

TP 3 : Diversification génétique et diversification des êtres vivants

Situation initiale : la diversité des être vivants est due en partie aux brassages génétiques durant la reproduction sexuée et aux mutations.

Questions : Existe t-il des mécanismes de diversification du génome autre que la mutation et la reproduction sexuée ?

Une diversification des êtres vivants est-elle possible sans modification du génome ?

I- Mécanismes de diversification du génôme

Des espèces ou des individus très proches peuvent présenter une grande diversité des phénotypes qui ne peuvent pas s'expliquer par de simples mutations. Comment expliquez ces différences ?

1 - Polyploïdisation

- *A partir des documents 1 à 3 p40-41, montrez qu'une hybridation suivie d'une polyploïdisation peut engendrer une diversification des génomes sans mutation.*

2 – Transferts horizontaux de gènes

Des Sushis et des hommes : Pour éviter les soucis de digestion des sushis, le système digestif des Japonais s'est transformé : c'est la découverte que viennent de faire une équipe de chercheurs de la station biologique de Roscoff (CNRS).

En s'intéressant à la porphyranase, une enzyme qui dégrade les polymères de sucres, les chercheurs ont découvert qu'elle décomposait un glucide complexe, le porphyran. Ce dernier est l'un des constituants des parois d'une algue marine de couleur rouge appelée Porphyra, utilisée notamment pour confectionner les sushis. Les porphyranases sont présentes dans de nombreuses bactéries marines.

Poussant leurs investigations, les scientifiques ont comparé les données génomiques de la flore intestinale de 13 individus japonais et de 18 individus nord-américains. Ils ont alors découvert que la porphyranase était également présente dans la flore intestinale des Japonais mais pas dans celle des Nord-Américains.

Les japonais digèrent facilement les sushis, contrairement aux occidentaux. A partir du texte précédent donnez une explication à l'apparition de ce nouveau phénotype.

3 – Une limace photosynthétique

*Elysia chlorotica est une petite limace de mer capable de vivre 9 à 11 mois sans se nourrir en pratiquant la photosynthèse à partir de chloroplastes provenant de la digestion de l'algue verte *Vaucheria litorea*.*

On cherche à valider l'hypothèse qu'*Elysia chlorotica* acquiert la capacité photosynthétique en incorporant le génome de *V. litorea*.

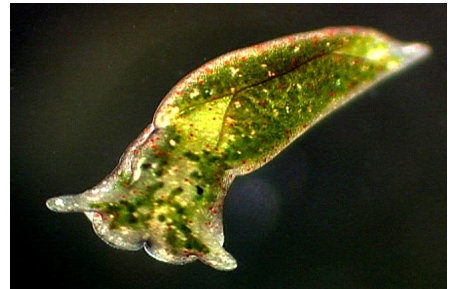
Cycle de développement d'*Elysia chlorotica*



Stade larvaire



stade juvénile



stade adulte

- Lors des 3 premières semaines de sa vie *Elysia chlorotica* se nourrit des algues chlorophylliennes *Vaucheria litorea* en perforant leurs cellules. Au lieu de digérer tout ce contenu, elle retient les chloroplastes en les stockant dans ses propres cellules. Plus *Elysia chlorotica* aura conservé de chloroplastes, plus elle sera verte à cause de la présence de chlorophylle.
- Les chloroplastes sont des organites dont le contenu (en particulier la chlorophylle) doit être continuellement renouvelé pour être fonctionnels. Ce renouvellement nécessite des protéines spécifiques dont la synthèse est commandée par des gènes localisés dans le noyau et dans les chloroplastes de *Vaucheria litorea*.
- Un de ces gènes très important est le gène psbO. Il est présent dans l'ADN nucléaire de toutes les algues chlorophylliennes. Il est absent dans celui des cellules animales.

Vous disposez de deux souches d'algues vertes : une souche photosynthétique et une souche mutante incolore incapable de renouveler sa chlorophylle, et des séquences du gène psbO des espèces concernées.

- **Mettre en œuvre le protocole** d'observation de différentes souches d'algues vertes et de comparaison des séquences du gène psbO chez différentes espèces pour **valider** que le renouvellement de la chlorophylle est possible grâce à l'acquisition du gène psbO dans le génome d'*Elysia chlorotica*.
- Sous la forme de votre choix **présenter et traiter les données brutes pour** qu'elles apportent les informations nécessaires à la résolution du problème.
- **Exploiter les résultats pour valider** que le renouvellement de la chlorophylle est possible grâce à l'acquisition du gène psbO dans le génome d'*Elysia chlorotica*.

II- Gènes du développement et plan d'organisation

Comment l'expression de gènes communs peut elle induire le développement d'organismes très différents ?

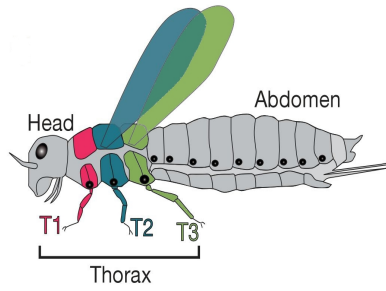
Une présentation scientifique

Vous êtes chercheur en biologie du développement à l'université et vous travaillez sur des animaux un peu particuliers : les membracidae.

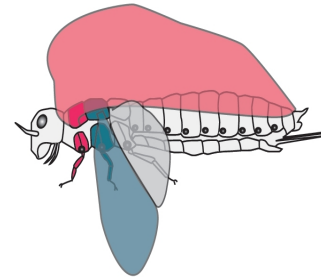
Vous découvrez que ces animaux, appartenant au groupe des insectes, présentent une modification de leur plan d'organisation par l'apparition et le développement extraordinaire d'une 3ème paire d'ailes originale et modifiée en une structure appelée 'casque'.

Devant vos confrères chercheurs vous devez présenter vos documents et les arguments pour :

- 1) *Montrer que ce « casque » des membracides correspond bien à une 3ème paire d'ailes modifiée.*
- 2) *Montrer que ce changement de plan d'organisation n'est pas dû à une modification du gène de développement contrôlant l'apparition des ailes dans le premier segment thoracique de l'insecte. Proposez alors une hypothèse du développement du casque.*

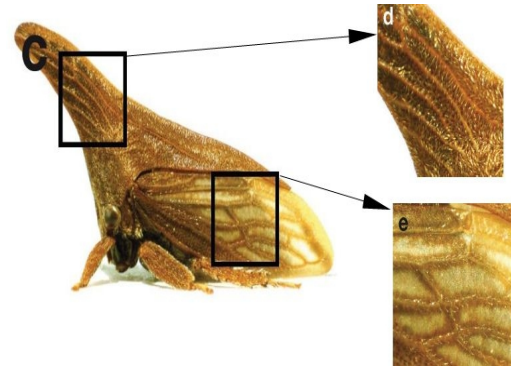


Insecte



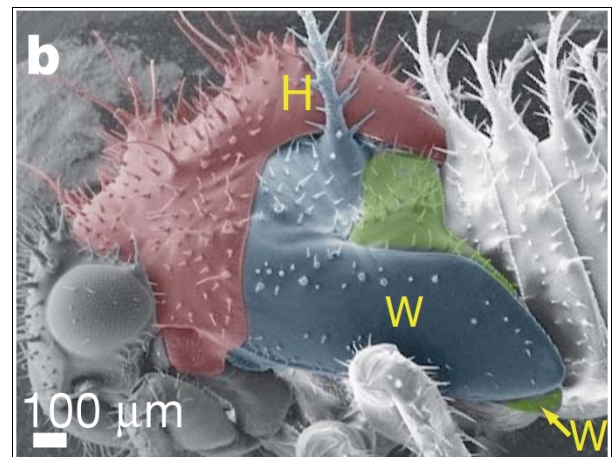
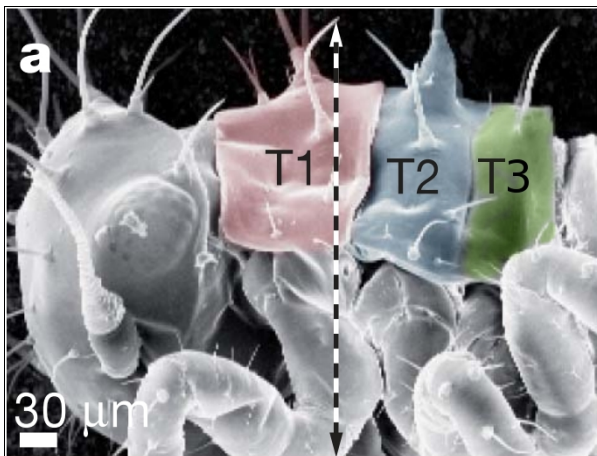
Membracidé

Document 1 : Le casque et les ailes d'un membracidé



Document 2 : Développement du thorax d'un membracidé

Détails du thorax aux stades larvaires 1 et 5 du développement d'un membracidé vus au microscope électronique à balayage.



a : *Stade larvaire 1 (T1 (rose), T2(bleu), T3(vert) : segments thoraciques) ; b : Stade larvaire 5 ; H = Helmet (casque en rose) ; W = Wings (ailes en bleu et vert).*

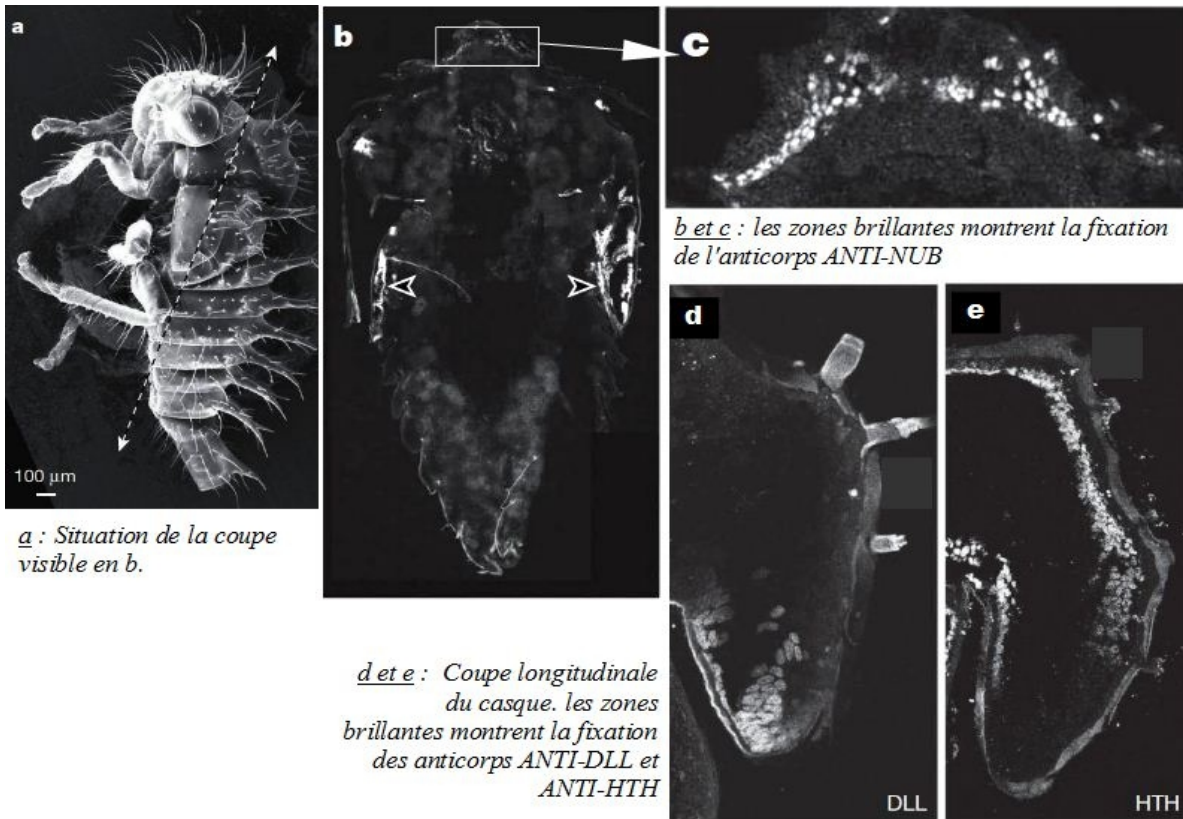
Remarque : Une structure similaire est observée pour l'articulation du casque et de l'aile : une petite pièce épaisse, comparable en taille et en aspect, est intégrée au sein d'un espace cuticulaire plus souple et plus fin.

Document 3 : Localisation de l'expression des gènes du développement des ailes

Chez tous les insectes, le développement des ailes sur les segments T2 et T3 fait intervenir une série de gènes dont le premier est le gène NUB puis les gènes DLL et HTH.

Les photographies ci-dessous ont été obtenues par marquage et localisation de l'expression des gènes de développement des ailes par anticorps spécifiques.

Au cours du développement d'un membracidé :



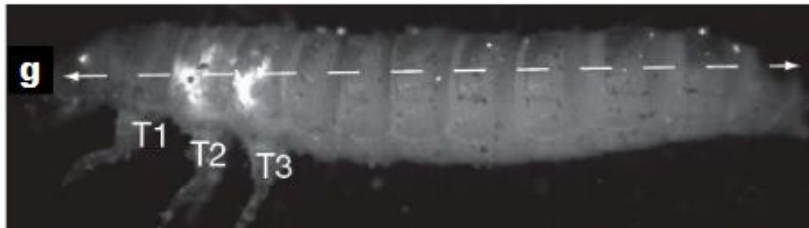
a : Situation de la coupe visible en *b*.

b et c : les zones brillantes montrent la fixation de l'anticorps ANTI-NUB

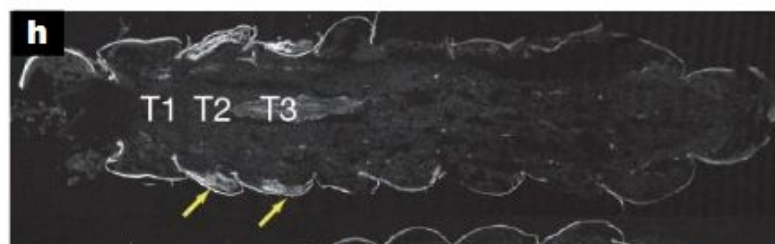
d et e : Coupe longitudinale du casque. les zones brillantes montrent la fixation des anticorps ANTI-DLL et ANTI-HTH

Les flèches de la figure b montrent les ailes. La figure c correspond au casque.

Au cours du développement d'un coléoptère (carabidé) :



g : marquage de certaines parties du corps d'une larve de coléoptère par des anticorps ANTI-NUB

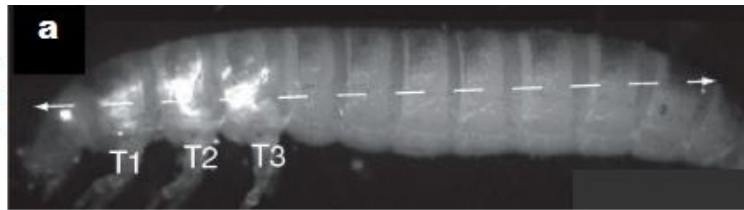


h : Coupe longitudinale de la même larve de coléoptère quelques heures plus tard. Les flèches montrent le développement de 'bourgeons d'ailes'.

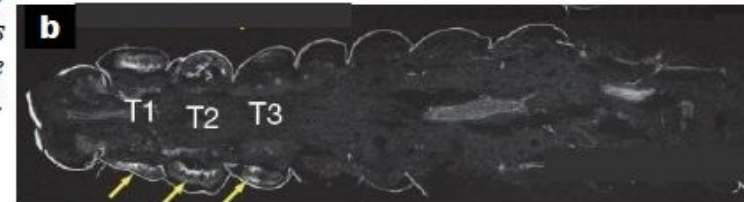
Document 4 : Contrôle de l'activité des gènes de mise en place des ailes.

A - Développement d'un coléoptère (carabidé)

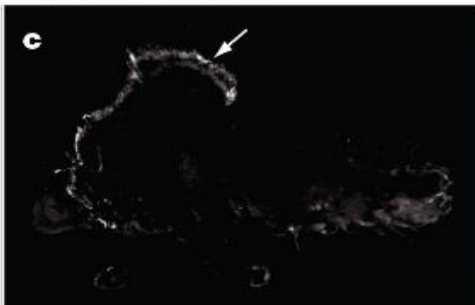
a : Traitement d'une larve de coléoptère avec une molécule bloquant l'expression du gène de développement SCR, puis marquage par des anticorps ANTI-NUB



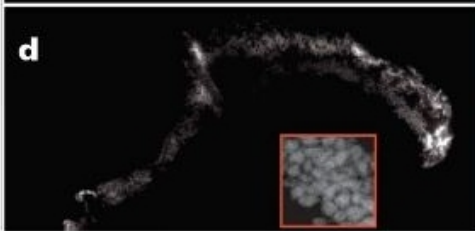
b : Résultat du traitement ci-dessus sur le développement des ébauches d'ailes de la même larve de coléoptère.



B - Développement d'un membracidé : (la flèche montre le casque en T1)



*c : Larve de membracidé traitée aux anticorps ANTI-SCR.
La flèche localise le grossissement de la fig.d .*

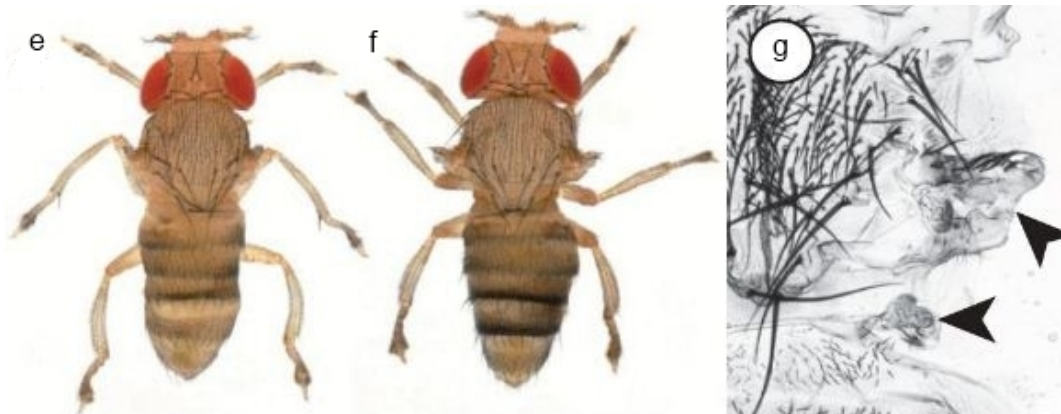


d : Répartition intra-nucléaire de la protéine résultant de l'expression du gène SCR

Document 5 : Rôle du gène SCR des membracidés

Dans un élevage ont obtenu 2 lots de drosophiles :

- le premier lot est issu d'oeufs et de larves de drosophiles dont l'expression du **gène SCR d'origine** est amplifiée,
- le deuxième lot est constitué de drosophiles après surexpression du **gène SCR de membracidé** préalablement introduit dans une larve de drosophile.



e- Drosophile issue du premier lot; f- drosophile issue du second lot; g- détail du thorax de la drosophile f (les flèches montrent que le développement des ailes est bloqué).