

Le carbone au corps

Comment l'organisme assimile les fullerènes.

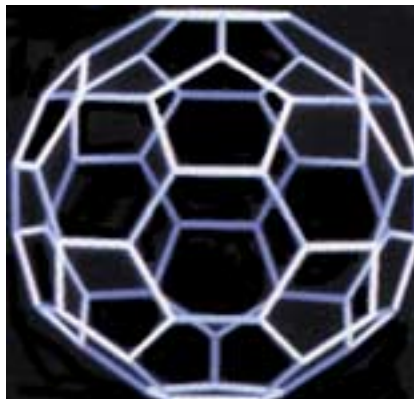
Il y a quelques années, des chimistes découvraient les fullerènes, ces molécules composées uniquement d'atomes de carbone, dont le représentant le plus connu est la molécule de formule C_{60} , composée de 60 atomes de carbone répartis aux nœuds d'un polyèdre en forme de ballon de football. Rapidement l'industrie explora leurs applications industrielles... et le problème de leur toxicité se posa. Comment ces molécules sont-elles métabolisées par l'organisme?

Une première étude du cheminement du C_{60} dans le corps avait montré que la molécule s'accumulait surtout dans le foie, où elle semblait demeurer sans modification. Nous avons montré que les fullerènes réagissent dans l'organisme.

Afin d'étudier la toxicité des fullerènes, nous avons injecté dans le péritoine de souris une suspension de C_{60} . Sept jours plus tard, les analyses des



W. Krätschmer



J. Worpale

La molécule de C_{60} (à droite) forme des solutions dont la teinte rosée dépend de la concentration (à gauche).

extraits hépatiques des souris traitées révélèrent la présence de plusieurs composés absents des foies de souris non traitées. Deux de ces nouveaux composés au moins sont des dérivés de C_{60} : ils proviennent d'une réaction de C_{60} avec la vitamine A et avec l'un des dérivés de cette dernière.

Mieux encore, les composés détectés semblaient résulter d'une réaction classique de chimie organique, nommée réaction de Diels-Alder, qui engendre des molécules contenant des cycles. Étrange observation, en vérité, car on n'a jamais observé une telle réaction *in vivo* ! Pour vérifier la particularité métabolique du C_{60} , nous avons mélangé *in vitro* le C_{60} et la vitamine A, et nous avons retrouvé les mêmes composés que dans les foies de souris. Ainsi la molécule de C_{60} peut réagir en dehors des voies métaboliques admises jusque-là. Nous mettrait-elle sur la piste de réactions métaboliques indétectées ? Peut-être, puisque la molécule de C_{60} est naturellement présente dans la sueur... Ces formations sont-elles suivies de l'élimination des produits formés ? Le processus de métabolisation serait alors complet.

F. MOUSSA, Fac. de pharmacie de Tours
H. SZWARC, CNRS, Univ. Paris Sud, Orsay

Hydrodynamique lumineuse

Le plancton éclaire la nage des mammifères marins.

Aux Antilles, dans la partie Sud de Puerto Rico, la baie phosphorescente offre au visiteur une belle illustration de la bioluminescence : l'eau y est riche en dinoflagellés, un phytoplancton bioluminescent ; quiconque nage la nuit dans ces eaux tropicales est entouré d'un halo lumineux. Outre son aspect esthétique indéniable, la bioluminescence informe les biologistes sur les animaux marins, et, en particulier, sur le déplacement des grands mammifères. Grâce à ce moyen d'étude original, des chercheurs de l'Université de San Diego ont montré que le nimbe lumineux autour d'un dauphin renseigne sur la structure du flot hydrodynamique qui entoure l'animal.

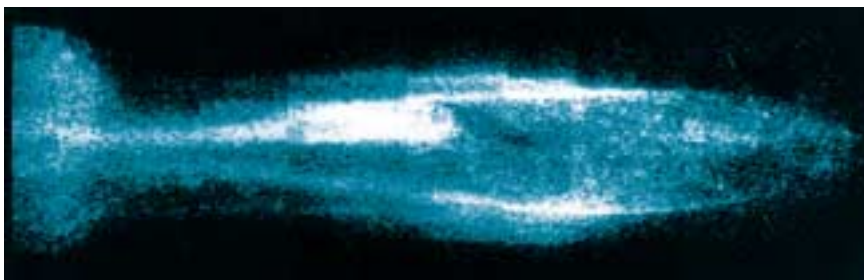
La bioluminescence est un phénomène répandu dans les eaux côtières : les objets qui se déplacent dans de l'eau où la concentration en plancton lumineux est supérieure à une centaine

d'individus par litre sont illuminés. La bioluminescence est activée par la déformation des cellules du plancton, mais l'on ignore encore comment ce stimulus mécanique déclenche finalement la réaction chimique qui produit la lumière.

La bioluminescence des dauphins était curieusement absente de la littérature scientifique. Cet oubli est d'autant plus étrange que les carnets de bord des navires regorgent de descriptions de dauphins fantomatiques qui accompagnent les navires dans leurs voyages. Malheureusement, ces récits sont de peu d'utilité pour l'étude de la nage des dauphins, car les conditions extérieures, comme la quantité de plancton biolumi-

nescent, n'y sont pas notées. Pour combler cette insuffisance, des biologistes et des physiciens ont entrepris une étude systématique de la bioluminescence marine et de son lien avec la nage des dauphins.

Puisque la déformation des cellules du plancton déclenche la production de lumière, la bioluminescence est principalement commandée par le cisaillement, qui caractérise la différence de vitesse entre deux couches de liquide. Pour préciser cette relation, les chercheurs ont placé des dinoflagellés dans un écoulement dont le cisaillement varie. Ils ont ainsi mesuré, pour diverses concentrations en dinoflagellés, l'intensité de la bioluminescence en fonction du cisaillement : la



Michael Lutz

Vue de dessus d'un dauphin bioluminescent nageant à 2,2 mètres par seconde (le dauphin mesure deux mètres de long).

bioluminescence commence au-dessus d'un seuil et augmente ensuite avec le cisaillement.

Restait à connaître le cisaillement à la surface d'un dauphin. Les chercheurs ont alors modélisé le corps d'un dauphin comme un ellipsoïde allongé six fois plus long que large, puis ils ont simulé l'écoulement à une vitesse fixée autour de cette forme. Ils ont déterminé l'épaisseur de la couche limite, la mince pellicule qui entoure le dauphin et où la vitesse du flot diminue notablement. Selon ces simulations et pour des vitesses de flot comprises entre deux et huit mètres par seconde, le cisaillement près de la surface du dauphin modélisé est toujours supérieur au seuil de bioluminescence.

Des films de dauphins nageant près de bateaux ont révélé des phénomènes de bioluminescence tout le long de leur corps, excepté près de leur bosse et des bords avant des nageoires pectorales et dorsale. Ce résultat peut paraître paradoxal, car c'est précisément à l'avant des nageoires que le cisaillement est maximal. La raison en est sans doute que, dans ces régions, la couche limite est très mince et contient trop peu de micro-organismes luminescents stimulés.

Habituellement, on visualise l'écoulement hydrodynamique autour des bateaux grâce à des colorants dans des bassins artificiels. Avec les dinoflagellés, les hydrodynamiciens ont trouvé une visualisation naturelle du flot autour des grands mammifères marins : la bioluminescence est maintenant un outil de recherche.

Mutations interdites

Les gènes qui déterminent beaucoup de caractères n'évolueraient pas sur de très longues périodes.

Tous les caractères d'un organisme évoluent-ils constamment ? La plupart des généticiens des populations le pensent, mais Günter Wagner, de l'Université Yale, fait partie d'une minorité de biologistes qui ont un point de vue plus nuancé : même si de nombreux caractères sont hautement variables, certains semblent être fixés dans des groupes d'espèces qui descendent d'une souche commune. Par exemple, la notocorde, première ébauche de la colonne vertébrale chez les embryons des vertébrés, est identique dans les diverses espèces du groupe. Les protagonistes du débat semblaient irrés-