

Correction d'erreurs

Des molécules qui se répliquent corrigent les erreurs de reproduction.

La reproduction des organismes semble avoir des particularités qui font, du vivant, un règne à part. Pourtant, des chimistes viennent de montrer que des molécules ont des comportements analogues à ceux des organismes ; même des phénomènes analogues à ceux de l'évolution se retrouvent dans les éprouvettes.

Au cœur du problème étudié par les chimistes, il y a celui de la stabilité des espèces en biologie : si les organismes vivants n'évoluaient pas, ils ne pourraient s'adapter aux conditions changeantes des milieux ; toutefois les mutations, qui sont des « erreurs » de reproduction et qui permettent l'apparition d'individus mieux adaptés à leur milieu, risquent de conduire à des individus non viables, parce qu'elles dérangent un ordre physiologique subtil.

Afin d'analyser le rôle exact des mutations, Kay Severin et ses collègues de l'Institut Skaggs, en Californie, ont étudié un système composé de quelques peptides, c'est-à-dire de molécules formées par l'enchaînement de sous-unités nommées acides aminés. Quand deux peptides *E* et *N*, composés respectivement de 15 et 17 acides aminés, sont mélangés *in vitro*, ils se lient et engendrent un peptide *T*, lequel catalyse la réaction : il se lie ensuite à une molécule *E* et à une molécule *N*, qu'il lie ensemble en une nouvelle molécule *T*.

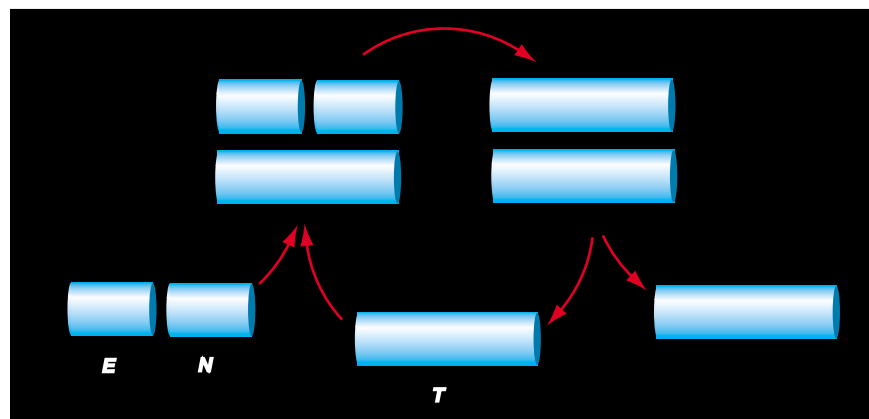
Quand on ajoute dans le milieu deux molécules *E9A* et *N26A*, respectivement identiques à *E* et à *N* à l'exception d'un changement d'un acide aminé

(l'alanine remplace la valine, dans la séquence *E* ; l'alanine remplace la lysine dans la séquence *N*), on observe la formation de quatre produits : le peptide *T*, quand les réactifs *E* et *N* s'enchaînent, et des peptides mutants *T9A*, *T26A* et *T9/26A* quand les peptides mutants sont utilisés.

La réaction s'apparente à une reproduction biologique : les séquences *T* catalysent leur propre production. L'addition de réactifs mutants augmente la proportion de séquences *T* mutantes. Le mélange de *E*, de *N26A* et de *N*, ou le mélange de *E*, de *E9A* et de *N* engendrent plutôt le peptide *T* que les peptides « mutants » *T9A* et *T26A* : ceux-ci ne catalysent pas leur propre formation. En revanche, ces deux peptides catalysent la formation de *T*.

Au total, le système s'organise en un réseau de trois cycles catalytiques connectés, avec un mécanisme correcteur d'erreur : chaque fois qu'un peptide mutant est produit, il catalyse la formation de la séquence non mutante *T*, et, comme les cycles catalytiques sont couplés au cycle original, chaque nouvelle molécule stimule sa propre production. L'effet total est une régulation de la production de la séquence initiale... et des mutants.

Les peptides ne sont pas des molécules anodines, du point de vue biologique, puisqu'elles sont présentes dans les cellules vivantes ; elles catalysent leur propre formation, tout comme les être vivants qui se reproduisent ; elles sont en concurrence pour les peptides de base, comme les organismes vivants le sont pour les ressources du milieu ; des mutants peuvent apparaître, mais ils restent en proportion limitée tant que les ressources du milieu ne changent pas. Il y a certainement un fossé entre le monde des molécules et celui des espèces, mais, apparemment, ces mondes ont des mécanismes en commun.



La séquence *T* catalyse sa formation en se liant simultanément aux deux séquences *E* et *N*.



ISMANS

Institut Supérieur des Matériaux du Mans
44, av. F.A. Bartholdi 72000 - Le Mans
33(0)2 43 21 40 00
fax 33(0)2 43 21 40 39
http://ismans.univ-lemans.fr
E-mail : ismans@ismans.univ-lemans.fr

**CENTRE EUROPÉEN DE
COMPÉTENCES
GÉNIE NUMÉRIQUE DES
MATÉRIAUX ET INTERFACES
INDUSTRIELS**

⇒ **Une École d'Ingénieur (CTI)**

Tutelle du Ministère de l'Industrie
(École Consulaire)

sur **Concours CPGE (ICARE)**
sur dossier : **MAÎTRISE (2ème année)**

- Option Matériaux et Mécanique
- Option Matériaux Fonctionnels (optique, électronique, magnétique, polymères)
- Année de spécialité (Génie Numérique)
- Master International avec l'Université de Hull (International Project Management for High Tech Start Up 1999)

⇒ **Un Centre de Recherche**

- Génie numérique des matériaux (CAO/CMMAO/Prototypage)
- Mécanique et Dispositifs multiMatériaux
- Matériaux Magnétiques
- Dynamique et Géométries Fractales

⇒ **Des Partenariats Scientifiques
et Industriels Internationaux
(entre autres)**

- Deutsches Institut für Kautschuktechnologie
- MIT (Nuclear and Chemical Engineering)
- Molecular Simulation Consortiums
(Industries et Universités transnationales)

⇒ **Des Références :**

- Expériences Industrielles et Brevets
- Publications Scientifiques
- Ouvrages :
 - Calcul par éléments finis. Masson 1997
 - Flèches du Temps, Hermes 1998
 - Management par projet. Ed. Organisis. 1997

⇒ **Un Placement Industriel :**
Salaire 180-210 kF/an

Le carbone au corps

Comment l'organisme assimile les fullerènes.

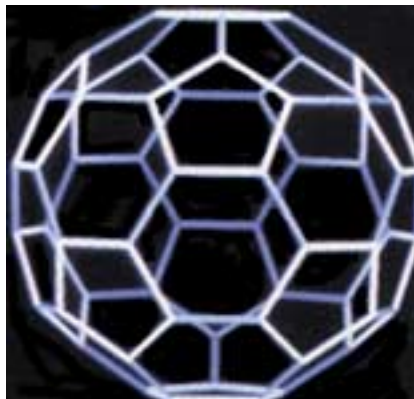
Il y a quelques années, des chimistes découvraient les fullerènes, ces molécules composées uniquement d'atomes de carbone, dont le représentant le plus connu est la molécule de formule C_{60} , composée de 60 atomes de carbone répartis aux nœuds d'un polyèdre en forme de ballon de football. Rapidement 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



L. 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 luminescente

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.

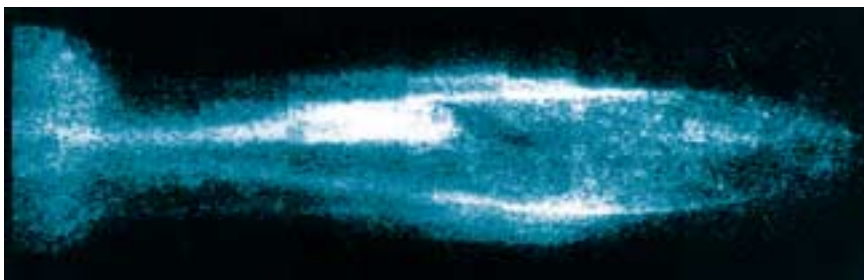
La bioluminescence est un phénomène répandu dans les eaux côtières : les objets qui se déplacent dans de l'eau où la concentration en plancton lumineux est supérieure à une centaine

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).