



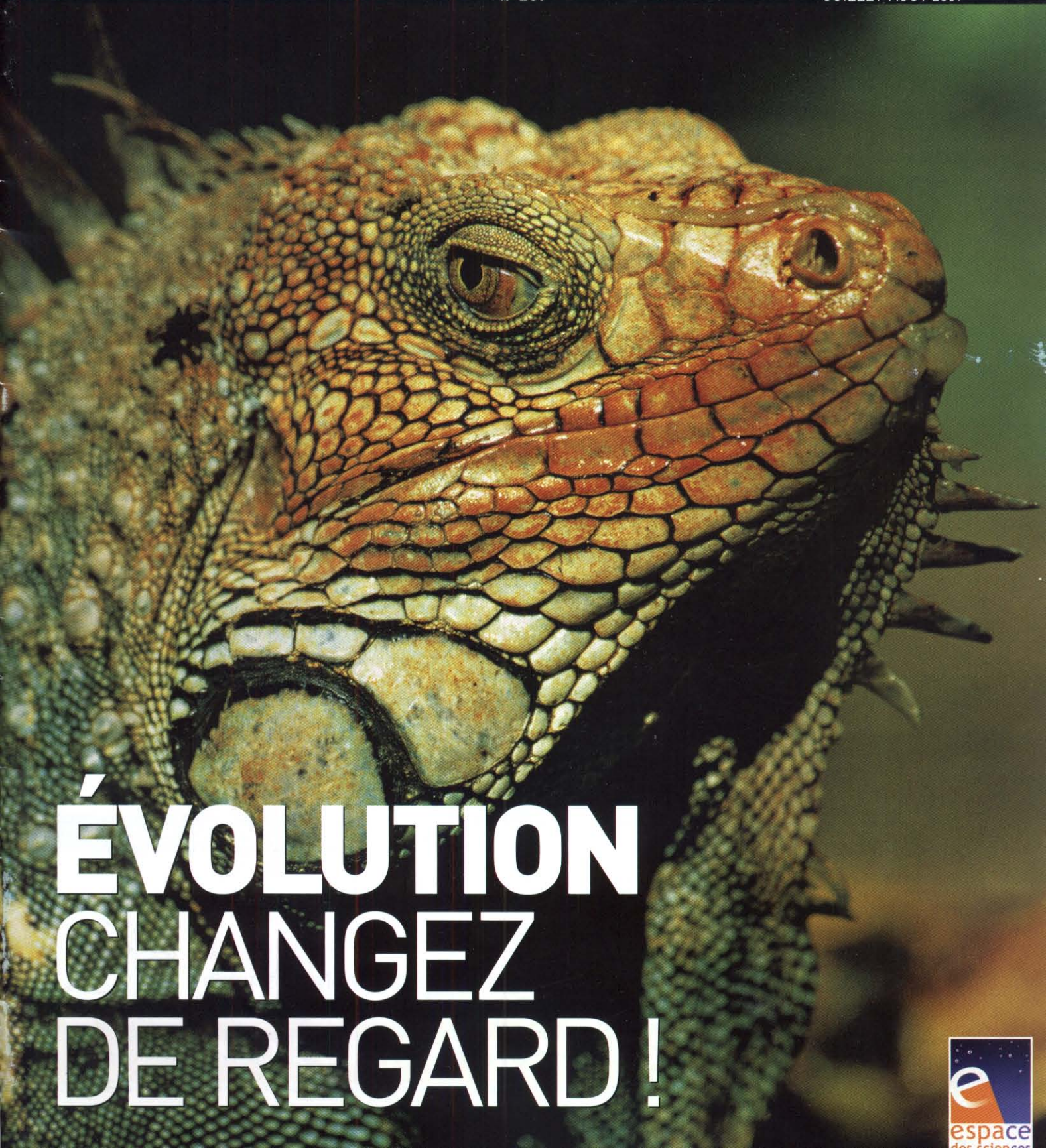
Physique nucléaire Le Cern,
laboratoire de la démesure

● La revue de l'Espace des sciences

sciences ouest

n°267

JUILLET-AOÛT 2009



**ÉVOLUTION
CHANGEZ
DE REGARD !**



LA VIE ? UNE COU

POUR COMPRENDRE LA VIE, ON PEUT LA VOIR... COMME UNE COURSE PERPÉTUELLE. C'EST L'APPORT DE LA **BIOLOGIE ÉVOLUTIVE**.

Ce sont des descendants de Darwin. À Rennes, Brest ou Roscoff, des chercheurs pratiquent la biologie évolutive. « Nous examinons les processus biologiques, pour comprendre leurs évolutions sur le long terme », explique Joan van Baaren, biologiste au laboratoire Écobio⁽¹⁾, à l'Université de Rennes 1, et coorganisatrice d'un colloque⁽²⁾ sur ce sujet. « Pourquoi cet oiseau chante, au ras du sol ou en haut d'un arbre ? Pourquoi ses notes sont aiguës ou graves ? Pour le savoir, il ne suffit pas d'étudier son comportement ! Il faut prendre en compte un contexte très large, connaître ses prédateurs, la pression qu'ils exercent sur l'espèce...

Seul l'aspect évolutif permet d'avoir la vision complète d'un phénomène. »

Comprendre la sélection naturelle

« La biologie évolutive a été théorisée dans les années 30 par Ronald Fisher, rappelle Jean-Sébastien Pierre, directeur du laboratoire Écobio. En dix ans, ce mathématicien anglais et d'autres chercheurs ont bâti la théorie moderne de l'évolution, avec l'essentiel des modèles utilisés aujourd'hui... sans ordinateur et sans biologie moléculaire pour voir les gènes ! ». Ces modèles permettent de comprendre la sélection naturelle chez les plantes, les animaux, les bactéries, les virus...

« Les mutations génétiques sont connues depuis les années 20, poursuit Jean-Sébastien

Pierre. Dans les années 50, on constate que des bactéries deviennent résistantes aux antibiotiques puis, dans les années 60 et 70, que des insectes résistent aux insecticides ! La biologie évolutive nous a permis de comprendre que l'évolution était beaucoup plus rapide que ce que l'on croyait. »

Lutter contre les ravageurs des cultures

Cette approche est utilisée à Écobio, mais aussi à l'Inra⁽³⁾. « La biologie évolutive nous sert pour des stratégies concrètes de lutte durable contre les ravageurs, explique Jean-Christophe Simon, directeur du laboratoire BiO3P⁽⁴⁾, à l'Inra, au Rheu. Car nous savons, depuis les années 80, qu'il est impossible de lutter contre une espèce, sans connaître son



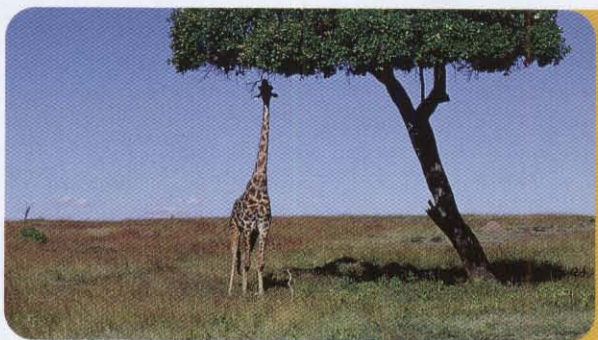
Iguane vert du Costa Rica. Ses ancêtres ont évolué aux îles Galapagos, en iguanes terrestres et marins.

© SYLVAIN LEFEBVRE



P.12
Des espèces apparaissent... sans cesse

© DR



P.14
Les gènes architectes : quelle évolution !

© JUPITERIMAGES



P.16
Reproduction : l'attaque des clones a échoué

© SYLVAIN LEFEBVRE

RSE CONTINUE

potentiel évolutif et ses capacités d'adaptation. »

Ces chercheurs combattent les ravageurs (virus, bactéries, vers nématodes, insectes) des cultures (céréales, colza, pois, pommes de terre, choux, carottes).

À quoi bon, en effet, inventer un pesticide, s'il devient inefficace en quelques années ?

« C'est le processus darwinien de sélection naturelle, transposé aux bioagresseurs, poursuit le scientifique. Dans une population d'insectes, un mutant apparaît, qui confère une résistance au pesticide. La plante évolue aussi, elle met en place des stratégies de résistance à l'insecte ou au pathogène... L'évolution est une course perpétuelle ! On n'avance pas, mais on est obligé de courir pour rester à sa place. »

Étudier les maladies des mollusques

À Brest, l'approche de Christine Paillard est similaire. Son laboratoire, le Lemar⁽⁵⁾ à l'IUEM⁽⁶⁾, étudie notamment les interactions

Darwin en colloque à Rennes

« Darwin a posé énormément de questions, et la plupart de ses conjectures ont été vérifiées ! C'est admirable. Il mettait bout à bout les indices et était un déducteur extraordinaire. Avec son intense réflexion, c'était un Sherlock Holmes de la vie ! » Jean-Sébastien Pierre (Écobio) est fasciné par le naturaliste anglais.

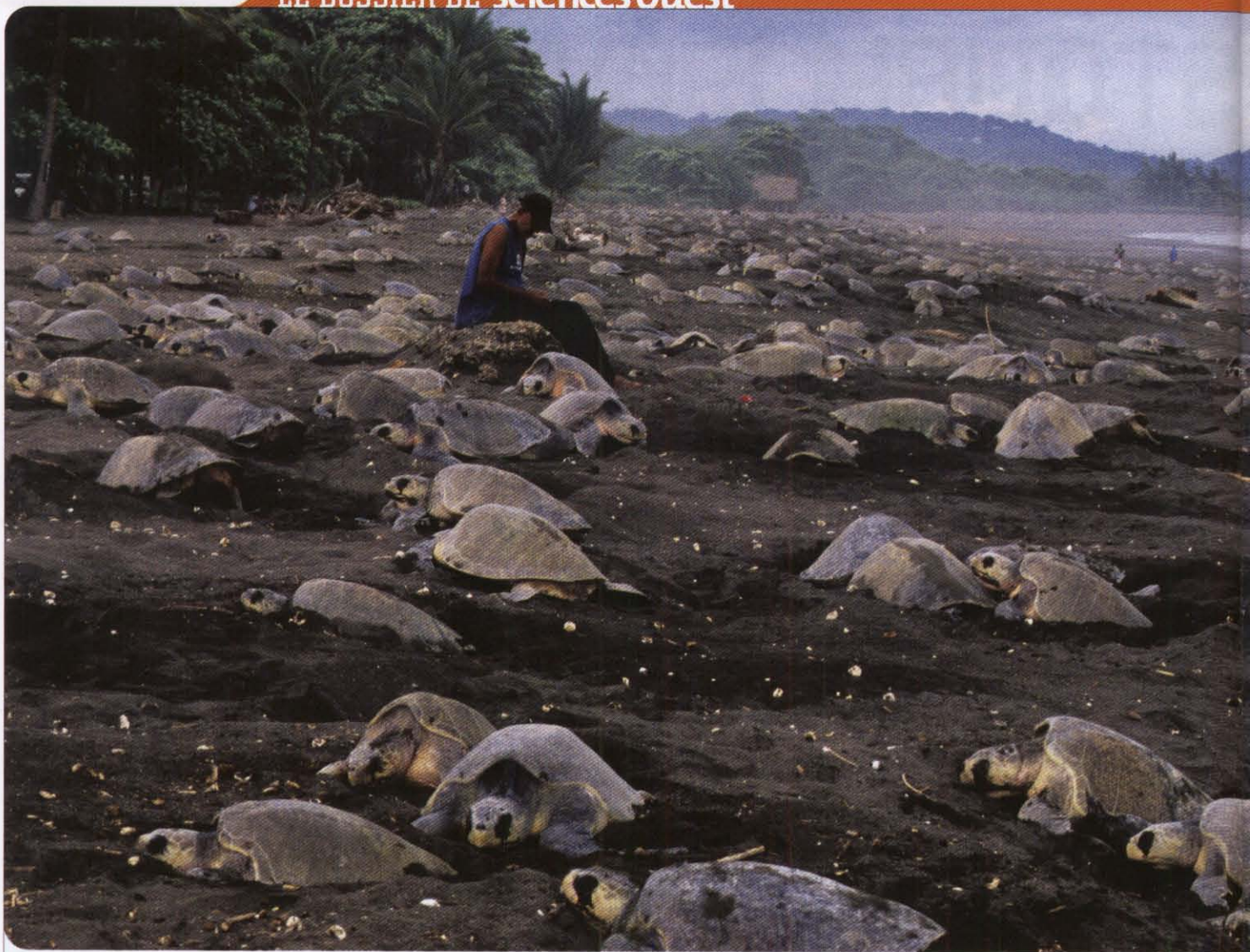
Dans le cadre de l'année Darwin, des chercheurs du

laboratoire Écobio, Joan van Baaren, Malika Ainouche et Jacques van Alphen, ainsi que Christine Paillard (IUEM) ont organisé en juin le colloque "Biologie évolutive", qui a réuni une cinquantaine de scientifiques, dont des pointures mondiales.

L'Italo-Chilienne Luz Valeria Oppliger, en thèse à la station biologique de Roscoff, y a été récompensée par un jury

international de chercheurs pour son poster (résumé de thèse). « J'étudie l'évolution des systèmes de reproduction des grandes laminaires, en comparant deux espèces, sur les côtes bretonne et chilienne. » Une cinquantaine de doctorants participaient au colloque : l'évolution suit son cours.

NG



REPRODUCTION : L'ATTAQUE DES CLONS

LA REPRODUCTION **SEXUÉE** N'EST PAS RENTABLE... MAIS ELLE SE RETROUVE PRESQUE PARTOUT DANS LE VIVANT. UN PARADOXE ÉVOLUTIF.

« **D**ans la sélection naturelle, on ne sait pas tout, souligne Jean-Sébastien Pierre (laboratoire Écobio, Rennes 1). La sexualité existait dès l'origine de la vie... mais le fait qu'elle existe encore est un vrai mystère ! » Dans la lutte pour la survie, l'absence de reproduction sexuée est un avantage. Les espèces asexuées se reproduisent deux fois plus vite que les autres, où seules les femelles (50% de la population) donnent naissance à des petits. Si un individu asexué apparaît dans une population, il peut l'envahir par clonage ! Alors, pourquoi tous les organismes vivants sur la planète ne sont-ils pas devenus des clones asexués ?

Des bactéries aux lézards

Au contraire, il existe seulement une espèce asexuée sur un millier. Elles sont par-

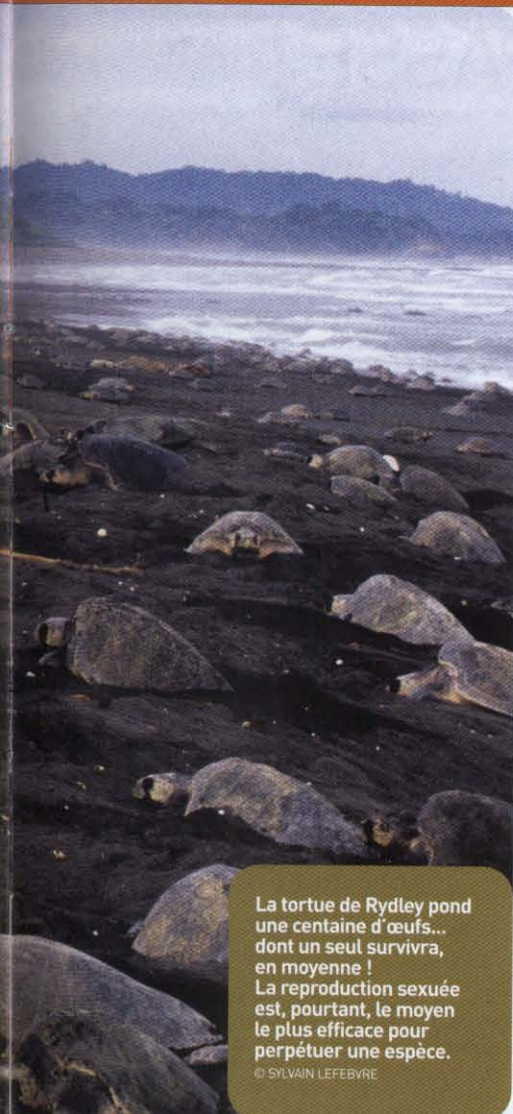
« Sur l'arbre du vivant, les organismes asexués sont en bout de branche. »

tout, des bactéries aux vertébrés, mais pas chez les mammifères. On trouve des plantes asexuées, dont un yucca, des insectes, notamment des pucerons, des champignons, de petits poissons tropicaux, des lézards... Mais toutes ces espèces sont récentes, sauf quelques-unes, âgées de centaines de millions d'années. « Les espèces devenues asexuées ont toujours tendance à disparaître, poursuit Jean-Sébastien Pierre. Sur l'arbre du vivant, les organismes asexués sont en bout de branche : leur histoire évolutive est courte, complète Jean-Christophe Simon (BiO3P, Inra Rennes), qui intervenait sur ce thème, au colloque. Les pucerons, par exemple, ont 300 millions d'années, mais leurs lignées asexuées sont apparues il y a moins de

100 000 ans. » Quelle malédiction pèse donc sur les clones ?

« L'un des avantages de la reproduction sexuée, à long terme, est de mettre ensemble des gènes favorables, explique Jean-Christophe Simon. Par contre, dans une population asexuée, les mutations délétères s'accumulent, sans combinaison génétique pour les "purger". » Autre atout de la sexualité : le choix du partenaire en fonction de différents critères. « Depuis Darwin, nous savons que la sélection sexuelle, chez une espèce, est un avantage dans une situation de compétition avec les autres espèces, grâce à la phase de reconnaissance du partenaire sexuel. »

Nous pourrions aussi être envahis par des clones, très vite, si la sexualité n'était pas avantageuse... tout de suite ! « Cinq ou six théories s'affrontent ou se complètent pour expliquer que la sexualité est un avantage à court terme », note Jean-Sébastien Pierre.



La tortue de Rydley pond une centaine d'œufs... dont un seul survivra, en moyenne ! La reproduction sexuée est, pourtant, le moyen le plus efficace pour perpétuer une espèce.

© SYLVAIN LEFEBVRE

COMPRENDRE

L'origine de la génétique

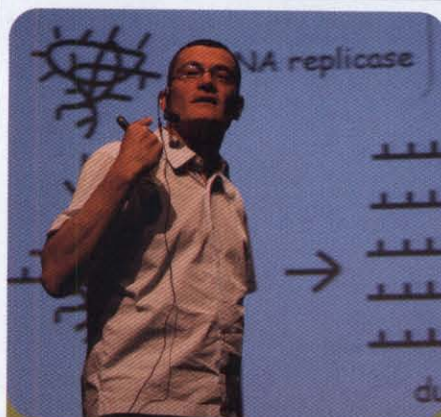
Dans l'histoire de la création de notre Univers, la vie a mis du temps à trouver son chemin. Qu'est-ce qui en a été à l'origine ? Premier intervenant du colloque sur la biologie évolutive^[1] (lire encadré p. 11), Brice Felden, directeur d'une unité Inserm^[2] à Rennes, s'est fait le porte-parole d'un courant de pensées selon lequel les ARN (Acide ribonucléique) auraient un rôle important dans l'origine de la vie.

L'ARN est la molécule qui, entre autres fonctions, permet de convertir l'information génétique contenue dans l'ADN (Acide désoxyribonucléique) de certains organismes en différentes protéines aux fonctions variées (protéines de structure, à activité enzymatique, hormones par exemple).

Les premières cellules

Mais comment ont fait les premières cellules ? Comment ont-elles réussi à produire des protéines sans ADN ou, à l'inverse, à fabriquer de l'ADN sans protéines ? « C'est en ce sens que l'ARN paraît être un candidat sérieux, explique Brice Felden. Dans la machinerie cellulaire, l'ARN se trouve à l'interface de deux fonctions essentielles pour la cellule : le stockage de l'information génétique, d'une part, et les processus métaboliques qui vont permettre à la cellule de croître et de produire de l'énergie, d'autre part. On peut donc imaginer qu'aux prémices de la vie, cette molécule ait endossé les deux fonctions^[3]. »

L'hypothèse selon laquelle l'ARN est capable de se répliquer, c'est-à-dire de se dédoubler pour transmettre l'information génétique (fonction actuelle de l'ADN) a été



Lors du colloque sur la biologie évolutive de juin dernier, le chercheur rennais Brice Felden a parlé du rôle de l'ARN dans l'origine de la vie.

© NICOLAS GUILLAS

démontrée. « Dans la soupe prébiotique, il devait probablement s'agir de toutes petites séquences de nucléotides et le système devait comporter beaucoup d'erreurs. »

Mais il fallait bien commencer par quelque chose ! Et comme l'ARN est une molécule plutôt instable dans le temps, elle ne pouvait pas rester le support de stockage et de transmission de l'information génétique. Voilà pourquoi le système s'est transformé avec l'apparition de l'ADN.

NATHALIE BLANC

^[1]Biologie évolutive 2009 : phylogénie, spéciation, coévolution, développement, génomes, traits de vie, plasticité... où en sommes-nous ? ^[2]Son laboratoire de biochimie pharmaceutique travaille sur les fonction, structure et inactivation d'ARN bactériens. ^[3]Travaux d'Eklund et Bartel en 1996.

CONTACT

Brice Felden Tél. 02 23 23 48 51
bfelden@univ-rennes1.fr

Fécondation : une algue superévoluée

D'un côté des clones ultrarapides, de l'autre une sexualité qui lambine ? C'est plus compliqué dans la vraie vie, où la diversité des modes de reproduction est extraordinaire. Valérie Stiger-Pouvreau, enseignante-chercheur à l'IUEM, à Brest, étudie par exemple l'évolution des modes de reproduction chez les algues. Elle va bientôt publier ce qu'elle a découvert chez une macroalgue brune *Fucale* (*Turbinaria ornata*), que l'on trouve en Polynésie française, à moins de 10 m de profondeur.

« Cette algue a un mode de reproduction original, qui existe chez des plantes terrestres, comme chez le thym, mais qui n'avait pas été décrit chez une algue, explique-t-elle. La population est constituée de femelles, qui sont dominantes, de mâles qui sont rares (moins d'un individu sur 100) et d'hermaphrodites. Cela garantit une reproduction efficace. D'autant plus que, chez cette espèce, les gamètes (cellules sexuelles) ne sont pas largués au hasard. La fécondation a lieu sur un pied femelle ou hermaphrodite et, comme toutes les gamètes mâles sont à proximité, il y a 100 % de fécondation ! » Avec ce type d'évolution dans le mode de reproduction (gynodioécie), les clones n'ont finalement aucune chance.

NG

Contact : Valérie Stiger-Pouvreau Tél. 02 98 49 88 06
stiger@univ-brest.fr

Dans certains cas, l'avantage est clair : certains pucerons sexués pondent des œufs qui résisteront mieux aux hivers qu'un petit clone qui n'est pas protégé du froid (voir *Sciences Ouest* n° 236). La diversité génétique des asexués étant aussi plus faible, leur capacité d'adaptation aux changements est aussi moins forte.

Reproduction sexuée "sous le manteau"

Les chercheurs n'ont pas fini de découvrir l'évolution des systèmes de reproduction. Des travaux en cours étudient « certaines espèces, que l'on croit asexuées, mais qui auraient une reproduction sexuée "sous le manteau", ou bien chez qui l'on trouve d'autres mécanismes, pour purger les gènes délétères ou générer de la nouveauté génétique », conclut Jean-Christophe Simon.

NICOLAS GUILLAS

CONTACTS

Jean-Sébastien Pierre Tél. 02 23 23 64 00
jean-sebastien.pierre@univ-rennes1.fr

Jean-Christophe Simon Tél. 02 23 48 51 54
jean-christophe.simon@rennes.inra.fr