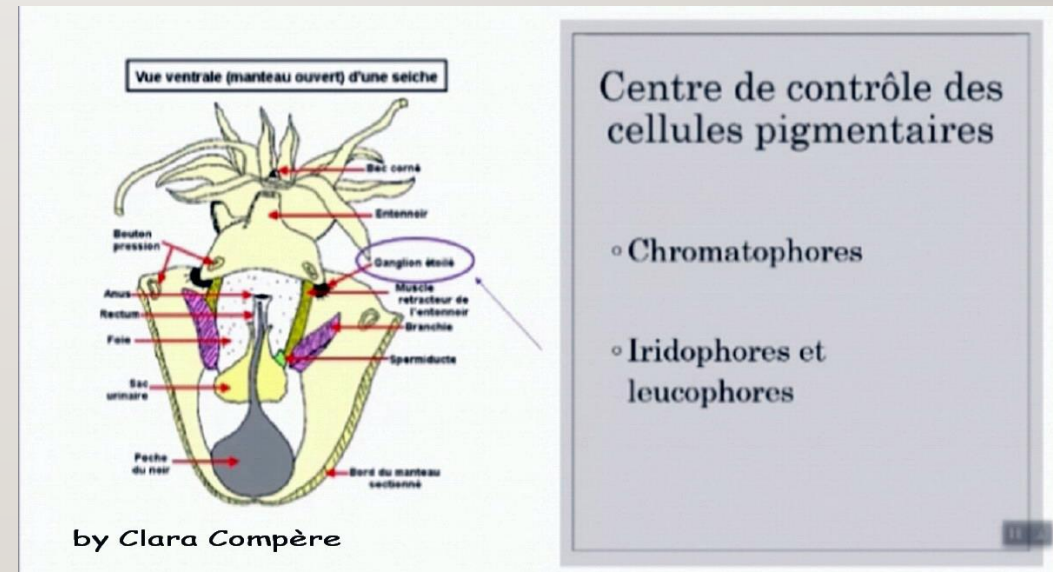
11/3

IRISATION



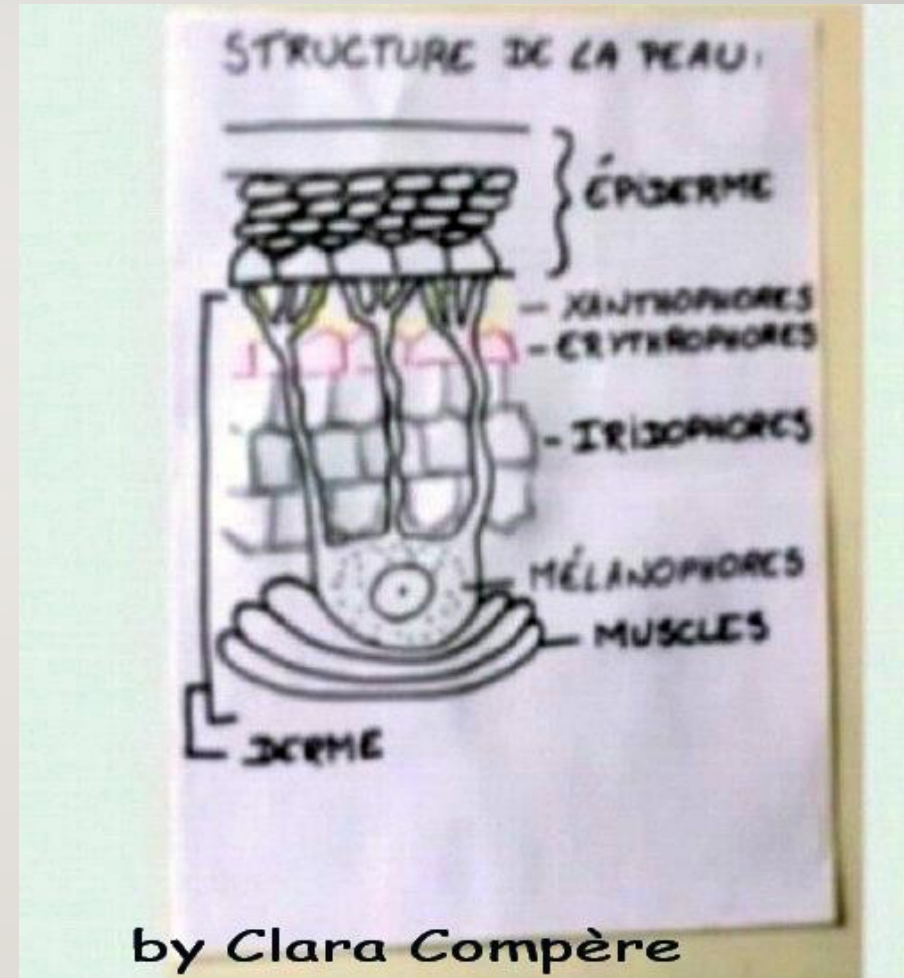
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

- Récemment, il a été démontré que le système d'irisation était contrôlé par le système neural, mais contrairement à ceux des chromatophores qui se trouvent dans le cerveau, leurs motoneurones résident dans le ganglion étoilé



MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

- .Voici un schéma représentant la structure de la peau chez les seiches. En partant de l'extérieur, on trouve une couche cornée et une couche de cellules. Ces deux couches forment l'épiderme. Sous l'épiderme, le chromatophore basique comprend trois couches ; des mélanophores basaux qui absorbent la lumière de toutes les longueurs d'ondes, une couche de xanthophores et d'érythrophores qui absorbent la lumière de courtes longueurs d'onde et ensuite une couche d'iridophores qui réfléchit la lumière. Il y a aussi une couche de muscles, ces derniers seront détaillés plus loin dans cette vidéo. Tout ça forme le derme.



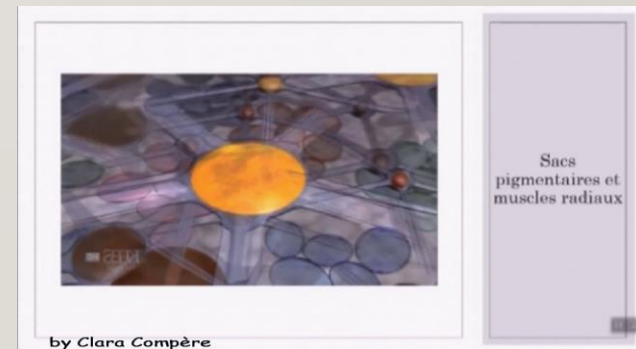
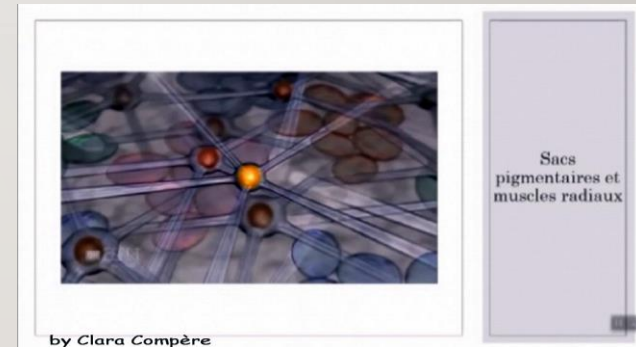
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

by Clara Compère

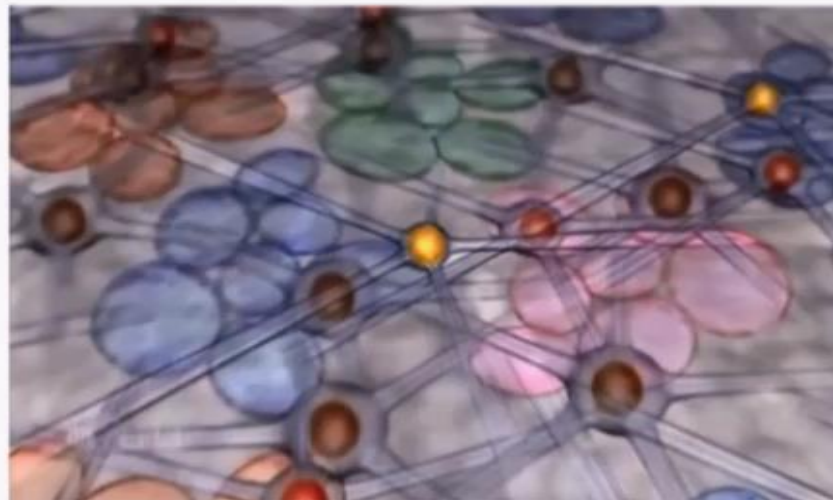
- Les quantités relatives de chaque type de chromatophore, leur densité et leur état de dispersion ou d'agrégation détermine la couleur d'un patch cutané particulier. Les chromatophores des céphalopodes diffèrent de ceux des autres animaux par leur morphologie ; les granules de pigment sont contenus dans un sac élastique contrôlé par des muscles radiaux et des nerfs reliés directement au cerveau. Chez les céphalopodes, la dilatation des chromatophores provoque l'étirement du sac à pigments et une diminution de son épaisseur, ce qui augmente la surface de pigmentation et provoque un changement de couleur de la peau. L'expansion et la contraction des chromatophores chez les céphalopodes sont principalement contrôlés par des informations visuelles et des informations provenant du système nerveux central (SNC).

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

- Les chromatophores sont contrôlés chez les céphalopodes comme suit ; L'expansion est réalisée par l'activité des nerfs excitateurs, qui libèrent la L-glutamine des synapses le long du muscle radial suite à son exposition à l'acétylcholine. Cela conduit à la libération de Ca^{2+} dans le réticulum sarcoplasmique (RS) et à la mobilisation de l'appareil contractile. Le fait que la libération de l'émetteur mène à des potentiels postsynaptiques excitateurs non propagés garantit que les muscles des chromatophores peuvent être activés individuellement. Cela permet un contrôle délicat de la couleur de la peau par recrutement et par augmentation de la fréquence de mise à feu des nerfs moteurs. Dans des conditions normales, il n'y a jamais de potentiel propagé qui traverse les jonctions voisines et active les fibres musculaires voisines.



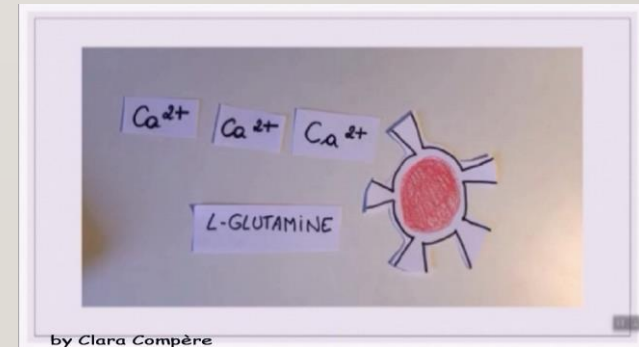
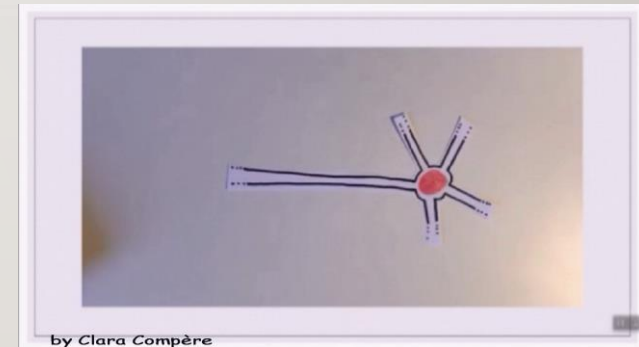
SAC PIGMENTAIRE



Sacs
pigmentaires et
muscles radiaux

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

- La rétraction des chromatophores est probablement due principalement à la contraction du saccule élastique, en l'absence d'activité dans les motoneurones excitateurs. Cependant, la libération de 5-HT (5-hydroxytryptamine, récepteur de sérotonine), qui supprime la libération de Ca^{2+} et mobilise son retour vers le RS, facilite nettement la relaxation du muscle radial. La 5-HT est connue pour détendre les muscles des autres mollusques, gastéropodes et bivalves. Son action sur les céphalopodes n'est donc pas unique. Cependant, il convient de souligner que la 5-HT n'agit pas comme un neurotransmetteur au niveau du muscle radial : elle n'a aucun effet sur la membrane post-synaptique et semble provenir de vésicules qui ne sont pas groupées pour former des synapses, mais qui sont distribuées sur toute la longueur de l'axone.



MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

by Clara Compère

- Cependant, certaines études suggéraient que les chromatophores dermiques pourraient être stimulés directement par la lumière.
- Les photorécepteurs qui ne sont pas impliqués dans la vision formant une image peuvent potentiellement fournir des informations cruciales sur les caractéristiques spectrales de tout habitat dans lequel vit un organisme. À un niveau fondamental, la capacité à détecter des changements d'intensité et de longueur d'onde de la lumière peut fournir à une espèce des informations temporelles sur l'heure, le temps qu'il fait, la période de l'année etc. De plus, le niveau de lumière ambiante fournit des indications importantes sur les environs, par exemple la profondeur de l'eau et la présence d'ombrages provenant d'objets ou d'autres animaux à proximité. Chez les céphalopodes, la photosensibilité dermique peut expliquer comment les animaux peuvent rapidement ajuster leur coloration pour la signalisation sociale et le camouflage, permettant ainsi une structuration optimale tout en étant daltonien et n'ayant donc pas une vision parfaite.
- Chez les céphalopodes, les transcrits d'opsine détectés dans la nageoire dorsale sont identiques du point de vue moléculaire et fonctionnel aux rhodopsines identifiées dans la rétine. De même, les opsines présentes dans la peau du manteau dorsal sont presque identiques à celles exprimées dans les yeux de l'animal.

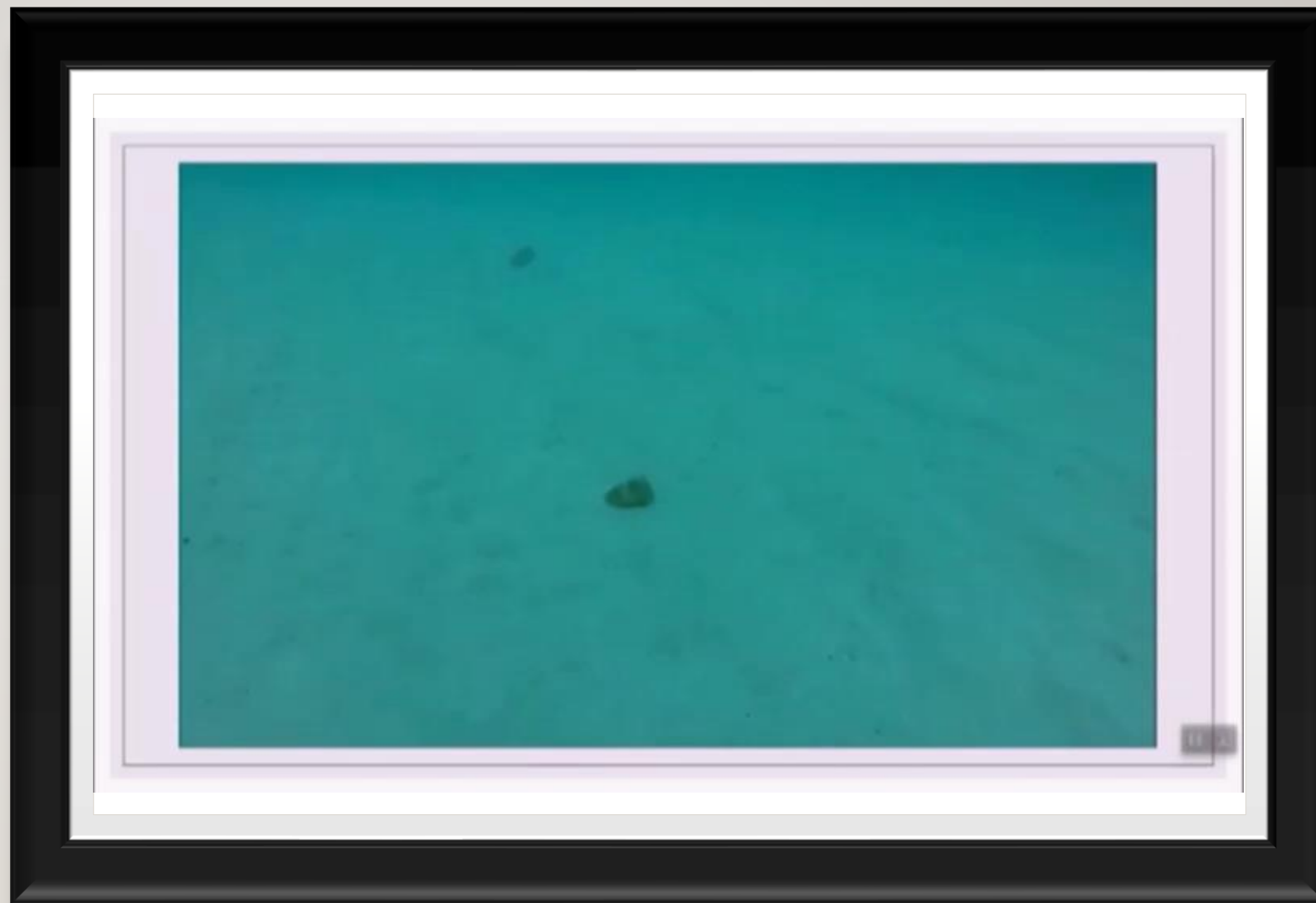
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

by Clara Compère

- . Ces études fournissent de bonnes preuves que les opsines dermiques dans les chromatophores d'invertébrés répondent à la lumière indépendamment du SNC et utilisent la même cascade de phototransduction visuelle présente dans la rétine. Spécifiquement, les photorécepteurs simples non directionnels, tels que ceux présents dans la peau, seront sensibles à toute la plage d'intensité de la luminance naturelle. Ceci suggère qu'il existe d'autres pigments photosensibles impliqués dans la détection d'irradiance, en plus des opsines visuelles. La mélanopsine, qui est un pigment sensible à la lumière est un candidat probable, car elle a été initialement identifiée dans les mélanophores dermiques d'amphibiens. En effet, la voie de signalisation de la mélanopsine chez les vertébrés est très similaire à celle utilisée par les opsines rétiniennes et dermiques des invertébrés.

by Clara Compère

PHOTOSENSIBILITÉ DERMIQUE



- La deuxième adaptation de la seiche au niveau de sa peau consiste en des groupes musculaires qui agissent de manière antagoniste et agoniste, formant ainsi des hydrostats musculaires miniatures. Lorsqu'ils sont activés, ces muscles créent des bosses dermiques appelées papilles. La papille individuelle de la seiche vivante peut être complètement dilatée (ou rétractée) en moins d'une seconde. Différents niveaux de complexité structurelle conduisent à des formes papillaires plus grandes et plus complexes, chaque espèce ayant un répertoire fixe de formes de papilles. Cette capacité permet à ces animaux benthiques d'être cryptiques sur des substrats ou de se faire passer pour des objets proches, tels que des algues ou du corail, mais le circuit neuronal et l'anatomie musculaire qui les sous-tendent sont inconnus à ce jour. Ces deux adaptations de la peau sont contrôlées au moins en partie par la vision mais utilisées grâce à différents circuits car les papilles et les chromatophores peuvent être activés indépendamment.

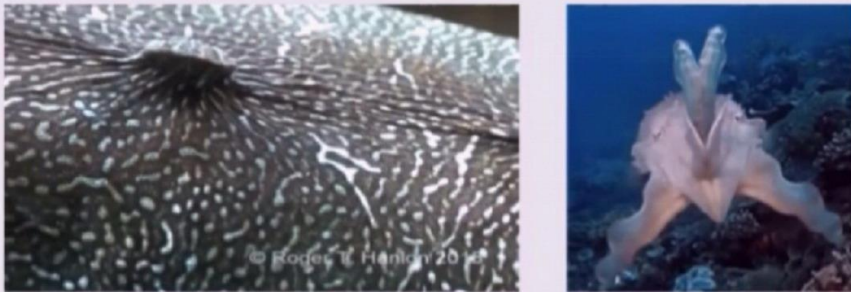
MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE B LA DEUXIÈME ADAPTATION

by Clara Compère

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE CAMOUFLAGE CHEZ LA SEICHE

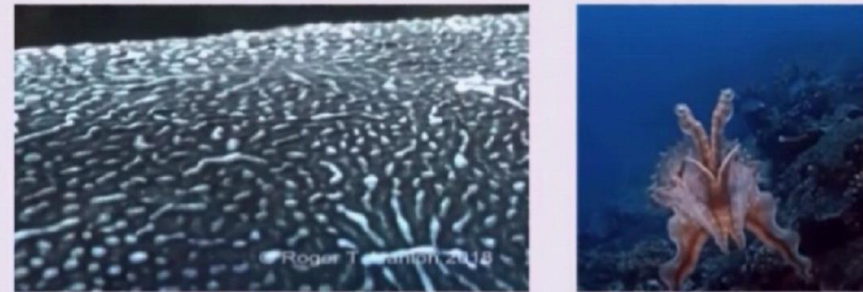
B LA DEUXIÈME ADAPTATION

Changement de texture



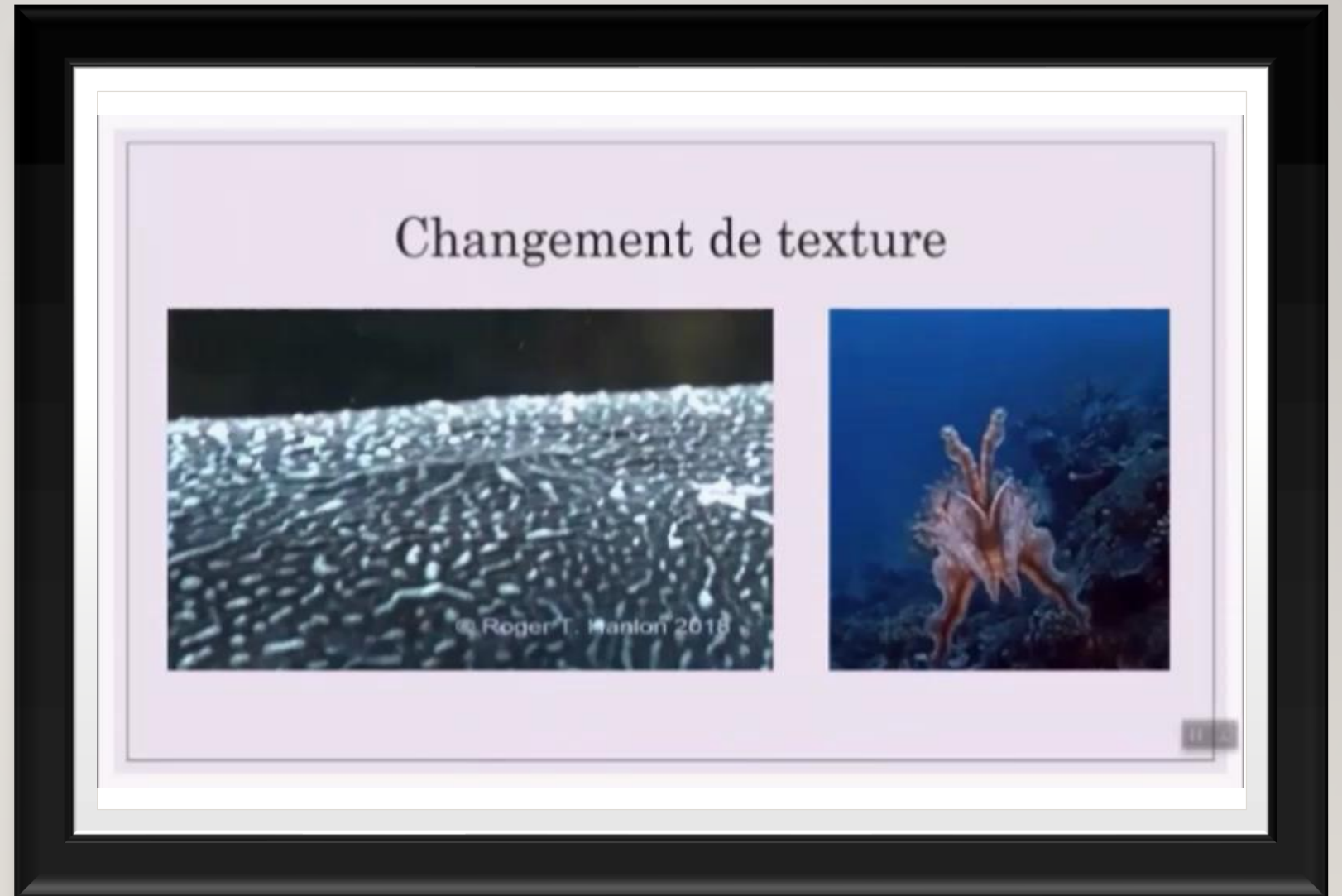
by Clara Compère

Changement de texture



by Clara Compère

CHANGEMENT DE TEXTURE



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- J.B. Messenger. Cephalopod chromatophores: neurobiology and natural history. Department of Zoology, University of Cambridge, Cambridge, CB2 3EJ, U.K. 28 June 2001

- Jennifer L. Kelley and Wayne I. L. Davies. The Biological Mechanisms and Behavioral Functions of Opsin-Based Light Detection by the Skin. University of Western Australia, Perth, WA, Australia. 30 August 2016.

- Paloma T. Gonzalez-Bellido, Alexia T. Scaros, Roger T. Hanlon, Trevor J. Wardill. Neural Control of Dynamic 3-Dimensional Skin Papillae for Cuttlefish Camouflage.

<https://www.courrierinternational.com/article/2008/07/31/les-seiches-revelent-leurs-secrets>
du-camouflage-et-des-messages-secrets

Photos: Martin Vrancken

Musique: Crack a Note

by Clara Compère